สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด

Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut of Cucumber

โดย

นางสาว ภาสิตา นาคกุลบุตร

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

สพ.
ต 511 ผ
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82160
วัน,เดือน,ปี - 8 ก.ค. 2551

b 11945370
i.....

เสนอ

ภาควิชา พืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด

Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut of Cucumber

โดย

นางสาว ภาสิตา นาคกุลบุตร

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ ๒๐ เดือน ๔๓ พ.ศ. ๕๗

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ ๒๐ เดือน ๔๓ พ.ศ. ๕๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	: ผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด
โดย	: นางสาว ภาสิตา นาคกุลบุตร
สาขาวิชา	: พืชสวน
ภาควิชา	: พืชสวน
คณะ	: เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	: รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ คือ แตงกวาหั่นสดที่ไม่ทำการลดอุณหภูมิ (control) และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5, 10, 15 และ 20 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า แตงกวาหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ปริมาณ TA และค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณ TSS ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษาทุกวิธีการมีสี (L*,a*,b*) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย และทุกวิธีการที่เก็บรักษามีอายุการเก็บรักษายาวนานที่สุดเท่ากัน คือ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	: Influence of Precooling Time on Quality and Storage Life of Fresh Cut of Cucumber
By	: Miss. Pasita Nakkulabhut
Major	: Horticulture
Department	: Horticulture
Faculty	: Agricultural Technology
Advisor	: Assoc. Prof. Dr. Somchai Glahan

Abstract

Study on influence of precooling time on quality and storage life of fresh cut of cucumber. Experimental design was completely randomized design comprised of five treatments as following ; non-precooling (control) and four levels time as followed 5, 10, 15 and 20 minutes of precooling at temperature as 0 °C, then stored at 12 °C. The results showed that fresh weight loss of fresh cut of cucumber, TA and firmness increased according to storage time in creased. TSS content decreased corresponding to storage time increased. There is slightly change in color (L*,a*,b*) of all treatment. Fresh cut of cucumber of all treatment gave the longest storage life of 8 days.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษ เรื่องผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ. ดร. สมชาย กล้าหาญ ที่กรุณาให้โอกาสและคำปรึกษา แนะนำแนวทางการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในห้องปฏิบัติการในการทดลองในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาทุกๆ ท่าน ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทายาการต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

และขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ตลอดจนทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคอยให้คำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ท้ายสุดนี้ขอขอบพระคุณพี่ ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จได้เลยหากขาดบุคคลที่กล่าวถึง และไม่ได้กล่าวถึง จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ด้วยความเคารพอย่างสูง

ภาสิตา นาคกุลบุตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาพ	II
สารบัญภาคผนวก	III
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	14
ผลการทดลอง	17
สรุปผลการทดลอง	35
วิจารณ์ผลการทดลอง	37
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	18
2. แสดงปริมาณ total soluble solidหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	21
3. แสดงปริมาณ tritratable acidityหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	24
4. แสดงค่าความสว่าง (L*) หลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	26
5. แสดงค่าสีแดง (a*) หลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	28
6. แสดงค่าสีเหลือง (b*) หลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	30
7. แสดงค่าความแน่นเนื้อหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษาที่ 2, 4, 6 และ 8 วัน	19
2. แสดงปริมาณ total soluble solid ของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 วัน	22
3. แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน	24
4. แสดงค่าความสว่าง (L*) ของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน	26
5. แสดงค่าสีแดง (a*) ของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน	28
6. แสดงค่าสีเหลือง (b*) ของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน	31
7. แสดงค่าความแน่นเนื้อของแตงกวาหั่นสด ที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลัง การเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1. แสดงลักษณะของแตงกวาหั่นสดก่อนการเก็บรักษา	42
2. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	43
3. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	43
4. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	44
5. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	44
6. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	45
7. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน	46
8. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน	46
9. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน	47
10. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน	47
11. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน	48
12. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน	49
13. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน	49
14. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน 50
16. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน 51
17. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน 52
18. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน 52
19. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน 53
20. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน 53
21. แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันวิถีชีวิตมนุษย์เราได้มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยซึ่งมีการใช้ชีวิตในแบบที่เร่งรีบและแข่งขันกับเวลามากขึ้นในทุกด้านไม่เว้นแม้แต่ด้านอุปโภคบริโภค ทำให้การบริโภคผักสดแปรรูปได้เป็นที่นิยมมากในขณะนี้เพราะทำให้ประหยัดเวลาและสะดวกในการทำอาหารมากขึ้น แต่เนื่องจากผักสดแปรมีรูปมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่าผัดสดที่ยังไม่ได้รับการแปรรูป และแตงกวาเป็นผักที่เรานิยมรับประทานสด เราจึงได้จัดทำการศึกษาวิจัยและทดลองทำการศึกษาการเก็บรักษาที่เหมาะสม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาแตงกวาที่มีการแปรรูปพร้อมบริโภค เพื่อที่จะได้ยืดอายุการเก็บรักษาแตงกวาแปรรูปในปัจจุบันที่พร้อมบริโภคให้คงความสดไว้ได้นานขึ้น มีคุณภาพที่ดี นำมาใช้ประโยชน์ได้จริงในด้านธุรกิจการค้าและเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการแปรรูปผักสดพร้อมบริโภคชนิดอื่นๆต่อไป

ภาสิตา นาคกุลบุตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสดที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะทางไกลและการเก็บรักษาก่อนการจำหน่าย
2. เพื่อต้องการศึกษาให้ทราบถึงระยะเวลาในการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสดว่าสามารถมีอายุในการเก็บรักษานานเท่าไหร่
3. เพื่อต้องการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสดว่าสามารถขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เท่าไหร่ถึงดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

แตงกวา

แตงกวามีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบเอเชียและแอฟริกา ปลูกกันมานานกว่า 100 ปีมาแล้ว เข้าสู่ประเทศจีนราวปี ค.ศ. 100 แล้วแพร่ขยายไปยังประเทศต่างๆ ในเอเชีย ฝรั่งเศสรู้จักแตงกวาในศตวรรษที่ 9 อเมริกาปลูกครั้งแรกที่รัฐฟลอริด้า ในปี ค.ศ. 1539 แตงกวาอยู่ใน Genus cucumis ซึ่งที่พบมีประมาณ 30 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ในเขตเอเชียและแอฟริกา ที่รู้จักแพร่หลายมี 2 ชนิด คือ

- *Cucumis sativas* L.
- *Cucumis melo* L.

แตงกวาเป็นพืชสวนครัวมีเถาเลื้อย มีมือเกาะพยุงลำต้น ผลเป็นแบบ simple fruit แบบ pepo มีเปลือกแข็ง เมล็ดและเนื้อผลไม้สังเกตได้ชัดเจน (ฐิติ,2511)

แตงกวาแบ่งได้ 4 กลุ่ม คือ

1. Field cucumber หมายถึงแตงกวาทั่วๆ ไป มีหนามสีขาวหรือสีดำ
2. Forcing cucumber เป็นแตงกวาที่มีผลยาวเกลี้ยง หนามน้อย ไม่ค่อยมีเมล็ด
3. Skim cucumber เป็นแตงกวาที่มีผลสีน้ำตาลแดง
4. Picking cucumber แตงกวาผลเล็กมี 2 ชนิด คือ พวกชอบอากาศร้อน มีผลคล้ายไข่และพวกที่ปลูกได้ดีในฤดูฝน มักมีผลยาว (สุเทวี,2522)

สิ่งที่ทำให้แตงกวามีลักษณะไม่ดี คือความเหลืองซึ่งถูกกระตุ้นโดยอุณหภูมิที่สูงและเอทิลีน การเก็บที่อุณหภูมิ 4 – 10 องศาเซลเซียสจะช่วยทำให้อาการเหลืองเกิดช้าลง ไม่ควรเก็บแตงกวาหรือแตงร้านรวมกับผักที่ผลิตเอทิลีนได้มากเช่น บรอคโคลี ควรรักษาความเขียวและความเต่งไว้อย่าให้เหี่ยว (กนกมณฑล,2526)

Pantastico et al. ได้แนะนำว่าควรเก็บแตงกวาไว้ที่อุณหภูมิ 10 – 11.7 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ 92 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาแตงกวาได้นานถึง 2 สัปดาห์ (Salunkhe and Desai,1984)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แตงกวามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucurmis sativas* L. อยู่ในสกุล Cucurbitaceae แตงกวาเป็นพืชล้มลุก Baliey (1942) และ Whitaker and Davis ได้บรรยายถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแตงกวาไว้ดังนี้

1. ราก (root)

แตงกวามีระบบรากแบบ tap root system โดยมีรากแก้วเป็น primary root มีรากแขนงเป็น secondary root แตกออกจำนวนมากรอบๆ รากแก้ว และมีรากฝอยจำนวนมากแตกออกจากรากแขนงอีกทีหนึ่ง ระบบรากขึ้นอยู่ต่ำกว่าผิวดินเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลำต้น (stem)

มีลักษณะเป็นเถาไม้เลื้อยมีสีเขียวอ่อน และลำต้นเป็นสี่เหลี่ยมมีขนปกคลุมอยู่ทั่วไปและมีลักษณะเป็นข้อๆ มีกิ่งแขนงแตกออกจากลำต้น รากแขนงมักมีขนาดใหญ่

3. ใบ (leaf)

ใบเป็นแบบ simple leaf มีก้านใบ (petiole) ยาว เส้นใบเป็นแบบร่างแห (palmat evemation) บนใบมีขนเล็กๆปกคลุมอยู่ทั่วไป ด้านล่างใบมีขนเฉพาะส่วนเส้นกลางใบ ใบจะมีแฉก 3 – 5 แฉก

4. มือ (tendaial)

เกิดตรงมุมใบ (axils of the leaves) มีลักษณะสีเขียวอ่อน ปลาย tendrail ม้วนงอเพื่อสำหรับเกี่ยวหรือเพื่อยึดเกาะ

5. ดอก (flowers)

ดอกของแตงกวาเป็นแบบ monoecious มีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่บนต้นเดียวกัน ดอกตัวผู้จะเกิดเป็นกลุ่ม 3 – 5 ดอก มีการถ่ายละอองเกสรแบบผสมข้าม (cross pollination) โดยอาศัยแมลงเป็นตัวผสม

ก. ดอกตัวผู้ (staminate flowers)

กลีบดอก (corolla) มีสีเหลืองติดกันแบบ campanulate กลีบปลายดอกแยกออกเป็น 5 lobes โคนของกลีบดอกเป็นฐานของ filament ปลาย filament แต่ละอันมีเกสรตัวผู้ (anther) ดอกเกิดระหว่างมุมของก้านใบกับลำต้น (leaf axils) มีก้านดอก และกลีบเลี้ยงมีขน (hair) เล็กคลุมอยู่ทั่ว

ข. ดอกตัวเมีย (pistil late flower)

มีรังไข่ติดอยู่ใต้ calyx tube เห็นได้ชัดเจนคือเป็น inferior ovary โคนของดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดกลม (sympetelous) ปลายกลีบแยกเป็น 5 lobes style มีลักษณะอ้วนสั้น ตอนปลายกิ่งมี stigma กลมมน 3 อัน ดอกตัวเมียมักเกิดระหว่างตอนปลายของเถาในมุม (axil) ของลำต้นกับกิ่งแขนง (leteral branch) หรือระหว่าใบกับลำต้น ดอกตัวเมียบานนาน 1 – 2 วัน

6. ผล (fruits)

ผลเป็นแบบ simple fruit ลักษณะผลเป็น pepo มีรูปร่างยาว (oblong) ผลอ่อนมีสีเขียว ต่อมาจะมีสีเขียวปนขาว แล้วมาเขียวปนเหลือง จนผลแก่เต็มที่จึงมีสีเหลือง เมื่อผ่าผลแตงกว่าออกมาตามขวาง (cross section) ปรากฏว่าในแต่ละ carpel มี placenta ต่ออยู่กับผนัง ovary แตงกว่ามี 3 capals เนื้อเป็น mesocarp ผลแตงกวาผลหนึ่งมีเมล็ดจำนวนมากและผลอ่อนของแตงกวาจะมีหนามสีขาวและดำ แต่แตงกวาที่มีหนามสีดำจะเก็บได้นานประมาณ 3 – 4 วัน ส่วนใหญ่แล้วแตงกวาที่ปลูกในประเทศไทยมักเป็นแตงกวาที่มีหนามสีดำ (ทศพร,2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตงกวาพันธุ์พื้นเมืองที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 2 ประเภท

1. แตงกวาหรือแตงไร่ เป็นแตงกวาผลเล็ก ความยาวของผล 4 – 10 เซนติเมตร ความกว้างของผล 2.2 – 2.6 เซนติเมตร ไส้ใหญ่ เนื้อบาง สีผลสีขาว – สีเขียวอ่อน มีหนามดำหรือขาว นิยมปลูกแบบเลื้อย

2. แตงร้าน เป็นแตงกวาผลใหญ่ ความยาวของผล 12 – 15 เซนติเมตร ความกว้างของผล 3 – 5 เซนติเมตร ไส้เล็ก เนื้อหนา สีผลสีเขียว – เขียวเข้ม นิยมปลูกแบบขึ้นค้าง

การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยว

การสูญเสียคลอโรฟิลล์

ปกติแตงกวาจะเก็บเกี่ยวและบริโภคในขณะที่ผลยังเล็กอยู่ จะเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 30 – 40 วันหลังจากการปลูก ผลอ่อนจะมีสีเขียว ผลแก่เริ่มมีสีเหลือง (ฐิติ,2511) แตงกวาที่มีคุณภาพดีควรมีสีเขียว ผิวไม่มีสีเหลืองปนอยู่เลย มีเนื้อแน่นผิวไม่เหี่ยวย่น ผิวแตงกวาจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้ง่ายในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 15 องศาเซลเซียส (Nonneck,1989) ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนการที่ผิวของแตงกว่าจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองจึงเกิดขึ้นได้ง่าย

เอทธิลีนเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้คลอโรฟิลล์ในแตงกวาเสื่อมสลายไป มีผู้พบว่าการผลิตเอทธิลีนในแตงกวา (processing cucumber) จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับขนาดของผลแตงกวา ผลเล็กจะผลิตเอทธิลีนสูงกว่าแตงกวาผลใหญ่ (Salunkhe et al,1984) แตงกวาที่เก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักรจะมีการผลิตเอทธิลีนมากขึ้น (Weichmann.1987) เพราะฉะนั้นในการเก็บรักษาแตงกวาจึงควรมีการระบายอากาศให้ดี เพื่อลดการสะสมเอทธิลีน

การเหี่ยว

ผลผลิตขณะที่ยังอยู่บนต้นเดิมมักจะไม่ค่อยแสดงอาการเหี่ยวให้เห็น เพราะขณะที่อยู่บนต้นนั้นจะได้รับน้ำจากดิน โดยการดูดทางรากแล้วส่งผ่านลำต้น เพื่อทดแทนน้ำส่วนที่สูญเสียไปเนื่องจากการคายน้ำ แต่หลังจากที่ผลิตผลถูกตัดจากต้นจะถูกตัดจากการส่งน้ำในดินด้วย ทำให้ผลผลิตเกิดการเหี่ยว ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น บรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อุณหภูมิสูง การเหี่ยวของผลผลิตจะเกิดขึ้นเร็วและรุนแรงระดับใดนั้นจะเกี่ยวข้องกับความสมดุลของน้ำภายใน + ผลผลิตหลักเป็นใหญ่ ผลผลิตที่เหี่ยวทำให้คุณภาพการบริโภคลดลง (จิรา,2533) ในแตงกวาจะมีปริมาณน้ำ 90 – 97 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีการสูญเสียน้ำเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแตงกวาจะอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสมสำหรับการจำหน่าย (Weichmann,1987)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรักษา

การใช้อุณหภูมิเย็น

แตงกวาเป็นพืชที่ไม่ทนต่ออุณหภูมิเย็น จะเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส หรือ อุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ แต่ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 15 องศาเซลเซียส ผิวจะเริ่มเปลี่ยนแปลงเป็นสีเหลือง (yellowing) อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาจึงค่อนข้างจำกัด อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 12.2 – 12.8 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้องการเก็บแตงกวาเป็นระยะสั้นๆ นิยมใช้อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสมากกว่าเพราะอุณหภูมินี้อาการ yellowing จะไม่เกิดขึ้น

การใช้ Control Atmosphere Storage (CA)

การใช้ CA ก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ในแตงกวา การใช้ CO_2 5 เปอร์เซ็นต์ หรือ O_2 5 เปอร์เซ็นต์ จะยับยั้งการเกิด yellowing ได้ แต่การใช้ CO_2 ร่วมกับ O_2 จะทำให้ได้ผลดีกว่า ส่วนการใช้ CO_2 สูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ หรือการใช้ O_2 ต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดผลเสียต่อแตงกวาได้ถึงแม้ว่าจะเก็บในอุณหภูมิที่เหมาะสม (Salunkhe,1984)

การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

เทคนิค MAP (modified atmosphere packaging) เป็นวิธีการเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ ดัดแปลงมาจากวิธี MA จะมีข้อดีต่างตรงที่จะเป็นการเก็บรักษาผลผลิตภายในถุงพลาสติกหรือแผ่นฟิล์มชนิดพิเศษ (วัฒนา,2540)

Kader (1986) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหารอาจมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาภายใต้ MAP สามารถสรุปได้ดังนี้

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

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (texture change) CO_2 มีผลต่อการอ่อนนิ่มของผลไม้มากกว่า O_2 แต่กลไกการเกิดปรากฏการณ์นี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัด ตัวอย่างเช่น ปริมาณ CO_2 ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันมิให้เนื้อของบรอคโคลีเหนียวแต่กลับอ่อนนุ่มพอดี (tender) และนุ่มกว่าตอนเก็บเกี่ยวใหม่ๆ และเมื่อความเข้มข้นของ CO_2 เพิ่มขึ้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์จะช่วยลดความเหนียวของหน่อไม้ฝรั่งเนื่องจากมีเส้นใยมากเกินไป

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (flovor change) สารที่ให้กลิ่นรสของผลไม้ ได้มาจากขบวนการหายใจและเมตาบอลิซึมต่างๆ ในพืช ตัวอย่างเช่น O_2 ปริมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์จะช่วยลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียของกรดแอ็ปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicous สิ่งที่ควรระวังคือ ถ้า O_2 และ CO_2 มีความเข้มข้นในช่วงที่พืชทนทานไม่ได้ จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เนื่องจากการสะสมแอลกอฮอล์และอัลดีไฮด์ที่ได้จากขบวนการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน

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

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศปกติ โดยการลดหรือเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซให้แตกต่างไปจากสภาพบรรยากาศปกติ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการลดหรือเพิ่มปริมาณ O_2 และการเพิ่มปริมาณ CO_2 ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ อุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวนการต่างๆ ทางสรีระวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลงอายุการเก็บรักษาผลผลิตจะนานขึ้น (นิภา,2540)(Kader,1983)

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ คือ O_2 และ CO_2 เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะให้ O_2 และ CO_2 จะต้องมีระดับที่เหมาะสม สามารถทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลงมากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น (Zagory and Kader,1998)

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

นอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวะเคมีต่างๆภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

1. ให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีความอุดมสมบูรณ์มากมีรสชาติคุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลิตผลที่มีความสมบูรณ์น้อยแต่มักเก็บรักษาไม่นานขนส่งไปไม่ได้ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้
2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลิตผลต่อเอทธิลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะคาร์บอนไดออกไซด์มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่ง active site ของเอทธิลีนได้
3. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาที่มีไขมันมาก เช่นพวกเมล็ดเคี้ยวมัน ได้แก่มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์กรดไขมันที่อิ่มตัวโดยออกซิเจน
4. ลดการผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการสะท้านหนาว (chilling injury) ในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมาโดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วยออกซิเจนและทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น
5. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญได้บนผักผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมีออกซิเจนต่ำทำให้การเจริญเติบโตของผลผลิตลดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลิตผลในทำนองเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะควบคุมแมลงได้ผล มักเป็นอันตรายต่อผักผลและไม้
7. เพิ่มคุณภาพของผลิตผล ผลิตผลบางอย่างมีการเจริญเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยในหน่อไม่ฝรั่งได้ (จริงแท้, 2541)

โทษของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงควบคุมที่ได้รับการทดสอบแล้วมักปลอดภัยต่อผลผลิต สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ แต่สำหรับการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศดัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่างๆ คงที่นั้น บ่อยครั้งที่ปริมาณแก๊สบางชนิดมีอยู่สูงหรือต่ำเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผลผลิตได้

จากการผลิตปกติของผลผลิตเมื่อเก็บรักษาไว้ภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงมีหลายรูปแบบด้วยกัน ลักษณะที่พบมากได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลผลิตเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ผลิตผลมีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ และสำหรับผลไม้มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติไปหรือไม่สุกเอาเลย

นอกจากอาการผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลผลิตแต่ละชนิดยังคงทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงไม่ว่าปริมาณ O_2 ต่ำเกินไป หรือ CO_2 สูงเกินไปได้ไม่เท่ากัน ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานกันว่า เนื่องจากความหนาแน่นของผลผลิต และคุณสมบัติของผิวผลผลิตที่จะยอมให้มีการถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน ผลผลิตที่มีความหนาแน่นสูง การถ่ายเทอากาศ เกิดขึ้นได้ยาก ทำให้ O_2 ภายในลดต่ำเกินไป หรือ CO_2 สะสมอยู่ภายในมากเกินไป จึงทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้น ในผลไม้พวกส้ม ไม่ทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงเลย เป็นไปได้ว่าส้มนั้นมีผิวหลายชั้น ตั้งแต่เปลือกเขียวด้านนอกสุด เยื่อหุ้มเนื้อกลีบส้มแต่ละกลีบ และชั้น epidermis ของถุง (juice sac) ทำให้การถ่ายเทแก๊สชนิดต่างๆ เกิดขึ้นได้น้อย

อย่างไรก็ตามข้อสันนิษฐานยังไม่มีตัวเลขยืนยันและมีข้อโต้แย้งได้ เช่น กรณีของผักกาดหอมห่อไม่สามารถทนต่อสภาพที่มี CO_2 สูงได้เกิน 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับเป็นความเข้มข้นต่ำมาก แต่ผักกาดหอมห่อก็มีลักษณะโครงสร้างที่มีความหนาแน่นต่ำ เซลล์พื้นผิวหรือ epidermis ไม่มีลักษณะพิเศษไปกว่าพืชชนิดอื่นๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณโคนก้านใบของผักกาดหอมห่อซึ่งมีสีขาวนั้น เกิดอาการผิดปกติเนื่องจาก CO_2 สูงได้มากกว่าบริเวณอื่นๆ ที่มีสีเขียว

ข้อกำหนดและคำแนะนำในการใช้ MA สำหรับพืชสวน

การเพิ่ม CO_2 แก่ผลผลิตก่อนการเก็บรักษา

จากการทดลองในสถานีทดลองหลายๆ แห่งพบว่า การใช้ CO_2 12 เปอร์เซ็นต์ (ที่อุณหภูมิ 0 – 5 องศาเซลเซียส) ก่อนการเก็บรักษาโดยวิธี CA ในผลแอ็ปเปิ้ลนาน 2 สัปดาห์ หรือในสาลี่นาน 2 – 4 สัปดาห์ จะช่วยให้ผลไม้สุกช้าลง อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวอาจจะทำให้เกิดผลเสียหายแก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลผลิตทั้งภายในและภายนอกเนื่องจากก๊าซ CO_2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต ฤดู และพื้นที่ปลูก ในทางการค้าวิธีการดังกล่าวอาจจะเกิดผลเสียเมื่อใช้กับแอ็ปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious ที่ปลูกทางตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา แต่พบว่าการเพิ่มก๊าซ CO_2 จะช่วยลดผลเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจาก chilling injury ในผลไม้เขตอบอุ่นและเขตร้อน

ความผิดปกติทางสรีระวิทยาของผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยว (physiological disorder)

ความผิดปกติทางสรีระวิทยาภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลผลิตมักจะพบได้บ่อย ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งความผิดปกตินี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ความเสียหายเนื่องจากความเย็น (chilling injury)
2. ความเสียหายเนื่องจากลักษณะผิดปกติทางสรีระวิทยาที่นอกเหนือจากความเย็น (physiological disorder other than chilling injury)

1. ความเสียหายเนื่องจากความเย็น (chilling injury) เป็นปัญหาที่มักเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาและปัญหาที่สำคัญมาก นอกจากนี้ในขณะการขนส่งลำเลียงผลผลิต ในกรณีที่มีผลผลิตหลายชนิดรวมกันแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่แตกต่างกันจึงทำให้ไม่สามารถปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมได้จะทำให้พืชแต่ละชนิดทีอาการผิดปกติเกิดขึ้นได้มากบ้างน้อยบ้างตามลำดับของอุณหภูมิและระยะเวลาที่ผลผลิตได้รับ

   ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายเนื่องจากความเย็นในระหว่างการลำเลียงขนส่งและเก็บรักษาจะเกิดความเสียหายเนื่องจากความเย็นมากน้อยเพียงใดนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องอีกคือ

   1.1 ความแก่ของผลผลิต (physiological maturity) ผลไม้ที่สุกแล้วจะเกิดความเสียหายได้ง่ายกว่าผลผลิตที่ยังไม่สุก เช่น มะเขือเทศในลักษณะที่มีสีชมพู เมื่อนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 32 องศาฟาเรนไฮต์ นาน 6 วันแล้วนำมาไว้ที่อุณหภูมิ 72 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วผลจะสุกเป็นปกติไม่เกิดความเสียหายแต่ถ้าเก็บรักษาผลที่สุกจะเสื่อมคุณภาพได้ง่าย

   1.2 อุณหภูมิ (temperature) เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิด chilling injury โดยที่อุณหภูมิต่ำจะทำให้ผลผลิตเพิ่มความเสียหายมากขึ้น จนถึงจุดหนึ่งที่ผลผลิตแสดงออกมาจนทำให้ผลผลิตนั้นสูญเสียคุณภาพ ซึ่งความเสียหายของผลผลิตจะเกี่ยวข้องกับเวลาที่ผลผลิตได้รับอุณหภูมิต่ำด้วย กรณีที่ผลผลิตได้รับอุณหภูมิต่ำมากและเป็นเวลานานจะทำให้ผลผลิตเกิด chilling injury ได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมไม่ให้ผลผลิตเกิดความเสียหายเนื่องจากความเย็น

1. ผลผลิตที่เก็บรักษาหรือขณะขนส่งจะมีโอกาสเกิดความเสียหายเนื่องจากความเย็นได้ ซึ่งวิธีการในการควบคุมป้องกันไม่ให้ผลผลิตเกิดความเสียหายจากสาเหตุดังกล่าว สามารถทำได้ดังนี้คือ การเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิต่ำ ดูได้จากผลกระทบจากอุณหภูมิในการเก็บรักษาภายใต้การควบคุมบรรยากาศ (Jones and et al 2006)

1.1 อุณหภูมิเริ่มต้น ผักที่เก็บรักษาหรือขนส่งโดยใช้ห้องเย็นควรค่อยๆลดอุณหภูมิจะช่วยป้องกันความเสียหายจากความเย็นได้

1.2 การควบคุมความชื้น ในการเก็บรักษาผลผลิต ถ้าสามารถควบคุมความชื้นภายในห้องเก็บรักษาให้มีความชื้น 100 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งมีความสามารถป้องกันหรือกำจัด การระบาดของเชื้อราได้ ความเสียหายของผลผลิตที่อาจเกิดจากความเย็นก็จะน้อยลง

1.3 การเก็บรักษาแบบ CA (CA storage) จะสามารถช่วยป้องกันความเสียหายเนื่องจากความเย็นของผลผลิตได้

1.4 การผสมพันธุ์ต้านทาน ในการใช้พันธุ์พืชที่ต้านทานความเสียหายเนื่องจากความเย็นเป็นแนวทางหนึ่งที่นักผสมพันธุ์พืชสนใจที่จะคัดเลือกพันธุ์ ที่มีความต้านทานต่อความเสียหายเนื่องจากความเย็นได้ ซึ่งเมื่อประสบผลสำเร็จก็จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ได้ผลมาก ในการป้องกันความเสียหายของผลผลิตเนื่องจากความเย็นในการเก็บรักษา

2. ความเสียหายเนื่องจากลักษณะผิดปกติทางสรีระวิทยาที่นอกเหนือจากความเย็น ผลผลิตที่เก็บรักษาจะเกิดความเสียหายนอกเหนือจากความเย็นได้หลายลักษณะ คือ

2.1 ความชอกช้ำจากการเก็บเกี่ยว และการลำเลียงขนส่ง การใช้เครื่องมือเครื่องจักรทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยว และการขนส่ง เช่น มะนาว จะทำให้ผิวเปลือกเป็นจุดสีน้ำตาล หรือเป็นสีดำเนื่องจากเซลล์บริเวณนั้นซึ่งมีน้ำอยู่แตกออก ซึ่งเห็นได้ชัดในการทำมะนาวดองก่อนทำต้องคลึงมะนาวก่อน และภายหลังจากการคลึงมะนาวแล้วสีผิวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างเห็นได้ชัดเจน

2.2 การขาดน้ำ ผลผลิตโดยเฉพาะพวกผักสด ภายหลังการเก็บเกี่ยวจะสูญเสียน้ำตลอดเวลา ทำให้เหี่ยวง่าย เช่น ผักกาด

2.3 การถูกแดดเผา ภายหลังการเก็บเกี่ยวผักสดแล้ว โดยเฉพาะพวกผักที่มีผิวบางหรือไม่มีสิ่งปกคลุมควรรีบนำเข้าร่ม เพราะถ้าปล่อยไว้ให้ถูกแดดบางครั้งจะเกิดอาการเหมือนน้ำร้อนลวก เช่น ผักกาด พริก และอื่นๆ

2.4 ความเสียหายจากการเก็บรักษา ในระหว่างการเก็บรักษาอาจมีความเสียหายเกิดขึ้น และถ้าเกิดขึ้นจะเกิดคราวละมากๆ เช่น พืชหัวอาจจะงอก หรือผักบางชนิดอาจไม่มีพัฒนาการสุก เมื่อนำออกจากห้องเก็บรักษา หรือสุกแต่ไม่ได้คุณภาพเป็นต้น

(สมชาย,2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศปกติจะมีเพียงร้อยละ 0.03 แต่คาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงๆ จะมีบทบาทสำคัญมากต่อการเก็บรักษาผลิตผล คุณสมบัติที่สำคัญของคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชอาจจะได้ผลน้อยเมื่อใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำเกินไป ขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปอาจทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตรายอาจทำให้เน่าเสียเร็วยิ่งขึ้นได้

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีบางชนิด จึงเรียกคาร์บอนไดออกไซด์ว่า bacteriostatic หรือ fungi static agent คือจะยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้นมิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยทั่วไปจะต้องใช้คาร์บอนได้ออกไซด์ที่ความเข้มข้นอย่างน้อยร้อยละ 20 ณ สมดุลในบรรยากาศ

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

4. การผิดปกติทางสรีรวิทยา ในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงจะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด (ดนัย, 2540)

บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน

O_2 ในบรรยากาศมีปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อขบวนการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และกระบวนการออกซิเดชั่นอื่นๆ การลดปริมาณ O_2 จะมีผลทำให้อัตราการหายใจลดลง ถ้าปริมาณ O_2 ลดลงถึง 5 เปอร์เซ็นต์ จะไม่เพียงพอกับการหายใจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (สมบุญ,2544) มีบทบาทต่อการทำงานของเอทธิลีนในพืช ความเข้มข้นของ O_2 ระหว่าง 0.5 เปอร์เซ็นต์สามารถชะลอความสุกของผลไม้หลายชนิด (ดนัย และนิธิยา,2548)

การหมัก (fermentation) เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งสังเกตได้จากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่สะสมขึ้น มีการผลิตอัตราที่สูงขึ้น เพื่อให้ปริมาณ O_2 ได้ตามระดับที่ต้องการนั้นอาทำได้โดยการปล่อยให้ผลผลิตหายใจ ใช้ออกซิเจนให้ลดลงอยู่ในระดับที่ต้องการก่อน เมื่อได้ O_2 ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการแล้ว ปริมาณ O_2 จะลดลงอีก ดังนั้นจะต้องคอยวัดและเพิ่มเติม O_2 จากภายนอกโดยใช้ O_2 จากถังก๊าซหรือใช้วิธีดูก๊าซเนื่องจากมีการหายใจ (จริงแท้,2541)

บทบาทของเอททธิลีน

เอทธิลีน เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่มีอุณหภูมิปกติ มีสูตรโมเลกุลคือ CH_2 และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 เอทธิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่การเจริญ การพัฒนา การแก่ การสุก และการเสื่อมสภาพในผลไม้ ขณะการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่การเจริญเติบโตในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนสูงมาก การให้เอทธิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทธิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองของเอทธิลีนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทธิลีน เรียกปรากฏการณ์นี้ว่าเป็นการสุกของผลไม้ และเอทธิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้

การสังเคราะห์เอทธิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน (methionine) และอาจมีการสังเคราะห์เอทธิลีนเพียงเล็กน้อย จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดลิโนเลอีค เมทไธโอนีนเป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทธิลีน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นเอทธิลีนได้อย่างรวดเร็ว และต้องการออกซิเจนในการสังเคราะห์ด้วย (ดนัย,2540)

การผลิตเอทธิลีน เนื้อเยื่อพืชทุกชนิดสร้างเอทธิลีนได้ โดยปกติปริมาณการผลิตเอทธิลีนจะมีน้อย แต่เมื่อผลิตผลสุกหรือเมื่อผลิตผลถูกกระทบกระเทือนด้วยอะไรก็ตามจะมีการสร้างเอทธิลีนเกิดขึ้นเป็นอันมาก และเอทธิลีนจะไปกระตุ้นกระบวนการต่างๆ ให้เกิดขึ้นได้ เช่น กระบวนการสุก การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอทธิลีนอาจเกิดจากแหล่งอื่นๆ อีก เช่น จากเชื้อรา จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ เอทธิลีนอาจเกิดจากภายนอกสามารถกระตุ้นให้ผลไม้ผลิตเอทธิลีนในปริมาณที่สูงขึ้นได้หากให้เอทธิลีนก่อนกระบวนการสุกจะเริ่มขึ้น (จริงแท้,2541)

บทบาทของสารดูดซับเอทธิลีน

การใช้สารดูดซับเอทธิลีน (C_2H_2 : ethylene absorbdent,EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดีคือ ด่างทับทิม (potassium permanganate,$KMnO_4$) ซึ่งทำปฏิกิริยาทางเคมีกับ C_2H_2 เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิดคือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide,MnO_2) และเอทธิลีนไกลคอล (ethylene glycol,$C_6H_6O_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็น C_2H_2 ได้อีก วิธีการเตรียม EA ทำได้โดยจุ่มวัสดุที่มีความพรุนสูงในสารละลายอิ่มตัวของด่างทับทิมแล้วผึ่งลมให้แห้ง EA สามารถดูดซับ C_2H_2 ที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมา ช่วยลดปริมาณ CO_2 จึงชะลอการสุกได้ (สุชีรา,2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาชนะบรรจุ

ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ภาชนะบรรจุเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งในการเก็บรักษาเพื่อให้ผลิตภัณฑ์นั้นมีอายุการเก็บยาวนานขึ้น packaging material ที่นิยมใช้ได้แก่

Polyethylene (PE) เป็นพลาสติกชนิด thermoplastic ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ของ ethylene จัดเรียงตัวแบบต่างๆกัน ทำให้ได้พลาสติกที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งได้เป็นชนิดต่างๆ คือ low density film (มีความหนาแน่นตั้งแต่ 0.914 – 0.925 g/cm^3) medium density film (ความหนาแน่น 0.93 – 0.94 g/cm^3) และ high density film (0.95 – 0.96 g/cm^3) ซึ่งฟิล์มเหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน (คุณสบัติในการยอมให้น้ำก๊าซซึมผ่าน, tensile strength ตลอดจนอุณภูมิที่ใช้ในการปิดผนึกและอื่นๆ) ดังตารางที่ 1 (Tungcharoenchai, 1980)

และเนื่องจาก low density film มีคุณสมบัติเด่นในด้านการป้องกันความชื้นได้ดี และการดูดซึมไอน้ำได้ต่ำมากจึงนำมาใช้ในการบรรจุอาหารโดยอยู่ในรูปของแผ่นฟิล์ม หรือนำมาลามิเนทกับวัสดุชนิดอื่น การลามิเนท (lamination) หมายถึงการนำวัสดุชนิดหนึ่งมาทาบติดกับวัสดุอีกชนิดหนึ่งด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้โครงสร้างใหม่ที่มีประโยชน์ในการใช้งาน โดยจะประสานข้อดีของวัสดุทั้งสองเข้าด้วยกัน ตัวอย่างเช่น การใช้ aluminum foil มาลามิเนทกับสิ่งทอหรือฟิล์มพลาสติกสามารถจะรักษาสภาพความชื้นต่ำ และ high germination ของเมล็ดถั่วเหลืองในการเก็บได้ถึง 2 ปี ในขณะที่ถ้าเก็บเมล็ดไว้ในถุงกระดาษเพียง 6 เดือน เมล็ดจะตาย ตัวอย่างของการลามิเนทชนิดอื่นเช่น paper/aluminum foil/polyethylene. Polyester/polyvinyl film

Polypropylene (PP) เป็น thermoplastic ที่ประกอบด้วยโมโนเมอร์ของ propylene เป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักเบาอีกชนิดหนึ่ง มีความหนาแน่น 0.905 g/cm^3 มีคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซและไอน้ำผ่านต่ำมาก และไม่ยอมให้น้ำมันและไขมันซึมผ่าน PP ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมี 2 ชนิดคือ CPP (cast polypropylene) และ OPP (oriented polypropylene) ซึ่ง OPP นั้นในการเชื่อมปิดด้วยความร้อนทำได้ยากต้องใช้ร่วมกับพลาสติกอื่นๆ

Aluminum เป็นโลหะที่สามารถนำมารีดเป็นแผ่นบางๆ ในรูปของ aluminum foil ใช้ในการหีบห่อหรือลามิเนทกับพลาสติกอื่นๆ จะสามารถอุดรูพรุน (pinholes) ที่เกิดขึ้นในแผ่น aluminum foil ได้ดีสามารถป้องกันการซึมผ่านของไขมันและน้ำมันได้ดีทนต่อแรงดึงสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. แตงกวาหั่น
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า
3. ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ
4. เครื่องแก้ว เช่น flask, beaker, testtube
5. hand refractometer
6. บิวเรตต์
7. เครื่องวัดสี
8. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
9. สารดูดซับเอทธิลีน (ethylene absorbent, EA)
10. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
11. ก๊าซออกซิเจน
12. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์
13. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น มีด ตะกร้า เป็นต้น
14. สารดูดความชื้น (moisture absorbent)

วิธีการทดลอง

ศึกษาผลของระยะเวลาในการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด จัดหาแตงกวาที่มีลักษณะคุณภาพที่ดีหลังการเก็บเกี่ยว นำไปลดอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ จากนั้นนำมาบรรจุในถุงพลาสติก polyethylene (PE) ถุงละประมาน 100 กรัม ใส่สารดูดความชื้นและใส่สารดูดซับ ethylene 3% ผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศพร้อมกับเติม CO_2 และ O_2 10 : 5 และนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ประกอบด้วย 5 วิธีการ มี 3 ซ้ำ ทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ 2 วัน วิธีการทดลองได้แก่

วิธีการที่ 1 control (ไม่ผ่านการ precooling)

วิธีการที่ 2 ลดอุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 5 นาที

วิธีการที่ 3 ลดอุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 10 นาที

วิธีการที่ 4 ลดอุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 15 นาที

วิธีการที่ 5 ลดอุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ศึกษา

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คิดโดยทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของแตงกวาหั่นสดก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นทุกๆ 2วัน ให้ทำการชั่งน้ำหนักใหม่แล้วบันทึกผล นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสดและคำนวณตามสมการ

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด= น.น.สดก่อนการเก็บรักษา – น.น. สดหลังการเก็บรักษา x 100
น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา

2. ปริมาณ total soluble solids (TSS) ทุกๆ 2 วัน หลังการเก็บรักษา นำแตงกวามาวัดปริมาณ TSS โดยการนำน้ำคั้นจากแตงกวามาวัดด้วย hand refractometer มีหน่วยเป็น brix

3. ปริมาณ tritratable acidity (TA) ทำการบันทึกผลทุกๆ 2 วัน โดยการนำน้ำคั้นจากแตงกวาปริมาณ 5 มิลลิลิตร มาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์จำนวน 3-4 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไตรเตรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOh) ความเข้มข้น 0.1 จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร) บันทึกปริมาตรด่างที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณเปอร์เซ็นต์กรดแอสคอร์บิกจากสูตร

เปอร์เซ็นต์กรดแอสคอร์บิก = N base x ml. base x meg. Wt. ของจุดแอสคอร์บิก x 100
ml. ของน้ำคั้นที่ใช้

โดย N base = Normality ของ NaOh

ml. base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOh ที่ใช้ไตรเตรต

meg. Wt. ของกรดแอสคอร์บิก = 0.06808

4. การเปลี่ยนแปลงสี บันทึกผลทุกๆ 2 วัน โดยใช้เครื่องวัดสี วัดทั้งก่อนและหลังการทดลอง

5. ความแน่นเนื้อ บันทึกผลทุกๆ 2 วัน โดยใช้เครื่องวัดความแน่นเนื้อซึ่งหัววัดเป็นรูปกระบอกปลายเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ตาราง Analysis of Variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลอง	วันที่ 18 เดือน มีนาคม 2550
สิ้นสุดการทดลอง	วันที่ 26 เดือน มีนาคม 2550
รวมระยะเวลาทั้งสิ้น	8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า แตงกวาหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าแตงกวาหั่นมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.60 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดคือ 0.26 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังการเก็บรักษา 2วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.93 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5นาทีและ 15นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.91, 0.78 และ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.26 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 4วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.15 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10, 5 และ 15 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.09, 1.06 และ 0.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.47 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 6วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.28 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.94, 0.72 และ 0.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.53 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
82160

และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 8วัน

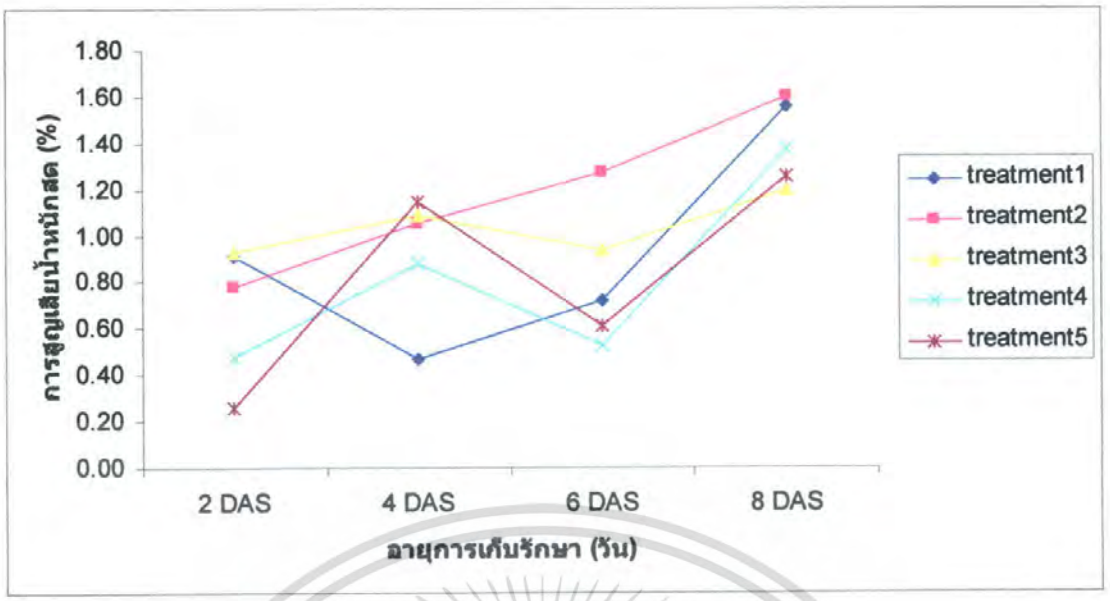
ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.60 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว แตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีและ20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.56, 1.37 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาทีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างกัน

วิธีการ	การสูญเสียน้ำหนักสด(เปอร์เซ็นต์)			
	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
control	0.91a	0.47a	0.72 a	1.56a
5นาที	0.78a	1.06a	1.28a	1.60a
10นาที	0.93a	1.09a	0.94a	1.19a
15นาที	0.48a	0.88a	0.53a	1.37a
20นาที	0.26a	1.15a	0.61a	1.25a

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลังการเก็บรักษาที่ 2, 4, 6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า แตงกวาหั่นสดมีปริมาณ TSS เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองแตงกวาหั่นสดมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.27 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.80 brix

ก่อนทำการทดลอง

ก่อนทำการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสดมีปริมาณ TSS = 4.00 brix

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.27 brix รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณ TSS เท่ากัน คือ 3.93 brix ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 5 และ 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.87 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิมีผลทำให้ปริมาณ TSS ของแตงกวาหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 4.07 brix รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15, 20 นาที และแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณ TSS 3.80, 3.73 และ 3.60 brix ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.53 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ของแตงกวาหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 และ 10 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.50 brix รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณ TSS 3.17 brix ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 20 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 3.00 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ของแตงกวาหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

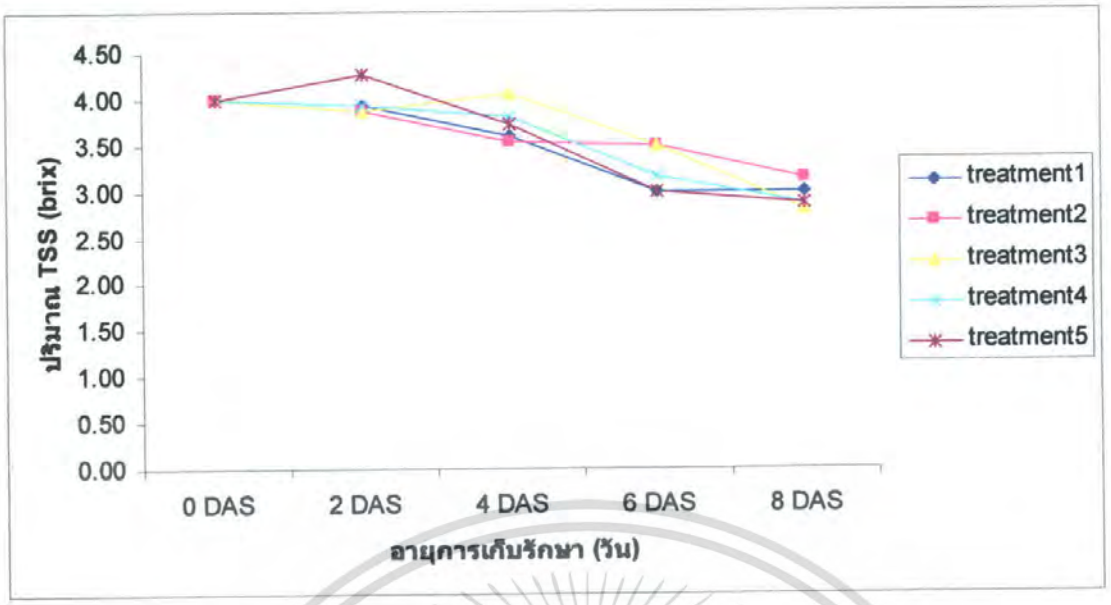
ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 3.13 brix รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15, 20 นาที และแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณ TSS 3.00 และ 2.87 brix ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 2.80 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TSS ของแตงกวาหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solidหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาที่ต่างกัน

วิธีการ	ปริมาณTSS (brix)				
	0DAS	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
control	4.00a	3.93a	3.60a	3.00a	3.00a
5นาที	4.00a	3.87b	3.53a	3.50a	3.13a
10นาที	4.00a	3.87b	4.07a	3.50a	2.80a
15นาที	4.00a	3.93b	3.80a	3.17a	2.87a
20นาที	4.00a	4.27b	3.73a	3.00a	2.87a

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid ของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลังการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณ tritratable acidity (TA)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า แตงกวาหั่นสดเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองแตงกวาหั่นมีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.02 เปอร์เซ็นต์

ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการทำการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.05 - 0.07 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 และ 15 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 5 และ 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA ของแตงกวาหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ แตงกวาหั่นที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10, 5 และ 20 นาที มีมีปริมาณ TA คือ 0.08, 0.07 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.02 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15นาที มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ แตงกวาที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5, 10 และ 20 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.03 เปอร์เซ็นต์ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว แตงกวาหั่นที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 และ 20 นาที มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแตงกวาที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา

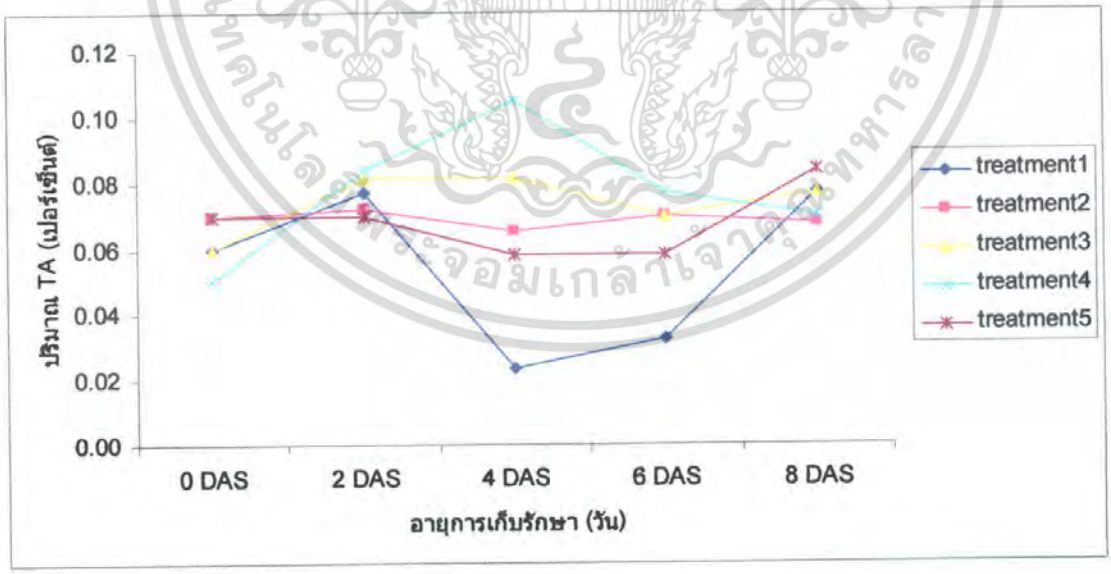
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ส่วนแตงกวาที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 และ 15 นาที มีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณ tritratable acidityหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาที่ต่างกัน

วิธีการ	ปริมาณTA(เปอร์เซ็นต์)				
	0DAS	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
control	0.06a	0.08a	0.02a	0.03a	0.08a
5นาที	0.07a	0.07a	0.07a	0.07a	0.07a
10นาที	0.06a	0.08a	0.08ab	0.07a	0.08a
15นาที	0.05a	0.08a	0.10ab	0.08a	0.07a
20นาที	0.07a	0.07a	0.06b	0.06a	0.08a

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ tritratable acidity (TA) ของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลังการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ค่าสี

ค่าความสว่าง (L*)

ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าความสว่างของแตงกวาหั่นสดจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 63.91 – 66.61

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าความสว่างของสีมากที่สุดคือ 65.05 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15, 20 และ 5 นาที มีค่าความสว่าง คือ 64.67, 64.25 และ 62.52 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 60.58 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างของสีมากที่สุดคือ 67.07 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5, 15 นาที และแตงกวาสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าความสว่าง คือ 65.29, 65.01 และ 63.41 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 63.26 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าความสว่างของสีมากที่สุดคือ 66.42 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10,5 และ 15 นาที มีค่าความสว่าง คือ 66.34, 65.65 และ 65.18 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 64.91 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างของสีมากที่สุดคือ 65.00 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่าง คือ 64.31, 64.14 และ 62.14 ตามลำดับ ส่วน

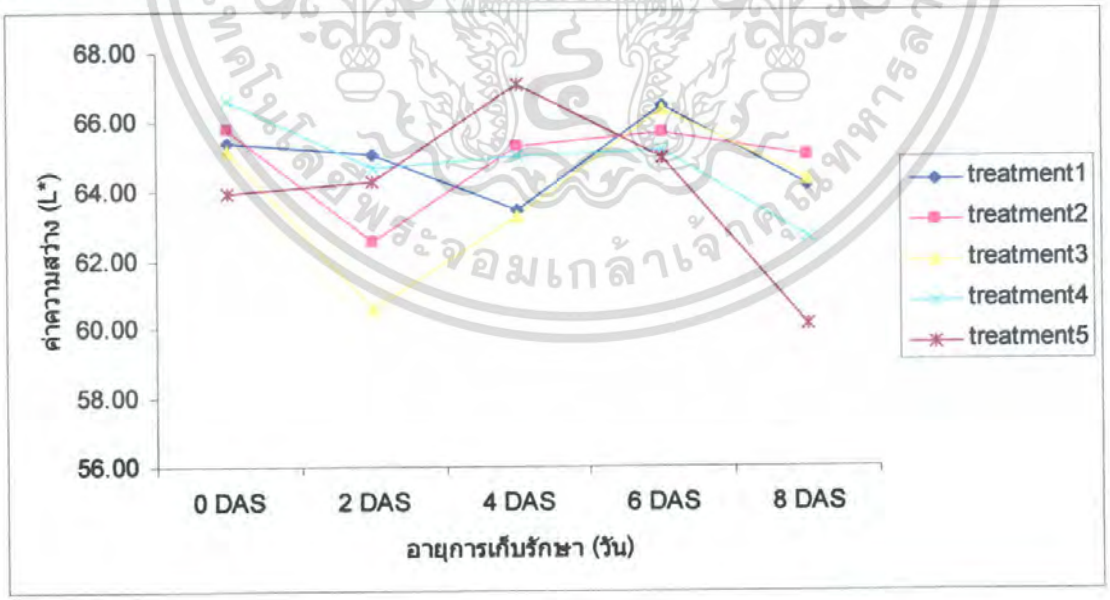
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสว่างน้อยที่สุด คือ 60.11 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสว่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงค่าความสว่าง (L*) หลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาที่ต่างกัน

วิธีการ	ค่าความสว่าง (L*)				
	0DAS	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
control	65.40a	65.05a	63.41a	66.42a	64.14a
5นาที	65.79ab	62.52a	65.29a	65.65a	65.00a
10นาที	65.14ab	60.58a	63.26a	66.34a	64.31a
15นาที	66.61ab	64.67a	65.01a	65.18a	62.64a
20นาที	63.91b	64.25a	67.07a	64.91a	60.11a

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ตารางที่ 4 แสดงค่าความสว่าง (L*) ของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกัน ภายหลังการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีแดง (a*)

ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีแดงจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง -5.97 – -6.43

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ -5.40 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5, 15 และแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีแดง คือ -5.33, -5.19 และ -4.92 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุด คือ -4.62 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ –5.39 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 และ 15 นาที มีค่าสีแดง คือ -4.84, -4.83 และ -4.70 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุด คือ -4.60 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่าแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ -5.10 รองลงมา คือ รวดเร็ว แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20, 5 และ 10 นาที มีค่าสีแดง คือ -5.04, -4.92 และ -4.79 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีแดงน้อยที่สุด คือ -4.76 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

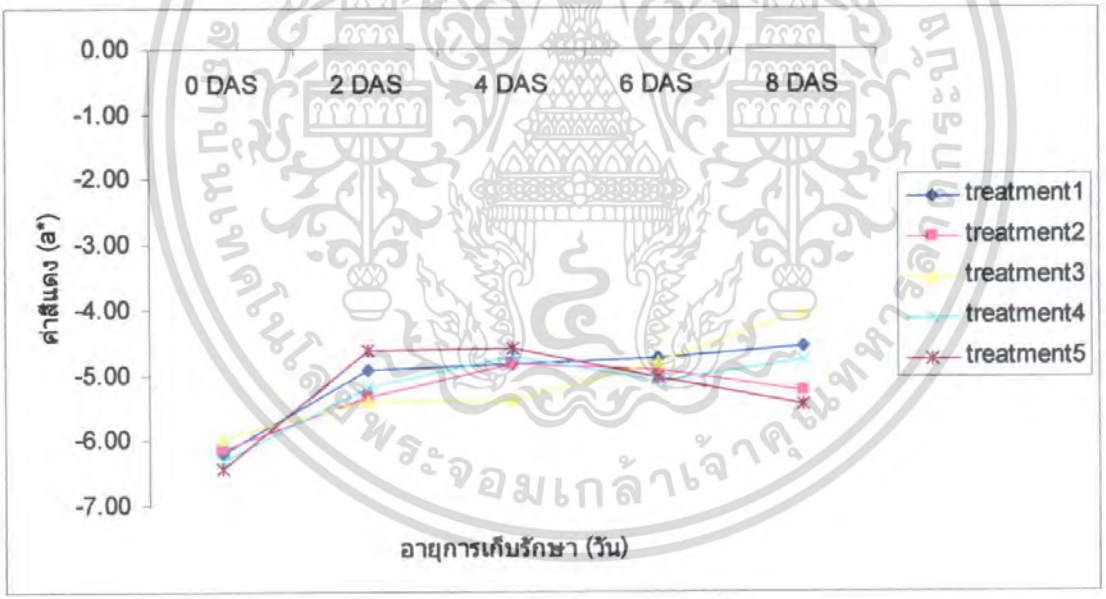
ปรากฏว่าแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีแดงมากที่สุดคือ -5.44 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5,15 และแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว มีค่าสีแดง คือ -5.26, -4.79 และ -4.56 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงน้อยที่สุด คือ -4.03 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีแดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงค่าสีแดง (a*) หลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาที่ต่างกัน

วิธีการ	ค่าสีแดง (a*)				
	0DAS	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
Control	-6.21a	-4.92a	-4.84a	-4.76a	-4.56a
5นาที	-6.15a	-5.33a	-4.83a	-4.92a	-5.26ab
10นาที	-5.97a	-5.40a	-5.39a	-4.79a	-4.03ab
15นาที	-6.32a	-5.19a	-4.70a	-5.10a	-4.79b
20นาที	-6.43a	-4.62a	-4.60a	-5.04a	-5.44b

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5 แสดงค่าสีแดง (a*) ของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกันภายหลังการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีเหลือง (b*)

ก่อนการเก็บรักษา

ก่อนการเก็บรักษาค่าสีเหลืองมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 21.41 – 22.90

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ปรากฏว่าแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 21.57 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที, แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีเหลือง คือ 21.41, 19.91 และ 19.73 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ 19.91 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ปรากฏว่าแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 22.36 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที, แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที และแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีเหลือง คือ 21.99,21.88 และ 21.30 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ 13.71 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่าแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 23.80 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15, 5 และ 10 นาที มีค่าสีเหลือง คือ 23.33, 23.03 และ 22.21 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ 21.35 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

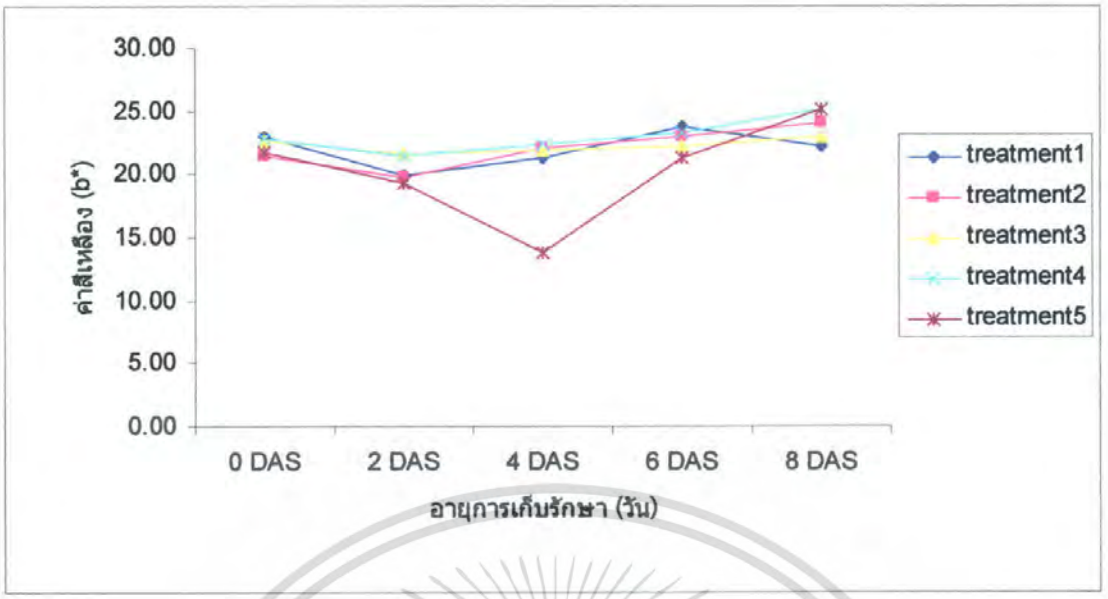
ปรากฏว่าแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาทีมีค่าสีเหลืองมากที่สุดคือ 25.14 รองลงมา คือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20, 5 และ 10 นาที มีค่าสีเหลือง คือ 25.14, 23.95 และ 22.92 ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าสีเหลืองน้อยที่สุด คือ 22.21 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าสีเหลืองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงค่าสีเหลือง (b*) หลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาที่ต่างกัน

วิธีการ	ค่าสีเหลือง (b*)				
	0DAS	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
Control	22.90a	19.91a	21.30a	23.80a	22.21a
5นาที	21.41a	19.73a	21.99a	23.03a	23.95a
10นาที	22.71a	21.57a	21.88a	22.21a	22.92a
15นาที	22.79a	21.41a	22.36a	23.33a	25.15a
20นาที	21.72a	19.30a	13.71a	21.35a	25.14a

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงค่าสีเหลือง (b*) ของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกัน ภายหลังการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าความแน่นเนื้อ

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า แตงกวาหั่นสดค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น เมื่อสิ้นสุดการทดลองแตงกวาหั่นสดมีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 12.08 นิวตัน และมีค่าความแน่นเนื้อ น้อยที่สุดคือ 3.25 นิวตัน

ก่อนทำการทดลอง

ก่อนทำการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสดมีค่าความแน่นเนื้อ 3.25 – 4.50 นิวตัน

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วมีค่าความแน่นเนื้อ มากที่สุดคือ 9.02 นิวตัน รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5, 15 และ 10 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ 8.85, 6.79 และ 6.49 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 4.78 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการลดอุณหภูมิมีผลทำให้ค่าความแน่นเนื้อ ของแตงกวาหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ มากที่สุดคือ 10.61 นิวตัน รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และแตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ 8.54, 7.45 และ 7.43 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ น้อยที่สุดคือ 6.28 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อ ของแตงกวาหั่นสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ มากที่สุดคือ 9.14 นิวตัน รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 และ 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ 6.61, 5.96 และ 5.67 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความแน่นเนื้อน้อยที่สุดคือ 5.09 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อ ของแตงกวาหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

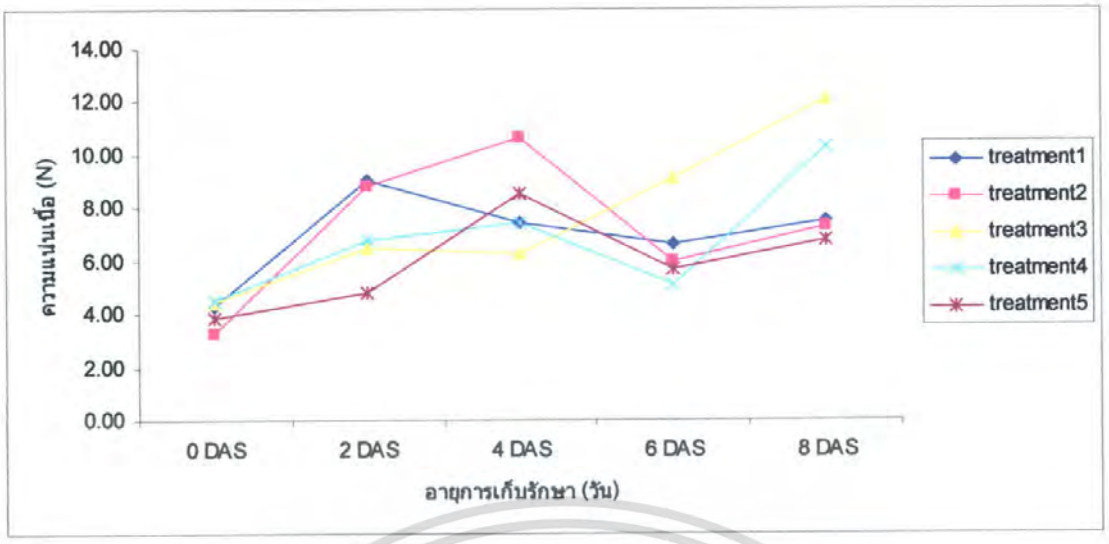
ปรากฏว่า แตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุดคือ 12.08 นิวตัน รองลงมาคือ แตงกวาหั่นสดที่ลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที แตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ 10.29, 7.53 และ 7.33 นิวตัน ตามลำดับ ส่วนแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ น้อยที่สุดคือ 6.81 นิวตัน และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความแน่นเนื้อ ของแตงกวาหั่นสดมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 แสดงค่าความแน่นเนื้อหลังการเก็บรักษาของแตงกวาหั่นสด หลังการลดอุณหภูมิในระยะเวลาที่ต่างกัน

วิธีการ	ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน)				
	0DAS	2DAS	4DAS	6DAS	8DAS
control	4.30a	9.02a	7.45a	6.61a	7.53a
5นาที	3.25a	8.85a	10.61a	5.96ab	7.33ab
10นาที	4.42a	6.49ab	6.28a	9.14b	12.08ab
15นาที	4.50a	6.79ab	7.43a	5.09b	10.29b
20นาที	3.85a	4.78b	8.54a	5.67b	6.18b

หมายเหตุ : ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 7 แสดงค่าความแน่นเนื้อของแตงกวาหั่นสดที่ผ่านการลดอุณหภูมิในระยะเวลาต่างๆกัน ภายหลังการเก็บรักษา 0, 2, 4, 6 และ8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีปริมาณ TSS ที่น้อยลง ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการ ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TSS เปลี่ยนแปลงมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 และ 20 นาที มีปริมาณ TSS เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

3. ปริมาณ tritratable acidity (TA)

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีปริมาณ TA ที่เพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วและการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีปริมาณ TA เปลี่ยนแปลงมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีปริมาณ TA เปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

4. ค่าสี

ค่าความสว่าง (L*)

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีค่าความสว่างที่ลดลง ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 15 นาที มีค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าความสว่างเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสีแดง (a*)

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีสีแดงที่เพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความสีแดงเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 5 นาที มีค่าสีแดงเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

ค่าสีเหลือง (b*)

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความสีเหลืองเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว มีค่าสีเหลืองเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

5. ค่าความแน่นเนื้อ

พบว่า แตงกวาหั่นสดที่เก็บรักษามีค่าความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสที่ระยะเวลาต่างๆ มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด โดยแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 10 นาที มีค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงมากที่สุด และแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 20 นาที มีค่าความแน่นเนื้อเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาผลของการลดอุณหภูมิต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด พบว่า สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด 12 วัน

ภายหลังการเก็บรักษาแตงกวาหั่นสด ในทุกวิธีการจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากขึ้น เนื่องจากผลผลิตยังมีชีวิตและยังคงมีการหายใจอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดกระบวนการเผาผลาญอาหารสะสม อีกทั้งยังมีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจ ทำให้การเก็บรักษาสั้นลง ดังนั้นเราจึงควรลดการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิตให้มากที่สุด จึงจะทำให้ผลผลิตสูญเสียคุณภาพช้าลงและเก็บรักษาผลผลิตได้นานยิ่งขึ้น

การเก็บรักษาโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศ จะต้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต จึงทำให้ผลผลิตนั้นสามารถเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ช่วยลดอัตราการหายใจและการเกิดเอทธิลีน ทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นานขึ้น (Will,1981) และจากการที่เราใช้ถุงพลาสติกPE ซึ่งมีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มากจึงไม่เกิดการหายใจโดยไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ (Brydson, 1969) ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ บุญกลิ่นขจร (2526) ที่กล่าวว่า การใช้พลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิด เป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของก๊าซออกซิเจนทำให้อัตราการหายใจลดลง และ การผลิตก๊าซเอทธิลีนต่ำลง ขณะเดียวกันระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลเพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด โดยเชื่อกันว่าคาร์บอนไดออกไซด์จะไปแย่ง active site ของเอธิลีน (จริงแท้, 2546) นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียน้ำหนัก สามารถป้องกันเชื้อราได้บ้างบางชนิด สุชีรา เยี่ยงยุกดิ์สากล (2537) กล่าวว่า การใช้สารดูดซับเอธิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดี คือ ด่างทับทิม (potassium permanganate, $KMnO_4$) สารดูดซับเอทธิลีนสามารถดูดซับเอทธิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมาจากผล ช่วยลดปริมาณเอทธิลีนจึงช่วยชะลอการสุกได้ การเก็บรักษาในที่ที่อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลิตผล จึงทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานกว่าเก็บรักษาในอุณหภูมิปกติ (จริงแท้, 2541) ดังนั้นจะพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสมชาย (2543) ที่กล่าวว่า ผลผลิตสดทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการหายใจอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ยังมีชีวิตอยู่ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานในการดำเนินปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลง ที่สำคัญพลังงานที่ได้นั้นมาจากขบวนการหายใจ ซึ่งอัตราการหายใจนั้นแตกต่างกันออกไปตามระยะและสภาพแวดล้อม ส่วนปริมาณ total soluble solid (TSS) จะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับ จริงแท้ (2541) ที่กล่าวว่า โดยปกติผลิตผลซึ่งมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมลดลงซึ่งสอดคล้องกับ Seymour (1993) ที่กล่าวว่า การลดลงของกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และน้ำตาลเนื่องจากพืชนำไปใช้ในการหายใจ และปริมาณกรดในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าผักกาดหอมหั่นมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ TA เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

ก่อนทำการเก็บรักษานั้นควรมีการทำความสะอาดตู้แช่และผลิต เพื่อป้องกันเชื้อราเข้ามาในถุงซึ่งจะมีผลต่อการเก็บรักษาผักกาดหอมหั่นทำให้ผักกาดหอมหั่นนั้นเสียสภาพได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกมณฑล ศรศรีวิชัย. 2530. **การเก็บรักษาผลผลิตสดการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว:เทคโนโลยีและสรีระวิทยา**. รัตนพลพริ้นติ้ง, เชียงใหม่.

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

จิรา ณ หนองคาย. 2533. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้**. แมสพับลิซซิ่ง, กรุงเทพฯ

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

จริงแท้ ศิริพานิช และ ธีรนุต ร่มโพธิ์ภักดิ์. 2543. **เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** โครงการเกษตรกู้ชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 89 หน้า.

ฐิติ สินธุนาคา. 2511. **การใช้สารจิบเบอเรลินแอสิดช่วยในการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนเพศของดอกและการเจริญเติบโตของแตงกวา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดนัย บุณยเกียรติ. 2540. **สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน**. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

ดนัย บุณยเกียรติ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**, พิมพ์ครั้งที่ 5. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 154 หน้า.

ทศพร แจ้งจรัส. 2531. **ผักฤดูร้อน**, กรุงเทพฯ : ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มาหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 122.

นิภา ทรงคุณเกียรติ. 2540. **การเก็บรักษาผลผลิตทางพืชสวน**. เกษตรก้าวหน้า. 12 (2) : 38 - 44

วัฒนา วิริวุฒิกร. 2540. **เทคนิค CAP/MAP เพื่อยืดอายุการเก็บอาหาร**. 27 (4) : 278 – 281.

สมชาย กล้าหาญ. 2546. **วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมบุญ เตชะภิญญาวิฒน์. 2544. **สรีระวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชีรา เย็ยงยุกดิ์สากล. 2537. **การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วยฟิล์ม.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิยาลัย, มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์

สุเทวี ศุขปราการ. 2522. **แตงกวา วารสารพืชสวน**. 14(2): 56 – 60.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kader, AA. 1986. **Biochemical and physiological basic for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetable**. Food Techno. 99 p.

Nonnecke. I.L. 1978. **Vegetable production**. Van No strand Reinhold. New York. P 524..

Salunkhe D.k. and Desai B.B. 1984. **Postharvest biotechnology of vegetable Volume II.** CRD press. 194 p.

Tungjaroenchai, W. 1980. **The use of an oxygen absorber in soybean (*Glycine max* (L) Merrill) packging**. post grad. Diploma. Thesis, Massey Univ> Palmerston North New Zealand.

Weichmann J. 1987. **Post harvest physiology og vegetable**. Mareel Dekker Inc. New York and Basel, P. 81, 257, 266, 528 – 529.

Whitaker, T.W. and Glen N. davis. 1962. **Cucurbits**. Interscience Publishers Inc. 250 p.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวก

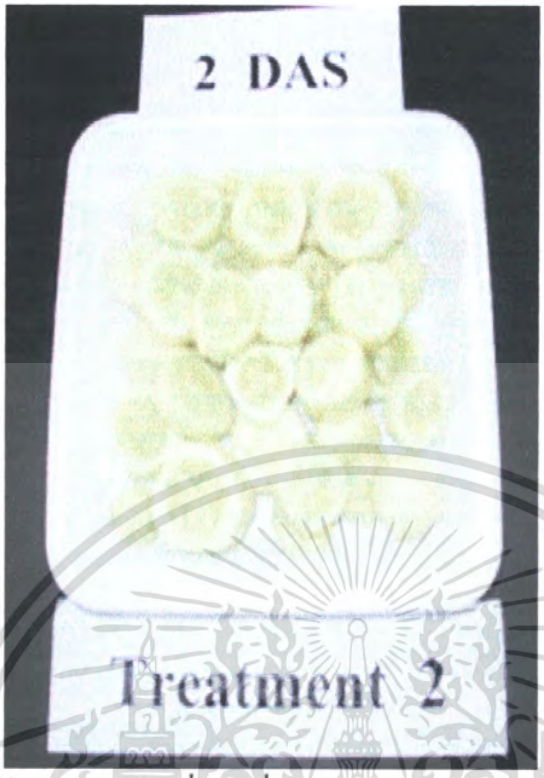
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 1 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดก่อนการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 2 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ภาพผนวกที่ 4 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 5 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ภาพผนวกที่ 6 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

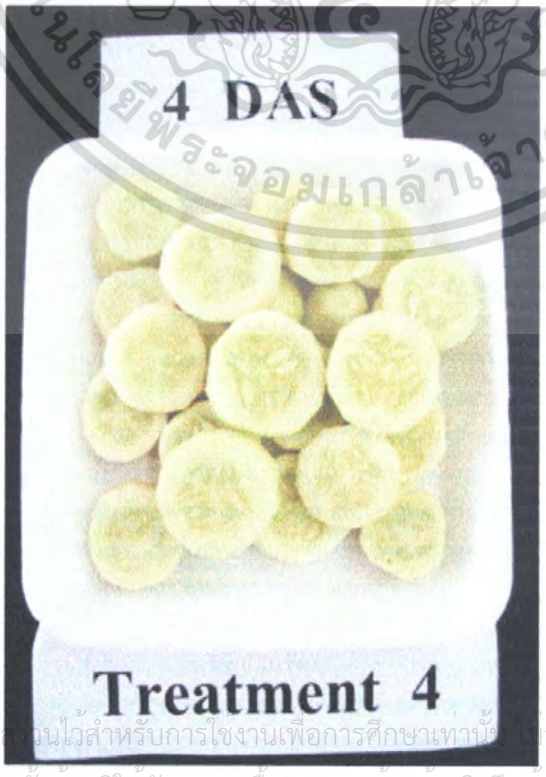
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 7 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 8 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ภาพผนวกที่ 9 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

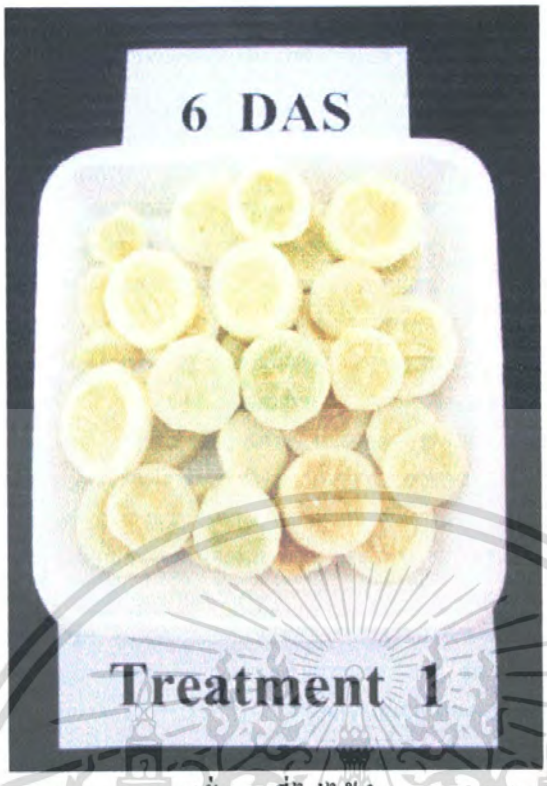


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 10 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ภาพผนวกที่ 11 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 12 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ภาพผนวกที่ 13 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

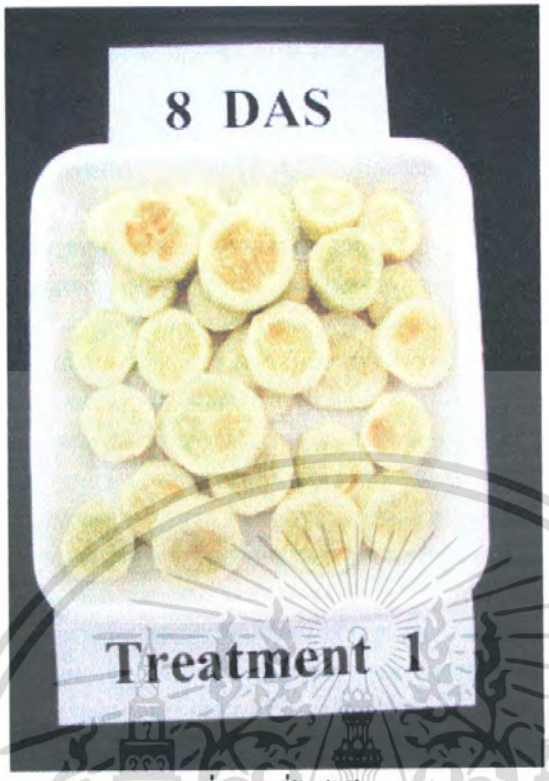
ภาพผนวกที่ 14 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ภาพผนวกที่ 15 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ภาพผนวกที่ 16 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 17 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ไม่ได้ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ภาพผนวกที่ 18 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 5 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 19 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 10 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ภาพผนวกที่ 20 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 15 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 21 แสดงคุณภาพของแตงกวาหั่นสดที่ทำการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วเป็นระยะเวลา 20 นาทีและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้