

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

อิทธิพลของ  $N_2 : O_2$  ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษา

ชมพูพันธุ์ทูลเกล้า

Influence of  $N_2 : O_2$  on Quality After Storage of Eugenia

'Toon Klao'

โดย

นางสาวพรนรินทร์ เฉลิมศรี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย



( ผศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ )

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 18 เดือน 8 พ.ศ. ๕๖

ภาควิชารับรองแล้ว



( รศ.สมภพ ฐิตะวสันต์ )

หัวหน้าภาควิชา

วันที่ 18 เดือน 8 พ.ศ. ๕๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

อิทธิพลของ  $N_2 : O_2$  ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษา

ชมพูพันธุ์ทุลเกล้า

Influence of  $N_2 : O_2$  on Quality After Storage of

Eugenia 'Toon Klao'

โดย

นางสาวพรนรินทร์ เถลิมนศรี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.สมชาย กกล้าหาญ

รฟ.

พ 245๑

2545

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 51290

วัน,เดือน,ปี - ๘ ก.ค. 2547

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2545

11/๖/๕๑/๙x
b.....
i.....

## คำนิยาม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถล่องไปได้ด้วยดีเนื่องจากความอนุเคราะห์และความกรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาต่างๆทั้งทางด้านการทดลองและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการทดลองทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ผศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ ที่ได้ให้คำปรึกษาและวิชาความรู้ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางให้ปฏิบัติอย่างถูกต้องตามขั้นตอน จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ญาติพี่น้องทุกคน ที่สนับสนุนในด้านการศึกษาและให้กำลังใจตลอดมา

และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่ได้เสียสละเวลากำดั่งกายและให้กำลังใจรวมทั้งให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษนี้

พรนรินทร์ เถลิงศรี

กุมภาพันธ์ 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง อิทธิพลของ  $N_2 : O_2$  ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาชมพู่พันธุ์ทุลเกล้า  
 Influence of  $N_2 : O_2$  on Quality After Storage of Eugenia 'Toon Klao'  
 โดย พรนรินทร์ เถลิสมศรี  
 สาขาวิชา พืชสวน  
 ภาควิชา พืชสวน  
 คณะ เทคโนโลยีการเกษตร  
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

### บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของ  $N_2 : O_2$  ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาชมพู่พันธุ์ทุลเกล้า โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ  $N_2$  และ  $O_2$  โดยใช้อัตราการใช้ของ  $N_2$  ร่วมกับ  $O_2$  เท่ากับ 0, 5, 10, 15 และ 0, 5, 10, 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตามลำดับ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C ผลปรากฏว่า ชมพู่จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.13-0.98 เปอร์เซ็นต์ ชมพู่ที่เก็บรักษาในทุกวิธีการมีปริมาณ TA และ TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวจากค่าเฉลี่ยลักษณะสีผิวเริ่มต้น คือ Yellow Green Group 145 A-D (YGG 145 A-D) ค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู่ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และชมพู่ที่เก็บรักษาในทุกวิธีการมีอายุการเก็บรักษานานกว่า 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Title** : Influence of  $N_2$  :  $O_2$  on Quality After Storage of  
Eugenia ' Toon Klao '

**By** : Pornarin Chalormsri

**Major** : Horticulture

**Department** : Horticulture

**Faculty** : Agricultural Technology

**Advisor** : Assist. Prof. Dr. Somchai GLAHAN

### Abstract

Study on influence of  $N_2$  :  $O_2$  on quality after storage of Eugenia ' Toon Klao '. The statistical model was 4x4 factorial in completely randomized design (CRD),  $N_2$  and  $O_2$  flow rate as 0, 5, 10, 15 and 0, 5, 10, 15 pound per square inches (PSI) respectively then stored at 15°C. The result showed that after storage fresh weight lost of Eugenia increased according to storage time increased. Fresh weight loss of Eugenia range of 0.13-0.98 percent. TA and TSS content of all treatment slightly increased. The skin fruit color slightly change from the original which Yellow Green Group 145 A-D (YGG 145 A-D). All of them was accepted in palatability and showed greater than 15 days storage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

## หน้า

คำนิยาม	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาพผนวก	ช
สารบัญตารางผนวก	ซ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
ผลการทดลอง	21
สรุปผลการทดลอง	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	22
2. แสดงลักษณะสีผิวของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	24
3. แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	26
4. แสดงปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	29
5. แสดงอายุการเก็บรักษาของชมพู่ในแต่ละวิธีการ	31
6. แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	23
2. แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	27
3. แสดงเปอร์เซ็นต์ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	30
4. แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12 และ 15 วัน	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่	หน้า
1. แสดงลักษณะของชมพู่ก่อนการทดลอง	39
2. แสดงลักษณะของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	40
3. แสดงลักษณะของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	41
4. แสดงลักษณะของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน	42
5. แสดงลักษณะของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน	43
6. แสดงลักษณะของชมพู่ภายหลังการทดลอง 15 วัน	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	45
2. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	45
3. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน	46
4. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน	46
5. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 15 วัน	47
6. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids ( TSS ) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	47
7. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids ( TSS ) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	48
8. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids ( TSS ) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน	48
9. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids ( TSS ) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน	49
10. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids ( TSS ) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 15 วัน	49
11. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	50
12. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สารบัญตารางผนวก ( ต่อ )**

<b>ตารางผนวกที่</b>	<b>หน้า</b>
13. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซนต์ titratable acidity (%TA) ของชมพู้ภายหลังการทดลอง 9 วัน	51
16. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซนต์ titratable acidity (%TA) ของชมพู้ภายหลังการทดลอง 12 วัน	51
17. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซนต์ titratable acidity (%TA) ของชมพู้ภายหลังการทดลอง 15 วัน	52
18. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู้ ภายหลังการทดลอง 3 วัน	52
19. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู้ ภายหลังการทดลอง 6 วัน	53
20. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู้ ภายหลังการทดลอง 9 วัน	53
22. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู้ ภายหลังการทดลอง 12 วัน	54
23. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู้ ภายหลังการทดลอง 15 วัน	54

## คำนำ

ชมพูเป็นพืชที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วไป ทั้งภายในและต่างประเทศ สามารถปลูกได้ทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งทำรายได้ให้กับเกษตรกรปีหนึ่งเป็นจำนวนมาก ชมพูเป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย ให้ผลผลิตเร็ว ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จึงช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกชมพูมีโอกาสประสบผลสำเร็จได้มาก

เนื่องด้วยสาเหตุหนึ่งที่เป็นอุปสรรคสำคัญของการขยายตลาดทั้งในและต่างประเทศก็คือ เรื่องของคุณภาพของชมพู ทั้งนี้เนื่องจาก ชมพูเป็นผลไม้ที่อ่อนน้ำเปลือกบางจึงเกิดความบอบช้ำเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บรักษาตลอดจนการขนส่ง เมื่อเกิดความเสียหายผลแตกทำให้สูญเสียคุณภาพและมีอายุการวางขายสั้นลง

จากสภาพดังกล่าวนี้จึงมีความเกี่ยวข้อง โดยตรงกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวในการที่จะศึกษาถึงสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อที่จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษา และการวางขายให้ยาวนานยิ่งขึ้น อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ทางการตลาดทั้งภายในและต่างประเทศอย่างยิ่ง

ดังนั้นจึงได้ศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลชมพูสดด้วยการตัดแปลงสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา โดยใช้ ก๊าซไนโตรเจน และออกซิเจนร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณก๊าซ  $N_2$  และ  $O_2$  ที่มีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทุลเกล้า
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาชมพูที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะทางไกลและการเก็บรักษาก่อนการจำหน่าย
3. เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาในการวิจัยการเก็บรักษาแบบ Modified Atmosphere Storage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชมพู

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชมพูที่มีการจำแนกหมวดหมู่ของชมพูตามหลักพฤกษศาสตร์มีดังนี้  
 ชมพูเป็นพืชยืนต้นอยู่ในวงศ์หรือตระกูล (Family) Myrtaceae หรือ Myrtle พืชในตระกูลนี้ที่เป็นไม้  
 ผลสำคัญได้แก่ หว่า ชมพู ฝรั่ง เป็นต้น ชมพูอยู่ในสกุล (Genus) Eugenia ชื่อสกุลนี้เป็นชื่อเดิมที่ตั้งเป็น  
 เกียรติแก่ Prince Eugene แห่ง Savoy และ Syzygium เป็นชื่อสกุลที่ใช้กันโดยทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่งพืชใน  
 ตระกูลนี้มีจำนวนมาก อาจมีมากถึง 1,000 ชนิด ในปี ค.ศ. 1938 นักพฤกษศาสตร์ ชื่อ E.D. Merrill และ  
 L.M. Perry ได้ศึกษารายละเอียดลักษณะต่างๆของพืชสกุล Eugenia เพิ่มเติมและได้เสนอให้แยกพืชหลาย  
 ชนิดในสกุลนี้ไว้ในสกุล Syzygium (หรือ Jamosa) โดยอาศัยลักษณะเด่น คือ มีเยื่อหุ้มเมล็ดติดกับ  
 pericarp อย่างหลวมๆ มีใบเลี้ยง 2 ใบ ที่เห็นชัดเจนประกบกันอยู่ตรงกลาง และไฮโปคอติลแทรกอยู่ตรง  
 กลาง ชมพูก็จัดอยู่ในสกุล Syzygium เช่นกัน ชนิด (Species) javanica (แบบเดิม) หรือ samarangense  
 (แบบใหม่)ซึ่งชมพูมีชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) *Eugenia javanica* Lamk. (ชื่อเดิม)

### ถิ่นฐานวิทยาของชมพู

ชมพูมีส่วนต่างๆที่ควรนำมาศึกษาได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้  
**ราก**

ต้นชมพูที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะมีรากแก้ว รากแก้วจะหยั่งลงลึกในดิน ช่วยให้ต้นชมพูตั้งต้น  
 มั่นคง รากที่แตกออกจากรากแก้วจะกระจายแพร่ไปในแนวทางด้านข้างโดยรอบ หรืออยู่ในระดับใกล้  
 หน้าดิน ซึ่งรากชนิดนี้มีจำนวนมากเรียกว่า รากแขนง ที่ปลายรากแขนงเป็นที่เกิดของ รากขนอ่อน ซึ่งมี  
 ขนาดเล็กมาก เกิดและตายอยู่เสมอ ทำหน้าที่ดูดน้ำ ธาตุอาหารและหายใจ ต้นชมพูที่ปลูกด้วยกิ่งตอน กิ่ง  
 ปักชำ มีรากแขนงแต่ไม่มีรากแก้ว

### ลำต้น

ชมพูเป็น ไม้ยืนต้นหรือ ไม้พุ่มไม่ผลัดใบ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ อายุยืนนักร้อยปี มีอัตราการ  
 เจริญเติบโตเร็ว มีต้นเป็นพุ่มแน่นทึบ ทรงสูง มีความสูงได้ถึง 15-25 เมตร มีกิ่งก้านสาขามากแตกออกจาก  
 ลำต้น ตั้งแต่บริเวณใกล้กับโคนต้น เป็นกิ่งใหญ่หรืออาจมีลำต้นมากกว่า 1 ลำต้น กิ่งมีสีน้ำตาลแกมแดง  
 ลำต้นค่อนข้างใหญ่ ผิวลำต้นและกิ่งใหญ่จะหยาบหรือขรุขระ ลำต้นและกิ่งไม่ตรงจะคดไปมา รูปร่างไม่  
 ค่อยแน่นอน สีน้ำตาลคล้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ใบ

ชมพูมีใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตัวแบบตรงกันข้าม ก้านสั้น ใบใหญ่ หนา มีหยดน้ำมันเมื่อขยี้มีกลิ่นหอม กว้าง 7-13 เซนติเมตร ยาว 20-25 เซนติเมตร ลักษณะรูปโล่ค่อนข้างยาว ฐานเรียวไม่ลึก หรือเป็นใบแบบ oblanceolate เส้นใบเป็นรูปก้างปลา (pinnate reticulate) ด้านบนใบมีลักษณะด้านไม่เป็นมัน สีเขียวเข้มหรือสีเขียวอมฟ้า,แดง,หรือปนม่วง ด้านใต้ใบสีเขียวอ่อนกว่า ใบแก่สีเขียวอมเหลือง ชมพูทั้งใบมาราวเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ชมพูเป็นพืชที่มีใบดก ทำให้ทรงพุ่มทึบ

## ดอก

ตาดอกอยู่ที่ส่วนของลำต้นหรือกิ่ง ซึ่งส่วนมากเป็นกิ่งที่มีอายุมากกว่า 1 ฤดูกาลของการเจริญเติบโต ชมพูมักออกดอกหลังทั้งใบแก่โดยผลิดอกออกมาตามข้อใบที่ร่วงไป (เปรมปรี ,2538) หรือตามข้อใบ ดอกเริ่มแรกออกเป็นตุ่มสีม่วงแดง ต่อมาอีก 4 วันตุ่มดังกล่าวจะกลายเป็นดอกให้เห็นได้ชัดเจน มีทั้งดอกเดี่ยวและเป็นช่อ ช่อดอกยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร ช่อดอกที่สมบูรณ์มี 4-5 ดอก บางครั้งมีมากถึง 30 ดอก ดอกชมพูขนาดใหญ่เมื่อดอกบานมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร รูปคล้ายระฆังสีขาวแกมเขียว ดอกมีกลิ่นหอม เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วยฐานรองดอก (receptacle) กลีบเลี้ยง (sepal) กลีบดอก (petal) เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรเพศเมีย (pistil)

**ฐานรองดอก** เป็นส่วนที่อยู่ติดกับก้านชูดอก ฐานรองดอกมีลักษณะเป็นรูปกรวย มีสีเขียว ฐานรองดอกอยู่ได้ส่วนต่างๆ ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ฐานรองดอกจะเจริญเป็นผลหรือเป็นส่วนที่รับประทาน

**กลีบเลี้ยง** เป็นส่วนประกอบของดอกที่อยู่วงนอกสุด มี 4 กลีบ สีขาวอมเหลือง ลักษณะสั้นและหนากว่าของดอกไม้ทั่วไป รูปร่างค่อนข้างกลมหรือคล้ายช้อน มีขอบเรียบหรือหยักละเอียด กลีบเลี้ยงทั้งหมดรวมกันเรียกว่า calyx (เคลิกซ์) เมื่อดอกเจริญเป็นผล ส่วนของกลีบเลี้ยงจะยังคงติดที่ปลายผล

**กลีบดอก** เป็นวงที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไป มี 4 กลีบ เป็นแผ่นบางอ่อน สีขาว กลีบดอกทั้งหมดรวมเรียกว่า corolla (คอรอลลา) หลังจากดอกบานเต็มที่แล้วก็จะร่วงหล่นไป

**เกสรเพศผู้** เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้าไปเรียงกันแน่นเป็นวงรอบเกสรเพศเมีย เกสรเพศผู้ประกอบด้วย ก้านเกสรเพศผู้ (filament) มีลักษณะเป็นเส้นยาว ที่ปลายเกสรมีอับเรณู หรืออับละอองเกสร (anther) ซึ่งภายในนี้มีเรณูหรือละอองเกสร (pollen grains) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ดอกหนึ่งๆมีก้านเกสรเพศผู้จำนวนมากถึง 450-630 ก้าน ก้านสีขาวอมเหลือง ก้านนอกสุดยาวประมาณ 4 เซนติเมตร และก้านที่อยู่ชั้นในเข้าไปจะสั้นลงตามลำดับ เมื่อละอองเกสรแก่ อับละอองเกสรจะแตกออก เห็นละอองเกสรสีเหลืองอ่อน ก้านเกสรเพศผู้จะร่วงหล่นง่ายหลังจากดอกบานเต็มที่แล้ว

**เกสรเพศเมีย** มี 1 อัน อยู่กลางดอกซึ่งประกอบด้วย รังไข่ (ovary) ก้านเกสรเพศเมีย (style) และยอดเกสรเพศเมีย (stigma) รังไข่ของชมพูฝังตัวอยู่ในฐานรองดอก มีกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่เหนือรังไข่ เรียกรังไข่เช่นนี้ว่า inferior ovary และดอกเช่นนี้ว่า epigynous flower (epi=ข้างบน, gyne = เพศเมีย) ภายในรังไข่มี 2 ช่อง แต่ละช่องมีไข่ (egg) จากรังไข่ขึ้นข้างบนเป็นเส้นยาวเรียวยาว

เอกลีกรีนเป็นเอกลีกรีนที่สวนเวสสำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญเตเห็นาเปไซบระเฮชนดานการคำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า ก้านเกสรเพศเมีย (style) มีสีเหลืองอมเขียว ในส่วนกลางก้านเกสรเพศเมียมีท่อขนาดเล็กยาวจากยอดเกสรเพศเมียถึงรังไข่ เมื่อดอกบานเต็มที่ ก้านเกสรเพศเมียจะเหี่ยวตรงยาวประมาณ 3.3 เซนติเมตร ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) อยู่ที่ปลายก้านเกสรเพศเมีย มีลักษณะพองออกปลายมน มีสารเหนียวสำหรับจับละอองเกสรที่ปลิวมา หรือแมลงพามาติด ละอองเกสรจะเจริญไปตามท่อเข้าไปผสมกับไข่ (egg) ขณะเดียวกันก้านเกสรเพศเมียก็ยังคงเหมือนเดิม ส่วนผนังท่อจะค่อยๆบางลง เนื่องจากเซลล์ของเยื่อก้านเกสรเพศเมียถูกย่อยเป็นอาหารสำหรับละอองเกสรตลอดการเดินทางถึงโพรงของรังไข่ แล้วแทรกเยื่อผิวภายนอกของไข่เข้าสู่ส่วนกลางไข่ ไข่ที่ได้รับการผสมจะพัฒนาเป็นเมล็ดอยู่ภายในผลนั้น

**การออกดอกของชมพู** ชมพูจัดเป็นไม้ผลที่ออกดอกจากส่วนกิ่งกิ่งหรือลำต้น ตาดอกจะอยู่ที่ส่วนของลำต้นหรือกิ่งที่มีอายุมากกว่า 1 ฤดูกาลของการเติบโต การออกดอกของชมพูช้าหรือเร็วขึ้นกับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการปฏิบัติดูแลรักษา โดยทั่วไปชมพูที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่มีการปฏิบัติดูแลรักษา จะออกดอกติดผลได้ตั้งแต่อายุ 1 ปีขึ้นไป ปีหนึ่งออกเป็น 2 รุ่นใหญ่ รุ่นแรกออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงมกราคม รุ่น 2 ออกประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ถ้ารุ่นแรกออกดอกมาก พอถึงรุ่นที่ 2 จะออกดอกน้อยลง ต้นที่สมบูรณ์อาจออกดอกรุ่น 3 อีกรุ่นหนึ่งได้ ในสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ต้นชมพูที่สมบูรณ์พร้อมจะออกดอกได้นั้น อาจสังเกตได้จากลักษณะที่ส่วนของกิ่งได้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแล้วใบจะมีสีเขียวเข้ม ใบโค้ง ปลายใบโน้มลงเล็กน้อย ถ้าสภาพภูมิอากาศไม่เหมาะสม เช่น อากาศร้อนหรือแห้งแล้ง จนชมพูแสดงอาการใบห่อโค้งลงเล็กน้อย ขอบใบแห้ง ลักษณะเช่นนี้ชมพูจะออกดอกไม่ดีและติดผลน้อย

ผลชมพูเป็นแบบ pepo คือผลที่เกิดจาก inferior ovary ผิวนอกของผลผลิตจากฐานรองดอกซึ่งแข็งกว่าด้านในซึ่งเป็น pericarp หรือเนื้อที่นุ่มชุ่มน้ำ ผลมีรูปร่างคล้ายระฆัง (bell-shape) ห้อยหัวลง ปลายผลโป่งออกกว้าง มีขั้วผลเล็ก ผิวผลมันวาว มีสีต่างไปตามพันธุ์ เช่น ขาว เขียวอ่อน เขียวอมเหลือง ชมพู แกมขาว ชมพูแกมส้ม ชมพูแกมแดง แดง และแดงเลือดหมู ชมพูบางพันธุ์มีสีชมพูเป็นริ้วตามความยาวของผลทำให้ดูเป็นลายริ้วสวยงามขึ้น ลายริ้วนี้อาจเรียกว่า “เอ็น” เนื้อผลฉ่ำน้ำสีขาว บางครั้งมีสีจากผิวผลลงลึกถึงกลางเนื้อด้านนอกผล เนื้อมีกลิ่นหอมคล้ายกุหลาบอ่อนๆ รสหวานถึงหวานจัด บางพันธุ์มีรสหวานอมเปรี้ยว ผลใส่กลางคล้ายลำต้หรือมีเมล็ดอยู่กลางผล

สีผลอาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น การใช้สารฆ่าแมลงในระยะที่ชมพูติดผล อาจทำให้มีสีเข้ม ผลชมพูที่ถูกแดดมากหรือไม่ถูกแสงแดดจะมีสีออกจางและผลจะไม่มีเอ็น ส่วนผลที่ถูกแสงบ้างจะมีสีเข้มขึ้น ผลที่อยู่ทางทิศตะวันออกของต้นจะมีสีเข้ม และมีเอ็นมากกว่าผลที่อยู่ทางทิศตะวันตก ซึ่งเอ็นเป็นลักษณะเป็นแถบตามความยาวของผล ดูเป็นลาย ลักษณะเช่นนี้มักพบในผลที่มีคุณภาพดี ลักษณะดังกล่าวนี้มักสัมพันธ์กับความหวานของผลด้วย กล่าวคือผลที่อยู่ทางทิศตะวันออกมักมีความหวานมากกว่าผลที่อยู่ทางทิศอื่น (กลุ่มรักเกษตร,2531) นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูงจะทำให้ผลมีสีเขียวได้

ต้นชมพูที่เริ่มออกผลจะให้ผลน้อย แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นทุกปีเมื่ออายุมากขึ้น และสามารถให้ผลทุกปี ปริมาณผลผลิตจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติดูแลรักษา(กลุ่มรักเกษตร,2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปชมพู่ออกสู่ตลาดหุดแรกราวเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ผลหุด 2 ออกสู่ตลาดราวเดือนเมษายน ถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งรุ่นนี้มีผลมากที่สุด ชมพู่ออกผล 2 หุด นี้เป็นชมพู่ออกผลในฤดูหรือที่เรียกว่า ชมพูปี ชมพูที่ออกผลหลังจากเดือนเมษายนออกไปเรียกว่า ชมพูทวาย ซึ่งมักพบเป็นต้นที่สมบูรณ์ แต่ ออกผลน้อยกว่าในฤดู การทำให้ชมพู่ออกผลสู่ตลาดในช่วงเดือนธันวาคมได้จะจำหน่ายได้ราคาดีมาก ต้น ชมพูที่ออกดอกพร้อมกันเกือบหมด จะทำให้ผลชมพู่นั้นสวย และมีขนาดผลใกล้เคียงกัน แต่ในต้นที่มี ผลติดอยู่แล้วมีการออกดอกแซมขึ้นมาอีก จะทำให้ผลไม่สวย เนื่องจากต้นต้องส่งอาหารที่จะนำไปเลี้ยง ผล ไปเลี้ยงดอกที่ออกมาใหม่

### เมล็ด

มีลักษณะกลม มีเยื่อบางสีน้ำตาลเข้มห่อหุ้มเมล็ด จึงเรียกว่า เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) ซึ่งจะติดกับ pericarp อย่างหลวมๆ ในหนึ่งผลมี 1-5 เมล็ด ผลที่มี 2 เมล็ด แต่ละเมล็ดทั้งสองมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวง กลมประกบกัน ส่วนผลที่มีมากกว่า 2 เมล็ด แต่ละเมล็ดจะมีรูปร่างต่างกันแต่จะรวมกันอยู่ในลักษณะเป็น ทรงกลมคล้ายเมล็ดเดียว เมล็ดชมพูเป็นเมล็ดที่เรียกว่า recalcitrant seed คือเป็นเมล็ดที่ตายง่าย ถ้าเมล็ด แห้งจะตายทันที เนื่องจากเซลล์ขาดน้ำทำให้เซลล์ที่จะเจริญเป็นรานั้นตายไป

ชมพูพันธุ์ทูลเกล้าหรือพันธุ์เพชรทูลเกล้า

ชมพูพันธุ์นี้ได้รับความสนใจจากผู้ปลูกมาก อาจกล่าวได้ว่าปัจจุบัน (2540) ชมพูพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบรรดาชมพูด้วยกัน มีการนำมาปลูกเป็นการค้าอย่างแพร่ หลายทั่วไป มีปลูกเป็นลำเป็นต้นมาหลายปี อาจนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 มาแล้ว และพันธุ์น่าจะคงความ นิยมของผู้ปลูกกันต่อไปอีกนาน เนื่องจากเกษตรกรเชื่อว่าปลูกแล้วจะให้รายได้ที่คุ้มค่า อัตราเสี่ยงต่ำ ตลาดมีความต้องการสูง ทั้งตลาดภายในและตลาดต่างประเทศ เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตเร็วและให้ผลดก มาก ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ให้ผลเร็วจึงมีรายได้เร็ว อายุการเก็บเกี่ยวสั้น สามารถทำทวายได้ง่ายจึงมี รายได้ทั้งปี แม้ว่ารสชาติและคุณภาพตามธรรมชาติจะไม่เด่นมากนัก ชมพูพันธุ์นี้ถือเป็นพันธุ์ที่ปลูกง่าย เกษตรกรบางรายจะปลูกชมพูพันธุ์นี้เป็นหลักไว้ก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นพันธุ์ใหม่ตามที่ต้องการ ความ ดิของชมพูพันธุ์นี้อาจเทียบเคียงได้กับพันธุ์น้ำผึ้ง ส่วนผลผลิตมีราคาถูกต้องตามความต้องการของผู้ บริโภค จึงเป็นสินค้าที่มีลูกค้ามากที่สุด ส่วนชมพูเพชรจะมีลูกค้าที่มีฐานะดี ชมพูพันธุ์ทูลเกล้าเป็นพันธุ์ที่ มีผลผลิตส่งออกต่างประเทศแม้ว่าจะมีปริมาณยังไม่มากก็ตาม แต่ก็ต้องพัฒนาการส่งออกต่อไป

### การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศคัดแปลง

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเก็บรักษาได้แก่ อุณหภูมิ เมื่อทำการลดอุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวน การต่างๆทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลง ทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น สำหรับปัจจัยอื่นๆมีผล ชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกัน ปริมาณ  $O_2$  ในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทิลีน และกระบวนการออกซิเดชันอื่นๆ เช่น การออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(pigment) สีน้ำตาล ปริมาณ  $\text{CO}_2$  ซึ่งเป็นของเสียจากการหายใจ ถ้ามีปริมาณมากสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของกระบวนการหายใจได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ด้วย โดยเชื่อว่า  $\text{CO}_2$  ไปแย่งที่ active site ของเอนไซม์ ดังนั้นการลดปริมาณ  $\text{O}_2$  และเพิ่มปริมาณ  $\text{CO}_2$  จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตออกไปได้ การเก็บรักษาในสภาพที่มี  $\text{O}_2$  น้อย และ/หรือมี  $\text{CO}_2$  มากกว่าปกติเรียกว่า การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศแบบดัดแปลง (modified atmosphere ,MA)

โดยปกติอากาศมี  $\text{O}_2$  ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์  $\text{CO}_2$  0.03 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็น  $\text{N}_2$  สภาพแวดล้อมผลิตผลที่มีปริมาณ  $\text{O}_2$  ลดลง และ  $\text{CO}_2$  เพิ่มสูงขึ้นนั้น เกิดขึ้นได้เมื่อมีการถ่ายเทอากาศรอบๆผลิตผลไม่เพียงพอ เช่น เมื่อบรรจุผลิตผลในภาชนะชนิดต่างๆถ้าบรรจุในเชิงซึ่งตัวเชิงมีช่องว่างมากปริมาณแก๊สต่างๆอาจมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ในขณะที่การบรรจุในถุงพลาสติกอาจทำให้  $\text{O}_2$  ลดต่ำลงมาก และ  $\text{CO}_2$  เพิ่มสูงขึ้นมากจนทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นได้ ดังนั้นการบรรจุหีบห่อจึงเป็นการดัดแปลงบรรยากาศรอบๆผลิตผลด้วย และการเก็บรักษาผลิตผลภายในภาชนะบรรจุจึงเป็นการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงรูปแบบหนึ่ง

ปริมาณแก๊สชนิดต่างๆในการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงนี้ไม่สามารถควบคุมให้คงที่อยู่ได้ เพราะขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจและกระบวนการต่างๆภายในผลิตผลซึ่งผันแปรตามอุณหภูมิองค์ประกอบของบรรยากาศ อายุการเก็บเกี่ยว อายุการเก็บรักษา สภาพความเครียด ฯลฯ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอัตราการถ่ายเทอากาศระหว่างสถานที่เก็บรักษา กับบรรยากาศข้างนอกด้วย ถ้าการถ่ายเทอากาศไม่ดี ความเข้มข้นของแก๊สต่างๆก็จะแตกต่างไปจากสภาพบรรยากาศปกติ ทั้งนี้รวมถึงเอนไซม์ที่ผลิตผลสร้างขึ้นอาจมีปริมาณมากขึ้นจนมีผลทำให้การสุกหรือการชราภาพเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติด้วย ดังนั้นถ้าต้องการเก็บผลิตผลให้อยู่ได้นาน จำเป็นต้องมีการควบคุมให้ความเข้มข้นของแก๊สชนิดต่างๆคงที่อยู่ในระดับที่สามารถชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในผลิตผลให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

การควบคุมปริมาณแก๊สต่างๆภายในสถานที่เก็บรักษาให้คงที่อยู่นั้นอาจทำได้หลายทาง เช่น โดยการระบายอากาศ โดยการเติมแก๊สหรือดูดแก๊สบางชนิดออกจากที่เก็บรักษา ในสภาพการเก็บรักษาที่สามารถควบคุมปริมาณขององค์ประกอบของบรรยากาศให้คงที่ได้นี้เรียกว่า การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศแบบควบคุม (controlled atmosphere,CA) ซึ่งโดยปกติรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตามความต้องการของผลิตผลด้วย ความแตกต่างของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงกับบรรยากาศควบคุมนั้น อยู่ที่ระดับการควบคุมองค์ประกอบของบรรยากาศเท่านั้น การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมจึงเป็นการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงอย่างหนึ่ง การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงจะต้องคำนึงถึง

ก. ชนิดของผลิตผล ผลิตผลต่างชนิดกันมีอัตราการหายใจและกระบวนการต่างๆไม่เท่ากัน ส่งผลให้ปริมาณการใช้  $\text{O}_2$  การปลดปล่อย  $\text{CO}_2$  และเอนไซม์ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อสภาพบรรยากาศรอบๆผลิตผลภายในภาชนะบรรจุ นอกจากนั้นคุณสมบัติในการยอมให้แก๊สชนิดต่างๆ ภายในผลิตผลผ่านเข้าออกทางเปลือกหรือผิวไปสู่อากาศยอมส่งผลถึงความเข้มข้นของแก๊สภายในผลิตผลเองด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. **วัยและความบริบูรณ์ของผลิตผล** ผลิตผลที่มีวัยต่างกันอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน และเมทาบอลิซึมต่างๆไม่เท่ากัน ผลิตผลที่ยังอ่อนอยู่มักมีอัตราดังกล่าวต่ำ ผลไม้ที่ยังไม่สุกมีอัตราต่ำเมื่อเทียบกับผลไม้ที่กำลังสุก ส่งผลให้สภาพบรรยากาศตัดแปลงเกิดขึ้น ไม่เหมือนกันทั้งๆที่การบรรจุและเก็บรักษาเป็นแบบเดียวกัน

ค. **อุณหภูมิในการเก็บรักษา** อุณหภูมิยิ่งสูงอัตราปฏิกิริยาต่างๆยิ่งสูงขึ้น มีผลต่อการใช้และการผลิตแก๊สชนิดต่างๆของผลิตผล

ง. **ปริมาณของผลิตผลในภาชนะบรรจุ** ในปริมาณที่เท่ากันถ้ามีผลิตผลบรรจุอยู่มากย่อมใช้  $O_2$  ให้หมดไป และสะสม  $CO_2$  ให้มากขึ้นได้เร็วกว่าการบรรจุผลิตผลแต่น้อย

จ. **คุณสมบัติในการยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกภาชนะบรรจุ** ภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกได้ง่าย ทำให้องค์ประกอบของแก๊สภายในใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติมาก กว่าภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกได้น้อย

#### ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงนอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆภายในผลิตผลทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

ก. ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีความบริบูรณ์มากขึ้น ผลิตผลที่มีความบริบูรณ์มาก มีรสชาติ คุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลิตผลที่มีความบริบูรณ์น้อย แต่มักเก็บรักษาได้ไม่นาน จนส่งไปได้ไม่ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยแก้ปัญหานี้ได้

ข. **ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลิตผลต่อเอทิลีน** ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่กระตุ้นโดยเอทิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะ  $CO_2$  มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทิลีน สามารถไปแย่งที่ active site ของเอทิลีนได้

ค. **ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาผลิตผลที่มีไขมันมาก** เช่น พวกเมล็ดเคี้ยวมัน ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์กรดของไขมันที่ไวต่อตัวด้วย  $O_2$

ง. **ลดอัตราผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆที่เกิดขึ้นๆได้ระหว่างการเก็บรักษา** เช่น อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เพราะหลังจากเกิด primary injury ขึ้นในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆที่ เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมา โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วย  $O_2$  และทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น

จ. **ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์** เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้บนผักและผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมี  $O_2$  ต่ำทำให้การเจริญเติบโตบนผลิตผลลดลงด้วย

ฉ. **ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลิตผล** ในทำนองเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นที่จะใช้ควบคุมแมลงได้ผลมักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้

ข. เพิ่มคุณภาพของผลผลิต ผลผลิตบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งได้

### โทษของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่ได้รับการทดสอบแล้วมักปลอดภัยต่อผลผลิต สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ แต่สำหรับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่างๆคงที่นั้น บ่อยครั้งที่ปริมาณแก๊สบางชนิดมีอยู่สูงหรือต่ำเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผลผลิตได้

จากการผิดปกติของผลผลิตเมื่อเก็บรักษาไว้ภายใต้สภาพบรรยากาศตัดแปลงมีหลายรูปแบบด้วยกัน ลักษณะที่พบบ่อยได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลผลิตเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ผลผลิตมีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ และสำหรับผลไม้มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติไปหรือไม่สุกเอาเลย

นอกจากอาการผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลผลิตแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลงไม่ว่าปริมาณ  $O_2$  ต่ำเกินไป หรือ  $CO_2$  สูงเกินไปได้ไม่เท่ากัน ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานกันว่า เนื่องจากความหนาแน่นของเนื้อผลผลิต และคุณสมบัติของผิวของผลผลิตที่จะยอมให้มีการถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน ผลผลิตที่มีความหนาแน่นสูง การถ่ายเทอากาศเกิดขึ้นได้ยาก ทำให้  $O_2$  ภายในลดต่ำเกินไป หรือ  $CO_2$  สะสมอยู่ภายในมากเกินไป จึงทำให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นในผลไม้พวกส้มไม่ทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลงเลย เป็นไปได้ว่าส้มนั้นมีผิวหลายชั้น ตั้งแต่เปลือกเขียวด้านนอกสุด เยื่อหุ้มกลีบเนื้อส้มแต่ละกลีบ และชั้น epidermis ของถุง (juice sac) ทำให้การถ่ายเทแก๊สชนิดต่างๆเกิดขึ้นได้น้อย

อย่างไรก็ตามข้อสันนิษฐานยังไม่มีตัวเลขยืนยันและยังมีข้อโต้แย้งได้ เช่น กรณีของผักกาดหอม หน่อไม้สามารถทนต่อสภาพที่มี  $CO_2$  สูงได้เกิน 1-2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับเป็นความเข้มข้นที่ต่ำมาก แต่ผักกาดหอมห่อก็มีลักษณะ โครงสร้างที่มีความหนาแน่นต่ำ เซลล์พื้นผิวหรือ epidermis ไม่มีลักษณะพิเศษไปกว่าพืชชนิดอื่นๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณโคนก้านใบของผักกาดหอมห่อซึ่งมีสีเขียว นั้น เกิดอาการผิดปกติเนื่องจาก  $CO_2$  สูงได้มากกว่าบริเวณอื่นๆที่มีสีเขียว

### ข้อกำหนดและคำแนะนำในการใช้ MA สำหรับพืชสวน

#### การเพิ่ม $CO_2$ แก่ผลผลิตก่อนการเก็บรักษา

จากการทดลองในสถานีทดลองหลายๆแห่งพบว่า การใช้  $CO_2$  12% (ที่อุณหภูมิ 0-5 °C) ก่อนการเก็บรักษาโดยวิธี CA ในผลแอปเปิลนาน 2 สัปดาห์ หรือในสาถิ์นา 2-4 สัปดาห์ จะช่วยทำให้ผลไม้สุกช้าลง อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวอาจทำให้เกิดผลเสียแก่ผลผลิตทั้งภายในและภายนอกเนื่องจากก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญเตเห็นใบเขียวประเษยนดานการค้ำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CO<sub>2</sub> ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ถู และพื้นที่ปลูก ในทางการค้าวิธีการดังกล่าวอาจเกิดผลเสียเมื่อใช้กับแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious ที่ปลูกทางตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา แต่พบว่าการเพิ่มก๊าซ CO<sub>2</sub> จะช่วยลดผลเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจาก chilling injury ในผลไม้เขตอบอุ่นและเขตร้อน

### ความสำคัญของการกำจัดก๊าซเอทิลีนในการเก็บรักษาแบบ MA

นักทดลองส่วนใหญ่จะสมมติเอาเองว่าการกำจัดก๊าซเอทิลีนในการเก็บรักษาแบบ MA เป็นสิ่งไม่สำคัญ เนื่องจากเอทิลีนมีผลต่อการสุกของผลไม้ที่อุณหภูมิ 0-5 °C และภายใต้สภาพ MA มีผลน้อยมาก อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาผลของเอทิลีนในปริมาณความเข้มข้นเท่ากับที่เกิดขึ้นในห้อง MA และ CA พบว่าจะมีผลต่อการอ่อนนุ่มของผลไม้

### วิธีการเปลี่ยนแปลงสภาพของบรรยากาศ

#### 1. การควบคุม O<sub>2</sub>

- ตะเกียงแบบ open flame
- ตะเกียงแบบ activated หรือ converters
- การฉีดด้วยไนโตรเจน เช่น ระบบ “Oxytril” ระบบ “Nitrol”

#### 2. การควบคุม CO<sub>2</sub>

- การเพิ่ม CO<sub>2</sub> โดยมากจะเพิ่มจาก pressurized gas cylinders
- การกำจัด CO<sub>2</sub> จะมีวิธีการกำจัดได้หลายวิธี เช่น
  - sodium hydroxide scrubbers
  - water scrubbers
  - ใช้ activated charcoal
  - molecular sieve scrubbers
  - ใช้ hydrated lime, Ca(OH)<sub>2</sub>

#### 3. การกำจัดก๊าซเอทิลีน เช่น

- ใช้วิธีถ่ายเทอากาศ
- ใช้วิธีดูดซึมก๊าซเอทิลีน เช่น
  - ใช้ potassium permanganate (Alkaline KMnO<sub>4</sub> on aluminium silicate pellets = “purafil”)
  - ใช้ activated และ brominated charcoal ตามถ้ำฟุ้ง หรือ ผสมกับ KMnO<sub>4</sub> (“Stay-Fresh” absorbers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้ Catalytic burners
  - ใช้ UV ( $O_2 \rightarrow O_3$ ) เพื่อทำปฏิกิริยากับเอทิลีน
- $$C_2H_4 + (O) \rightarrow CO_2 + H_2O$$
- ใช้ระบบความกดอากาศต่ำ (การเก็บแบบ hypobaric)

### การควบคุมผลิตผลใน MA

ในกรณีนี้ผลผลิตจะหายไป โดยการลด  $O_2$  และเพิ่ม  $CO_2$  ภายใต้สภาพอากาศที่จำกัด ถ้าไม่ต้องการให้เพิ่มปริมาณ  $CO_2$  ควรใช้วิธีลด  $CO_2$  ที่กล่าวข้างต้น การจำกัดปริมาณการถ่ายเทอากาศให้ได้ผล ควรใช้วิธีการต่างๆดังต่อไปนี้

1. ใช้ห้องเก็บรักษาแบบสูญญากาศ
2. บรรจุในถุงหรือห่อด้วยฟิล์ม
3. ในการขนส่งผลผลิต ภาชนะบรรจุควรบุด้วยพลาสติก
4. การห่อกองผลิตผล
5. การควบคุมช่องระบายอากาศของภาชนะขนส่ง
6. การเคลือบผิวหน้าผลิตผลด้วยไขหรือสารเคลือบอื่นๆ
7. การ polymeric membranes

### วิธีการใช้ MA ในการขนส่ง

1. การใช้ MA ในรถราง รถบรรทุก และเรือ
  - ลดปริมาณ  $O_2$  โดยการฉีด ในโตรเจน
  - เพิ่มปริมาณ  $CO_2$  และ/หรือ CO โดยวิธี gas blending manifolds
  - พาหนะที่ใช้ในการขนส่งต้องอยู่ในสภาพที่ดี ไม่มีการรั่วในระหว่างการขนส่ง
  - การกำจัดก๊าซ  $CO_2$  ทำได้โดยใช้ถุงปูนในพาหนะที่ใช้ในการขน (ปริมาณปูนที่ใช้ขึ้นกับผลิตผล)
  - ใช้ถุงระบายอากาศเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศ
2. การใช้ MA ในการห่อผลิตผล
  - การใช้พลาสติกชนิด polyethylene ห่อภาชนะที่บรรจุผลิตผลอีกทีหนึ่งและปิดผนึกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้เทป ใช้ไฟลน เป็นต้น
  - การติดเครื่องดูดอากาศ บางส่วนอาจจะติดอยู่ในพลาสติกที่ห่อผลิตผล ในขณะเดียวกันมีการเพิ่มก๊าซบางอย่างที่ต้องการด้วย
  - วิธีการที่ใช้นี้ใช้กันมากในสตรอเบอรี่ ส่วนในเชอรี่ และผลิตผลอื่นๆมีการใช้กันในวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำกัด วิธีการดังกล่าวสามารถใช้กับผลผลิตต่างๆที่ต้องการสภาพของ MA ต่างกัน ในระหว่างการขนส่ง โดยต้องการอุณหภูมิเดียวกัน

- ปัญหาต่างๆที่มักเกิดขึ้นจากการแตกขาด หรือการฉีกไม่คิดตรงรอยฉีกของแผ่นพลาสติกที่ห่อผลผลิต

### 3. การใช้ MA ในการขนส่งแต่ละตู้

- ตัวอย่างของวิธีการเก็บรักษาแบบ MA ของผลผลิตต่างๆระหว่างการขนส่ง เช่น การบุด้วยพลาสติกในกล่องบรรจุเซอร์ ดุงพลาสติกบรรจุกล้วยไปจำหน่ายต่างประเทศ (“Banavac” system) และผักกาดหัวเป็นหัวๆ
- การตัด (การหั่นฝอย) ผักกาดหอมบรรจุในถุงพลาสติก มีการเพิ่ม  $O_2+CO_2+CO$  ในถุงและปิดผนึก วิธีการดังกล่าวมีการใช้ในวงจำกัดในทางการค้า (Kader,2526)

### บทบาทที่สำคัญของออกซิเจนในการเก็บรักษา

ปฏิกิริยาเคมีหลายๆปฏิกิริยาในพืชจะถูก catalyse โดยเอนไซม์ที่ต้องการออกซิเจนในการหายใจ เพราะฉะนั้นระดับ  $O_2$  ที่ลดลงในเซลล์พืชจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีลดลง และอัตราการเผาผลิซึมเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยานี้จะถูกทำให้เพิ่มขึ้นเมื่อมี  $O_2$  ในระดับต่ำถ้าระดับ  $O_2$  ในเซลล์พืชมีน้อยเกินไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับรสชาติและกลิ่นของพืช ที่ระดับ  $O_2$  ที่ต่ำมากๆ จะทำให้วัฏจักรของ tricarboxylic acid ถูกยับยั้ง แต่ glycolytic pathway อาจยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆ ผลที่เกิดขึ้นนี้ทำให้พืชมีการสร้างพลังงานระหว่างการหายใจเพียงเล็กน้อยแต่ขาด  $O_2$  ที่จะ metabolise อาหารสะสมพวกคาร์โบไฮเดรตไปเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ในทางกลับกันถ้ากระบวนการ glycolytic pathway ถูกขัดขวางเนื่องจาก  $O_2$  มีระดับต่ำจะทำให้เกิดการสะสมของ acetadehyde และ ethalol ซึ่งจะไปทำให้เกิดความเป็นพิษกับเซลล์นั้น ซึ่งผลที่เกิดขึ้นคือจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นที่ระดับของ  $O_2$  ต่ำกว่า 0.2% จะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ (Thompson,1996)

ในอากาศมี  $O_2$  ประมาณ 20.9 เปอร์เซ็นต์ คุณสมบัติของ  $O_2$  จำเป็นสำหรับการหายใจของพืชผักและผลไม้ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย

1. การสังเคราะห์เอทิลีน : ถ้าดับสุดท้ายของกาสังเคราะห์เอทิลีนของพืชจะต้องใช้  $O_2$  การลดปริมาณ  $O_2$  ลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีนลง การทำงานของเอทิลีนก็เช่นเดียวกันพบว่าต้องการ  $O_2$

2. บรรยากาศปกติมี  $O_2$  เป็นองค์ประกอบซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลผลิต โดยเฉพาะกับผลผลิตที่กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาถ้ามีปริมาณ  $O_2$  ต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจและยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ แต่ถ้า  $O_2$  น้อยเกินไปอาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) และทำให้ผลผลิตเสียหาย

การลดปริมาณ  $O_2$  จะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทิลีน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณ  $O_2$  สามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล  $O_2$  เร่งให้เกิดการสูญเสียกรด ascorbic เร็วขึ้น  $O_2$  ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลดลง ไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าจึงเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลิตผลหลายชนิดไม่อาจทนอยู่ได้  $O_2$  ต่ำยังไปขัดขวางการสร้าง periderm ในขบวนการสลายของพืช

ปริมาณ  $O_2$  ในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของ  $O_2$  ให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของ  $O_2$  ในอากาศลงมีผลต่อการสุกของผลไม้ช้าลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาบอลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลง ชะลออัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ให้ช้าลง การสังเคราะห์เอทิลีนลดน้อยลงและความไวของผลไม้ต่อการทำงานของเอทิลีนให้ช้าลงด้วย ปริมาณ  $O_2$  ต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญของผลไม้ (งามทิพย์, 2538)

### บทบาทของเอทิลีน

เอทิลีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีสถานะเป็นก๊าซที่มีอุณหภูมิปกติ มีสูตรโมเลกุลคือ  $C_2H_4$  และมีน้ำหนักโมเลกุล 28 เอทิลีนจัดเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่การเจริญเติบโต การพัฒนา การแก่ การสุก และเสื่อมสภาพในผลไม้ขณะการเจริญเติบโตในช่วงของการแบ่งเซลล์จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงมาก การให้เอทิลีนจากภายนอกแก่ผลไม้จะทำให้การเปลี่ยนแปลงเกิดได้เร็วขึ้นทั้งการเปลี่ยนสีผิว และการอ่อนตัวของผลไม้ (softening) เมื่อผลไม้มีระยะแก่เต็มที่จะมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งและเนื้อเยื่อของผลไม้มีความไวในการตอบสนองต่อเอทิลีนเปลี่ยนไป ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของเอทิลีน เรียกปรากฏการณ์ว่าการสุกของผลไม้ และเอทิลีนทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนที่ทำให้เกิดกระบวนการสุกของผลไม้

การสังเคราะห์เอทิลีนในเซลล์พืชมีสารเริ่มต้นจากกรดอะมิโนเมทไธโอนีน และมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพียงเล็กน้อย จากปฏิกิริยาของกรดอินทรีย์ เมทไธโอนีน เป็นสารเริ่มต้นในปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีน ซึ่งสามารถเปลี่ยนเป็นเอทิลีนได้อย่างรวดเร็วและต้องการ  $O_2$  ในการสังเคราะห์ด้วย (คณั, 2540)

### ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน

1.  $O_2$  การสังเคราะห์เอทิลีนจะหยุดชะงักในบรรยากาศที่ขาด  $O_2$  ทั้งนี้เพราะ  $O_2$  จำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลง 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ให้เป็นเอทิลีน ปริมาณซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทิลีนลดลง

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนด้วย อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0-25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะลดลง และหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามวิธีการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน ที่อุณหภูมิสูงนี้สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่อลดอุณหภูมิ

#### ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีต่อผักและผลไม้ชนิดต่างๆ

วารุณีและสุภา (2530) ได้ศึกษาการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนในสภาพอุณหภูมิห้อง (29-30 °C) หรือในห้องเย็น 17 °C และ 5 °C โดยวิธีบรรจุในถุงพลาสติก polyethylene (PE) และ polypropylene (PP) เจาะรู หรือใส่ในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม ผลการทดลองพบว่า ทุกวิธีการที่ใช้อุณหภูมิต่ำ คือ 17 และ 5 °C สามารถเก็บรักษาได้นาน 7 และ 21 วัน ตามลำดับ โดยที่ข้าวโพดฝักอ่อนยังมีสภาพที่ดีไม่เกิดโรค ส่วนที่อุณหภูมิห้อง (29-30 °C) ข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาในถาดโฟมมีราเกิดขึ้นมาก แต่ในถุงพลาสติก PE, PP ที่ไม่เจาะรูไม่เกิดโรคได้แต่คุณภาพเสื่อมลงมาก

ทิพวรรณ (2543) ศึกษาอิทธิพลสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง โดยเก็บรักษากล้วยหอมทองไว้ที่อุณหภูมิ 14-18 องศาเซลเซียส มี 2 ปัจจัยคือปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 0 1 2 3 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณออกซิเจน 0 2 4 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลปรากฏว่ากล้วยหอมทองที่บ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้องภายหลังการเก็บรักษา 35 วันมีปริมาณ TSS ระหว่าง 11.40-22.40 brix และมีเปอร์เซ็นต์ TA ระหว่าง 0.0101 – 0.0304 เปอร์เซ็นต์ กล้วยหอมทองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดระหว่าง 0.48-0.87 เปอร์เซ็นต์ กล้วยหอมทองมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น และภายหลังการเก็บรักษากล้วยหอมทอง 7 14 21 28 และ 35 แล้วนำไปบ่มให้สุกที่อุณหภูมิห้อง พบว่า กล้วยหอมทองมีลักษณะที่ดี และมีรสชาติเป็นที่ยอมรับ

มหรณพ (2544) พบว่าชมพูที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของ CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> 0 5 10 15 และ 0 3 6 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16 องศาเซลเซียส ภายหลังการเก็บรักษาพบว่า ชมพูมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดและปริมาณ TA เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวเล็กน้อย ปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อยค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และชมพูที่เก็บรักษาทุกวิธีการทดลอง มีอายุการเก็บรักษานานกว่า 18 วัน

สาขชล และอรษา (2534) ศึกษาถึงผลกระทบของสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะ โดยการบรรจุผลเงาะ โรเรียนในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ขนาด 12x27 นิ้ว และหนา 36 ไมครอน เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มม. จำนวน 1,2 และ 3 รู บรรจุถุงละ 15 ผล ผูกปากถุงด้วยยางวง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 12 °C (ความชื้นสัมพัทธ์ 90%) ผลปรากฏว่า ผลเงาะทั้งที่ไม่บรรจุและบรรจุด้วยถุงพลาสติกที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 12 °C มีการเปลี่ยนแปลงของ total soluble solid, total sugar และ titratable acidity ในลักษณะเดียวกัน แต่ที่อุณหภูมิ 10 °C มีการสูญเสียวิตามินซีและการเกิด browning มากกว่าที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 °C และผลเงาะในถุงพลาสติกเกิด browning มากกว่าผลเงาะที่ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติก และผลเงาะในถุงพลาสติกเจาะ 1-2 รู เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

browning น้อยกว่าผลเงาะบรรจุในถุงพลาสติกเจาะ 3 รู ผลเงาะบรรจุในถุงพลาสติกเจาะ 1 รู และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12°C มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 18 วัน ขณะที่ผลเงาะ ไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติก และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 12°C มีอายุการเก็บรักษานาน 5.3 และ 7.7 วัน ตามลำดับ

มาโนชญ์,สายชล และสุรนนท์ (2535) ได้ศึกษาผลกระทบของสภาพบรรยากาศดัดแปลงและอุณหภูมิที่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยใช้ผลมะม่วงอายุ 95-100 วัน หลังดอกบานเต็มที่ และเก็บรักษาผลมะม่วงในถุงพลาสติก polypropylene (PP) ขนาด 12x17 นิ้วหนา 31 ไมครอน และถุงพลาสติก polyethylene (PE) ขนาด 12x17 นิ้วหนา 39 ไมครอน ถุงละ 4 ผล ทั้งที่ไม่เจาะรูและเจาะรูเข็มหมุด 8 รู มีและไม่มีสารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent;EA) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-93เปอร์เซ็นต์ พบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP เจาะรูเข็มหมุด 8 รู ทั้งมีและไม่มีสารดูดซับเอทิลีนมีอายุการเก็บรักษานานกว่าการเก็บรักษาในสภาพอื่นๆ คือเก็บรักษาได้นาน 21 และ 23 วัน ตามลำดับ บรรยากาศในถุงพลาสติก PP ดังกล่าวมี CO<sub>2</sub> และ O<sub>2</sub> โดยเฉลี่ยในระหว่างการเก็บรักษา 12.38-14.94เปอร์เซ็นต์ และ 9.91-10.72เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ถุงพลาสติก PP เจาะรูเข็มหมุด 8 รู จะลดการสุกและลดการเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติและลดความเสียหายที่เกิดจากเชื้อเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ ความเสียหายของผลมะม่วงที่เกิดจาก CO<sub>2</sub> ในถุงพลาสติกเจาะรูเข็มหมุด และความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำเกิดรุนแรงมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น สารดูดซับเอทิลีนในถุงพลาสติก PP ไม่มีผลต่อการเกิดความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำซึ่งจะมีอาการในผลมะม่วง คือ ผิวเป็นสีน้ำตาลเทา เนื้อผลขาว และเกิดสีน้ำตาล endocarp เกิดสีน้ำตาลกล้า seed coat และ cotyledon มีสีคล้ำ ความเสียหายจาก CO<sub>2</sub> เกิดขึ้นมากกับมะม่วงในถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรูเข็มหมุด ในขณะที่ความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำเกิดขึ้นน้อยกว่าผลมะม่วงในถุงพลาสติก PP และ PE ที่เจาะรูเข็มหมุดทั้งที่มีและไม่มีสารดูดซับเอทิลีน

อภิรัตน์ (2543) พบว่าน้อยหน่าที่เก็บในถุงพลาสติก ที่ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 7 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าเฉลี่ยของอายุการเก็บรักษา ยาวนานที่สุดคือ 10.75 วัน ส่วนน้อยหน่าที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกที่ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 11 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุดคือ 9 วัน

อรทัย (2543) พบว่าการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยใช้ปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 0 2 4 6 เปอร์เซ็นต์ และระดับปริมาณก๊าซ ออกซิเจน เข้มข้น 0 1 2 3 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในอุณหภูมิ 14-16 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78-89 เปอร์เซ็นต์ ผลปรากฏว่ามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในทุกวิธีการทดลองมีอายุในการเก็บรักษาเท่ากันคือ ภายหลังการเก็บรักษา ผลมะม่วงจะสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น

การบรรจุหีบห่อ สมชาย (2543) กล่าวว่าหีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียน้ำหนัก) ได้เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยน้ำ สิ่งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ขายผลผลิตได้ดีขึ้นนานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลผลิตเหี่ยว ผลผลิตบางอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น ผักกาดแดง หรือผักกึนรากอื่นๆ ก่อนจะบรรจุหีบห่อต้องมีการตัดแต่งยอดราก จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกทำให้ลดการสูญเสียความชื้น ทำให้เก็บรักษาผักได้นานขึ้น

ผักถ้าเหี่ยวเร็วจะทำให้สูญเสียไนโตรเจนไปด้วย ถ้าบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียเหล่านี้ นอกจากพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไขมันหรือภาชนะอื่นๆ ก็ช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### อุปกรณ์

1. ขมพู่
2. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
3. สารดูดความชื้น , สารดูดซับเอทรีลิน
4. ก๊าซไนโตรเจน ( $N_2$ )
5. ก๊าซออกซิเจน ( $O_2$ )
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก
7. Hand refractometer
8. แผ่นเทียบสี Royal Horticultural Society
9. NaOH 0.1 % (โซเดียมไฮดรอกไซด์) และอุปกรณ์ไตเตรต
10. ไม้จิ้มฟัน
11. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer)
12. เทปกาวย
13. Syringe 50 cc.
14. ขวดน้ำกลั่น
15. กระดาษทิชชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

### 1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4x4 Factorial in Completely Randomized Design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย แต่ละปัจจัยมี 3 ซ้ำ (replication) ดังนี้

ปัจจัย A คือ อัตราการไหล  $N_2$  มี 4 ระดับ

$a_1 = 0$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

$a_2 = 5$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

$a_3 = 10$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

$a_4 = 15$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

ปัจจัย B คือ อัตราการไหล  $O_2$  มี 4 ระดับ

$b_1 = 0$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

$b_2 = 5$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

$b_3 = 10$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

$b_4 = 15$  ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

### 2. ขั้นตอนการปฏิบัติ

ขั้นตอนการเก็บรักษา

1. คัดเลือกชมพู่ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน แบ่งใส่ถุงๆ ละ 3 ผล พร้อมกับใส่สารดูดซับเอทิลีน และสารดูดความชื้น
2. นำทุกถุง ไปชั่งน้ำหนัก เขียนป้ายบอกปริมาณน้ำหนัก และ treatment ไว้ที่ถุง
2. นำชมพู่ที่บรรจุและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วมาเติม  $O_2$  และ  $N_2$  ตาม treatment จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 15 องศาเซลเซียส
3. ทุกๆ 3 วัน นำผลชมพู่มาตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้
  - 3.1 น้ำหนักสด
  - 3.2 ปริมาณ total soluble solid (TSS)
  - 3.3 เปอร์เซนต์ titratable acidity (%TA)
  - 3.4 สีผิว
  - 3.5 คุณภาพการรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การบันทึกและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การบันทึกข้อมูล

ก่อนการเก็บรักษาได้ทำการบันทึกข้อมูลชมพูดังนี้

1. น้ำหนักสดของชมพู
2. ลักษณะสีผิว
3. ปริมาณ total soluble solid ( TSS )
4. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ [ titratable acidity (%TA) ]

และระหว่างการเก็บรักษาทุกๆ 3 วัน

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด
2. ลักษณะสีผิว
3. ปริมาณ total soluble solid ( TSS )
4. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ [ titratable acidity (%TA) ]
5. อายุการเก็บรักษา
6. รสชาติ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

2. ลักษณะสีผิว โดยการเทียบสีผิวกับ color chart ของ Royal Horticultural Society (R.H.S) แล้วให้เป็นคะแนนเปรียบเทียบความแตกต่าง
3. ปริมาณ total soluble solids (TSS) นำน้ำคั้นจากชมพูมาหยดลงบน Hand refractometer แล้วอ่านค่า total soluble solids (TSS)
4. ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ [ titratable acidity (%TA) ] โดยการนำน้ำคั้นจากเนื้อชมพู 5 มิลลิลิตร นำมาเติมสารละลาย phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2-3 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไตเตรตด้วยสารละลายด่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

endpoint(น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร)บันทึกปริมาตรค่าที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดซัลฟิวริก จากสูตร

$$\% \text{กรดซัลฟิวริก} = \frac{N \text{ base} \times \text{มล. Base} \times \text{meq.wt. ของกรดซัลฟิวริก} \times 100}{\text{มล. ของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดย N base = normality ของ NaOH  
 มล. Base = จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรต  
 Meq.wt. ของกรดซัลฟิวริก = 0.06404

5. อายุการเก็บรักษาโดยดูจากคุณภาพที่ดีในการรับประทานและสภาพภายนอกซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้จนถึงสิ้นสุดการยอมรับได้ นับอายุเป็นวัน
6. รสชาติโดยดูจากการชิมชมพู่ซึ่งมีคะแนนในการตัดสินรสชาติของชมพู่ดังนี้
  - 5 = รสชาติดีมาก
  - 4 = รสชาติดี
  - 3 = รสชาติปานกลาง
  - 2 = รสชาติพอใช้
  - 1 = รสชาติไม่ดี

#### สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

### 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่าขมพูมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.10-0.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีรายละเอียด คือ

หลังการเก็บรักษา 3 วัน พบว่าขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+  $O_2$  15 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+  $O_2$  15 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 6 วัน พบว่าขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+  $O_2$  15 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+  $O_2$  5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 9 วัน พบว่าขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+  $O_2$  15 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+  $O_2$  5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 12 วัน พบว่าขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+  $O_2$  15 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.48 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+  $O_2$  0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

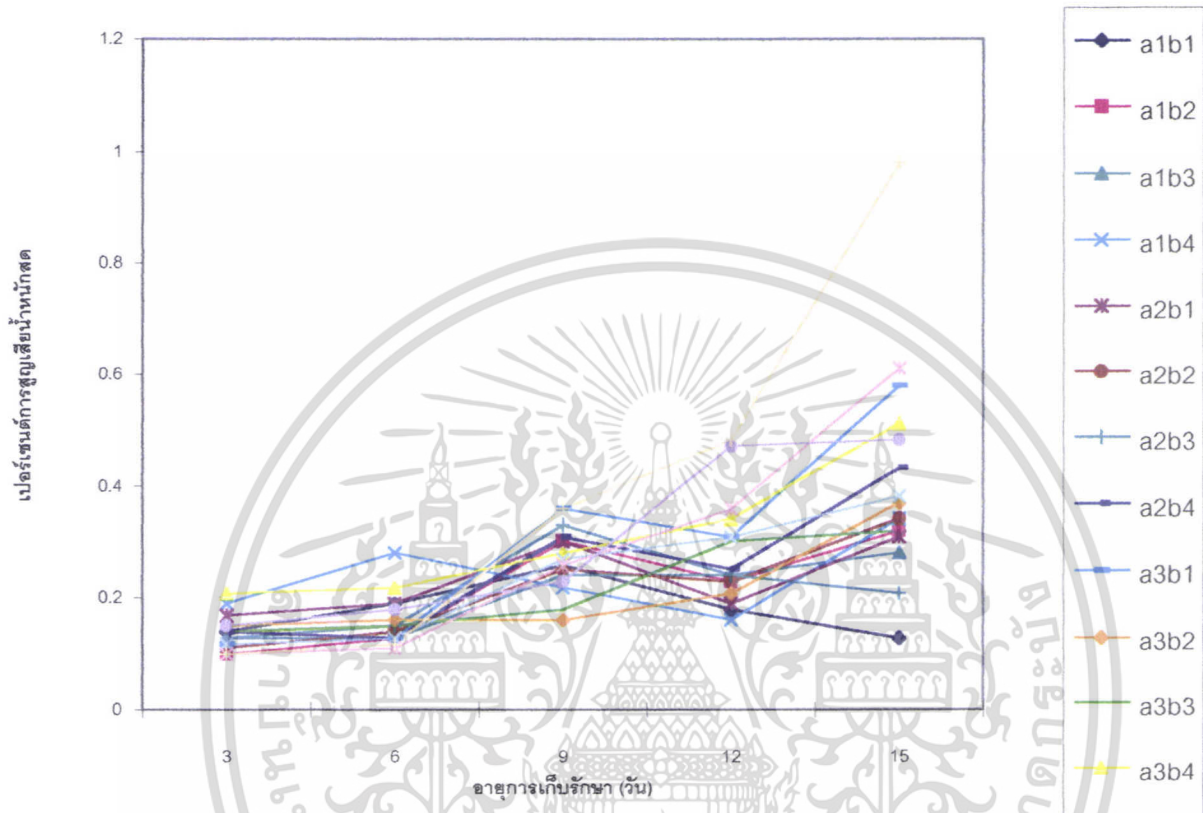
หลังการเก็บรักษา 15 วัน พบว่าขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+  $O_2$  15 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับขมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+  $O_2$  0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของขมพู่ภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, และ 15 วัน

วิธีการ	อัตราการไหลของก๊าซ (PSI) N <sub>2</sub> : O <sub>2</sub>	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการทดลอง (วัน)				
		3	6	9	12	15
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0 : 0	0.14a <sup>1/</sup>	0.19a <sup>1/</sup>	0.26a <sup>1/</sup>	0.18d <sup>1/</sup>	0.13a <sup>1/</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0 : 5	0.10a	0.13a	0.30a	0.23bcd	0.32a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0 : 10	0.13a	0.13a	0.24a	0.24bcd	0.28a
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	0 : 15	0.19a	0.28a	0.22a	0.16cd	0.34a
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5 : 0	0.17a	0.19a	0.30a	0.19bcd	0.31a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	5 : 5	0.11a	0.14a	0.25a	0.23bcd	0.34a
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	5 : 10	0.13a	0.15a	0.33a	0.24bcd	0.21a
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	5 : 15	0.14a	0.13a	0.31a	0.25bcd	0.43a
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10 : 0	0.12a	0.13a	0.36a	0.31bcd	0.58a
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10 : 5	0.15a	0.16a	0.16a	0.21bcd	0.37a
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	10 : 10	0.14a	0.15a	0.18a	0.30bcd	0.32a
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	10 : 15	0.21a	0.22a	0.28a	0.34abc	0.51a
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	15 : 0	0.12a	0.13a	0.27a	0.31b	0.38a
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	15 : 5	0.10a	0.11a	0.26a	0.36ab	0.61a
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	15 : 10	0.15a	0.18a	0.23a	0.47a	0.48a
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	15 : 15	0.10a	0.12a	0.36a	0.48a	0.98a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ ภายหลังจากทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ลักษณะสีผิว

พบว่าเมื่อเริ่มการทดลองผลชมพูมีสีเริ่มต้นคือ YGG 145A,B,C,D ( YELLOW-GREEN GROUP 145 ) (ตารางที่ 2) หลังจากเก็บรักษาชมพูได้ 15 วันทุกวิธีการสีผิวจะมีการเปลี่ยนแปลงจากสีผิวเมื่อเริ่มการทดลองเล็กน้อยเท่านั้นคือเปลี่ยนอยู่ในกลุ่มของ YELLOW-GREEN GROUP 145 A,B,C,D ยกเว้นวิธีการทดลองที่เกิดการเน่าเสียระหว่างเก็บรักษา

ตารางที่ 2. แสดงลักษณะสีผิวของชมพูก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ ไทลของ ก๊าซ (PSI)  N <sub>2</sub> :O <sub>2</sub>	ลักษณะสีผิวภายหลังการทดลอง (วัน)					
		ก่อน ทดลอง	3	6	9	12	15
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0 : 0	YGG14A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C	YGG145D
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0 : 5	YGG14A	YGG145A	YGG145A	YGG145B	YGG145C	YGG145C
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0 : 10	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	0 : 15	YGG14C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5 : 0	YGG14A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C	YGG145C
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	5 : 5	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	5 : 10	YGG14A	YGG145A	YGG145A	YGG145A	YGG145B	YGG145B
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	5 : 15	YGG14C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10 : 0	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10 : 5	YGG14A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	10 : 10	YGG14A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	10 : 15	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	15 : 0	YGG14A	YGG145A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145C
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	15 : 5	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	15 : 10	YGG14C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	15 : 15	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C

หมายเหตุ : YGG = YELLOW-GREEN GROUP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ปริมาณ total soluble solids (TSS)

พบว่าปริมาณ TSS ของน้ำคั้นชมพูจะค่อยๆเพิ่มตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยปริมาณ TSS อยู่ระหว่าง 5-10.93 brix ซึ่งมีรายละเอียดคือ

หลังจากเก็บรักษา 3 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+ $O_2$  10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.6 brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+ $O_2$  0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 5.6 brix (ตารางที่3, ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+ $O_2$  15 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 10.9 brix ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+ $O_2$  15 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 7.4 brix (ตารางที่3, ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 9 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 6.9 brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 5.8 brix (ตารางที่3, ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  15 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 9.3 brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+ $O_2$  10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 7.4 brix (ตารางที่3, ภาพที่ 2)

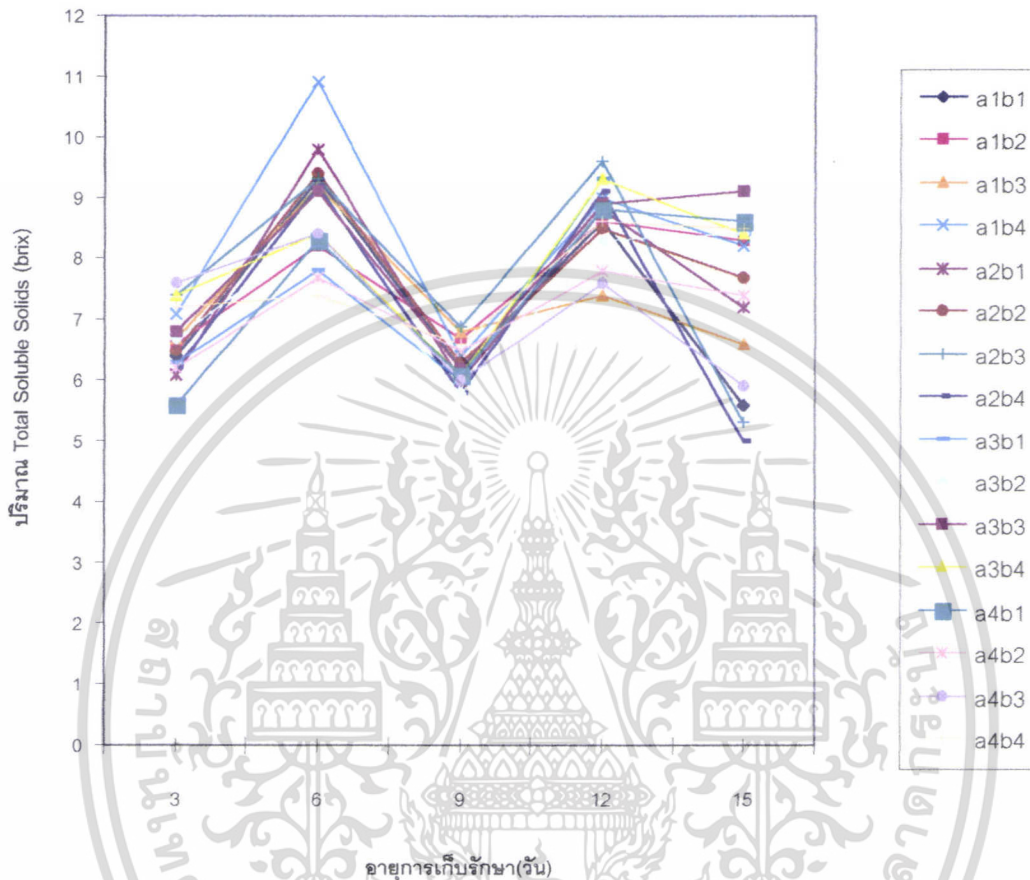
หลังจากเก็บรักษา 15 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  10 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 9.1 brix ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  15 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 5 brix (ตารางที่3, ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณ TSS ของชมพู่ก่อนและหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	อัตราการ ไหลของ ก๊าซ (PSI)  N <sub>2</sub> :O <sub>2</sub>	ปริมาณ TSS ภายหลังจากทดลอง (วัน ) ( brix )					
		ก่อน ทดลอง	3	6	9	12	15
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0 : 0	6	6.46a <sup>1/</sup>	9.36bc <sup>1/</sup>	6.26a <sup>1/</sup>	8.63a <sup>1/</sup>	5.60a <sup>1/</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0 : 5	6	6.66a	8.30bcde	6.76a	8.63a	8.33a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0 : 10	7.5	6.60a	9.23bcd	6.86a	7.46a	6.60a
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	0 : 15	7	7.13a	10.93a	6.40a	9.00a	8.26a
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5 : 0	8	6.13a	9.86ab	6.00a	8.86a	7.26a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	5 : 5	7.5	6.53a	9.40bc	6.36a	8.56a	7.73a
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	5 : 10	6.5	7.40a	9.33bc	6.90a	8.66a	5.33a
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	5 : 15	7.5	6.26a	9.26bcd	5.80a	9.13a	5.00a
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10 : 0	7.5	6.33a	7.83cde	6.06a	9.30a	8.40a
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10 : 5	7	6.73a	8.40bcde	5.80a	8.33a	8.43a
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	10 : 10	6	6.86a	9.16bcd	6.26a	8.96a	9.16a
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	10 : 15	6.5	7.40a	8.46bcde	6.16a	9.36a	8.40a
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	15 : 0	8	5.66a	8.30bcde	6.13a	8.86a	8.60a
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	15 : 5	8	6.20a	7.70de	6.50a	7.86a	7.40a
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	15 : 10	7	7.66a	8.40bcde	6.06a	7.66a	5.96a
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	15 : 15	8	7.20a	7.40e	6.60a	8.63a	8.53a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solids ( brix ) ของชมพู่ ภายหลังจากการทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ปริมาณ titratable acidity (%TA)

พบว่าปริมาณ TA ของชมพู เมื่ออายุการเก็บรักษาของชมพูเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณ TA เพิ่มขึ้น ภายหลังจากเก็บรักษา โดยมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ TA อยู่ระหว่าง 0.10-0.21 ซึ่งมีรายละเอียดคือ

หลังจากเก็บรักษา 3 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+ $O_2$  15 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+ $O_2$  10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI+ $O_2$  10 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 9 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  10 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+ $O_2$  0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3)

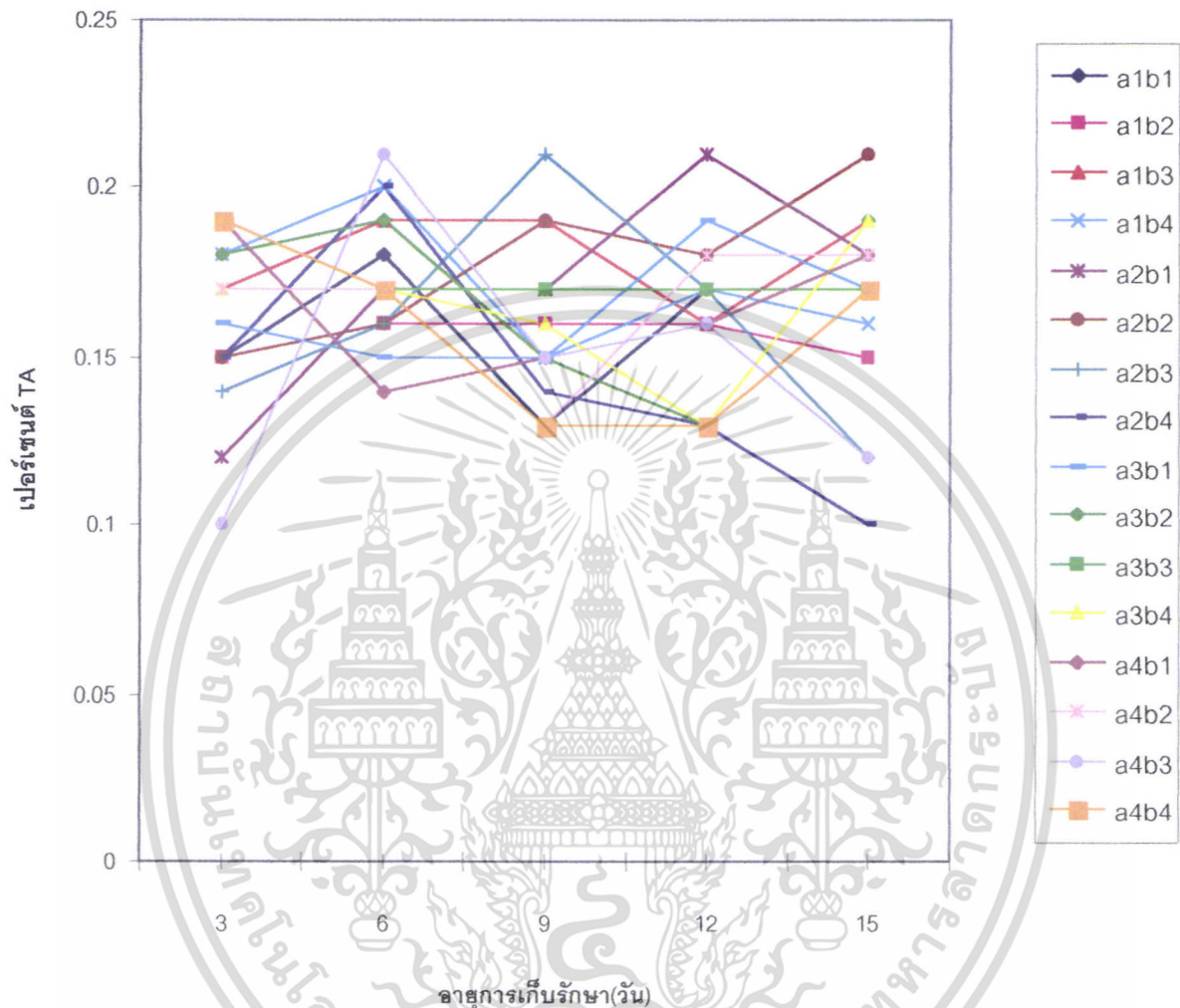
หลังจากเก็บรักษา 15 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  15 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.10 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4, ภาพที่ 3)

ตารางที่ 4. แสดงปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ ไพลของ ก๊าซ (PSI) N <sub>2</sub> :O <sub>2</sub>	ปริมาณ Titratable acidity (%TA) ภายหลังการทดลอง (วัน)					
		ก่อน ทดลอง	3	6	9	12	15
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0:0	0.16	0.15a <sup>1/</sup>	0.18a <sup>1/</sup>	0.13c <sup>1/</sup>	0.17a <sup>1/</sup>	0.12a <sup>1/</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0:5	0.15	0.15a	0.16a	0.16bc	0.16a	0.15a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0:10	0.15	0.17a	0.19a	0.19ab	0.15a	0.19a
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	0:15	0.13	0.18a	0.20a	0.15bc	0.17a	0.16a
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5:0	0.10	0.12a	0.17a	0.17abc	0.21a	0.18a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	5:5	0.33	0.15a	0.16a	0.19abc	0.18a	0.21a
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	5:10	0.14	0.14a	0.16a	0.21a	0.17a	0.12a
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	5:15	0.12	0.15a	0.20a	0.14bc	0.13a	0.10a
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10:0	0.09	0.16a	0.15a	0.15bc	0.19a	0.17a
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10:5	0.32	0.18a	0.19a	0.15bc	0.13a	0.19a
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	10:10	0.15	0.19a	0.17a	0.17abc	0.17a	0.17a
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	10:15	0.11	0.17a	0.17a	0.16bc	0.13a	0.19a
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	15:0	0.13	0.19a	0.14a	0.15bc	0.16a	0.18a
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	15:5	0.17	0.17a	0.17a	0.13c	0.18a	0.18a
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	15:10	0.14	0.10a	0.21a	0.15bc	0.16a	0.12a
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	15:15	0.17	0.19a	0.17a	0.13c	0.13a	0.17a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ Titratable Acidity(%TA) ของขมพู ภายหลังจากการทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. อายุการเก็บรักษา

พบว่าการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยใช้ผลการประเมินจากคุณภาพการรับประทาน และลักษณะภายนอกพบว่าชมพูที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลองภายหลังการเก็บรักษา 15 วัน ยังคงมีคุณภาพในการรับประทานและลักษณะภายนอกอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 5. แสดงอายุการเก็บรักษาของ ชมพู ในแต่ละวิธีการ

วิธีการ	อัตราส่วนไทล	อายุการเก็บรักษา ( วัน )
	ของก๊าซ (PSI) N <sub>2</sub> : O <sub>2</sub>	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0 : 0	15
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0 : 5	15
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0 : 10	15
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	0 : 15	15
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5 : 0	15
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	5 : 5	15
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	5 : 10	15
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	5 : 15	15
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10 : 0	15
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10 : 5	15
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	10 : 10	15
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	10 : 15	15
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	15 : 0	15
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	15 : 5	15
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	15 : 10	15
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	15 : 15	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. รสชาติ

พบว่าเมื่อเริ่มการทดลองชมพูจะมีรสชาติและคุณภาพที่ดี หลังจากการเก็บรักษาพบว่าคุณภาพของรสชาติลดลงเล็กน้อยจากระดับคะแนนเฉลี่ยเริ่มต้นมีค่า 3-5 ลดลงเป็น 1.66 – 4.33 ตลอดระยะเวลาการทดลองและในการเก็บรักษา 15 วัน(ตาราง 6 , ภาพที่ 4) ซึ่งมีรายละเอียดคือ

หลังจากเก็บรักษา 3 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  0 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 4.33 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI +  $O_2$  5 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3 (ตารางที่ 6 , ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  15 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI+ $O_2$  10 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 2.66(ตารางที่ 6 , ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 9 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  5 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 3.66 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI +  $O_2$  10 PSI ,  $N_2$  5 PSI +  $O_2$  10 PSI ,  $N_2$  0 PSI +  $O_2$  15 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 2.3 (ตารางที่ 6 , ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  5 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 3.33 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  10 PSI ,  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  5 PSI,  $N_2$  0 PSI+ $O_2$  0 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 2 (ตารางที่ 6 , ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 15 วัน พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI+ $O_2$  5 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 3 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI+ $O_2$  0 PSI,  $N_2$  5 PSI+  $O_2$  15 PSI,  $N_2$  5 PSI+  $O_2$  10 PSI,  $N_2$  0 PSI+  $O_2$  15 PSI,  $N_2$  0 PSI+  $O_2$  0 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 1.66 (ตารางที่ 6 , ภาพที่ 4)

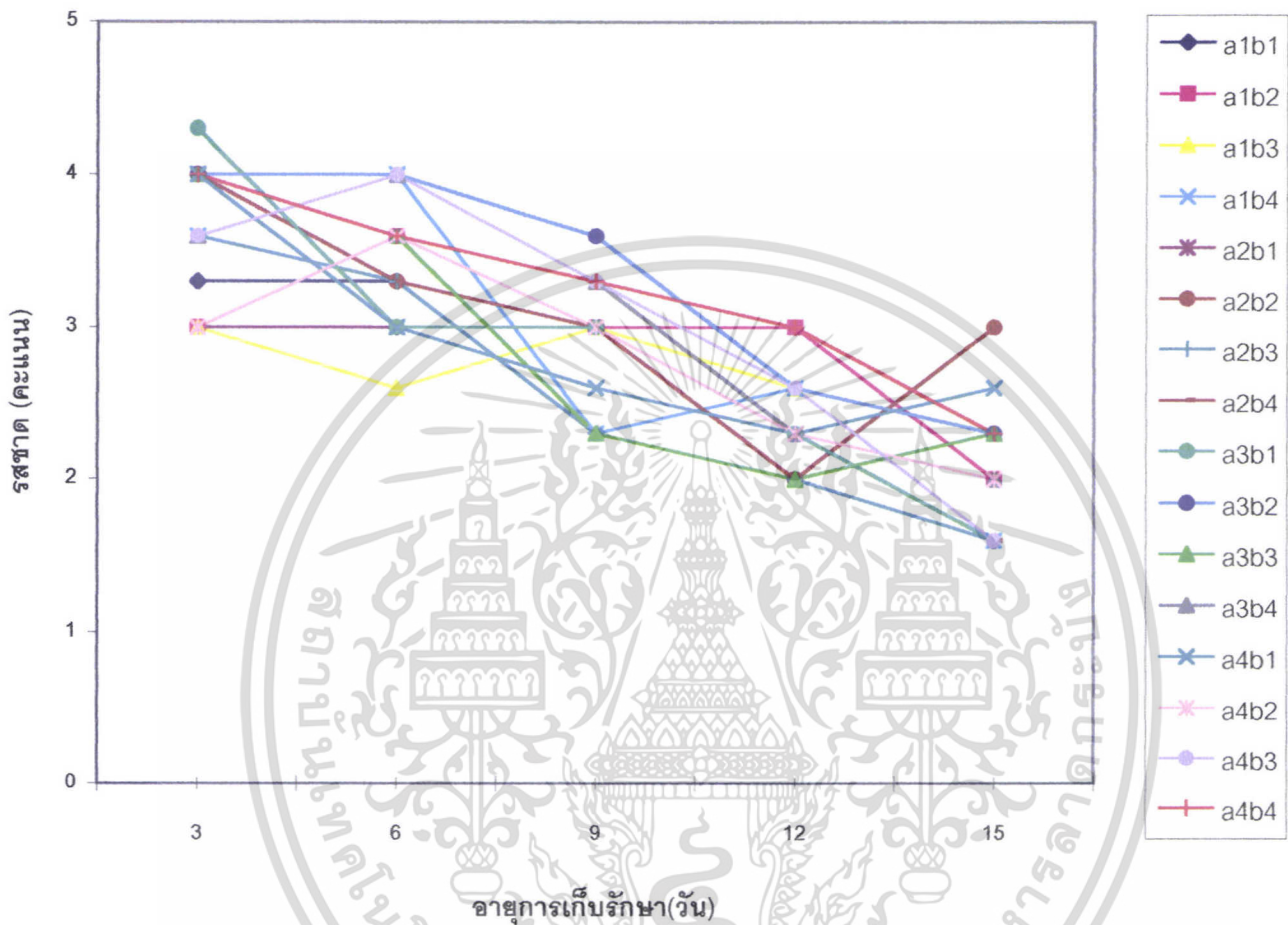
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสนาดของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ ไพลของ ก๊าซ (PSI) N <sub>2</sub> :O <sub>2</sub>	ค่าคะแนนเฉลี่ยรสนาดิภายหลังการทดลอง (วัน)					
		ก่อน ทดลอง	3	6	9	12	15
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0 : 0	5	3.3a <sup>1/</sup>	3.3a <sup>1/</sup>	3a <sup>1/</sup>	2a <sup>1/</sup>	1.6a <sup>1/</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0 : 5	5	3a	3.6a	3a	3a	2a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0 : 10	5	3a	2.6a	3a	2.6a	2.3a
A <sub>1</sub> B <sub>4</sub>	0 : 15	5	3.6a	4a	2.3a	2.6a	1.6a
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5 : 0	5	3a	3a	3a	2.3a	2a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	5 : 5	5	3.6a	3.3a	3a	2a	3a
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	5 : 10	5	3.6a	3.3a	2.3a	2.3a	1.6a
A <sub>2</sub> B <sub>4</sub>	5 : 15	5	4a	3.3a	3a	2.3a	1.6a
A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	10 : 0	5	4.33a	3a	3a	2.6a	1.6a
A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	10 : 5	5	4a	4a	3.6a	3.3a	2.3a
A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	10 : 10	5	4a	3.6a	2.3a	2a	2.3a
A <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	10 : 15	5	3.6a	4a	3.3a	2.3a	2a
A <sub>4</sub> B <sub>1</sub>	15 : 0	5	4a	3a	2.6a	2.3a	2.6a
A <sub>4</sub> B <sub>2</sub>	15 : 5	5	3a	3.6a	3a	2.3a	2a
A <sub>4</sub> B <sub>3</sub>	15 : 10	5	3.6a	4a	3.3a	2.6a	1.6a
A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	15 : 15	5	4a	3.6a	3.3a	3a	2.3a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMR T ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาตของชมพู ภายหลังจากทดลอง 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

### เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI +  $O_2$  15 PSI ภายหลังจากทดลอง 15 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  0 PSI +  $O_2$  0 PSI ภายหลังจากทดลอง 15 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.13 เปอร์เซ็นต์

### ลักษณะสีผิว

พบว่าชมพูที่เก็บรักษาภายหลังจากทดลอง 15 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสีผิวเพียงเล็กน้อยโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะสีผิวคือ มีสีผิวอยู่ในช่วง YGG 145 (YELLOW GREEN GROUP 145) ตลอดระยะเวลาการทดลอง

### ปริมาณ total soluble solids (TSS)

พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  10 PSI +  $O_2$  10 PSI ภายหลังจากทดลอง 15 วันมีปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) มากที่สุดคือ 9.1 brix ส่วนชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI +  $O_2$  15 PSI ภายหลังจากทดลอง 15 วันมีปริมาณ total soluble solid (TSS) น้อยที่สุดคือ 5 brix

### เปอร์เซ็นต์ titratable acidity (%TA)

พบว่าปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพูก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 0.10 – 0.19 เปอร์เซ็นต์ และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณ titratable acidity (%TA) เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณ titratable acidity (%TA) ก่อนการทดลอง และภายหลังจากทดลอง 15 วัน ปริมาณ titratable acidity(%TA) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณ Titratable acidity (%TA) ก่อนการทดลอง

### อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลการประเมินจากคุณภาพการรับประทานและลักษณะภายนอก พบว่าชมพูที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลองมีอายุการเก็บรักษา 15 วัน ซึ่งชมพูในแต่ละวิธีการทดลอง จะมีคุณภาพในการรับประทานในเกณฑ์ที่ดี

### รสชาติ

พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  5 PSI +  $O_2$  0 PSI ,  $N_2$  5 PSI +  $O_2$  5 PSI ,  $N_2$  15 PSI +  $O_2$  5 PSI ภายหลังจากทดลอง 15 วัน มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติคือ 3 ส่วนชมพูที่เก็บรักษาใน  $N_2$  15 PSI +  $O_2$  10 PSI ,  $N_2$  15 PSI +  $O_2$  0 PSI ,  $N_2$  5 PSI +  $O_2$  15 PSI ,  $N_2$  5 PSI +  $O_2$  10 PSI ,  $N_2$  0 PSI +  $O_2$  15 PSI ,  $N_2$  0 PSI +  $O_2$  0 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติคือ 1.66 ภายหลังจากทดลอง 15 วัน

## เอกสารอ้างอิง

- งามทิพย์ กว่ำโรคม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ดินคอรัน โปร ไมชั่น. จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- คนัย บุญเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.
- คนัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2535. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โอ.เอ. พรินติ้งเฮาส์.
- ทิพรรณ เกิดศิริ. 2544. อิทธิพลของสัดส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อคุณภาพภายหลังการ เก็บรักษากล้วยหอมทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 74 หน้า
- มหรณพ อบมณี. 2544. อิทธิพลของอัตราการไหลของคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพูพันธุ์เกล้า. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 57 หน้า
- ยศวดี สมบูรณ์. 2527. วิทยานิพนธ์ “อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาแก่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการเก็บรักษาผลชมพูพันธุ์สีชมพูและพันธุ์โรงเรียน” .
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. “การเก็บรักษาผลผลิตผลพืชสวน.” เกษตรก้าวหน้า. 12(2) : 38-44.
- วิวัฒน์ไชย จันทร์สุคนธ์. 2542. พืชอุตสาหกรรม. โรงพิมพ์อักษรไทย. กรุงเทพฯ. 98 น.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2539. เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์. โรงพิมพ์คุรุสภา. กรุงเทพฯ. 287 น.
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อภิรัตน์ เพ็ชรดี. 2543. อิทธิพลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผล น้อยหน่า. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 49 หน้า
- อรทัย วงศ์เมธา. 2543. อิทธิพลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ต่ออายุการเก็บรักษา มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทอง ในสภาพบรรยากาศตัดแปลง, ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 84 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Kader , A.A *et al.* 1974. Postharvest Response of Vegetables to Preharvest Field Temperature, Hort Sci. 9(6) : 1523-1527.
- Lee, K.S. *et al.* 1996. "Modified Atmosphere Packaging of Mixed Prepared Vegetable Salad Dish." International Journal of Food Science and Technology. 47(1): 7-13.
- Thompson, A.K. 1996. Postharvest Technology of Fruit and Vegetables. U.S.A. :Blackwell Science Ltd.
- Zagory, D. *et al.* 1998. "Modified Atmosphere Packaging for fresh Produce." J. Food Trch. 42(9): 70.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะชมพูก่อนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



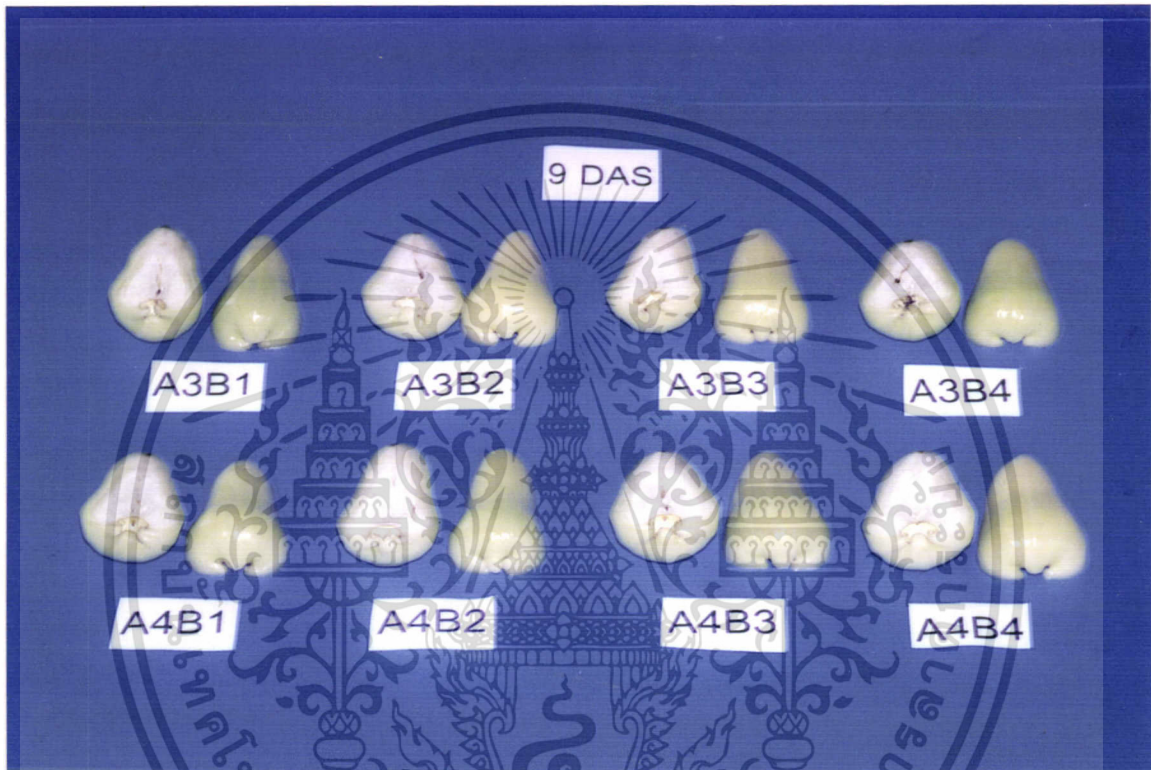
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะขั้วผลภายหลังจากทดลอง 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



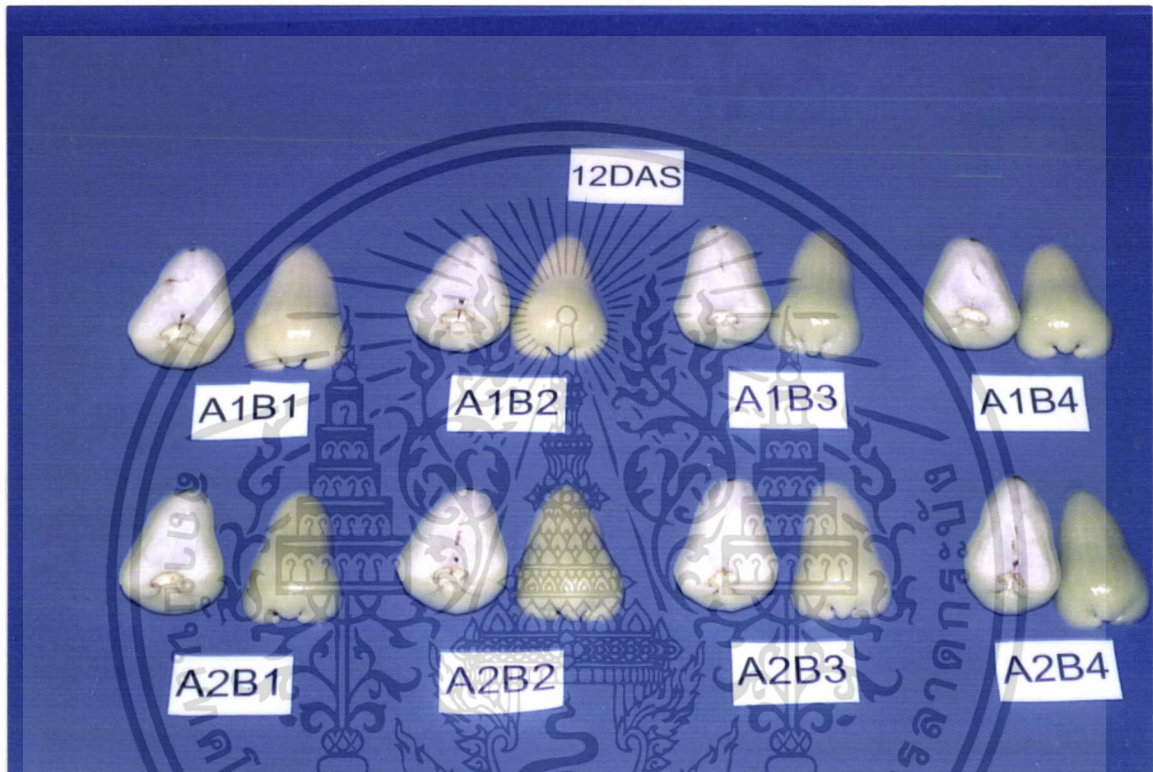
ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะชมพูภายหลังจากทดลอง 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะชมพูภายใต้การทดลอง 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะชมพูภายหลังการทดลอง 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะชมพูภายหลังการทดลอง 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ตาราง Analysis of variance เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดของขมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.046	0.003	0.531 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.008	0.003	0.479	2.92	4.51
B	3	0.012	0.004	0.717	2.92	4.51
AB	9	0.025	0.003	0.486	2.21	3.07
ERROR	32	0.184	0.006			
TOTAL	47	0.230	0.005			

Grand Mean = 0.142

CV = 53.138 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 2 ตาราง Analysis of variance เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดของขมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.090	0.006	0.502 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.014	0.005	0.386	2.92	4.51
B	3	0.018	0.006	0.511	2.92	4.51
AB	9	0.058	0.006	0.537	2.21	3.07
ERROR	32	0.384	0.012			
TOTAL	47	0.475	0.010			

Grand Mean = 0.162

CV = 67.335 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 3 ตาราง Analysis of variance เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน**

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.145	0.010	0.878 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.021	0.007	0.634	2.92	4.51
B	3	0.032	0.011	0.958	2.92	4.51
AB	9	0.098	0.010	0.933	2.21	3.07
ERROR	32	0.353	0.011			
TOTAL	47	0.498	0.011			

Grand Mean = 0.273

CV = 38.325 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

**ตารางผนวกที่ 4 ตาราง Analysis of variance เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน**

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.416	0.028	3.602 <sup>**</sup>	2.01	2.70
A	3	0.299	0.100	12.932	2.92	4.51
B	3	0.052	0.017	2.234	2.92	4.51
AB	9	0.066	0.007	0.948	2.21	3.07
ERROR	32	0.247	0.008			
TOTAL	47	0.663	0.014			

Grand Mean = 0.284

CV = 30.829 %

<sup>\*\*</sup> = Significant at 1 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ตาราง Analysis of variance เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพูภายหลังการทดลอง 15 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	1.741	0.116	1.507 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.833	0.278	3.606	2.92	4.51
B	3	0.421	0.140	1.821	2.92	4.51
AB	9	0.487	0.054	0.702	2.21	3.07
ERROR	32	2.465	0.077			
TOTAL	47	4.206	0.089			

Grand Mean = 0.416

CV = 66.66 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 6 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids (TSS) ของชมพูภายหลังการทดลอง 3 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	13.306	0.877	1.377 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.382	0.127	0.198	2.92	4.51
B	3	7.296	2.432	3.775	2.92	4.51
AB	9	5.627	0.625	0.971	2.21	3.07
ERROR	32	20.613	0.644			
TOTAL	47	33.919	0.722			

Grand Mean = 6.704

CV = 11.97 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	36.630	2.442	3.689*	2.01	2.70
A	3	20.477	6.826	10.313	2.92	4.51
B	3	2.647	0.882	1.333	2.92	4.51
AB	9	13.505	1.501	2.267	2.21	3.07
ERROR	32	21.180	0.662			
TOTAL	47	57.810	1.230			

Grand Mean = 8.835

CV = 9.207 %

\* = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 8 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	5.365	0.358	0.445 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	1.531	0.510	0.635	2.92	4.51
B	3	1.087	0.362	0.451	2.92	4.51
AB	9	2.747	0.305	0.380	2.21	3.07
ERROR	32	25.700	0.803			
TOTAL	47	31.065	0.661			

Grand Mean = 6.310

CV = 14.201 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids(TSS) ของชมพูภายหลังการ  
ทดลอง 12 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	13.770	0.918	0.964 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	4.033	1.344	1.411	2.92	4.51
B	3	6.265	2.088	2.192	2.92	4.51
AB	9	3.472	0.386	0.405	2.21	3.07
ERROR	32	30.480	0.952			
TOTAL	47	44.250	0.941			

Grand Mean = 8.625

CV = 11.31 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 10 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ total soluble solids(TSS) ของชมพูภายหลังการ  
ทดลอง 15 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	79.815	5.321	0.764 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	31.946	10.649	1.528	2.92	4.51
B	3	9.029	3.010	0.432	2.92	4.51
AB	9	38.840	4.316	0.619	2.21	3.07
ERROR	32	222.940	6.967			
TOTAL	47	302.755	6.442			

Grand Mean = 7.439

CV = 35.478 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.029	0.002	1.830 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.007	0.002	2.130	2.92	4.51
B	3	0.004	0.001	1.352	2.92	4.51
AB	9	0.018	0.002	1.890	2.21	3.07
ERROR	32	0.034	0.001			
TOTAL	47	0.063	0.001			

Grand Mean = 0.159

CV = 20.312 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 12 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.019	0.001	0.809 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.001	0.000	0.239	2.92	4.51
B	3	0.003	0.001	0.693	2.92	4.51
AB	9	0.014	0.002	1.037	2.21	3.07
ERROR	32	0.049	0.002			
TOTAL	47	0.068	0.001			

Grand Mean = 0.176

CV = 22.295 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 13** ตาราง Analysis of variance ปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.026	0.002	2.049*	2.01	2.70
A	3	0.009	0.003	3.560	2.92	4.51
B	3	0.010	0.003	4.043	2.92	4.51
AB	9	0.007	0.001	0.880	2.21	3.07
ERROR	32	0.027	0.001			
TOTAL	47	0.053	0.001			

Grand Mean = 0.158

CV = 18.300 %

\* = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

**ตารางผนวกที่ 14** ตาราง Analysis of variance ปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.022	0.001	1.826 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.002	0.001	0.760	2.92	4.51
B	3	0.010	0.003	4.084	2.92	4.51
AB	9	0.010	0.001	1.429	2.21	3.07
ERROR	32	0.025	0.002			
TOTAL	47	0.047	0.001			

Grand Mean = 0.162

CV = 17.268 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 15 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ titratable acidity (%TA) ของชมพูภายหลังการทดลอง 15 วัน**

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	0.044	0.003	0.799 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.005	0.002	0.491	2.92	4.51
B	3	0.006	0.002	0.532	2.92	4.51
AB	9	0.033	0.004	0.991	2.21	3.07
ERROR	32	0.117	0.004			
TOTAL	47	0.161	0.003			

Grand Mean = 0.164

CV = 36.848 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

**ตารางผนวกที่ 16 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพูภายหลังการทดลอง 3 วัน**

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	8.583	0.572	0.687 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	3.417	1.139	1.367	2.92	4.51
B	3	1.083	0.361	0.433	2.92	4.51
AB	9	4.083	0.454	0.544	2.21	3.07
ERROR	32	26.667	0.833			
TOTAL	47	35.250	0.750			

Grand Mean = 3.625

CV = 25.182 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 17 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	7.979	0.532	0.567 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	1.229	0.410	0.437	2.92	4.51
B	3	3.229	1.076	1.148	2.92	4.51
AB	9	3.521	0.391	0.417	2.21	3.07
ERROR	32	30.000	9.938			
TOTAL	47	37.979	0.808			

Grand Mean = 3.479

CV = 27.829 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 18 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	6.583	0.439	0.421 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.750	0.250	0.240	2.92	4.51
B	3	1.083	0.361	0.347	2.92	4.51
AB	9	4.750	0.528	0.507	2.21	3.07
ERROR	32	33.333	1.042			
TOTAL	47	39.917	0.849			

Grand Mean = 2.958

CV = 34.499 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพูภายหลังการทดลอง 12 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	6.667	0.444	0.485 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	1.000	0.333	0.364	2.92	4.51
B	3	0.833	0.278	0.303	2.92	4.51
AB	9	4.833	0.537	0.586	2.21	3.07
ERROR	32	29.333	0.917			
TOTAL	47	36.000	0.766			

Grand Mean = 2.5

CV = 38.297%

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 20 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพูภายหลังการทดลอง 15 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-ratio	
					5%	1%
Treatment	15	7.479	0.499	0.406 <sup>ns</sup>	2.01	2.70
A	3	0.396	0.132	0.107	2.92	4.51
B	3	1.229	0.410	0.333	2.92	4.51
AB	9	5.854	0.650	0.529	2.21	3.07
ERROR	32	39.333	1.229			
TOTAL	47	46.813	0.996			

Grand Mean = 2.062

CV = 53.754 %

<sup>ns</sup> = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้