ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษาคะน้า

Effect of CO_2 Concentration on the Storage Life of Chinese Kale

(Brassica alboglaba)

โดย

นางสาวสุวรรณี เพชรกลัด

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภาควิชาพืชสวน ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษาผักคะน้า

Effect of CO_2 Concentration on the Storage Life of Chinese Kale

(Brassica alboglaba)

โดย

นางสาวสุวรรณี เพชรกลัด

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 9 เดือน ก.ค. พ.ศ. 42

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 3 เดือน ก.ค. พ.ศ. 42

ปก.
ศ 634 ว1
ส541
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 33444
วัน, เดือน, ปี - 5 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาผักคะน้า
โดย	นางสาว สุวรรณี เพชรกลัด
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการผลิตพืช
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ออายุการเก็บรักษาคะน้า วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ คือ ใช้ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control), 5 , 10 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ บรรจุในถุงพลาสติกนำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิ 10 – 13 องศาเซลเซียส

ผลปรากฏว่า คะน้าที่เก็บในถุงพลาสติกที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 21 วัน รองลงมาคือ คะน้าที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (Control), 5 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาได้ 14 วัน คะน้าที่เก็บในถุงพลาสติก ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) จะให้ค่า TSS . สูงสุด คือ 7.84 บริกซ์ ส่วนคะน้าที่เก็บในถุงพลาสติก ที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS ต่ำที่สุด คือ 7.65 บริกซ์ ในทุกวิธีการเก็บรักษา มีการสูญเสียน้ำหนักสดเมื่อสิ้นสุดการทดลองตั้งแต่ 0.57 - 0.75 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะภายนอกอื่นๆ พบว่า คะน้าที่เก็บในระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ สีของใบยังคงมีสีเขียวเช่นเดิมเป็นเวลา 21 วัน รองลงมา คือ คะน้าที่เก็บในระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาความเขียวของใบผักคะน้าได้เพียง 14 วัน ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) และ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาความเขียวใบคะน้าได้สั้นที่สุดเพียง 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Effect of CO_2 Concentration on the Storage Life of Chinese Kale (Brassica alboglaba)
By	Miss. Suwannee Petchklad
Major	Plant Production Technology
Department	Horticulture
Faculty	Agricultural Technology
Advisor	Assist. Prof. Dr. Somchai Glahan

Abstract

A study on effect of CO_2 concentration on the storage Life of Chinese Kale. (Brassica alboglaba) the statistical model was Completely Randomized Design (CRD) 5 treatment, CO_2 concentration as followed 0 percent (control), 5, 10, 15 and 20 percent., there were packed in plastic bag and stored at 10 – 13 ^{o}C. The result showed that chinese kale. stored in CO_2 10 percent. had the longest storage life with the mean of 21 days, the second was chinese kale stored in CO_2 0 percent (control), 5, 15 and 20 percent at the mean of 14 days. chinese kale stored in CO_2 0 percent (control), showed the highest TSS with 7.84 brix but there were stored in CO_2 10 percent gave the lowest TSS with 7.65 brix. All treatment had a little weight lost with the range of 0.57 – 0.75 percent and other physical appearance in term of leaf color, chinese kale stored in CO_2 10 and 20 percent showed the best leaf color for 21 days the second was chinese kale stored in CO_2 15 percent with the mean of 14 days on the other hand chinese kale stored in CO_2 0 percent (control) showed the poorest leaf color with the mean of 7 days

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณอาจารย์สมชาย กล้าหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำในด้านการหาข้อมูลอุปกรณ์และเอกสารต่าง ๆ ประกอบในการทำการทดลอง รวมทั้งได้ให้ความสะดวกทางด้านต่าง ๆ ในการทำการทดลองและยังช่วยในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำจึงขอขอบคุณอาจารย์สมชาย กล้าหาญและผู้ที่ได้ให้ความช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลองไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวสุวรรณี เพชรกลัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
สารบัญภาพผนวก	ง
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	10
ผลการทดลอง	12
สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงส่วนประกอบของคุณภาพผักและผลไม้	5
2.	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน	13
3.	แสดงลักษณะภายนอกของผักคะน้าภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน	16
4.	แสดงการเปลี่ยนแปลงสีใบภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน	19
5.	แสดงค่า Total Soluble Solid ภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน	14
2.	แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน	15
3.	แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) ภายหลังการทดลอง 21 วัน	18
4.	แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่ หน้า

1. แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) 25
2. แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ 25
3. แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ 26
4. แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ 26
5. แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ 27
6. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) ภายหลังการทดลอง 7 วัน 27
7. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) ภายหลังการทดลอง 14 วัน 28
8. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน 28
9. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน 29
10. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน 29
11. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน 30
12. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก (ต่อ)

ภาพผนวกที่ หน้า

13. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน 31
14. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน 31
15. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน 32
16. แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

คะน้าเป็นพืชที่นิยมบริโภคในชีวิตประจำวัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Brassica albograba Bailey มีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษโดยทั่วไปว่า Chinese Kale อยู่ในตระกูล Cruciferae เป็นผักที่ถูกนำมาจากเอเชียไมเนอร์ไปสู่อินเดียและจีนเป็นเวลานานจนได้รับความนิยมและเป็นที่คุ้นเคยกัน ในแถบนี้ คะน้าเป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอยู่ในหลายประเทศของเอเชีย เช่น ไทย จีน ไต้หวัน ฮ่องกง มาเลเซีย สิงค์โปร์ ฯลฯ ในประเทศไทยคะน้าผักสดประจำวันที่นิยมปลูกกันมากทั่วประเทศ เป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน ปลูกง่ายมีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น นอกจากนั้นยังเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง ประกอบด้วยวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามินเอ วิตามินซี แคลเซียม และ thiamine (มาโนชและอดิศักดิ์, 2536 ; สมภพ, 2537)

คะน้า (Chinese kale) ปลูกมากในกรุงเทพมหานคร ราชบุรี นครปฐม นนทบุรี ลำปาง และขอนแก่น เป็นต้น โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครผลิตได้ถึงร้อยละ 16.28 ของผลผลิตคะน้าทั้งประเทศ เนื่องจากคะน้ามีแหล่งเพาะปลูกส่วนใหญ่อยู่ใกล้ตลาดกลางของส่งกรุงเทพฯ และในการผลิตพืชผักเป็นการค้าในประเทศไทยปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะมีด้วยกันหลายอย่าง อย่างหนึ่งก็คือภายหลังเก็บเกี่ยวแล้วมีอายุการวางขายสั้น ด้วยเหตุนี้เราจึงแนะนำวิธีเก็บผักให้อยู่ได้นานโดยใช้วิธีเก็บผักโดยใช้ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้สามารถเก็บรักษาผักไว้ได้นานขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมการผลิตผัก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่ออายุการเก็บรักษาคะน้า
2. เพื่อศึกษาหาผลของระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของคะน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

คะน้า (Chinese kale) จัดอยู่ในตระกูล Cruciferae เป็นพืชในตระกูลเดียวกับกะหล่ำปลี และผักกาดต่าง ๆ มีชื่อวิทยาศาสตร์ Brassica albograba Bailey (มาโนชและอดิศักดิ์, 2536 ; สมภพ, 2539) มีจำนวนโครโมโซม 2n=18 (Simmond, 1979) รากของคะน้าเป็นระบบรากแก้ว ลำต้นมีลักษณะตั้งตรง ใบเป็นแบบใบเดี่ยวก้านใบยาวมีการจัดเรียงแบบสลับใบอ่อนไม่มีขน คะน้าพันธุ์ที่ปลูกในประเทศไทยจำแนกได้ 2 ประเภท คือ คะน้าใบและคะน้าต้นหรือคะน้ายอด คะน้าใบมีลักษณะต้นอวบใหญ่ ก้านเล็ก ใบกลมหนา กรอบ ทนทานต่อดินฟ้าอากาศได้ดี เมล็ดพันธุ์ของคะน้าในที่ทางราชการผลิตได้ ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 และฝางเบอร์ 2 ส่วนคะน้าก้านหรือคะน้ายอด มีลักษณะต้นอวบใหญ่ มีดอกสีขาว ใบแหลมก้านใหญ่ มีรสอร่อย มีความต้านทางต่อโรค ต่อความร้อนและความชื้นได้ดี สำหรับเมล็ดพันธุ์ที่ทางราชการผลิตได้คือพันธุ์ (PL 20 หรือ P.h. 20) โดยทำการคัดเลือกปรับปรุงและเผยแพร่ให้เกษตรกรได้ใช้มาตั้งแต่ปี 2516 แล้ว เป็นพันธุ์ที่ออกดอกช้า ให้น้ำหนักดีและผลผลิตสูง คะน้าเป็นผักที่ถูกนำมาจาก Asia minor ไปสู่อินเดียและจีนเป็นเวลานาน จนได้รับความนิยมและเป็นที่คุ้นเคยในแถบนี้ ปัจจุบันมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในแถบประเทศของเอเชีย เช่น ไทย จีน ไต้หวัน ฮ่องกง มาเลเซียและสิงค์โปร์ ฯลฯ ชาวจีนเรียกคะน้าว่า "ไก่หล้าไช่" (มาโนชและอดิศักดิ์, 2536)

คะน้าเป็นผักที่บ้านเรารู้จักกันดี นิยมใช้บริโภคกันอย่างกว้างขวางหาซื้อง่ายราคาไม่แพง และหาซื้อมาบริโภคได้ตลอดปี หรือหากมีที่ว่าง ๆ ข้างบ้านจะปลูกเป็นผักสวนครัวเพื่อใช้บริโภคเองก็ได้สะดวกสะบายไม่มีอะไรยุ่งยาก ผักคะน้าที่ปลูกได้ทั้งในดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ที่เพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับผักคะน้าในรูปของปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้วและผักคะน้ายังปลูกได้ตลอดปี ในแหล่งที่มีน้ำอย่างเพียงพอ ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการปลูกผักคะน้าได้ดีที่สุด คือ ระยะตั้งแต่ต้นเดือน ตุลาคม - เมษายน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างเดือน พฤศจิกายน – มกราคม จะปลูกได้ผลดีที่สุดแต่ก็จะเป็นช่วงที่ผักคะน้าทีราคาต่ำที่สุดด้วย เนื่องจากว่ามีผลผลิตออกสู่ตลาดมากพร้อม ๆ กัน ยกเว้นว่าแหล่งผลิตบางแห่งประสบภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ราคาก็จะเปลี่ยนแปลงไปส่วนช่วงระหว่างเดือน พฤษภาคม – กันยายน อันเป็นช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนสามารถปลูกได้ดีเช่นกัน แต่อาจจะประสบปัญหาบ้าง เช่นขาดน้ำ หรือมีปัญหาโรคและแมลงรบกวนมาก หรือปัญหาฝนตกหนักทำให้เกิดดินแน่นผักไม่เจริญเติบโตแต่ถ้าพูดถึงในด้านราคาขายดูจะดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>พันธุ์คะน้า</u>

พันธุ์น่านิยมปลูกในประเทศไทยเป็นคะน้าดอกขาวทั้งสิ้น โดยสั่งเมล็ดจากต่างประเทศเข้ามาปลูกและปรับปรุงพันธุ์ ปัจจุบันพันธุ์คะน้าที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีอยู่ 3 พันธุ์ด้วยกัน คือ

1. พันธุ์ใบกลม มีลักษณะใบกว้างใหญ่ ปล้องสั้น ปลายในมนและผิวใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ได้แก่ พันธุ์ฝางเบอร์ 1 เป็นต้น

2. พันธุ์ใบแหลม เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะใบแคบกว่าพันธุ์ในกลมปลายใบแหลม ข้อห่าง ผิวใบเรียว ได้แก่ พันธุ์ (PL 20 หรือ P.h. 20) เป็นต้น

3. พันธุ์ยอดหรือก้าน มีลักษณะใบเหมือนกับคะน้าใบแหลมแต่จำนวนใบต่อต้นมีน้อยกว่า ปล้องยาวกว่า ได้แก่ พันธุ์แม้โจ้ 1 เป็นต้น

พันธุ์แม่โจ้ 1 เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะตรงกับความนิยมของผู้บริโภค ลำต้นเป็นลำต้นเดี่ยว อวบ ส่วนกลางป่องใหญ่ ใบเรียบ ปลายใบแหลมตั้งชี้ขึ้น ก้านใบบาง ช่วงข้อยาว มีน้ำหนักส่วนที่เป็นลำต้นและต้นมากกว่าใบ ให้ผลผลิตสูงทุกภาคตลอดปี อายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 45 – 48 วัน ขนาดลำต้นสูงเฉลี่ย 33 , 40 เซนติเมตร ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นส่วนที่ใหญ่ที่สุด คือ 2 เซนติเมตร จำนวนในต่อต้นเฉลี่ย 9 ใบ น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้น 143 กรัม อายุตั้งแต่ปลูกถึงออกดอกประมาณ 50 – 55 วัน ให้ผลผลิตประมาณ 1,500 – 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นพันธุ์ทีต้านทานต่อโรคลำต้นแตก (สุนทร, 2539)

ผู้บริโภคในแต่ละท้องถิ่นจะนิยมบริโภคพันธุ์ที่ไม่เหมือนกันเกษตรกรที่ปลูกผักคะน้าสำหรับขายจึงควรเลือกปลูกพันธุ์ตามความนิยมของตลาด ทางด้านการเก็บเกี่ยว 45 – 55 วัน ใช้มีดตัดชิดโคน (ไม่แก่ไม่อ่อนเกินไป) แล้วตัดแต่งในเสียทิ้ง การตัดจะตัดไล่เป็นหน้ากระดานไปเลยเมื่อตัดแล้วบางแห่งใช้มัดด้วยเชือกกล้วยมัดละ 5 ก.ก. บางแห่งก็บรรจุใส่เข่ง ซึ่งแล้วแต่ความสะดวกในการขนส่งและของผู้ซื้อ

แต่คะน้าก็มีปริมาณการสูญเสียจากแหล่งผลิตถึงผู้บริโภค คะน้าจะมีปริมาณการสูญเสียคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้ว คือ ช่วงที่ 1 (ไร่ – ตลาดกลาง) 8.34 ช่วงที่ 2 (ตลาดกลาง – ตลาดย่อย) 12.12 รวมแล้วเป็น 20.46 (นภาภรณ์, 2529) และปัญหาการสูญเสียผลิตผลกลุ่มต่าง ๆ หลังการเก็บเกี่ยว (จาก Pantastico and Bautista, 1976) ผักคะน้าจะมีการสูญเสียทางด้านใบทางด้านการเก็บเกี่ยวจะทำให้ใบเหี่ยวมาก เน่า เมื่อมีความชื้นมากเกินไป การบรรจุขนาดของภาชนะบรรจุไม่เหมาะสมเกิดบาดแผล การขนส่งขนย้ายไม่ดีอุณหภูมิสูง การคัดเลือกตัดแต่งมากเกินไปมีหลายขนาดการเก็บรักษาเหี่ยว การขายในตลาดตัดแต่งมากเกินไปเหี่ยวมากเกินไปเน่าเสีย (ดร.สายชล, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คุณภาพของผักและผลไม้</u>

คุณภาพของสิ่งใดก็ตาม คือ ลักษณะที่บ่งชี้ว่าสิ่งนั้นควรจะมีลักษณะอย่างไรสามารถจะเป็นเครื่องชี้บอกระดับความดีของสิ่งนั้น ๆ ในทางพืชสวน คำว่า "คุณภาพ" ยังมีลักษณะแบ่งย่อยออกไปอีกคือ คุณภาพทางตลาด คุณภาพในการบริโภค คุณภาพในการขนส่ง คุณภาพในการบริโภคสด คุณภาพภายนอกและภายในเป็นต้น

คุณภาพของผลิตผลพืชสวนเป็นส่วนประกอบของลักษณะและคุณสมบัติที่ทำให้ผลิตผลนั้นมีคุณค่าต่อการบริโภค เช่น ในกรณีของผักและผลไม้ หรือมีคุณค่าต่อความเพลิดเพลินใจ เช่น ในกรณีของไม้ดอกไม้ประดับ เป็นต้น ผู้ผลิตพืชสวนจะต้องคำนึงถึงลักษณะที่ปรากฏที่ดีของผลผลิต และจะต้องมีลักษณะที่ผิดปกติน้อยมาก นอกจากนั้นยังต้องให้ได้ผลผลิตสูง ต้านทานโรค เก็บเกี่ยวได้ง่าย และมีความทนทานต่อการขนส่ง ส่วนผู้รวบรวมผลผลิตและพ่อค้านั้น ลักษณะที่ปรากฏของผลิตผลเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด นอกจากนั้น ยังให้ความสำคัญกับความแน่นเนื้อ และอายุการเก็บรักษา ส่วนผู้บริโภคนั้นจะสนใจในแง่ของลักษณะที่ปรากฏ มีความแข็งหรือนุ่ม รสชาติ และคุณค่าทางอาหาร จริงอยู่ที่ว่าผู้บริโภคจะซื้อผลผลิตโดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏ และการสัมผัส แต่คุณสมบัติที่ดีข้ออื่น ๆ นั้น จะเป็นเครื่องช่วยตัดสินใจในการซื้อครั้งต่อ ๆ ไปด้วย

ส่วนประกอบของคุณภาพ (Quality Component)

ส่วนประกอบของคุณภาพของผลิตผลที่มักจะใช้เป็นพื้นฐานในการจัดมาตรฐานผลิตผลหรือใช้คัดเลือกในการปรับปรุงพันธุ์พืช และยังใช้ในการประเมินผลการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม และการจัดหลักการเก็บเกี่ยวได้ด้วย ส่วนประกอบของคุณภาพของผลิตผล ดังแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบของคุณภาพของผักและผลไม้

ปัจจัยหลัก	ส่วนประกอบ
ลักษณะที่ปรากฏ (ใช้สายตา) (Appearance:Visual)	ขนาด : ได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลาง น้ำหนักและปริมาตร รูปร่าง : เส้นผ่าศูนย์กลาง/ความลึก ความเรียบ ความแน่นและความสม่ำเสมอ สี : ความเข้มและความสม่ำเสมอ ลักษณะผิดปกติ : สัณฐานวิทยา กายภาพ สรีระวิทยาและโรคพืช เป็นต้น
ลักษณะเนื้อ (สัมผัส) (Texture : Feel)	ความแน่นเนื้อ ความแข็ง ความนุ่ม ความกรอบ ความฉ่ำน้ำ ความเหนียว ความมีเส้นใยมาก
รสชาติ (ชิมและดม) (Flavour : Taste & Smell)	ความหวาน ความเปรี้ยว ความฝาด ความขม กลิ่น (Volatile Compounds)
คุณค่าทางอาหาร (Nutritive Value)	คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามินและเกลือแร่
ความปลอดภัย (Safety)	สารพิษธรรมชาติ สารพิษจากเชื้อรา และสารพิษตกค้าง

ความสำคัญของคุณภาพในแต่ละด้านนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผลและจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้ เช่น ถ้าเป็นกรณีไม้ดอกไม้ประดับ ลักษณะที่ปรากฏจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ส่วนประกอบของคุณภาพที่นำมาใช้พิจารณากันมาก คือ

1. ลักษณะผิดปกติต่าง ๆ ลักษณะผิดปกติหลายอย่าง มีผลต่อคุณภาพของลักษณะที่ปรากฏ เช่น ลักษณะผิดปกติทางสัณฐานวิทยามีอยู่หลายลักษณะ ได้แก่ การงอกของมันฝรั่ง หอมหัวใหญ่ และกระเทียม หรือการงอกรากของหอมหัวใหญ่ การเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องของหน่อไม้ฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งทำให้หน่อไม้ฝรั่งเกิดการโค้งงอ การงอกจากเมล็ดตั้งแต่ยังอยู่ในผล เช่น ในกรณีของมะเขือเทศ การปรากฏของด้านดอกภายในหัวของกะหล่ำปลี และผักกาดขาว การบานของดอกพรอคโคลี่ เป็นต้น ส่วนลักษณะผิดปกติทางกายภาพ เช่น การหดตัวหรือเหี่ยวของผลผลิต การขาดความฉ่ำน้ำของผลไม้ทางชนิด การเกิดแผลต่าง ๆ ตลอดจนการชอกช้ำของ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อ ลักษณะผิดปกติบางอย่างจะเกิดมาจากอุณหภูมิ เช่น ความเสียหายที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และการสะท้านหนาว (Freezing และ Chilling Injury) และลักษณะผิดปกติทางสรีระวิทยา เช่น อาการปลายใบไหม้ของผักสลัด (Lettuce Tip Burn) อาการที่แอปเปิล มีไส้ส้ม อาการไส้ดำ (Black Heart) ของมันฝรั่ง เป็นต้น ส่วนลักษณะผิดปกติทางโรคพืช เช่น การเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อราและแบคทีเรียนอกจากนั้น ลักษณะผิดปกติยังเกิดจากสัตว์และแมลง ถูกเห็บ และสารเคมี ได้ด้วย

2. ลักษณะเนื้อ (Texture) ลักษณะเนื้อของผลิตผลจะมีความสำคัญต่อคุณสมบัติในการนำไปปรุงอาหาร และเป็นตัวบ่งถึงความทนทานต่อการขนส่งด้วย เช่น ผลไม้ที่อ่อนนุ่มมักจะเสียหายง่ายเมื่อขนส่งเป็นระยะทางไกล ๆ ด้วยเหตุนี้ในการขนส่งระยะทางไกล ๆ จึงมักเก็บเกี่ยวผลิตผลที่อ่อนกว่าระยะความแก่ที่เหมาะสม

3. การประเมินรสชาติ รสชาตินั้นขึ้นอยู่กับรสและกลิ่นของผลิตผลนั้น ๆ การประเมินรสชาตินั้น ควรทำทั้งวิธีวัดหาส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการใช้มนุษย์เป็นผู้ชิม โดยวิธีการนี้จะทำให้สามารถประเมินรสชาติระดับต่ำสุดที่ยอมรับได้ซึ่งการใช้มนุษย์ชิมนั้นทำให้สามารถทราบว่าชอบผลิตผลรสชาติอย่างไร และการประเมินจะต้องใช้ตัวอย่างเป็นจำนวนมาก

4. คุณค่าทางอาหาร ผักและผลไม้จะมีบทบาทสำคัญมากต่อปริมาณสาร อาหารที่มนุษย์ได้รับ ผักและผลไม้เป็นแหล่งของ วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบีหก ไธอามีนและอาซิน นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของเกลือแร่ และเส้นใย สำหรับวิตามินซีจะมีการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยว เพราะวิตามินซี สูญเสียง่ายเมื่อได้รับอุณหภูมิ สัมผัสกับอากาศหรือเก็บรักษานานเกินไปตลอดจนการเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่าง ๆ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยนั้น รวมไปถึงระดับของสารพิษซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพืชแต่ละชนิด เช่น ในมันฝรั่งจะมีสาร glycoalkaloids ซึ่งจะมีปริมาณมากน้อยผันแปรต่างกันไปในมันฝรั่งแต่ละพันธุ์ นอกจากนั้นสารที่ปนเปื้อนเข้าไปภายหลัง เช่น โลหะหนักบางชนิด สารพิษจากเชื้อรา เช่น สาร Aflatoxin และ Patulin เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบของคุณภาพ

ในการศึกษาด้านคุณภาพจะต้องทราบถึงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของคุณภาพรวมทั้งความสัมพันธ์ของวิธีการวัดและประเมินคุณภาพด้วย เพื่อประโยชน์ในการคัดพันธุ์ต่าง ๆ ของผลิตผล ตลอดจนการจัดมาตรฐานคุณภาพของผลิตผลด้วย

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตผล

มีปัจจัยทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมากมายที่ควบคุมคุณภาพของผลิตผล เช่น

1. ปัจจัยทางกรรมพันธุ์ เช่น พันธุ์ หรือชนิดของต้นตอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สภาพแวดล้อมก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น ดินฟ้าอากาศ อุณหภูมิ แสง ลม ปริมาณฝน สภาพมลพิษ หรือการเขตกรรมต่าง ๆ

3. วิธีการเก็บเกี่ยว เวลาที่เก็บเกี่ยว ระยะแก่และสุก (ดนัย และนิธิยา, 2535)

MAP หมายถึง ก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำและหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง โดยมีก๊าซไนโตรเจนทำหน้าที่ปรับสมดุลความดันให้เท่ากับความดันบรรยากาศปกติ

หลักการและอิทธิพลของ MAP

สภาพบรรยากาศของ MAP สำหรับผักและผลไม้สดทั่วไปคือ ก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่ำ (โดยทั่วไปน้อยกว่าร้อยละ 8) และหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูง (ตั้งแต่ร้อยละ 1) โดยมีก๊าซไนโตรเจนทำหน้าที่ปรับสมดุลความดันให้เท่ากับความดันบรรยากาศปกติ

การใช้ MAP ที่มีความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์เหมาะสมกับผักและผลไม้แต่ละชนิด จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาหรืออีกนัยหนึ่งช่วยรักษาคุณภาพของผักและผลไม้สดได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก MAP สามารถก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านชีวเคมีและสรีระของพืชได้

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นสูงๆ (ตั้งแต่ร้อยละ 1) สามารถชะลออัตราการหายใจของพืชได้เช่นกัน แต่ถ้าความเข้มข้นสูงเกินไปประมาณร้อยละ 20 หรือสูงกว่า ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของพืชและความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ด้วยอาจทำให้เกิดการสร้างและสะสมแอลกอฮอล์และแอลดีไฮด์ภายในเซลพืช เนื่องจากพืชไม่สามารถหายใจตามปกติได้จึงหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน Kader (1986) กล่าวว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นประมาณร้อยละ 5-20 อาจเป็นเหตุให้เอนไซม์ในวงจรเครบส์ (Kreds Cycle) ทำงานผิดปกติ ทำให้การหายใจเปลี่ยนไปเป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน นอกจากนี้ยังพบการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเซลล์ เช่น การลดขนาด และเปลี่ยนรูปร่างของไมโทคอนเดรีย ซึ่งเชื่อว่าเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเสื่อมเน่าเสียของพืช อย่างไรก็ตามกลไกการทำงานของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการหายใจและเมแทบอลิซึมต่างๆ ในเซลล์พืชยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

ระหว่างการเก็บรักษาผักและผลไม้สดภายใต้ MAP ที่มีออกซิเจนน้อยๆ และคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ การสังเคราะห์เอทิลีนของพืชจะถูกชะลอเท่านั้นมิได้ถูกยับยั้ง ดังนั้นเอทิลีนที่ผักและผลไม้สดสังเคราะห์ได้บ้างอาจจะสะสมภายในบรรยากาศรอบๆ จนกระทั่งมีความเข้มข้นสูงพอเร่งการสุกของผลไม้ได้การควบคุมความเข้มข้นของเอทิลีนใน MAP จึงเป็นสิ่งสำคัญมากต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สด

อนึ่ง การเก็บรักษาผักและผลไม้สดโดย MAP และฟิล์มพลาสติกทำเป็นภาชนะบรรจุ ซึ่งฟิล์มที่มีการใช้มากๆ เช่น LDPE, PVC และฟิล์มเหล่านี้มักจะยอมให้เอทิลีนซึมผ่านได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในผักและผลไม้สดเนื่องจากการเก็บรักษาภายใต้ MAP จะแสดงออกมาในรูปของการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพประสาทสัมผัสคือ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และทางด้านคุณภาพทางด้านอาหาร ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสี (Color Change)

สภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนน้อยๆ และคาร์บอนไดออกไซด์มากๆ จะช่วยลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และลดการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) และแอนโทไซยานิน (Antnocyanins)ซึ่งรงค์วัตถุ 2 ชนิดหลังนี้ให้สีเหลือง-ส้ม และแดง-น้ำเงินตามลำดับแก่พืช ตัวอย่าง ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2.5 ถึง 4 สามารถลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในแอปเปิลได้ร้อยละ 50 หรือก๊าซออกซิเจนร้อยละ 5 ช่วยชะลอการสร้างแอนโทไซยานินของถูกพลับสดได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเกินไปอาจก่อให้เกิดผลเสียต่อผักและผลไม้สดได้เช่นกัน โดยลักษณะผิดปกติจะแสดงให้เห็นเมื่อนำผักและผลไม้สดนั้นออกมาไว้ในบรรยากาศปกติหรือหลังจากการผ่านกระบวนการแปรรูป เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ทำให้สีของมะเขือเทศแดงไม่สม่ำเสมอ กะหล่ำดอกเก็บไว้ภายใต้บรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 15 จะมีสีเทา - เหลืองหลังการต้มสุก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 30 อาจทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของแอนโทไซยานินในสตรอเบอรีมาที่ผิว

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (Texture Change)

ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า MAP สามารถชะลออัตราการหายใจและการสังเคราะห์เอทิลีนของผักและผลไม้สดได้ จึงเป็นการชะลออัตราการสุกของผลไม้ด้วย ส่งผลให้เนื้อสัมผัสของผลไม้อ่อนนิ่ม (Softening) ช้าลง Kader (1986) กล่าวว่า ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการอ่อนนุ่มของผลไม้มากกว่าออกซิเจน แต่กลไกของปรากฏการณ์นี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ตัวอย่างเช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 สามารถป้องกันมิให้เนื้อของบรอคโคลีเหนียว แต่กลับอ่อนนุ่มพอดี (Tender) และนุ่มกว่าตอนเก็บเกี่ยวใหม่ๆ เมื่อความเข้มข้นเพิ่มเป็นร้อยละ 12 จะลดความเหนียวของหน่อไม้ฝรั่งเนื่องจากมีเส้นใยมากเกินไป ถ้าใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 สามารถลดการอ่อนนิ่มของผลกีวีได้ดี ส่วนก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2.5 สามารถชะลอการอ่อนนิ่มของเนื้อแอปเปิลได้

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (Flavor Change)

สารที่ให้กลิ่นรสของผักและผลไม้ ได้มาจากกระบวนการหายใจและเมแทบอลิซึมต่างๆ ในพืชเมื่อ MAP มีผลต่อกระบวนการดังกล่าวดังรายละเอียดข้างต้น ย่อมส่งผลกระทบต่อกลิ่นรสของผักและผลไม้ที่เก็บรักษาภายใต้ MAP อย่างแน่นอน ดังเช่น บรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2.5 ช่วยลดการสูญเสียกรดของแอปเปิลพันธุ์ Golden Dilicious ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 5 กับก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ทำให้ปริมาณ ฟรุคโตส,กลูโคส และกรดมะนาว ในมะเขือเทศเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณแป้งและกรดมาลิกจะลดลง สิ่งที่ควรระวังคือ ถ้าก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่พืชทนทานไม่ได้จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เนื่องจากการสะสมของแอลกอฮอล์และแอลดีไฮด์ที่ได้จากกระบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

นอกจากนี้ MAP ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5-20 หรือมีก๊าซออกซิเจนน้อยกว่าร้อยละ 3 สามารถยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของแป้งเป็นน้ำตาลในมันฝรั่งได้ ซึ่งเป็นข้อดีสำหรับการเก็บมันฝรั่งที่จะนำไปผลิตมันฝรั่งทอดแต่ก็อาจเร่งให้มันฝรั่งงอกเร็วขึ้นได้

4. การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร (Nutritional Change)

โดยทั่วไป MAP จะช่วยรักษาปริมาณกรดแอสคอร์บิกหรือวิตามินซีในผักและผลไม้ได้ดีกว่าการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ เช่น บรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 4 กับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 9 ช่วยลดการสลายตัวของวิตามินซีในผักขมได้ถึงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 1 สามารถช่วยลดการสูญเสียวิตามินซี ในผักกาดขาวปลีหางหงษ์ และชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และน้ำตาล

ลดการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์

MAP สามารถลดการเน่าเสียเนื่องจากการกระทำของจุลินทรีย์ ได้เฉพาะผักและผลไม้ ที่สามารถทนทานก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ ได้เท่านั้น (ประมาณร้อยละ 20 หรือสูงกว่า) เช่น สตรอเบอรี่ บลูเบอรี แบล็คเบอรี เชอรี และราสพ์เบอรี เป็นต้น จุลินทรีย์ที่ถูกยับยั้งได้มากเช่น Botrytis cinerea และ Rhizopus nigricans สำหรับผักและผลไม้สดทั่วไป การบรรจุภายใต้ MAP ช่วยลดการเน่าเสีย เนื่องจากการกระทำของจุลินทรีย์ได้น้อย เนื่องจากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่พืชสามารถทนทานได้มักต่ำกว่าร้อยละ 20 อย่างไรก็ตามการบรรจุด้วยฟิล์มพลาสติก สามารถช่วยลดการปนเปื้อน และการแพร่กระจายของจุลินทรีย์และสปอร์ได้

อนึ่ง หากความชื้นสัมพัทธ์ภายในภาชนะบรรจุถึงจุดอิ่มตัว ซึ่งอาจเกิดจากฟิล์มที่ยอมให้ไอน้ำผ่านได้น้อยเกินและ หรือ อุณหภูมิเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป อาจทำให้เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำภายในภาชนะบรรจุ ซึ่งจะช่วยทำให้จุลินทรีย์จริญเติบโตได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นฟิล์มที่เลือกใช้สำหรับผักและผลไม้ ที่คายน้ำได้มาก ควรยอมให้ไอน้ำผ่านได้สูงเพียงพอ แต่บางกรณีอาจเร่งให้พืชสูญเสียน้ำได้เร็วขึ้นทำให้เหี่ยวเฉา จึงมีผู้ผลิตฟิล์มพลาสติกพิเศษ ที่สามารถลดปัญหานี้โดยการเติมสารป้องกันการรวมตัวของไอน้ำลงในฟิล์ม ทำให้ไอน้ำที่กลั่นตัวไม่สามารถรวมกันเป็นหยดน้ำได้ ฟิล์มประเภทนี้มีราคาสูง นิยมใช้กับผักและผลไม้ที่ผ่านการเตรียม เช่น ล้างหั่น เรียบร้อยแล้ว พร้อมบริโภคได้ทันที เช่น ผักสลัดชนิดต่างๆและแครอทขูดฝอย เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้รับความนิยมมากในยุโรป เช่น ฝรั่งเศส และอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 คะน้า

1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก

1.3 ถุงพลาสติกขนาด 10 x 15 "

1.4 ตะกร้า

1.5 Hand refractometer

1.6 แผ่นเทียบสี

1.7 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1.8 เข็มฉีดยาขนาดใหญ่

2. แผนการทดลองและวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการทดลอง (treatment) 4 ซ้ำ (replication) ในแต่ละซ้ำมี 3 หน่วยการทดลองทำการเก็บรักษาในถุงพลาสติก ขนาด 10 x 15 นิ้ว

ประกอบด้วยวิธีการต่างๆ 5 วิธีคือ

วิธีการที่ 1 คือ control (CO_2 0 เปอร์เซ็นต์)

วิธีการที่ 2 คือ เพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 5 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 3 คือ เพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 10 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 4 คือ เพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 15 เปอร์เซ็นต์

วิธีการที่ 5 คือ เพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 20 เปอร์เซ็นต์

<u>ขั้นตอนการปฏิบัติ</u>

นี้เลือกผักคะน้าให้ได้ขนาดและลักษณะภายนอก ให้เหมือนกันมากที่สุดและชั่งน้ำหนักบรรจุลงถุงพลาสติกขนาด 10 x 15 นิ้ว ปิดปากถุงให้แน่น แล้วนำไปเติมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับความเข้มข้นต่างๆกัน ตามวิธีการทดลอง ภายหลังจากการบรรจุถุงพลาสติกแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส จากนั้นภายหลังการทดลองทุกๆ 7 วันจะทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูลที่ศึกษาดังต่อไป

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ในระหว่างการรักษาโดยทำการชั่งน้ำหนักสดของคะน้าทุกๆ 7 วันแล้วนำผลมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ การสูญเสียน้ำหนักสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักสูญเสีย (%) = $\frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$

2. ค่า Total Soluble Solid (TSS)

ภายหลังการทดลองทุกๆ 7 วัน เราจะทำการสุ่มตัวอย่างในแต่ละวิธีการ ๆ ละ 1 ตัวอย่าง โดยนำส่วนของใบมาทำการบดให้ละเอียดให้เกิดน้ำของผักออกมาแล้วทำการนำน้ำที่ได้มาวัดด้วยเครื่อง Hand refractometer

3. ลักษณะการเปลี่ยนสีของใบ

ลักษณะสีใบภายหลังจากการทำการทดลองทุกๆ 7 วัน จะทำการเปรียบเทียบสีของใบคะน้ากับทุก ๆ วิธีการทดลอง การวัดโดยวัดตรงส่วนของใบที่ทำเครื่องหมายไว้ในทุก ๆ ครั้งที่ทำการวัด เพราะจะได้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

4. ลักษณะภายนอกอื่นๆที่ปรากฏ

ลักษณะภายนอกของผักคะน้าในช่วงระหว่างการเก็บรักษา จะทำการตรวจดูลักษณะภายนอกทุกๆ 7 วัน โดยตรวจลักษณะภายนอกโดยรวมและจะทำการให้คะแนนตามสภาพของผักคะน้า ดังนี้ คือ

5 = ดี คือผักคะน้ายังอยู่ในสภาพคล้ายกับที่เพิ่งเก็บเกี่ยวมาจากแปลง

3 = ปานกลาง คือสภาพโดยทั่วไปของผักคะน้ายังอยู่ในสภาพดี แต่ส่วนปลายใบเริ่มฉ่ำน้ำน้อยลง

1 = พอใช้ คือ ส่วนปลายใบฉ่ำน้ำมากอย่างเห็นได้ชัดส่วนโคนต้นเหี่ยวย่นต้นเริ่มอ่อนตัว

0 = หมดคุณภาพ ไม่สามารถนำมาซื้อขายได้ ปลายใบเน่าและส่วนโคนต้นเหี่ยวย่นมาก

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

เริ่มพฤศจิกายน 2541 สิ้นสุด มกราคม 2542

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาผักคะน้า ผลปรากฏว่า

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ภายหลังจากที่นำคะน้าซึ่งบรรจุถุงพลาสติกตามวิธีการทดลอง แล้วนำไปเก็บในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส ภายหลังการทดลอง 7 วัน พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสดลดลงน้อยที่สุด คือ 0.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 5 , 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักลดลง 0.05 , 0.07 , 0.66 , และ 1.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า คะน้าที่บรรจุถุงพลาสติกที่ระดับ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเทียบกับคะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 10 , 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการทดลอง 14 วัน พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติก ที่มีระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มี ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 5 , 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ คือ มีน้ำหนักลดลง 0.33 , 0.35 , 0.37 และ 0.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ในแต่วิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการทดลอง 21 วัน พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่มี ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักลดลงน้อยที่สุดคือ 0.57 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะมีน้ำหนักลดลง 0.64, 0.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในแต่ละวิธีการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน

วิธีการ	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)		
	จำนวนวันหลังการทดลอง		
	7	14	21
CO_2 0 %	0.05[a]	0.37[a]	0.57[a]
CO_2 5%	2.66[c]	0.33[a]	0.57[a]
CO_2 10%	0.07[a]	0.35[a]	0.57[a]
CO_2 15%	0.01[a]	0.47[a]	0.75[a]
CO_2 20%	1.66[b]	0.30[a]	0.64[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ตามหลังในแนวตั้งที่ไม่เหมือนกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการเปรียบเทียบแบบ LSD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะภายนอกอื่นๆ ที่ปรากฏ

ภายหลังจากที่นำคะน้าซึ่งบรรจุถุงพลาสติกตามวิธีการทดลองแล้ว นำไปเก็บที่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 – 13 องศาเซลเซียส ภายหลังการทดลอง 7 วัน พบว่าผักคะน้าที่เก็บรักษาทุกวิธีการนั้นมีคะแนนเท่ากับ 5 คะแนน กล่าวคือมีลักษณะคล้ายกับผักคะน้าที่เก็บเกี่ยวมาใหม่ๆ ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 3)

ภายหลังการทดลอง 14 วัน พบว่าคะน้าที่เก็บในถุงพลาสติก ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีสภาพภายนอกอื่นๆ ที่ปรากฏได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5 คะแนนซึ่งมีลักษณะดังนี้คือ ดี คะน้ายังอยู่ในสภาพคล้ายกับสภาพคะน้าก่อนการทดลองได้ ส่วนคะน้าที่เก็บในถุงพลาสติกที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 5, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) พบว่า ได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3 คะแนน กล่าวคือ มีลักษณะปานกลางคือสภาพโดยทั่วไปของผักคะน้ายังอยู่ในสภาพดี แต่ส่วนปลายใบเริ่มฉ่ำน้ำเล็กน้อย ซึ่งสามารถรับประทานได้ (ภาพที่ 1)

ภาพที่ 1 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการทดลอง 21 วัน พบว่าคะน้าที่เก็บในถุงพลาสติกที่มีระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์สภาพภายนอกอื่นๆ ที่ปรากฏได้ค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3 คะแนน กล่าวคือมีลักษณะปานกลางคือสภาพโดยทั่วไปของผักคะน้ายังอยู่ในสภาพดีแต่ส่วนปลายใบ เริ่มฉ่ำน้ำเล็กน้อย ซึ่งสภาพส่วนล่างก็ยังคงสามารถที่จะนำมารับประทานได้ สวนคะน้าที่เก็บในถุงพลาสติก ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 5, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0 คะแนน (ตารางที่ 3) กล่าวคือ มีลักษณะหมดคุณภาพไม่สามารถนำมาซื้อขายได้ปลายใบเน่าและส่วนโคนต้นเหี่ยวย่นมากซึ่งเราไม่สามารถนำมารับประทานได้ (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะภายนอกของผักคะน้า ภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน

วิธีการ	ลักษณะภายนอกของผักคะน้า (คะแนน)		
	จำนวนวันหลังการทดลอง		
	7	14	21
CO_2 0 %	5	3	0
CO_2 5%	5	3	0
CO_2 10%	5	5	3
CO_2 15%	5	3	0
CO_2 20%	5	3	0

หมายเหตุ 5 = ดี คือผักคะน้ายังอยู่ในสภาพคล้ายกับที่เพิ่งเก็บเกี่ยวมาจากแปลง

3 = ปานกลาง คือสภาพโดยทั่วไปของผักคะน้ายังอยู่ในสภาพดี แต่ส่วนปลายใบเริ่มฉ่ำน้ำเล็กน้อย

1 = พอใช้ คือ ส่วนปลายใบฉ่ำน้ำมากอย่างเห็นได้ชัดส่วนโคนต้นเหี่ยวย่นต้นเริ่มอ่อนตัว

0 = หมดคุณภาพ ไม่สามารถนำมาซื้อขายได้ ปลายใบเน่าและส่วนโคนต้นเหี่ยวย่นมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. ลักษณะการเปลี่ยนสีของใบ

ภายหลังจากที่นำคะน้าซึ่งบรรจุถุงพลาสติกตามวิธีการทดลองแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส ภายหลังการทดลอง 7 วัน พบว่า ผักคะน้าที่เก็บในถุงพลาสติกที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ จะมีการเปลี่ยนสีใบจากสีเขียว Green Group 138B (GG 138B) ซึ่งมีลักษณะสีเขียวไปเป็นสีเหลือง Yellow Green Group 143B (YGG 143B) โดยส่วนของใบล่างที่แก่ที่สุดจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งใบ ส่วนคะน้าที่เก็บในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับความเข้มข้น 5, 10, 15, และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงสีของใบ คือ สีใบยังมีลักษณะคงเดิม (ตารางที่ 4)

ภายหลังการทดลอง 14 วัน พบว่า คะน้าที่เก็บในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับความเข้มข้น 0 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ใบส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิมส่วนคะน้าที่เก็บในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับความเข้มข้น 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของใบก็ยังคงรักษาสภาพความเขียวไว้เช่นเดิม (ตารางที่ 4) แต่จะมีลักษณะสีเขียวที่เข้มขึ้นซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสีเขียว Green Group 138B (GG 138B) (ภาพที่ 3)

ภายหลังการทดลอง 21 วัน พบว่าคะน้าที่เก็บในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับความเข้มข้น 0, 5 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สีของใบส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 ยังสามารถรักษาภาพสีเขียวให้คงเดิม (GG 138B) ไว้ได้ (ตารางที่ 4) ส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ยังคงมีสีเขียวเช่นเดิมใกล้เคียงกับลักษณะสีของคะน้าก่อนการทดลอง (ภาพที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33444

ภาพที่ 3 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control) ภายหลังการทดลอง 21 วัน

ภาพที่ 4 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตารางที่ 4</u> แสดงการเปลี่ยนแปลงสีใบภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน

วิธีการ	การเปลี่ยนแปลงสีใบ (Group)			
	จำนวนวันหลังการทดลอง			
	ก่อนการทดลอง	7	14	21
CO_2 0 %	GG138B	YGG143B	YGG144A	YGG144A
CO_2 5%	GG138A	GG138A	YGG143A	YGG144C
CO_2 10%	GG137B	GG137B	GG137C	GG138B
CO_2 15%	GG138A	GG138A	GG137C	YGG144A
CO_2 20%	GG137C	GG137C	YGG143A	YGG144B

หมายเหตุ GG = กลุ่มสีเขียว (Green Group)

YGG = กลุ่มสีเหลือง (Yellow Green Group)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่า Total Soluble Solid (TSS.)

ภายหลังจากที่นำคะน้าซึ่งบรรจุถุงพลาสติกตามวิธีการทดลองแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส ภายหลังการทดลอง 7 วัน พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS ต่ำที่สุด คือ 8.45 บริกซ์ รองลงมา คือ คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 , 15 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ คือ 8.44 , 8.42 , 8.40 และ 8.38 บริกซ์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทุกระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ภายหลังการทดลอง 14 วัน พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control) จะมีค่าTSSสูงที่สุดคือ 8.42 บริกซ์ รองลงมาคือ คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 , 15 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS คือ 8.40 , 8.39 , 8.37 และ 8.35 บริกซ์ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ภายหลังการทดลอง 21 วัน พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control) จะมีค่าTSSสูงที่สุด คือ 7.84 บริกซ์ รองลงมาคือ คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 , 15 , 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่า TSS คือ 7.82 ,7.80 , 7.79 และ 7.65 บริกซ์ ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ พบว่า คะน้าที่บรรจุในถุงพลาสติกที่ ระดับความเข้มข้น ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5) และค่าเฉลี่ย TSS ทุกวิธีการจะมีค่าลดลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย TSS หลังการทดลอง 7 และ 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่า Total Soluble Solid ภายหลังการทดลอง 7, 14 และ 21 วัน

วิธีการ	ค่า Total Soluble Solid (Brix)		
	จำนวนวันหลังการทดลอง		
	7	14	21
CO_2 0 %	8.45a	8.42a	7.84a
CO_2 5%	8.40a	8.37a	7.79a
CO_2 10%	8.38a	8.35a	7.65a
CO_2 15%	8.42a	8.39a	7.80a
CO_2 20%	8.44a	8.40a	7.82a

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการเปรียบเทียบแบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองครั้งนี้สามารถสรุปได้คือ

- สีใบพบว่าการเก็บรักษาคะน้าในถุงพลาสติกโดยเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงพลาสติก 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 10 - 13 องศาเซลเซียส จะมีสีเขียวของใบได้ยาวนานที่สุดคือ 21 วัน รองลงมาคืออุณหภูมิที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ จะสามารถเก็บรักษาสีเขียวของใบได้เพียง 14 วัน และอุณหภูมิที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (control) และ 5 เปอร์เซ็นต์ จะรักษาสีเขียวของใบได้น้อยที่สุดคือ 7 วัน

- Total Soluble Solid (TSS.) พบว่าการเก็บรักษาคะน้า โดยการไม่เพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงพลาสติก (control) จะมีค่า TSS.สูงที่สุดและ พบว่าคะน้าที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่า TSS ต่ำที่สุด

- เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดพบว่าการเก็บรักษาคะน้าโดยการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ จะมีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์จะมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด

- ลักษณะภายนอกอื่นๆ ที่ปรากฏพบว่าการเก็บรักษาคะน้า โดยเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์จะยังคงรักษาลักษณะภายนอกได้ดี สามารถใช้รับประทานได้ถึง 21 วัน ส่วนคะน้าที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระดับความเข้มข้น 0 เปอร์เซ็นต์ (control), 5, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถรักษาลักษณะคะน้าให้มีสภาพดีเป็นที่ยอมรับได้เพียง 14 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการฐานเกษตรกรรม. 2541. รวมเรื่องผัก. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ. 143 น.

กัลปพฤกษ์ ลีละวัฒน์. 2534. ผลกระทบของการใช้สารเคมี การลดอุณหภูมิและการใช้ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มผลที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของลิ้นจี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยาเขต กำแพงแสน, นครปฐม. 396 น.

ดนัย บุญยเกียรติและนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 146 น.

นภาภรณ์ พรหมชนะ. 2529. การตลาดผลิตผลพืชสวน. ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร. คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.653 น

เมืองทอง ทวนทวี และสุรีรัตน์ ปัญญาโตนะ ทวนทวี. 2532. สวนผัก 2. Agri Book Group, กรุงเทพฯ. 456 น.

ศิริลักษณ์ ชมิดท์. 2527. ผลกระทบของอุณหภูมิและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของถั่วลันเตาประเภทผักเล็ก(Pisum Sativume L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 364 น.

Agar, I. T., F. Bangerth and J. Streif. 1995. Effect of high CO_2 and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid and total vitamin C content of berry fruit. Acta Hort. 398:93-100.

Agar, I T., J. Streif and F. Bangeth. 1997. Effect of high CO_2 and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid content of some berry fruits. Postharvest Biol. Technol. 11:47-55.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ahumada, M.H., E.J. Mitcham and D.G. Moore. 1996. Postharvest quality of'Thompson Seedless' grapes after insecticidal controlled-atmosphere treatments. HortSci. 31; 833-836.

Joyce,D.C. 1988. Evalution of ceramic-impregnated plastic film as a postharvest wrap. HortSci. 23 (6) ; 1088.

Kader, A. A., J.M. Lyons and L.L. Morris. 1974. Postharvest responses of vegetables to preharvest field temperature. HortSci. 9 (6);1523-1527.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

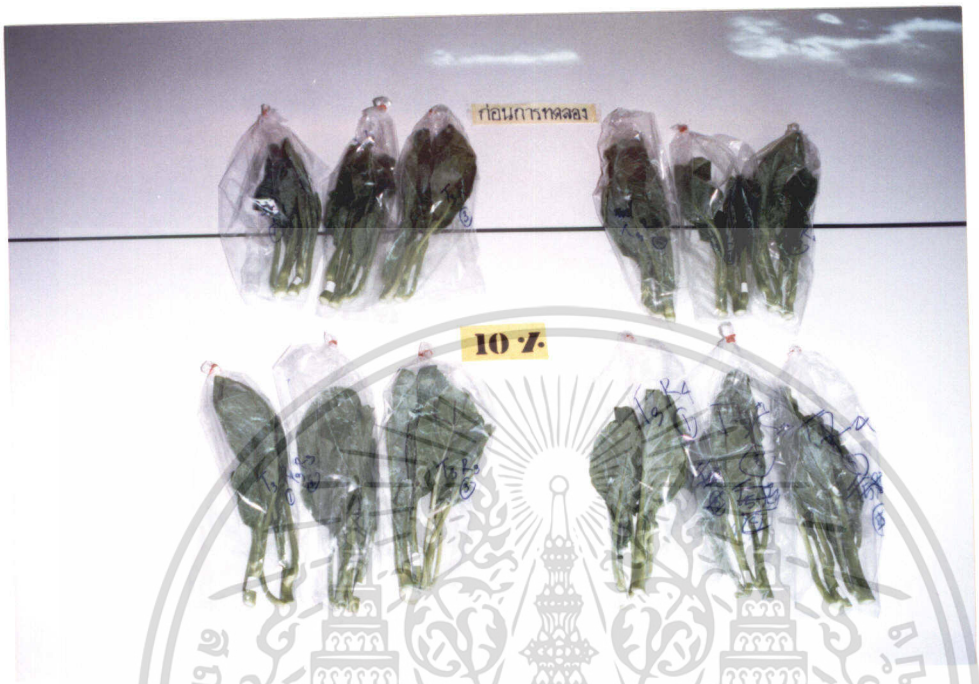
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control)

ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 10 เปอร์เซ็นต์

ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะของคะน้าก่อนการทดลอง ที่ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์

ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control) ภายหลังการทดลอง 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 7 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ (Control)ภายหลังการทดลอง 14 วัน

ภาพผนวกที่ 8 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน

ลิขสิทธิ์เอกสารนี้เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 9 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน

ภาพผนวกที่ 10 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 11 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน

ภาพผนวกที่ 12 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 13 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน

ภาพผนวกที่ 14 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 15 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 7 วัน

ภาพผนวกที่ 16 แสดงลักษณะสีผิวภายนอกของคะน้าที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดลอง 14 วัน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้