สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระยะเวลาและการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสด

Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut **Chinese Cabbage**

(*Brassica campestris* L.)

โดย

นางสาวสุนทรี มงคลดาว

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

2 Av.
ส 814 ค
2550

เลขหมู่ 82133
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี - 8 ก.ค. 2551

b 11915850
i

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาตรีแห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระยะเวลาการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสด

Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Chinese Cabbage

(*Brassica campestris* L.)

โดย

น.ส. สุนทรี มงคลดาว

ได้รับการพิจารณาจาก

.....

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 51

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	ผลของระยะเวลาการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสด
โดย	น.ส. สุนทรี มงคลดาว
สาขาวิชา	พืชสวน
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

ผลของระยะเวลาการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 5 วิธีการได้แก่ การลดอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5, 10, 15, 20 และ control คือที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ จากการทดลองพบว่า ผักกาดขาวหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณ TSS และ TA เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.37 เปอร์เซ็นต์ ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาในทุกวิธีการมีสีผิวเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 15 วัน ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5, 10, 15 นาที มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดคือ 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tittle	Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L.)
By	Miss. Suntaree mongkoldao
Major	Horticulture
Department	Horticulture
Faculty	Agricultural Technology
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Somchai Glahan

Abstract

Influences of precooling time on quality and storage life of fresh cut chinese cabbage (*Brassica campestris* L.).The experimental design was the completely randomized design consist of 5 treatments; precooling at 0 degree of celsius for 5, 10, 15, 20 and control. The results showed that fresh weight lost increased in contrast with storage time TSS and TA had a little change through the experiment. The fresh cut chinese cabbage precooled at 0 degree of celsius for 20 minutes had the most fresh weight lost 3.37 percent , while those all treatment had a little changing of color of rind. The fresh cut chinese cabbage without precooling had longest mean of shelf-life of 15 days. The fresh cut chinese cabbage precooled at 0 degree of celsius for 5, 10, 15 minute had the least mean of shelf-life of 6 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่อง "ผลของระยะเวลาและการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสด" จะไม่สำเร็จลุล่วงไปได้ หากไม่ได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษาพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางปฏิบัติที่ถูกต้องตามขั้นตอนจนกระทั่งปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ ขอบคุณมากค่ะ

ขอขอบคุณ บิดา มารดา และพี่ๆ ที่ช่วยเหลือข้าพเจ้าในด้านต่างๆ ครูอาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้า ซึ่งท่านเหล่านี้มีส่วนช่วยทั้งทางด้านการทำงาน ตลอดจนให้คำปรึกษาในด้านต่างๆ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวสุนทรี มงคลดาว

ธันวาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	
-สารบัญตาราง	
-สารบัญภาพ	
-สารบัญภาพผนวก	
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลอง	16
วิจารณ์ผลการทดลอง	39
สรุปผลการทดลอง	41
เอกสารอ้างอิง	42
ภาคผนวก	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ15 วัน	18
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน	21
3	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน	24
4	แสดงค่าความสว่าง (L^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน	28
5	แสดงค่าสีแดง (a^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน	32
6	แสดงค่าสีเหลือง (b^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน	35
7	แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน	38
8	แสดงอายุการเก็บรักษาของผักกาดขาวหั่นสด	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา	19
2	แสดงปริมาณ total soluble solid(TSS) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา	22
3	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา	25
4	แสดงค่าความสว่าง (L^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา	29
5	แสดงค่าสีแดง (a^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา	33
6	แสดงค่าสีเหลือง (b^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดก่อนการเก็บรักษา	45
2	แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน	46
3	แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน	47
4	แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน	48
5	แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน	49
6	แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ผักกาดขาวเป็นพืชในตระกูล Cruciferae เป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารสูง นิยมบริโภคกันทั่วๆไป เช่น รับประทานสด หรือนำมาประกอบอาหาร โดยบริโภคส่วนของใบ ซึ่งผักกาดขาวที่ใช้บริโภคกันอยู่ทั่วไปนั้นมีอายุการเก็บรักษาสั้น ทำให้เป็นปัญหาเรื่องเน่าเละ และเหี่ยวเฉาได้ง่าย ทั้งนี้เนื่องมาจากผักกาดขาวเป็นผักที่มีใบอวบน้ำจึงเกิดการบอบช้ำเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บรักษา ตลอดจนการขนส่ง เมื่อเกิดความเสียหาย ทำให้ใบมีรอยช้ำ สูญเสียคุณภาพ

จากสภาพดังกล่าวนี้มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อที่จะศึกษาสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อที่จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผักกาดขาว

ในการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางความเป็นไปได้ในการเก็บรักษาผักกาดขาวโดยใช้วิธีการลดอุณหภูมิ เพื่อให้สามารถรักษาความสดของผักกาดขาวได้นานยิ่งขึ้นและสามารถตอบสนองความต้องการของตลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการลดอุณหภูมิหลังการหั่นต่ออายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสด
2. เพื่อศึกษาวิธีการยืดอายุและหาวิธีการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสดให้เหมาะสมกับการจำหน่ายในซุปเปอร์มาเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดขาว

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักกาดขาวได้มีการจำแนกหมวดหมู่ตามหลักพฤกษศาสตร์ดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผักกาดขาว

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

ผักกาดขาวสามารถเจริญได้ในดินทุกชนิด ชอบดินร่วนที่มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์สูง ความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ในช่วง 6-6.5 ต้องการความชื้นในดินสูงตลอดฤดูปลูก แสงเต็มที่ตลอดวัน และอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและเข้าปลีอยู่ในช่วง 15-20 องศาเซียส ซึ่งศูนย์วิจัยและพัฒนาแห่งเอเชีย (Asian Vegetable Research and Development Center หรือ AVRDC) พยายามที่จะสร้างผักกาดขาวปลีพันธุ์ทนร้อนเพื่อให้ปลูกได้ดีในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส โดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์แก่ประเทศไทยในแถบเอเชีย (AVRDC, 1975)

ผักกาดขาวปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่นิยมปลูกได้ผลดีที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม-กุมภาพันธุ์ การปลูกอาจทำได้ทั้งการหว่านและเพาะกล้า แล้วย้ายปลูกก็ได้ การหว่านเมล็ดให้กระจายทั่วแปลง แล้วแยกถอน มีระยะปลูกที่เหมาะสมคือ 50x50 เซนติเมตร นิยมทำกันในท้องที่ภาคกลางที่ยกแปลงกว้างมีร่องน้ำ ซึ่งพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์ผสมเปิด (open pollinated variety) เมล็ดพันธุ์มีราคาไม่แพง การปลูกแบบโรยแถวหรือการเพาะกล้าแล้วจึงย้ายปลูกเป็นวิธีที่เหมาะสม นิยมปลูกในภาคเหนือที่ยกแปลงแคบ อายุการเก็บเกี่ยวสำหรับพันธุ์เข้าปลีไม่แน่น ที่นิยมปลูกประมาณ 40-45 วันหลังจากหว่านเมล็ดและพันธุ์ที่เข้าปลียาวหรือปลีกลมมนแน่นที่นิยมปลูกในภาคเหนือประมาณ 50-80 วันหลังจากหยอดเมล็ด ในประเทศไทยเกษตรกรปลูกผักกาดขาวปลีได้ผลผลิตประมาณ 33,609 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2538)

การจำแนกพันธุ์ผักกาดขาว

จำแนกผักกาดขาวออกตามรูปร่างลักษณะของปลีได้ 3 พวกใหญ่ๆ คือ พันธุ์เข้าปลียาว พันธุ์ที่เข้าปลีกลมแน่น พันธุ์เข้าปลีหลวมหรือไม่ห่อปลี สำหรับพันธุ์ที่ใช้ปลูกกันในประเทศไทยมีดังนี้

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดความร้อนภายหลังการเก็บเกี่ยว

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ อุณหภูมิสูงผักและผลไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงและเสื่อมคุณภาพไปอย่างรวดเร็ว อายุในการวางขายหรือใช้ในการบริโภคลดต่ำลง การลดอุณหภูมิและการเก็บรักษาให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอจึงเป็นสิ่งจำเป็น ยิ่งไปกว่านั้นความรวดเร็วในการลดอุณหภูมิลงก็เป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะกับผักและผลไม้ที่ค่อนข้างจะบอบบาง เน่าเสียได้ง่าย

<u>แหล่งที่มาของความร้อนในผักและผลไม้</u>

ผักและผลไม้ที่เก็บเกี่ยวมาแล้วยังคงมีชีวิตอยู่ มีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ผลของการหายใจนี้ทำให้เกิดความร้อนขึ้น ดังสมการ

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{Heat } 673 \text{ Kcal}$$

ซึ่งหมายความว่าในการหายใจที่ใช้น้ำตาลไป 1 กรัมโมเลกุล (โมล) หรือออกซิเจน 6 กรัมโมเลกุล มีการปลดปล่อย CO_2 ออกมา 6 กรัมโมเลกุล และให้พลังงานความร้อนออกมา 673 Kcal หรือ 2670 BTU ความร้อนจากการหายใจนี้ เรียกว่า vital heat หรือ heat of respiration ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดพืชและอุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมที่สำคัญ

ความร้อนอีกส่วนหนึ่งที่จะต้องกำจัดออกคือ ความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูก หรือเรียกว่า field heat เมื่อผักและผลไม้ถูกเก็บเกี่ยวมามีอุณหภูมิใกล้เคียงกับบรรยากาศรอบ ๆ ในแปลงปลูก มีความร้อนอยู่ในตัวค่อนข้างสูงเนื่องมาจากการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งแวดล้อมรอบข้างโดยเฉพาะจากแสงอาทิตย์ ผักและผลไม้มีน้ำเป็นองค์ประกอบสำคัญ ทำให้ผลิตผลมีความจุความร้อนสูง (heat capacity ของน้ำ = 1 cal/g/C) ผักและผลไม้ส่วนใหญ่มี specific heat ประมาณ 0.9 (specific heat คือ สัดส่วนความจุความร้อนของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับความจุความร้อนของน้ำ) ความร้อนในส่วนนี้เป็นความร้อนส่วนใหญ่ของความร้อนทั้งหมดที่จะต้องเอาออก ถ้าไม่เอาออกจะทำให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิสูงอยู่ ส่งผลให้มีการหายใจสูงอยู่นานและมีการเปลี่ยนแปลงอื่น ๆ มากตามไปด้วย

นอกจากความร้อนจากการหายใจและความร้อนที่ติดมาจากแปลงปลูกแล้ว ยังมีความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้เป็นของผักและผลไม้โดยตรงแต่ก็ต้องถูกเอาออกไปด้วยพร้อม ๆ กัน ในการลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ ได้แก่ ความร้อนที่ติดมากับภาชนะบรรจุ ความร้อนของอากาศรอบ ๆ ผักและผลไม้ ความร้อนจากดวงไฟในห้องลดอุณหภูมิ ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านฉนวนผนังห้องเข้ามาได้ ฯลฯ ความร้อนจากแหล่งต่าง ๆ เหล่านี้จะต้องถูกยกขึ้นมาพิจารณาอย่างละเอียดเพื่อให้การทำผักและผลไม้ไม่ให้เย็นลงจะได้เป็นไปอย่างเหมาะสม และมีประสิทธิภาพ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2546)

วิธีการลดความร้อนของผลิตผลทางการเกษตรที่นิยมใช้ ได้แก่

1. การทำให้เย็นโดยใช้อากาศเป็นตัวกลาง (air cooling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีนี้เป็นวิธีที่เห็นกันอยู่ทั่ว ๆ ไปในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ตู้เย็น สิ่งของที่เก็บในตู้เย็นถูกทำให้เย็นลงโดยการถ่ายเทความร้อนผ่านตัวกลางคือ อากาศ สำหรับการทำให้เย็นโดยตู้เย็นนั้นต่างจากห้องเย็น เพราะในตู้เย็นส่วนใหญ่จะมีการหมุนเวียนของอากาศค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะในช่องเก็บผักผลไม้ด้านล่าง การทำให้เย็นเกิดขึ้นโดยการนำ (conduction) เป็นส่วนใหญ่ แต่ในห้องเย็นจะมีพัดลมเป่าให้อากาศหมุนเวียน ทำให้มีความสามารถในการทำให้เย็นสูงกว่ามาก เนื่องจากการถ่ายเทความร้อนเกิดได้ทั้งการนำและการพา (conduction และ convection) วิธีการทำให้เย็นโดยใช้ลมนี้แบ่งได้หลายแบบ คือ

1.1 room cooling คือการใช้ห้องเย็นเป็นห้องสำหรับลดอุณหภูมิของผักและผลไม้ลงโดยตรง โดยไม่ต้องมีกรรมวิธีพิเศษอย่างไรนอกจากนำผักและผลไม้เข้าไปไว้เท่านั้น การเพิ่มการไหลเวียนของอากาศ (70-130 เมตร/นาที) หรือการปรับช่องที่ลมออกจากเครื่องทำความเย็นให้ตรงกับตำแหน่งของภาชนะบรรจุผักและผลไม้ให้มากที่สุดจะช่วยให้ลดอุณหภูมิได้เร็วขึ้น ในการทำให้เย็นในห้องเย็นนี้ภาชนะบรรจุผลิตผลควรมีช่องระบายอากาศเพื่อให้เวลาของการทำให้เย็นสั้นเข้า

1.2 forced-air cooling เป็นวิธีการที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ลมผ่านไปยังผักและผลไม้อย่างทั่วถึงกันในเวลาอันสั้น ซึ่งอาจทำได้โดยสร้างห้องสำหรับทำการนี้โดยเฉพาะหรือดัดแปลงใช้ห้องเย็นธรรมดาก็ได้ โดยทั่วไปผลิตผลที่บรรจุในกล่องเรียบร้อยแล้วจะถูกนำเข้าไปเรียงในห้องเย็นเป็น 2 แถวชิดฝาผนัง เว้นที่ตรงกลางจัดให้มีพัดลมดูดอากาศออก ใช้ผ้าใบปิดช่องว่างระหว่างแถวของผลิตผลเพื่อไม่ให้อากาศถูกดูดออกจากห้องโดยตรงแต่จะต้องถูกดูดผ่านผักและผลไม้ก่อน วิธีนี้สามารถทำให้ผักและผลไม้เย็นลงอย่างรวดเร็ว เหมาะสำหรับผลิตผลที่บอบบางใช้น้ำในการทำให้เย็นไม่ได้ หรือผลิตผลที่จะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว และสามารถใช้ได้ผลดีในกรณีที่มีผลิตผลปริมาณไม่มากนัก (จริงแท้, 2546)

2. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลาง (hydrocooling) เนื่องจากน้ำมีความจุความร้อนสูงและเป็นตัวนำความร้อนที่ดี จึงสามารถใช้เป็นตัวกลางในการทำให้ผลิตผลเย็นลงได้ดีกว่าการใช้อากาศ ประสิทธิภาพของการทำให้เย็นโดยใช้น้ำก็เช่นเดียวกับอากาศ กล่าวคือขึ้นอยู่กับการสัมผัสระหว่างผลิตผลกับน้ำต้องให้มากที่สุด และน้ำจะต้องเย็นเท่าที่จะเย็นได้โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียกับผลิตผล ในทางปฏิบัติทำได้หลายวิธีด้วยกัน อย่างง่ายที่สุด ได้แก่ การจุ่มยก หรืออาจทำได้โดยผ่านผลผลิตไปตามสายพานและจัดให้มีน้ำเย็นไหลผ่านลงมาทำความเย็นกับผลิตผล ข้อสำคัญ คือ การไหลเวียนของน้ำต้องมากพอที่จะสัมผัสกับผลิตผลได้อย่างทั่วถึง และสามารถรักษาอุณหภูมิของน้ำได้ค่อนข้างคงที่ (ตนัย และนิธิยา, 2535)

3. การทำให้เย็นโดยใช้น้ำแข็ง (ice cooling) การใช้น้ำแข็งบดเป็นก้อนเล็ก ๆ เพื่อทำให้ผลิตผลิเย็นลงโดยตรง เป็นวิธีที่ใช้กันมานานและยังใช้กันอยู่โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่มีเครื่องทำความเย็น การใช้น้ำแข็งนี้น่าจะสามารถลดความเย็นลงได้รวดเร็ว เพราะแต่ละกรัมของน้ำแข็งเมื่อละลายเป็นน้ำสามารถดูดความร้อนออกจากผลิตผลได้ถึง 80 cal แต่ในทางปฏิบัติแล้วประสิทธิภาพในการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ผลิตผลเย็นลงค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำแข็งไม่สามารถเข้าสัมผัสกับผลผลิตได้อย่างทั่วถึงเพราะไม่ใช่ของไหล (fluid) นอกจากนั้นเมื่อน้ำแข็งเริ่มละลายไปมักจะเกิดช่องว่างขึ้นระหว่างผลิตผลกับน้ำแข็งที่ยังเหลืออยู่ ช่องว่างนี้กลายเป็นสิ่งขัดขวางการถ่ายเทความร้อนระหว่างผลิตผลกับน้ำแข็ง อุณหภูมิลดลงได้ช้า (จริงแท้ ศิริพานิช และธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์, 2543)

4. การทำให้เย็นโดยอาศัยการระเหยของน้ำ (evaporation cooling) เป็นวิธีที่ประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก เพราะไม่ต้องใช้พลังงานที่มีราคาแพง แต่มีข้อจำกัดว่าไม่สามารถลดอุณหภูมิได้มากและเร็วตามต้องการ วิธีนี้ใช้ได้ดีในพื้นที่ที่มีความชื้นต่ำการระเหยน้ำเกิดขึ้นได้มาก ในการปฏิบัติผักและผลไม้จะถูกนำไปไว้ในห้อง ภาชนะ อุโมงค์ หรือถ้ำที่สร้างขึ้น โดยจัดให้มีน้ำไหลผ่านผนังทั้งด้านบนและด้านข้าง เมื่อน้ำระเหยออกไป เกิดการถ่ายเทความร้อนจากผลิตผลมายังผนังห้องและน้ำทำให้ผลิตผลมีอุณหภูมิลดลงได้พอสมควร (จริงแท้, 2546)

5. การทำให้เย็นโดยใช้สุญญากาศ (vacuum cooling) ทำในสภาพที่มีความดันต่ำ โดยการดูดเอาอากาศออกไปจากห้องลดอุณหภูมิซึ่งต้องมีความแข็งแรงมาก ในสภาพเช่นนี้จุดเดือดของน้ำจะลดต่ำลงใกล้ 0 องศาเซลเซียส ตามความดันบรรยากาศที่ลดลง น้ำจะเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอออกไปได้ง่ายโดยใช้ความร้อนจากผลิตผลนั่นเองทำให้อุณหภูมิของผลิตผลลดต่ำลง (จริงแท้, 2546)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

Modified atmosphere storage (MA storage) หมายถึง วิธีการเก็บรักษาโดยการลดหรือเพิ่มปริมาณก๊าซให้ต่างจากบรรยากาศธรรมดา (ประพันธ์, 2526) ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการลดหรือเพิ่มปริมาณ O_2 และ/หรือเพิ่ม CO_2 ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ อุณหภูมิ เมื่อลดอุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาจะเกิดในอัตราที่ช้าลง อายุการเก็บรักษาผลผลิตจะนานขึ้น (นิภา, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับ Zagory and Kader (1998) ที่กล่าวว่า ก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้คือ O_2 และ CO_2 เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะใช้ O_2 และคาย CO_2 ออกมา โดยอัตราการหายใจมีความสัมพันธ์กับอัตราความเข้มข้นของก๊าซทั้งสอง ดังนั้น ปริมาณ O_2 และ CO_2 จะต้องมีระดับที่เหมาะสม สามารถทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น

ตัวอย่างของการเก็บรักษาผักผลไม้ในสภาพของบรรยากาศที่ถูกดัดแปลง modified atmosphere storage (MA – storage) ได้แก่ การเก็บรักษาผักและผลไม้ในถุงพลาสติกที่ปากถุงปิดแน่น ปริมาณของออกซิเจนในถุงพลาสติกจะลดลง เนื่องจากถูกใช้ไปโดยการหายใจของผักและผลไม้ และปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการหายใจ ปริมาณของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกควบคุมโดยคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ของพลาสติกฟิล์ม ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจและอุณหภูมิขณะนั้น (สายชล, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติอากาศมี O_2 ประมาณ 20% CO_2 0.03% ที่เหลือเป็น N_2 ในการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงจะทำการลดปริมาณก๊าซ O_2 ให้น้อยลง และเพิ่มปริมาณก๊าซ CO_2 ซึ่งจะทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง ลดกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ลดการสังเคราะห์ และการทำงานของก๊าซเอทธิลีนรวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย (ดนัย และนิธิยา, 2535) ตลอดจนยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในขบวนการสุกและเสื่อมคุณภาพ ลดความรุนแรงของการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ตลอดจนความผิดปกติทางสรีรวิทยา และการเน่าเสียของผลผลิตบางชนิดได้ จึงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ยาวนานขึ้น (Lee, 1996)

บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน

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

ปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศ มีผลต่อการหาย การสร้างเอทธิลีน และกระบวนการออกซิเดชันอื่นๆ ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง การลดปริมาณออกซิเจนลงจะเป็นการลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และกระบวนออกซิเดชันอื่นๆ ลงด้วย และในสภาพที่ออกซิเจนมีปริมาณความเข้มข้นความเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์หรือต่ำกว่า จะสามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลงด้วย

ความเข้มข้นของออกซิเจนระหว่าง 1 ถึง 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้หลายชนิด บทบาทของก๊าซออกซิเจนในการยับยั้งการสุกของผลไม้ ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการหายใจอย่างแท้จริง แม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ต่ำจะ net respiration rateของผลไม้ แต่ก๊าซออกซิเจนจะมีบทบาทโดยตรงที่สำคัญเกี่ยวกับการสุกของผลไม้ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างและการทำงานของเอทธิลีนในพืช (สายชล, 2528)

บทบาทของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

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

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อมีความเข้มข้นของ CO2 ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของ CO2 ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจอาจได้ผลน้อยเมื่อใช้ CO2 ที่มีความเข้มข้นน้อยเกินไปในขณะที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตราย อันเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น เช่น แอปเปิ้ลจะทน CO2 ได้น้อยกว่าสตรอเบอรี่ การเก็บรักษาแอปเปิ้ลจะใช้ CO2 3-5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สตรอเบอรี่ใช้ 15-20 เปอร์เซ็นต์(งามทิพย์, 2538) ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้มาก คือ O_2 และ CO_2 เพราะในการหายใจของผลิตผลสดจะใช้ O_2 และ CO_2 ดังนั้นปริมาณ O_2 และ CO_2 ต้องมีระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดอัตราการหายใจที่ต่ำที่สุด แต่ต้องไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียแก่ผลิตผลสดนั้นๆ ความเข้มข้นหรือปริมาณก๊าซนี้อาจควบคุมโดยการใช้วัสดุที่บรรจุ เช่น พลาสติกฟิล์มที่มีความสามารถในการยอมให้ก๊าซต่างๆ ซึมผ่านในอัตราที่แตกต่างกัน โดยทำการเลือกชนิดของฟิล์มให้เหมาะสม

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียก CO2 ว่าเป็น bacteriostatic หรือ fungistatic คือ การยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้น มิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะต้องใช้ CO2 ที่มีความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่ง CO2 จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ดี ก็ต่อเมื่อเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นอยู่ในช่วงการเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว โดยจะทำให้ช่วงเวลานั้นเพิ่มขึ้นเป็นผลทำให้การแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์เป็นไปได้ช้ายิ่งขึ้น(งามทิพย์, 2538)

บทบาทของเอทธิลีน

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

เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองต่อเอทธิลีนเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทธิลีน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทธิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้

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

การผลิตเอทธิลีน เนื้อเยื่อทุกชนิดสร้างเอทธิลีนได้ โดยปกติปริมาณการผลิตเอทธิลีนจะมีน้อย แต่เมื่อผลิตผลสุกหรือผลิตผลถูกกระทบกระเทือนด้วยอะไรก็ตาม จะมีการสร้างเอทธิลีนเกิดขึ้นเป็นอันมาก และเอทธิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่างๆ ให้เกิดขึ้นได้ เช่นกระบวนการสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอทธิลีนจะเกิดขึ้นจากแหล่งอื่นๆ อีกเช่น จากเชื้อรา จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ เอทธิลีนจากภายนอกสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ผลิตเอทธิลีน ในปริมาณที่สูงขึ้นได้ หากให้เอทธิลีนก่อนกระบวนการสุกจะเริ่มขึ้น(จริงแท้, 2541)

ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีน

การสังเคราะห์เอทธิลีนจะหยุดชะงักในสภาพที่ขาดอากาศออกซิเจนทั้งนี้เพราะก๊าซออกซิเจนจำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน 1-aminoclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ให้เป็นเอทธิลีนปริมาณซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทธิลีนลดลง อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีนด้วย อัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะเพิ่มขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนจะลดลงและหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ดี การยับยั้งการสังเคราะห์เอทธิลีนที่อุณหภูมิสูงนี้สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่ออุณหภูมิลดลง

สารดูดซับเอทธิลีน

สารดูดซับเอทธิลีนถูกนำมาใช้ดูดซับก๊าซเอทธิลีนออกจากอากาศ เพื่อที่จะลดความเสียหายที่เกิดจากการสะสมก๊าซเอทธิลีนซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของพืช สารดูดซับเอทธิลีนจะถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อที่จะกำจัดเอทธิลีนจากบรรยากาศตามแนวทางชีววิทยา (Frederick *et al.* 1992)

การใช้สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดี คือ ด่างทับทิม (potassium permanganate, $KmnO_4$) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับเอทธิลีนเป็นสารใหม่ 2 ชนิด คือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide, MnO_4) และเอทธิลีนไกลคอล (ethylene glycol, $C_6H_6O_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นเอทธิลีนได้อีก วิธีการเตรียมสารดูดซับเอทธิลีน ทำได้โดยจุ่มวัสดุที่มีความพรุนสูงในสารละลายอิ่มตัวของด่างทับทิมแล้วผึ่งลมให้แห้ง สารดูดซับเอทธิลีนสามารถดูดซับเอทธิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมานอกผล ช่วยลดปริมาณเอทธิลีนจึงชะลอการสุกได้ (สุธีรา, 2537)

การบรรจุหีบห่อ

สมชาย (2543) กล่าวว่า หีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียน้ำหนัก) ได้ เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ สิ่งนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ผลิตผลได้ดีขึ้น นานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลผลิตเหี่ยว ผลิตผลบางอย่าง เช่น ผักกาดแดง หรือผักกาดกินรากอื่นๆ ก่อนบรรจุหีบห่อต้องมีการตัดแต่งยอดราก จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกทำให้ลดการสูญเสียความชื้น ทำให้เก็บรักษาผักให้นานขึ้น ถ้าผักเหี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เร็วจะทำให้สูญเสียวิตามินซีไปด้วย ถ้ามีการบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียเหล่านี้ นอกจากพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไขหรือภาชนะอื่นๆ จะช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จำนง (2528) ได้ทำการศึกษาผลของ contact icing อุณหภูมิ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีต่อคุณภาพและอายุการรักษาหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าหน่อไม้ฝรั่งที่ขนส่งมาทั้งที่มีและไม่มีน้ำแข็งปนโรยสลับและเก็บไว้ในถุงพลาสติกปิดปากถุงที่คาร์บอนไดออกไซด์ 20 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ให้ผลดีที่สุดและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 40 วัน โดยยังมีคุณภาพดีอยู่

กนกมณฑล (2530) กล่าวว่าส่วนผสมที่เหมาะสมของบรรยากาศมีความสำคัญมากในการเก็บรักษาผลส้มและมะนาว และใช้ออกซิเจนประมาณ 3 – 8 เปอร์เซ็นต์ ถ้าใช้ออกซิเจนน้อยกว่านี้กลิ่น รสจะไม่ดี คาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 10 – 12 เปอร์เซ็นต์ เหมาะที่จะใช้เก็บส้ม และอาจเปลี่ยนแปลงได้ตามชนอดของส้มถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูงมากจะทำให้เกิดน้ำขังในเปลือกส้มมาก หรือเกิดเอทธานอลขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์ทำให้มะนาวยังคงความเขียวไว้ หากเก็บมะนาวที่อุณหภูมิต่ำจะทนอยู่ได้ประมาณ 14 – 35 วัน

จริงแท้ (2546) การเพิ่มปริมาณ คาร์บอนไดออกไซด์ ให้ผลในการควบคุมโรคมากกว่าที่ระดับ 10-20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถควบคุมเชื้อ *Botrytis* sp. และ *Rhizopus* sp. ในผลสตรอเบอรี่หลังการเก็บเกี่ยวได้ วิธีการนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในการขนส่งผลสตรอเบอรี่ในต่างประเทศ และบางส่วนในประเทศไทย

ปรีชา และ สุชาติ (2533) ได้ศึกษาการทำความเย็น (Precooling) หน่อไม้ฝรั่ง สีเขียวเกรด A ดอกตูม พันธุ์ UC#309 โดยวิธีแช่น้ำแข็ง 1 องศาเซลเซียส 15 นาที และเป่าด้วยลมเย็น 15 องศาเซลเซียส 15 นาที โดยเก็บไว้ในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส พบว่าหน่อไม้ฝรั่งที่ทำ Precooling ด้วยวิธีแช่น้ำแข็ง เป่าด้วยลมเย็นและไม่ทำ Precooling มีอายุการเก็บรักษา 25 22 และ 19 วัน ตามลำดับ มีการสูญเสียน้ำหนักรวม 1.06 1.73 และ 1.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

อรยา (2536) พบว่าเงาะที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 8 และ 10 องศาเซลเซียส จะแสดงอาการ chilling injury ในวันที่ 6 และ 8 ผลเงาะที่เก็บในกล่องกระดาษลูกฟูกที่กรุและไม่กรุด้วยฟิล์มพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 13.4-13.9 วัน โดยเงาะที่เก็บในกล่องกระดาษลูกฟูกที่กรุด้วยฟิล์ม PVC มีคุณภาพดีที่สุด ส่วนการเก็บรักษาเงาะในถุง PE ปิดสนิทและเจาะรู 1 , 2 และ 3 รู ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส พบว่าเงาะในถุง PE เจาะรู 1 รู ซึ่งมี CO_2 อยู่ระหว่าง 0.25-0.68 เปอร์เซ็นต์ และ O_2 ระหว่าง 16.13-19.52 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษาได้นาน 18 วัน และชะลอการเกิดอาการ chilling injury ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรอุมา (2546) ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตราการไหล ออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณสารดูดซับเอทธิลีนต่อคุณภาพและอายะการเก็บรักษามะนาว พบว่ามะนาวที่เก็บรักษาใน ออกซิเจนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ 3 : 5 PSI ร่วมกับสารดูดซับเอทธิลีน 2 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 95 วัน โดยที่สีเปลือก มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีเหลือง การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา

Glahan and Puchangthong (2000) พบว่าการเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ทำให้หน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณเส้นใยมากที่สุดและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน หน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาใน คาร์บอนไดออกไซด์ 12 เปอร์เซ็นต์ต่อออกซิเจน 8 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยมากที่สุด คือ 2.59 เปอร์เซ็นต์ ในขณะเก็บรักษาหน่อไม้ฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดระหว่าง 0.16-0.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS ของหน่อไม้ฝรั่งทุกการทดลองจะลดลงเล็กน้อย ระหว่าง 3.53-6.40 brix เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าหน่อไม้ฝรั่งมีลักษณะที่ดีและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับ

Turk, and Celik (1994) ศึกษาการทำ precooling ใบผักกาดหอม (cultivar Yedikule and Lital) โดยนำมาทำการ precooling มากกว่า 28-30 นาที ที่ 2 และ 4 องศาเซลเซียส และไม่ได้ทำการ precooling (control) จากนั้นจะทำการห่อหุ้มด้วย polyethylene เจาะรู และไม่ได้ทำการห่อหุ้มก่อนที่จะทำการเก็บรักษาที่ 0 องศาเซลเซียส และ RH 85-90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า precooling จะช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนักในผักกาดหอมที่ถูกห่อหุ้มด้วยพลาสติกจะน้อยกว่าผักกาดหอมที่ไม่ได้รับการห่อหุ้ม control หรือผักกาดหอมที่ไม่ได้รับการห่อหุ้มด้วยพลาสติกจะมีค่ากรดสูงกว่า สรุปก็คือ การทำ precooling จะมีผลในการป้องกันการสูญเสียน้ำหนักและการรักษาคุณภาพ precooling ที่ 2 องศาเซลเซียสจะให้ผลดีกว่าที่ 4 องศาเซลเซียส

Ertan *et.al.* (1990) ได้ศึกษาสตรอเบอรี่ซึ่งถูกนำมาทำการ precooling และไม่ทำ precooling และถูกเก็บไว้เป็นเวลา 5 หรือ 7 วัน ที่ 0 องศาเซลเซียส หรือ 20 องศาเซลเซียส ร่วมกับ 10 หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ CO_2 พบว่าการทำ precooling จะช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและคุณภาพ และการเพิ่มปริมาณ CO_2 ในบรรยากาศจะช่วยควบคุมการเสื่อมสภาพที่เกิดโดยเชื้อ *Botrytis* และ *Penicillium* ในการเก็บรักษาและทำให้เกิดเมแทบอลิซึมของผลช้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ผักกาดขาวหั่นสด
2. ถุงพลาสติก polyethylene (PE) ขนาด 8x12 นิ้ว
3. สารดูดความชื้น
4. สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent, EA)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
6. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
7. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)
8. ก๊าซออกซิเจน (O_2)
9. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
10. เครื่องวัดสี
11. เครื่องปั่นน้ำผลไม้
12. icropipette
13. hand refractometer
14. สาร NaOH 0.116N, phenolphthalein 1% และอุปกรณ์ไตรเตรท
15. beaker
16. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ดินสอ, ปากกา, สมุด, กล้องถ่ายภาพ ฯลฯ

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 5 วิธีการ (treatment) แต่ละวิธีการมี 3 ซ้ำ (replication) เก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส

วิธีการทดลองได้แก่

วิธีการที่ 1 ไม่ได้ทำการ precooling

วิธีการที่ 2 ทำการ precooling ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

วิธีการที่ 3 ทำการ precooling ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที

วิธีการที่ 4 ทำการ precooling ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที

วิธีการที่ 5 ทำการ precooling ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเก็บรักษา

1. คัดเลือกผักกาดขาวที่มีสภาพดีไม่บอบช้ำมาหั่น และนำไปทำการลดอุณหภูมิ (precooling) ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสตามเวลาที่กำหนดของแต่ละ treatment

2. นำผักกาดขาวหั่นสดมาแบ่งใส่ถุง จากนั้นชั่งน้ำหนัก ให้ได้ ประมาณ100 กรัม เขียนป้ายบอกปริมาณน้ำหนักและ treatment ไว้ที่ถุง

3. นำผักกาดขาวหั่นสดที่บรรจุและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว มาเติม O_2 และ CO_2 ในปริมาณ 10:10 จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 12 องศาเซลเซียส

4. ทุกๆ 3 วัน นำผักกาดขาวหั่นสดมาตรวจสอบคุณภาพภายนอก และภายใน ดังนี้

4.1 น้ำหนักสด

4.2 ปริมาณ total soluble solid (TSS)

4.3 ปริมาณ titratable acidity (TA)

4.4 ลักษณะสีผิว

4.5 คุณภาพการรับประทาน

การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

การบันทึกข้อมูลก่อนการเก็บรักษาได้ทำการบันทึกข้อมูลผักกาดขาวหั่นสดดังนี้

1. น้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสด
2. ลักษณะสีผิว
3. ปริมาณ total soluble solid (TSS)
4. ปริมาณ titratable acidity (TA)
5. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 3 วัน จะบันทึกข้อมูลผักกาดขาวหั่นสดดังนี้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

   เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด = $\frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}}$

2. ลักษณะสีผิว
3. ปริมาณ total soluble solid (TSS) นำน้ำคั้นจากผักกาดขาวหั่นสด มาหยดลงบน Hand reflactometer แล้วอ่านค่า total soluble solid (TSS)
4. ปริมาณกรดที่ไตรเตรทได้ [tritratable acidity (TA)] โดยการนำน้ำคั้นจากผักกาดขาวหั่นสดมา 5 ml. นำมาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1% จำนวน 3 หยด จากนั้นนำไปไตรเตรทด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1% จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนสีเป็นสีชมพูอย่างถาวร) บันทึกปริมาตรด่างที่ใช้ไตรเตรทเพื่อใช้คำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดแอสคอบิคจากสูตร

   % กรดแอสคอบิค = $\frac{\text{Nbase x ml.Base x meq.wt.ของกรด x 100}}{\text{มล.ของน้ำคั้นที่ใช้}}$

โดย Nbase = normality ของ NaOH

ml. Base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตรเตรท

Meq.wt.ของกรดแอสคอบิค = 0.06808

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่ วันที่ 29 ตุลาคม 2550

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 13 พฤศจิกายน 2550

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของระยะเวลาการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสดโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลาต่างๆกัน โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ปรากฏว่า

1.เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวหั่นสด จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองผักกาดขาวหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.37เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

ภายหลังการทดลอง 3 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที, ผักกาดขาวหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.65, 1.59, 1.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.38 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

ภายหลังการทดลอง 6 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 2.37 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10, 15 และ 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.04, 2.03, 1.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.66 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ภายหลังการทดลอง 9 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.79 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

ภายหลังการทดลอง 12 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.37 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.98 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

ภายหลังการทดลอง 15 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเท่ากับ 1.99 เปอร์เซ็นต์ และมีอายุการเก็บรักษามากกว่าวิธีการอื่นๆ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

82133

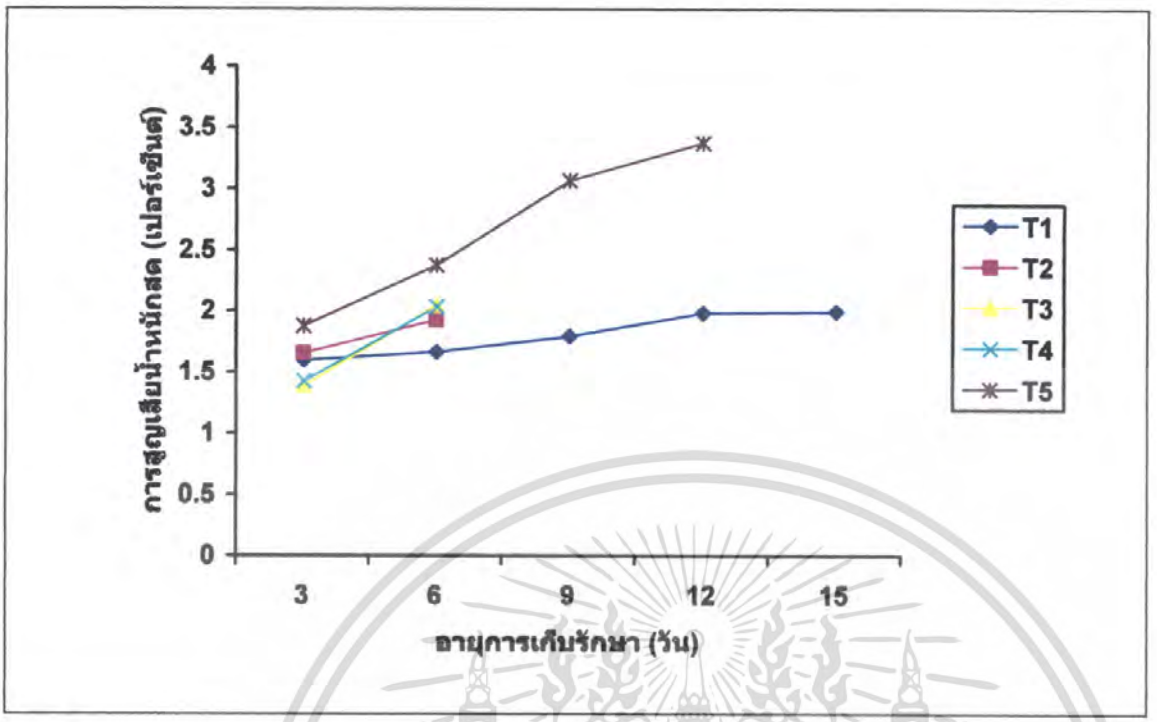
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)				
	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	1.59a	1.63a	1.79a	1.98a	1.99
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	1.65ab	1.92ab	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	1.38ab	2.04ab	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	1.42b	2.03b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	1.87b	2.37b	3.06b	3.37b	-

* ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ปริมาณ Total soluble solid

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวหั่นสด มีปริมาณ TSS เปลี่ยนแปลงไม่มาก ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองผักกาดขาวหั่นสดมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.47 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.80 brix (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสดมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 2.87-2.93 brix

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.37 brix รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 และ 10 นาที มีปริมาณ TSS คือ 3.03, 3.00 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที และผักกาดขาวหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.93 brix จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TSS ของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.47 brix รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10,15 และ 20 นาที มีปริมาณ TSS คือ 3.10, 3.03และ3.00 brix ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.93 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TSS ของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.07 brix ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.93 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TSS ของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.17 brix ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.80 brix จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TSS ของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

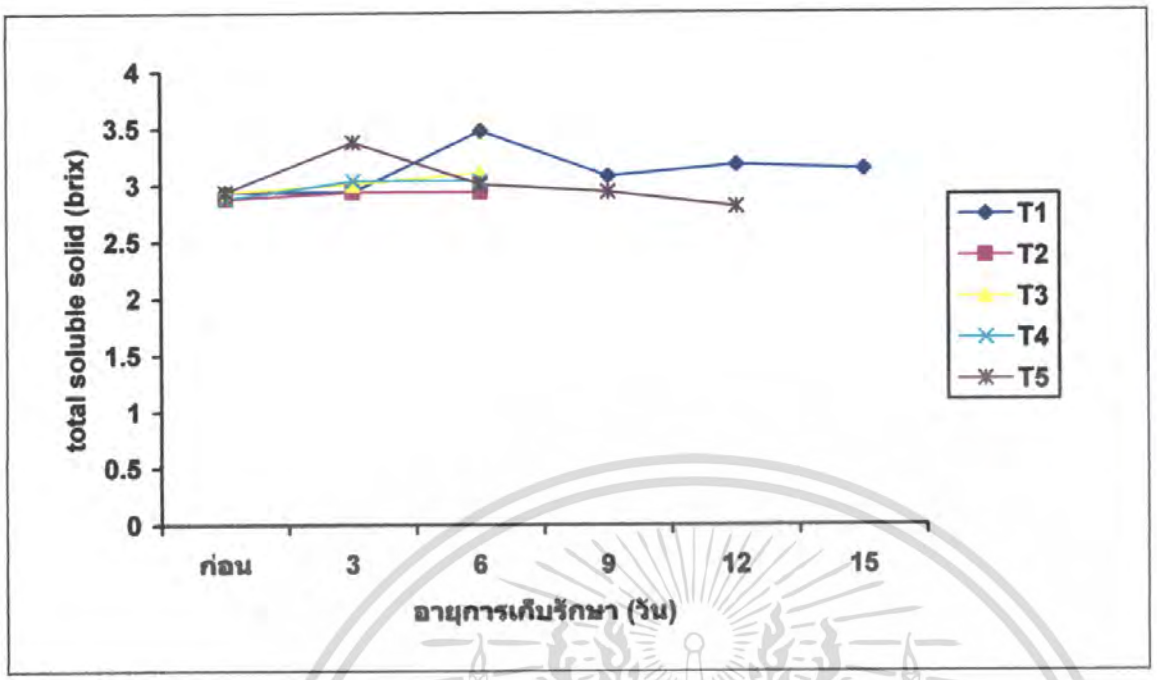
ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TSS เท่ากับ 3.13 brix และมีอายุการเก็บรักษาที่นานกว่าวิธีอื่น (ตารางที่ 2, ภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	ปริมาณ TSS (brix)					
	0 DAS	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ได้ลดอุณหภูมิ	2.93a	2.93a	3.47a	3.06a	3.17a	3.13
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	2.87a	2.93ab	2.93b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 10นาที	2.93a	3.00ab	3.10b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	2.87a	3.03b	3.03b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	2.93a	3.37b	3.00b	2.93a	2.80a	-

* ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ปริมาณ titratable acidity

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวหั่นสด มีปริมาณ TA ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผักกาดขาวหั่นสดมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาผักกาดขาวหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.11-0.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการเก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิและผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการเก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 และ 15 นาที มีปริมาณ TA ที่เท่ากัน และมีค่ามากที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10 และ 20 นาที มีปริมาณ TA ที่เท่ากัน และมีค่าน้อยที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TA ของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการเก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิ 15 และ 20 นาที มีปริมาณ TA ที่เท่ากันคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการเก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 และ 10 นาที มีปริมาณ TA ที่เท่ากันและมีค่าน้อยที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TA ของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.10เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TA ของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิ เป็นเวลา 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.10เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณ TA ของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

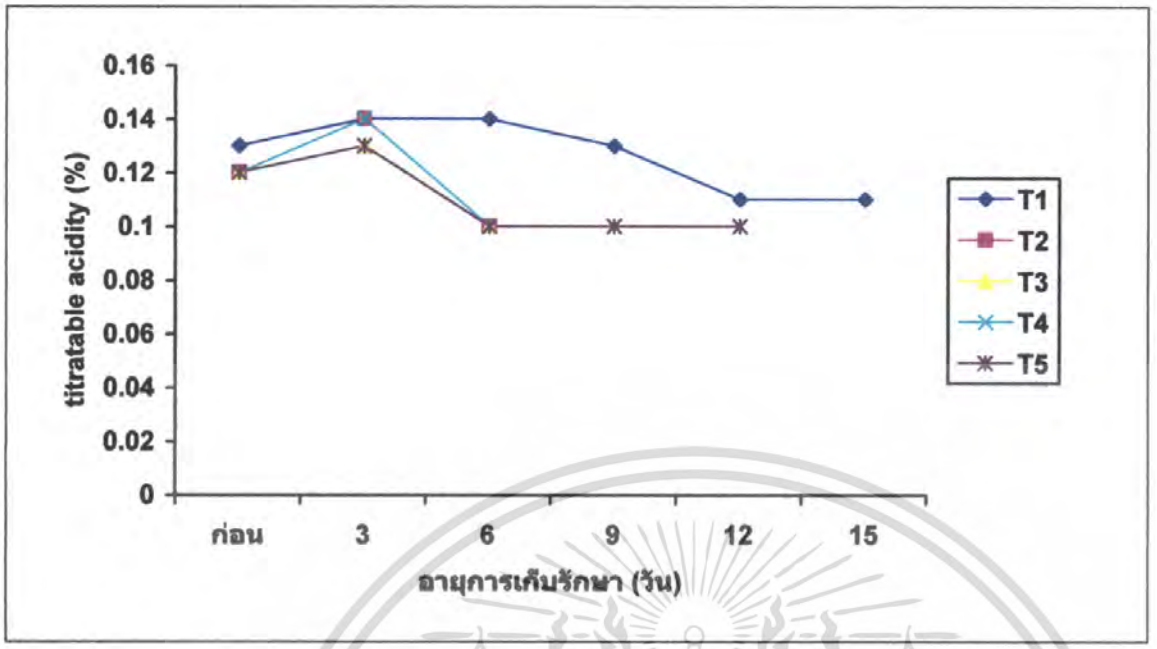
ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TA เท่ากับ0.11 เปอร์เซ็นต์ และมีอายุการเก็บรักษาที่นานที่สุด (ตารางที่ 3, ภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)					
	0 DAS	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	0.13a	0.14a	0.14a	0.13a	0.11a	0.11
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	0.12a	0.14a	0.10b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	0.12a	0.13a	0.10b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	0.12a	0.14a	0.10b	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	0.12a	0.13a	0.10b	0.10a	0.10a	-

* ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ค่าสี

ค่าความสว่าง (L*)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวหั่นสด มีค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงไม่มาก ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผักกาดขาวหั่นสดมีค่าความสว่างมากที่สุดคือ 77.40 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าความสว่างน้อยที่สุดคือ 53.20 เปอร์เซ็นต์

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าความสว่างของผักกาดขาวหั่นสดจะมีค่าอยู่ในช่วง 53.20 – 61.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 77.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีค่าความสว่างเท่ากับ 73.26, 72.74 และ 70.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าความสว่างน้อยที่สุดเท่ากับ 70.12 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าความสว่างของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 75.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที, ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ และ ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างเท่ากับ 75.84, 75.47 และ 73.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุดเท่ากับ 72.98 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าความสว่างของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 76.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีค่าความสว่างน้อยที่สุดเท่ากับ 75.66 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าความสว่างของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างมากที่สุดเท่ากับ 75.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีค่าความสว่างน้อยที่สุดเท่ากับ 69.83 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าความสว่างของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าความสว่าง เท่ากับ 75.06 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 4)

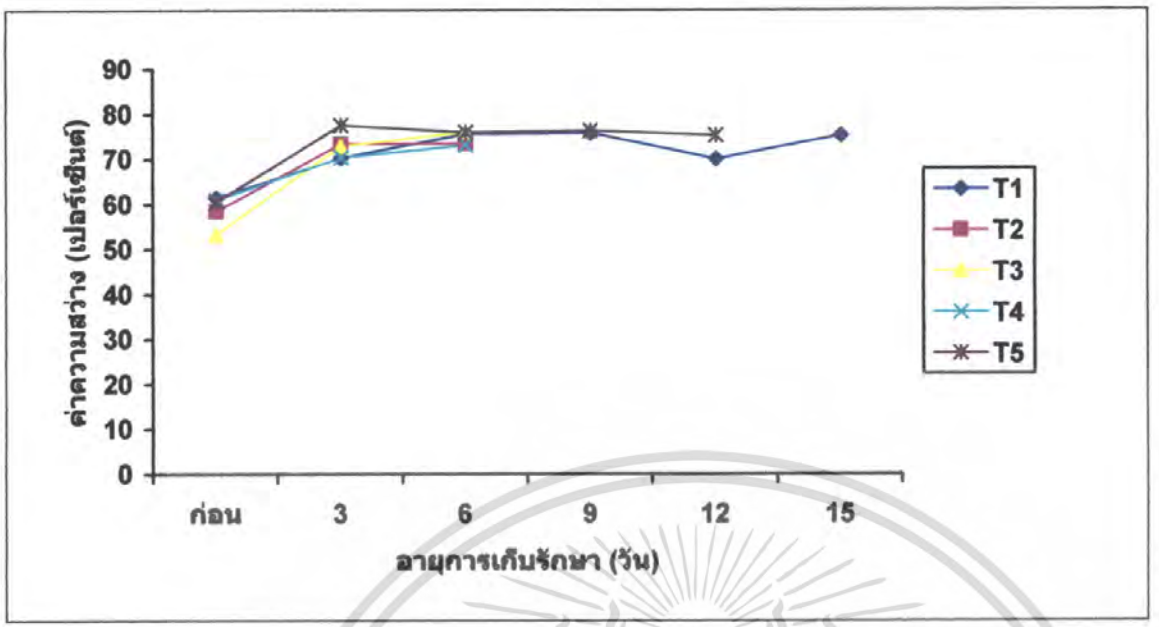
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสว่าง (L^*)ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	ปริมาณค่าความสว่าง (L^*)					
	0 DAS	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	61.28a	70.17a	75.47a	75.65a	69.83a	75.06
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	58.26a	73.27a	73.41a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	53.20a	72.74a	75.88a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	60.87a	70.24a	72.98a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	60.37a	77.40a	75.84a	76.20a	75.11a	-

* ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงค่าความสว่าง (L^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีแดง (a^*)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวหั่นสด มีค่าสีแดงเปลี่ยนแปลงไม่มาก ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผักกาดขาวหั่นสดมีค่าสีแดงมากที่สุดคือ (-0.69) เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสีแดงน้อยที่สุดคือ
(-4.99) เปอร์เซ็นต์

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีแดงของผักกาดขาวหั่นสดจะมีค่าอยู่ในช่วง (-4.99)-(-3.77) เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดเท่ากับ -0.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิ เป็นเวลา 15 นาที, ผักกาดขาวหั่นสดที่ทำการเก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ, ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงเท่ากับ (-0.73), (-1.14) และ (-1.22) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุดเท่ากับ (-1.43) เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีแดงของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดเท่ากับ (-1.08) เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิ เป็นเวลา 15, 5 และ 10 นาที มีค่าสีแดงเท่ากับ (-1.14), (-1.25) และ (-1.46) เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าสีแดงน้อยที่สุดเท่ากับ (-2.01) เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีแดงของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าสีแดงมากที่สุดเท่ากับ (-0.86) เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุดเท่ากับ (-1.91) เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีแดงของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าสีแดงมากที่สุดเท่ากับ (-0.95) เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุดเท่ากับ (-1.32) เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีแดงของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าสีแดง เท่ากับ (-0.99) เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5, ภาพที่ 5)

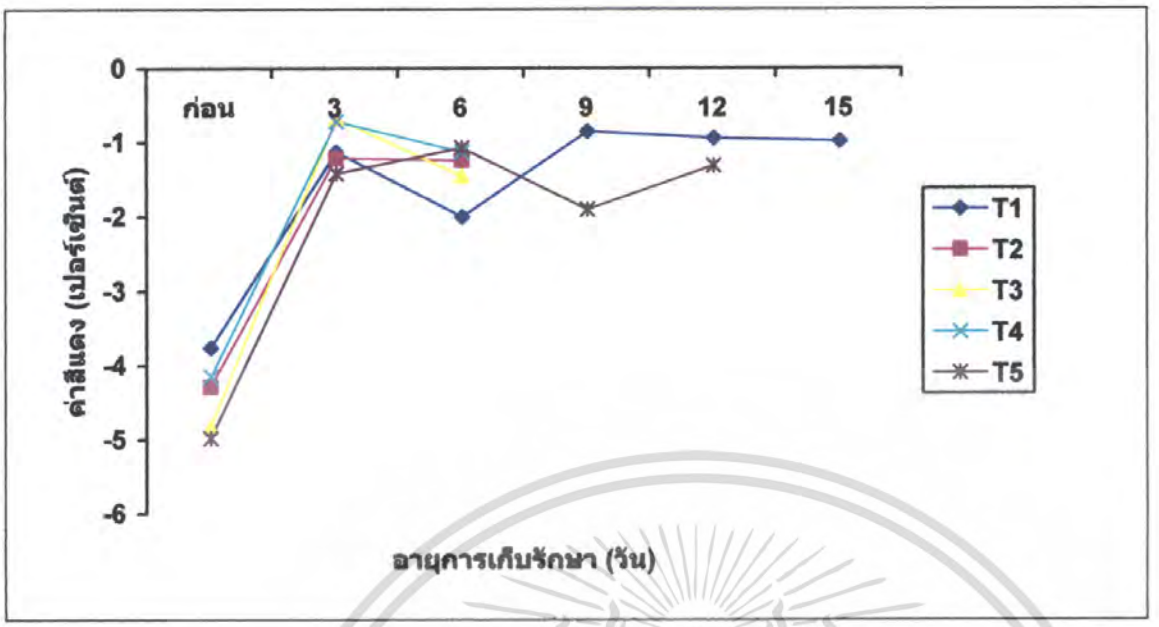
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าสีแดง (a*)ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	ปริมาณค่าสีแดง (a*)					
	0 DAS	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	-3.77a	-1.14a	-2.01a	-0.86a	-0.95a	-0.99
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	-4.30ab	-1.22a	-1.25a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	-4.84ab	-0.69ab	-1.46a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	-4.16ab	-0.73ab	-1.14ab	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	-4.99b	-1.43b	-1.08b	-1.91b	-1.32a	-

* ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 แสดงค่าสีแดง (a*)ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีเหลือง (b^*)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักกาดขาวหั่นสด มีค่าสีเหลืองเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผักกาดขาวหั่นสดมีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 28.04 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดคือ 9.30 เปอร์เซ็นต์

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีเหลืองของผักกาดขาวหั่นสดจะมีค่าอยู่ในช่วง 16.87 – 28.04 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 13.79 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20, 10 และ 5 นาที มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 12.49, 11.78 และ 11.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดเท่ากับ 10.37 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีเหลืองของผักกาดขาวหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 14.01 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ, ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 15 และ 20 นาที มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 12.61, 10.85 และ 10.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 10 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดเท่ากับ 10.47 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีเหลืองของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 12.90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดเท่ากับ 9.74 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีเหลืองของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดเท่ากับ 10.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุดเท่ากับ 9.30 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ระยะเวลาการลดอุณหภูมิก่อนการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าสีเหลืองของผักกาดขาวหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

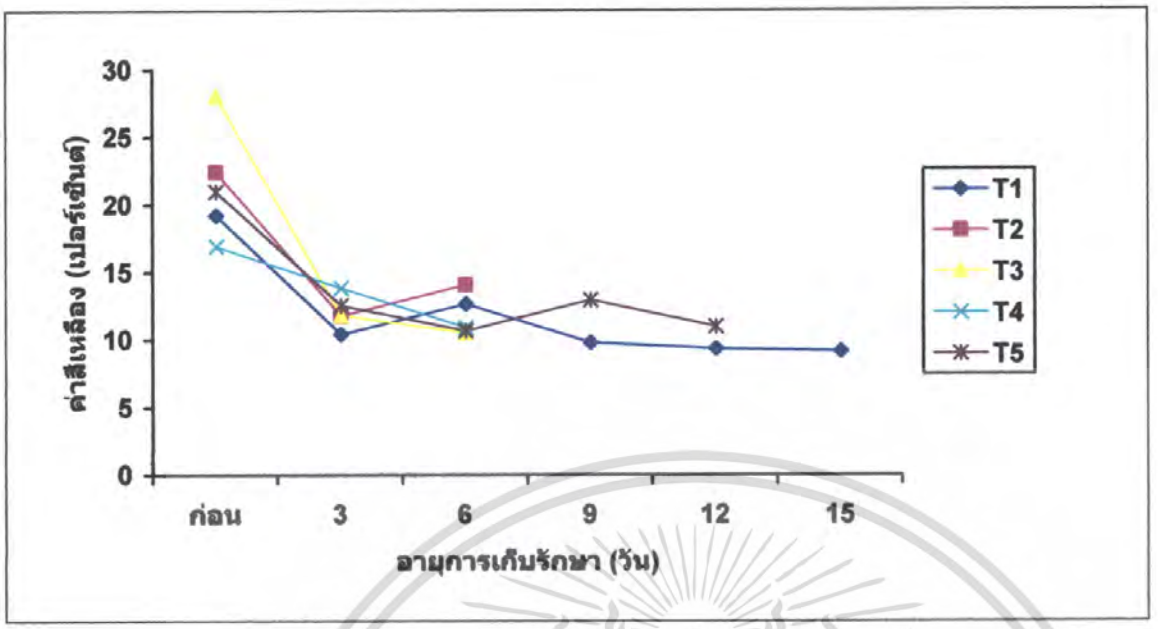
ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ มีค่าสีเหลือง เท่ากับ 9.09 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6, ภาพที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงค่าสีเหลือง (b^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	ปริมาณค่าสีเหลือง (b^*)					
	0 DAS	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ลดอุณหภูมิ	19.16a	10.37a	12.61a	9.74a	9.30a	9.09
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	22.37ab	11.73ab	14.01a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	28.04ab	11.78ab	10.47a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	16.87b	13.79ab	10.86a	-	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	20.93b	12.49b	10.64a	12.90a	10.95a	-

* ตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติส่วนตัวเลขที่ตามหลังด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการเปรียบเทียบแบบ DNMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงค่าสีเหลือง (b^*) ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลาต่าง ๆ กัน ผักกาดขาวหั่นสดมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการรับประทานไปมาก ก่อนการทดลอง คุณภาพการรับประทานของผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิ ร่วมกับเวลาต่างๆ กัน มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ ดีมากที่สุด (5) (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่ ดีมากที่สุด (5) ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5, 10, 15 นาที อยู่ในเกณฑ์ที่ ดี (3) ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก (4) (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่ ดี (3) ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5, 10, 15 นาที อยู่ในเกณฑ์ที่ พอใช้ (2) ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที อยู่ในเกณฑ์ที่ ดี (3) (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่ ดี (3) ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5, 10, 15 นาที อยู่ในเกณฑ์ที่ แย่ (1) ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที อยู่ในเกณฑ์ พอใช้ (2) (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่ ดี (3) ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที อยู่ในเกณฑ์ พอใช้ (2) (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอยู่ในเกณฑ์ที่ พอใช้ (2) (ตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	คุณภาพทางประสาทสัมผัส					
	0 DAS	3 DAS	6 DAS	9 DAS	12 DAS	15 DAS
ไม่ได้ลดอุณหภูมิ	5	5	3	3	3	2
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	5	3	2	1	-	-
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	5	3	2	1	-	-
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	5	3	2	1	-	-
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	5	4	3	2	2	-

6.อายุการเก็บรักษา

ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการการลดอุณหภูมิ มีอายุการเก็บรักษามากที่สุด คือ 15 วัน รองลงมาคือผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 20 นาที มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยการลดอุณหภูมิเป็นเวลา 5, 10 และ 15 นาที มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดคือ 6 วัน (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 แสดงอายุการเก็บรักษา ของผักกาดขาวหั่นสด

วิธีการ	อายุการเก็บรักษา (วัน)
ไม่ลดอุณหภูมิ	15
ลดอุณหภูมิ 5 นาที	6
ลดอุณหภูมิ 10 นาที	6
ลดอุณหภูมิ 15 นาที	6
ลดอุณหภูมิ 20 นาที	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ โดยเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานที่สุด เป็นเวลา 15 วัน โดยที่คุณภาพภายในและภายนอกของผักกาดขาวหั่นสดยังคงสภาพความสดและพบอาการเหี่ยวเพียงเล็กน้อย ส่วนผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยทำการลดอุณหภูมิอย่างต่ำที่ 0 องศาเซลเซียส ร่วมกับระยะเวลาต่างๆ กันนั้น มีอายุการเก็บรักษาที่ไม่ค่อยยาวนานนัก เพราะผักกาดขาวเป็นผักที่มีลักษณะบอบบางและไม่ทนต่ออุณหภูมิที่ต่ำมากๆ เมื่อนำมาทำการลดอุณหภูมิต่ำที่ 0 องศาเซลเซียส จึงทำให้ผักกาดขาวเกิดอาการฉ่ำน้ำและมีรอยแผลสีน้ำตาลเกิดขึ้น ซึ่งเรียกอาการที่พบนี้ว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury)

อาการสะท้านหนาวนี้คือ อาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่เกิดจากการที่พืชได้รับอุณหภูมิต่ำแต่สูงกว่าจุดเยือกแข็ง อาการของการสะท้านหนาวที่ปรากฏบนผลผลิตจะมีลักษณะเป็นรอยแผลสีน้ำตาลและจะมีรอยบุ๋มที่ผิว จึงทำให้ผลผลิตมีอายุการเก็บรักษาที่ไม่ยาวนานนัก วิธีการลดอุณหภูมิจะเหมาะกับผลผลิตที่มีเนื้อแข็ง และทนทานต่ออุณหภูมิที่ต่ำๆ มากกว่า และจากการที่เราใช้ถุงพลาสติก PE ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มากจึงไม่เกิดการหายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Brydson. 1969) ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร (2526) ที่กล่าวว่า การใช้พลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิด เป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของก๊าซออกซิเจนทำให้อัตราการหายใจลดลง และการผลิตก๊าซเอทธิลีนต่ำลง ขณะเดียวกันระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลเพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด โดยเชื่อกันว่าคาร์บอนไดออกไซด์จะไปแย่ง active site ของเอทธิลีน (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียน้ำหนัก สามารถป้องกันการเน่าจากเชื้อราได้บ้างบางชนิด สุชีรา (2537) กล่าวว่า การใช้สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent , EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดี คือ ด่างทับทิม (potassium permanganate , $KmnO_4$) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเคมีกับ C_2H_4 เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิด คือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide , MnO_4) และเอทธิลีนไกลคอล (ethylene glycol , $C_2H_6O_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นเอทธิลีนได้อีก สารดูดซับเอทธิลีนสามารถดูดซับเอทธิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมานอกผล ช่วยลดปริมาณเอทธิลีนจึงช่วยชะลอการสุกได้

ขณะที่ผลผลิตอยู่ในระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการสูญเสียน้ำหนักทางบาดแผลตรงรอยตัด ทางปากใบบริเวณผิวเปลือก (Palmer. 1971) จากการเกิดรอยช้ำต่างๆ และการตัดแต่งหลังการเก็บเกี่ยวมากเกินความจำเป็น (ดนัย และนิธยา, 2548) นอกจากสาเหตุดังกล่าว การเก็บรักษาผลผลิตในตู้ควบคุมอุณหภูมิภายในภาชนะปิดก็สามารถสูญเสียน้ำหนักสดได้ เนื่องจากผลิตผลมีการหายใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใช้ความร้อนตลอดเวลาทำให้เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำระหว่างผลไม้กับบรรยากาศภายนอกผล ไอน้ำจึงถูกคายออกมาจากผลสู่บรรยากาศภายนอก เพื่อปรับความชื้นสัมพัทธ์ภายในและภายนอกผลให้เท่ากัน (Will *et al.* 1981)

ปริมาณ TSS พบว่าเปลี่ยนแปลงน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ จริงแท้ และ ธีรนุต (2543) กล่าวว่า ปกติผลิตผลจะมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ซึ่งการหายใจเป็นกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสมในรูปต่างๆ เช่น น้ำตาล หรือแป้งไปเป็นพลังงาน จึงทำให้ปริมาณน้ำตาลและแป้งที่สะสมอยู่ลดลง

ปริมาณ TA ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น จริงแท้ (2546) กล่าวว่า กรดอินทรีย์มักจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ในแวคิวโอลในปริมาณมาก และมีบทบาทสำคัญในการให้รสชาติของผักและผลไม้ โดยทั่วไปในขณะที่ผักและผลไม้ยังอ่อนจะมีปริมาณกรดอยู่สูง เมื่อผักและผลไม้สุกปริมาณกรดมักจะลดต่ำลง ทำให้เหมาะกับการบริโภค กรดจึงมีส่วนช่วยในการป้องกันรักษาผักและผลไม้ระหว่างการเจริญเติบโต

ลักษณะสีผิวของผักกาดขาวมีการเปลี่ยนไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอการสลายตัวของสารสี (สายชล, 2528) ซึ่งจริงแท้ (2546) กล่าวว่าการป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ทำได้โดยการลดอุณหภูมิของผลิตผลลง และเนื่องจากคลอโรฟิลล์จะถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ ซึ่งต้องพิจารณาถึงปัจจัยทางด้านอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย (สมชาย, 2543)

คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาว พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักกาดขาวลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการลดอุณหภูมิหลังการหั่นต่ออายุการเก็บรักษาผักกาดขาว

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด พบว่าที่การลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส ร่วมกับเวลาที่ใช้ในการลดอุณหภูมิ 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำสดมากที่สุดคือ 3.37 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการลดอุณหภูมิที่ 0 ร่วมกับเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.38 เปอร์เซ็นต์

2. การเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิว พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

3. เวลาในการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียสทุกวิธีการ มีผลทำให้ปริมาณ TA และ TSS ลดลงเล็กน้อย ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

4.อุณหภูมิและเวลาในการลดอุณหภูมิต่ำอย่างรวดเร็วทุกวิธีการ มีผลทำให้คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

5. ผักกาดขาวหั่นสดที่เก็บรักษาโดยไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2530. การเก็บรักษาผลผลิตสดการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว: เทคโนโลยีและสรีรวิทยา. เชียงใหม่: รัตนพลพริ้นติ้ง.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2538. วารสารกรมส่งเสริมการเกษตร. กรุงเทพฯ, กรมส่งเสริมการเกษตร. หน้า15.

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : ลินคอร์นโปรโมชั่น.

จำนง อุทัยบุตร. 2528. "ผลกระทบของ contact icing อุณหภูมิ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของหน่อไม้ฝรั่ง." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า396.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

จริงแท้ ศิริพานิช และ ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์. 2543. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. นครปฐม : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

ดนัย บุญยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. การเก็บรักษาผลผลิตพืชสวน."วารสารเกษตรก้าวหน้า. 2(2) : 38-44.

ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร. 2526. "การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด. " หน้า 119-134. ใน เอกสารประกอบการอบรม. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ.

ปรีชา เลิศคุณากร และ สุชาติ พิริยสกุลพัฒน์. 2533. " การทำความเย็น (Precooling) หน่อไม้ฝรั่ง." โครงงานวิศวกรรมเกษตร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมภพ ฐิตะวสันต์. 2527. หลักการผลิตผัก. กรุงเทพฯ; ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร. หน้า317.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุธีรา เยี่ยงยุกดิ์สากล. 2537. "การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรษา แกล้วเกษตรกรณ์. 2536. "ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและอิทธิพลของบรรยากาศดัดแปลง การห่อด้วยฟิล์มพลาสติก การได้รับ CO_2 ในความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลาสั้นก่อนการเก็บรักษาและอุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอุมา ภาแก้ว. 2546. "อิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตรการไหล O_2 : CO_2 และปริมาณสารดูดซับเอทธิลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะนาว". วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Ertan, U.Ozelkok, S. Celikel, F. and Kepenek, K. 1990. "The effects of precooling and Increased atmospheric concentrations of CO_2 on fruit quality and postharvest life of strawberries." Bahce.19 : 59 – 76.

Frederick, B.A., P.W. Morgan and M.E. Saltveit, Jr. 1992. Ethylene in Plant Biology. United States of America : Academic Press.

Glahan, S. and Puchangthong, S.2000. '' Influence of CO_2 : O_2 Proportion on the Quality After Storage of Asparagus (*Asparagus officinalis* Linn.). '' 52. Abstract The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment. Nakhon Pathom : Kasetsart University.

Lee, B.H. 1996. Fundamentals of Food Biotechnology. New York : VCH.

Turk, R. and Celik, E.1994. " The effect of vacuum cooling on the quality criteria of some Vegetables." Acta Hort. 368 : 825 – 829.

Zagory. D. and Kader , A.A. 1988. Modified atmosphere packaging for fresh produce J. Food Tech. 42(9) : 70.

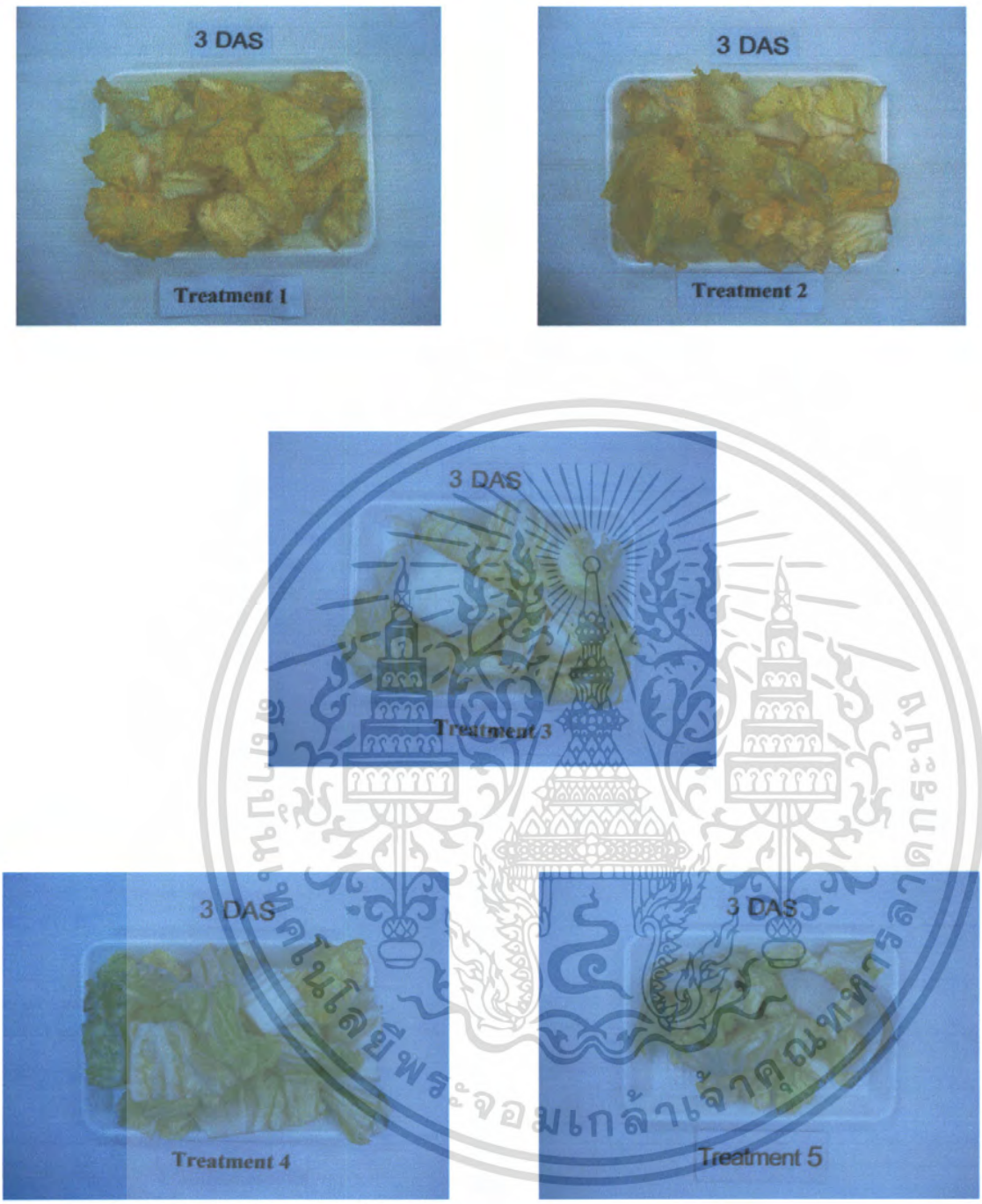
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

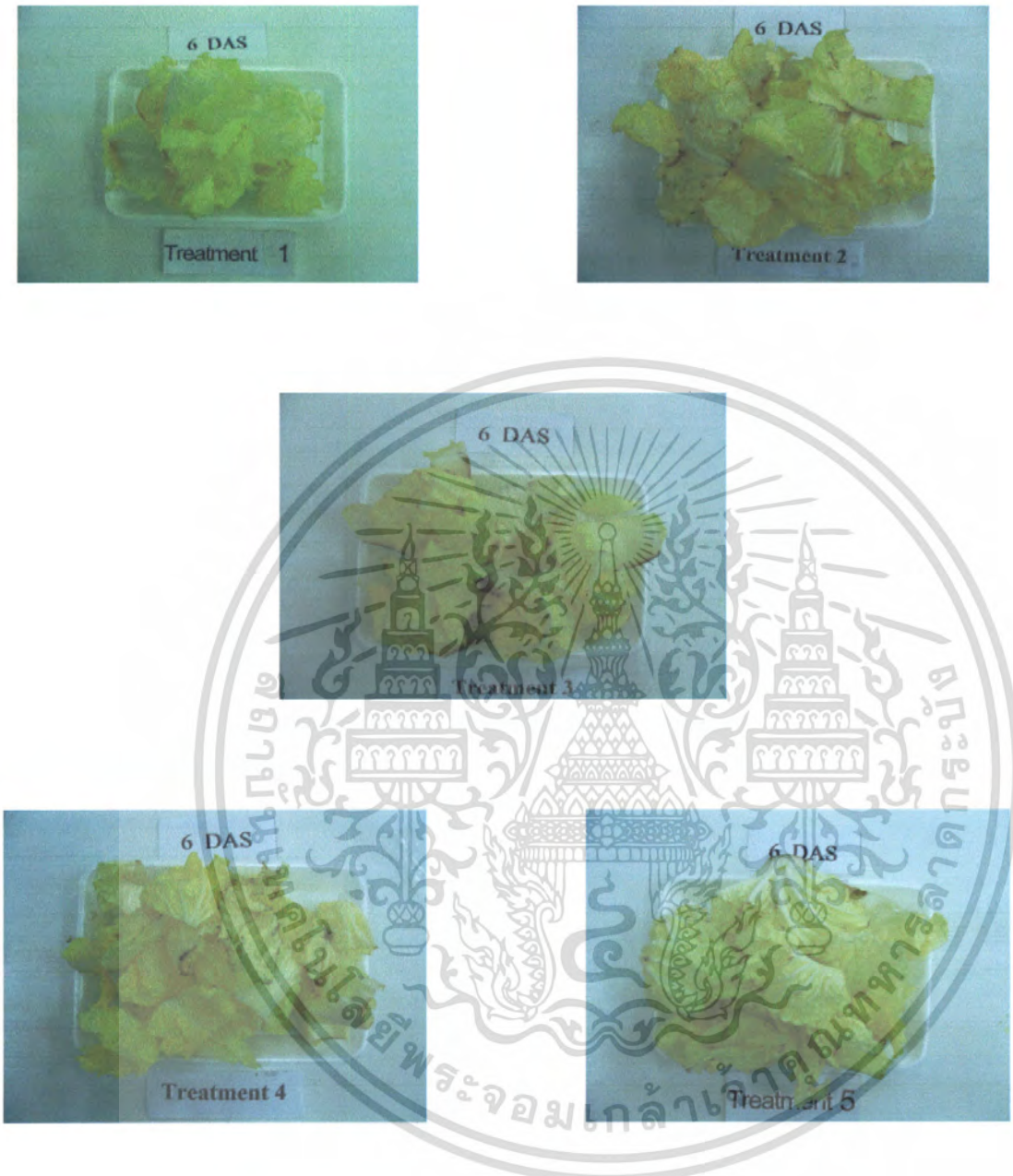
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดก่อนการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



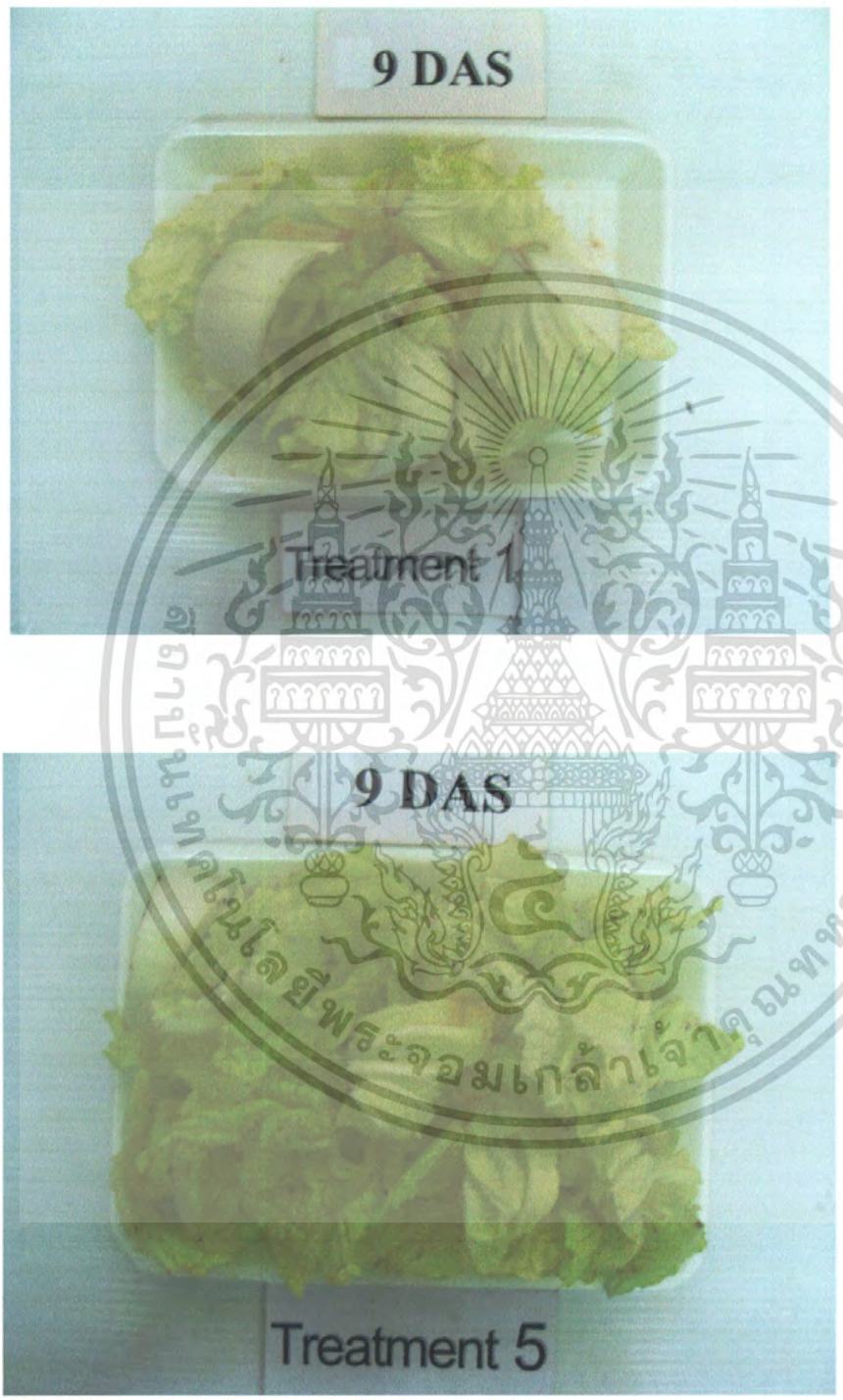
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

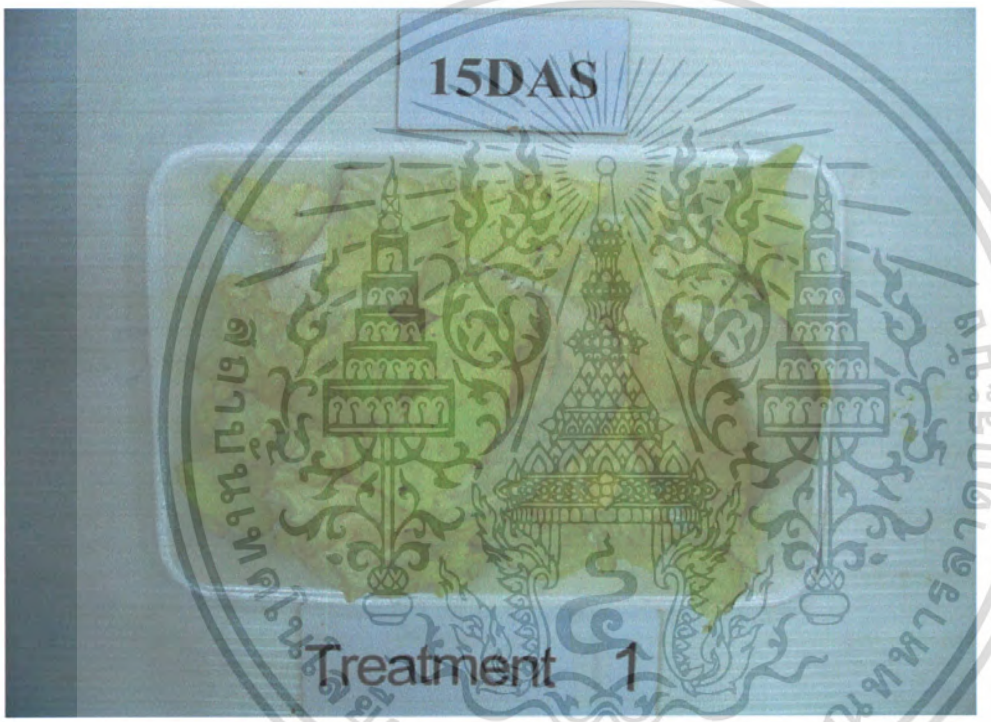


ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะผักกาดขาวหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้