

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

อิทธิพลอัตราการไหลของ CO₂ และ O₂ ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษา
ชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า

Influence of CO₂ and O₂ Flow Rate on Quality after Storage of *Eugenia*
'Toon Klao'

โดย

นายมรรณพ อบมลิ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

(ผศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 14 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.สมภาพ สิวะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชา

วันที่ 14 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญาตรี

เรื่อง

อิทธิพลของอัตราการไหลของ CO₂ และ O₂ ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษา

ชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า

Influence of CO₂ and O₂ Flow Rate on Quality after Storage of

Eugenia 'Toon Klao'

โดย

นายมรรณพ อบรมลี

อาจารย์ที่ปรึกษา

รฟว.

๘/ 224๘

ผศ.ดร.สมชาย กัด้าหาญ

เลขทมิ 2044

เลขทะเบียน 44416

วัน, เดือน, ปี 1 2 S.A. 2545

เสนอ

.b.....

.i.....

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากความอนุเคราะห์และความกรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษาต่างๆทั้งทางด้านการทดลองและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากการทดลองทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ผศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ ที่ได้ให้คำปรึกษาและวิชาความรู้ พร้อมทั้งชี้แนะแนวทางให้ปฏิบัติอย่างถูกต้องตามขั้นตอน จนกระทั่งปัญหาพิเศษสำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ญาติพี่น้องทุกคน ที่สนับสนุนในทางการศึกษาและให้กำลังใจตลอดมา

และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกคนที่ได้เสียสละเวลากำลึงกายและกำลึงใจให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการทำปัญหาพิเศษนี้



มรรณพ ออมดี

กุมภาพันธ์ 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง อิทธิพลอัตราการไหลของ CO₂ และ O₂ ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษา
ชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า
Influence of CO₂ and O₂ Flow Rate on Quality after Storage
of *Eugenia* 'Toon Klao'

โดย นายมรรณพ อบมลี

สาขาวิชา พีชสวน

ภาควิชา พีชสวน

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมชาย กกล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลการไหลของ CO₂ และ O₂ ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า โดยวางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัยคือ อัตราการไหลของ CO₂ และ O₂ 0, 5, 10, 15 และ 0, 3, 6, 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตามลำดับเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C ภายหลังจากการเก็บรักษาพบว่า ชมพู่จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดและปริมาณ TA เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวเล็กน้อยจากค่าเฉลี่ยลักษณะสีผิวเริ่มต้น คือ Yellow Green Group 145 A-D (YGG 145 A-D) ปริมาณ TSS จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู่ อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และชมพู่ที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลอง มีอายุการเก็บรักษานานกว่า 18 วัน

Title : Influence of CO₂ and O₂ Flow Rate on Quality after Storage of *Eugenia* ' Toon Klao '

By : Mr. Mahannop Obmalee

Major : Horticulture

Department : Horticulture

Faculty : Agriculture technology

Advisor : Assist. Prof. Dr. Somchai Giahan

Abstract

Study on influence of CO₂ and O₂ flow rate on quality after storage of *Eugenia* ' Toon Klao '. The statistical model was 4x4 factorial in CRD CO₂ and O₂ flow rate as 0, 5, 10, 15 and 0, 3, 6, 9 pound per square inches (PSI) respectively then storerial at 15°C. The result showed that after storage fresh weight lost of *Eugenia* increased according to storage time increased. The skin fruit color slightly change from the original which Yellow Green Group 145 A-D (YGG 145 A-D) TA increased according to storage time increased. TSS content of all treatment slightly increased. All of them was accepted in palatability and showed greater than 18 days storage.

สารบัญ

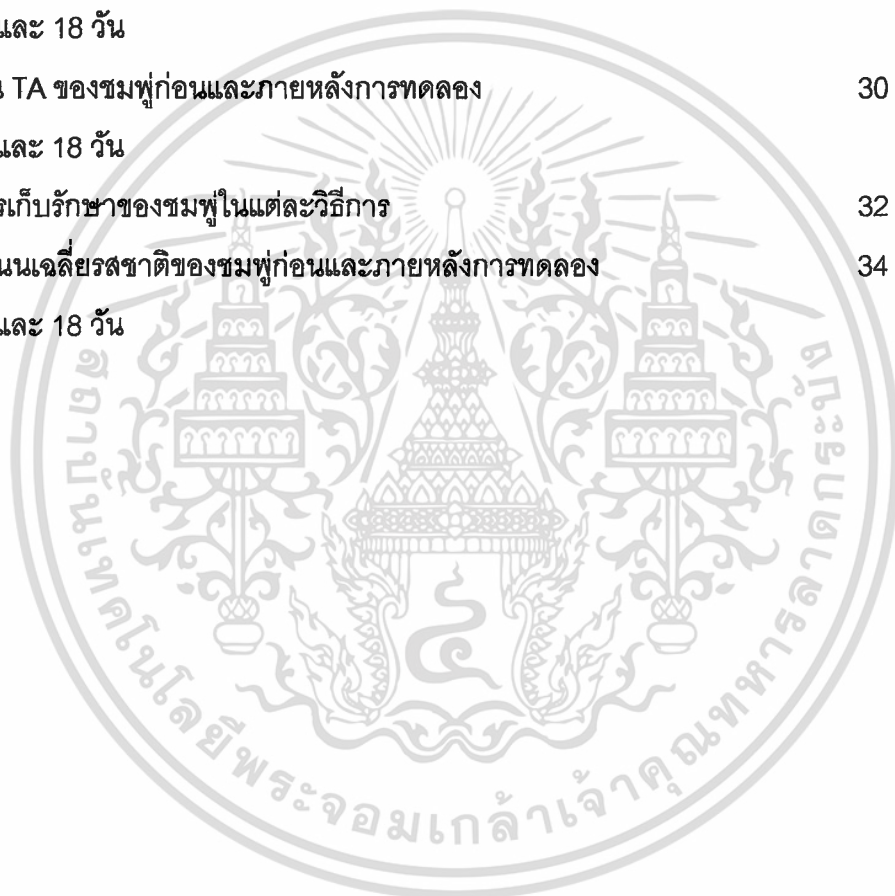
	หน้า
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญตารางผนวก	ค
สารบัญภาพ	ง
สารบัญภาพผนวก	จ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	17
ผลการทดลอง	21
สรุปผลการทดลอง	36
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ ภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน	23
2. แสดงลักษณะสีผิวของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน	25
3. แสดงปริมาณ TSS ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน	27
4. แสดงปริมาณ TA ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน	30
5. แสดงอายุการเก็บรักษาของชมพู่ในแต่ละวิธีการ	32
6. แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	46
2. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	46
3. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน	47
4. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน	47
5. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 15 วัน	48
6. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 18 วัน	48
7. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	49
8. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	49
9. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน	50
10. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน	50
11. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 15 วัน	51
12. ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 18 วัน	51
13. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์ Titratable Acidity (TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 3 วัน	52
14. ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์ Titratable Acidity (TA) ของชมพู่ภายหลังการทดลอง 6 วัน	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางผนวก (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
15. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซ็นต์ Titratable Acidity (TA) ของชมพูภายหลังการทดลอง 9 วัน	53
16. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซ็นต์ Titratable Acidity (TA) ของชมพูภายหลังการทดลอง 12 วัน	53
17. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซ็นต์ Titratable Acidity (TA) ของชมพูภายหลังการทดลอง 15 วัน	54
18. ตาราง Analysis of variance เปอรืเซ็นต์ Titratable Acidity (TA) ของชมพูภายหลังการทดลอง 18 วัน	54
19. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู ภายหลังการทดลอง 3 วัน	55
20. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู ภายหลังการทดลอง 6 วัน	55
21. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู ภายหลังการทดลอง 9 วัน	56
22. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู ภายหลังการทดลอง 12 วัน	56
23. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู ภายหลังการทดลอง 15 วัน	57
24. ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู ภายหลังการทดลอง 18 วัน	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของขมพู่ ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12,15,และ 18 วัน	24
2. แสดงปริมาณ TSS ของขมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12,15,และ 18 วัน	28
3. แสดงเปอร์เซ็นต์ TA ของขมพู่ภายหลังการทดลอง 3,6,9,12,15,และ 18 วัน	31
4. แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของขมพู่ภายหลังการ ทดลอง 3,6,9,12,15,และ 18 วัน	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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
7. แสดงลักษณะของชมพู่ภายหลังการทดลอง 18 วัน	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ชมพู่เป็นพืชที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั่วไป ทั้งภายในและต่างประเทศ สามารถปลูกได้ทั่วไปทุกภูมิภาคของประเทศไทย ซึ่งทำรายได้ให้กับเกษตรกรปีหนึ่งเป็นจำนวนมาก ชมพู่เป็นพืชที่ปลูกได้ง่าย ให้ผลผลิตเร็ว ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จึงช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกชมพู่มีโอกาสประสบผลสำเร็จได้มาก

สาเหตุหนึ่งที่เป็นอุปสรรคสำคัญของการขยายตลาดทั้งในและต่างประเทศก็คือ เรื่องของคุณภาพของชมพู่ ทั้งนี้เนื่องจาก ชมพู่เป็นผลไม้ที่อวบน้ำจึงเกิดความบอบช้ำเสียหายได้ง่ายในระหว่างการเก็บเกี่ยวและภายหลังการเก็บรักษาตลอดจนการขนส่ง เมื่อเกิดความเสียหายผลแตกทำให้สูญเสียคุณภาพและมีอายุการวางขายสั้นลง

จากสภาพดังกล่าวนี้จึงมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวในการที่จะศึกษาถึงสภาพการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อที่จะสามารถยืดอายุการเก็บรักษา และการวางขายให้ยาวนานยิ่งขึ้น อันจะเกิดประโยชน์ทางการตลาดทั้งภายในและต่างประเทศต่อไป

ดังนั้นจึงได้ศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลชมพู่สดโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของอัตราการไหลของ CO_2 และ O_2 ที่มีผลต่อคุณภาพการเก็บรักษาชมพู่
2. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาชมพู่ที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะทางไกลและการเก็บรักษา ก่อนการจำหน่าย
3. เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยการเก็บรักษาแบบ Modified Atmosphere



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชมพู

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชมพูที่มีการจำแนกหมวดหมู่ของชมพูตามหลักพฤกษศาสตร์มีดังนี้

อันดับ (Order)	:	Myrtales
วงศ์หรือตระกูล (Family)	:	Myrtaceae หรือ Myrtle พืชในตระกูลนี้ที่เป็นไม้ผลสำคัญ ได้แก่ หว่า ชมพู ฝรั่ง เป็นต้น
สกุล (Genus)	:	Eugenia ชื่อสกุลนี้เป็นชื่อเดิมที่ตั้งเป็นเกียรติแก่ Prince Eugene แห่ง Savoy : Syzygium เป็นชื่อสกุลใหม่ที่ใช้กัน โดยทั่วไปในปัจจุบัน ซึ่ง พืชในตระกูลนี้มีจำนวนมาก อาจมีมากถึง 1,000 ชนิด ในปี ค.ศ. 1938 นักพฤกษศาสตร์ ชื่อ E.D.Merrill และ L.M.Perry ได้ศึกษารายละเอียดลักษณะต่างๆของพืชสกุล Eugenia เพิ่มเติมและได้เสนอให้แยกพืชหลายชนิดในสกุลนี้ไว้ในสกุล Syzygium (หรือ Jamosa) โดยอาศัยลักษณะเด่น คือ มีเยื่อหุ้มเมล็ดติดกับ pericarp อย่างหลวมๆ มีใบเลี้ยง 2 ใบ ที่เห็นชัดเจนประกบกันอยู่ตรงกลาง และไฮโปคอติลแทรกอยู่ตรงกลาง ชมพูก็จัดอยู่ในสกุล Syzygium (กลุ่มรักเกษตร,2531) เช่นกัน
ชนิด (Species)	:	javanica (แบบเดิม) หรือ samarangense (แบบใหม่)
ชื่อวิทยาศาสตร์ (Science name)	:	<i>Eugenia javanica</i> Lamk. (ชื่อเดิม) (เปรมปรี,2538)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะวิยาของชมพู

ชมพูมีส่วนต่างๆที่ควรนำมาศึกษาได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ราก

ต้นชมพูที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะมีรากแก้ว รากแก้วจะหยั่งลงลึกในดิน ช่วยให้ต้นชมพูตั้งต้นมั่นคง รากที่แตกออกจากรากแก้วจะกระจายแพร่ไปในแนวทางด้านข้างโดยรอบ หรืออยู่ในระดับใกล้หน้าดิน ซึ่งรากชนิดนี้มีจำนวนมากเรียกว่า รากแขนง ที่ปลายรากแขนงเป็นที่เกิดของ รากขนอ่อน ซึ่งมีขนาดเล็กมาก เกิดและตายอยู่เสมอ ทำหน้าที่ดูดน้ำ ธาตุอาหารและหายใจ ต้นชมพูที่ปลูกด้วยกิ่งตอน กิ่งปักชำ มีรากแขนงแต่ไม่มีรากแก้ว

ลำต้น

ชมพูเป็นไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มไม้ผลัดใบ ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ อายุยืนนักร้อยปี มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว มีต้นเป็นพุ่มแน่นทึบ ทรงสูง มีความสูงได้ถึง 15-25 เมตร มีกิ่งก้านสาขาแตกออกจากลำต้น ตั้งแต่บริเวณใกล้กับโคนต้น เป็นกิ่งใหญ่หรืออาจมีลำต้นมากกว่า 1 ลำต้น กิ่งมีสีน้ำตาลแกมแดง ลำต้นค่อนข้างใหญ่ ผิวลำต้นและกิ่งใหญ่จะหยาบหรือขรุขระ ลำต้นและกิ่งไม่ตรงจะคดไปมา รูปร่างไม่ค่อยแน่นอน สีน้ำตาลคล้ำ

สามารถควบคุมให้ชมพูมีขนาดทรงพุ่มต้นเล็กลงหลายเท่าจากขนาดธรรมชาติได้ เช่น ใช้วิธีการตัดแต่งกิ่ง เป็นต้น (รวี ,2540)

ใบ

ชมพูมีใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตัวแบบตรงกันข้าม ก้านสั้น ใบใหญ่ หนา มีหยดน้ำมันเมื่อขยี้มีกลิ่นหอม กว้าง 7-13 เซนติเมตร ยาว 20-25 เซนติเมตร ลักษณะรูปโล่ค่อนข้างยาว ฐานเรียวไม่ลึก หรือเป็นใบแบบ oblanceolate ปลายใบแบบ very acuminate เส้นใบเป็นรูปก้างปลา (pinnate reticulate) ด้านบนใบมีลักษณะด้านไม่เป็นมัน สีเขียวเข้มหรือสีเขียวอมฟ้า,แดง,หรือปนม่วง (เปรมปรี ,2538) ด้านใต้ใบสีเขียวอ่อนกว่า ใบแก่สีเขียวอมเหลือง ชมพูทั้งใบมากราวเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์ ชมพูเป็นพืชที่มีใบดก ทำให้ทรงพุ่มทึบ

ดอก

ตาดอกอยู่ที่ส่วนของลำต้นหรือกิ่ง ซึ่งส่วนมากเป็นกิ่งที่มีอายุมากกว่า 1 ฤดูกาลของการเจริญเติบโต ชมพูมักออกดอกหลังทิ้งใบแก่โดยผลิดอกออกมาตามข้อใบที่ร่วงไป (เปรมปรี ,2538) หรือตามซอกใบ ดอกเริ่มแรกออกเป็นตุ่มสีม่วงแดง ต่อมาอีก 4 วันตุ่มดังกล่าวจะกลายเป็นดอกให้เห็นได้ชัดเจน มีทั้งดอกเดี่ยวและเป็นช่อ ช่อดอกยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร ช่อดอกที่สมบูรณ์มี 4-5 ดอก บางครั้งมีมากถึง 30 ดอก (นันทวัน และอรนุช ,2539) ดอกชมพูขนาดใหญ่เมื่อดอกบานมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3-4 เซนติเมตร รูปคล้ายระฆังสีขาวแกมเขียว ดอกมีกลิ่นหอม เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ประกอบด้วยฐานรองดอก (receptacle) กลีบเลี้ยง (sepal) กลีบดอก (petal) เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรเพศเมีย (pistil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานรองดอก เป็นส่วนที่อยู่ติดกับก้านชูดอก ฐานรองดอกมีลักษณะเป็นรูปกรวย มีสีเขียว ฐานรองดอกอยู่ได้ส่วนต่างๆ ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้ และเกสรเพศเมีย ฐานรองดอกจะเจริญเป็นผลหรือเป็นส่วนที่ไว้รับประทาน

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

กลีบดอก เป็นวงที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไป มี 4 กลีบ เป็นแผ่นบางอ่อน สีขาว กลีบดอกทั้งหมดรวมเรียกว่า corolla (คอโรลล่า) 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) รังไข่ของชมพูพุ่มตั้งอยู่ในฐานรองดอก มีกลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่เหนือรังไข่ เรียกรังไข่เช่นนี้ว่า inferior ovary และดอกเช่นนี้ว่า epigynous flower (epi=ข้างบน, gyno = เพศเมีย) ภายในรังไข่มี 2 ช่อง แต่ละช่องมีไข่ (egg) จากรังไข่ชั้นข้างบนเป็นเส้นยาวเรียวยาวเรียกว่า ก้านเกสรเพศเมีย (style) มีสีเหลืองอมเขียว ในส่วนกลางก้านเกสรเพศเมียมีท่อขนาดเล็กยาวจากยอดเกสรเพศเมียถึงรังไข่ เมื่อดอกบานเต็มที่ ก้านเกสรเพศเมียจะเหยียดตรงยาวประมาณ 3.3 เซนติเมตร ยอดเกสรเพศเมีย (stigma) อยู่ที่ปลายก้านเกสรเพศเมีย มีลักษณะพองออกปลายมน มีสารเหนียวสำหรับจับละอองเกสรที่ปลิวมา หรือแมลงพามาติด ละอองเกสรจะเจริญไปตามท่อเข้าไปผสมกับไข่ (egg) ขณะเดียวกันก้านเกสรเพศเมื่อก็ยังคงเหมือนเดิม ส่วนผนังท่อจะค่อยๆบางลง เนื่องจากเซลล์ของเยื่อก้านเกสรเพศเมียถูกย่อยเป็นอาหารสำหรับละอองเกสรตลอดการเดินทางถึงโพรงของรังไข่ แล้วแทรกเชื้อฝัวยาวนอกของไข่เข้าสู่ส่วนกลางไข่ ไข่ที่ได้รับการผสมจะพัฒนาเป็นเมล็ดอยู่ภายในผลนั้น

การออกดอกของชมพูพุ่ม ชมพูพุ่มจัดเป็นไม้ผลที่ออกดอกจากส่วนกิ่งกึ่งหรือลำต้น ตาดอกจะอยู่ที่ส่วนของลำต้นหรือกิ่งที่มีอายุมากกว่า 1 ฤดูกาลของการเติบโต (รวี ,2540) การออกดอกของชมพูพุ่มช้าหรือเร็วขึ้นกับพันธุ์ สภาพแวดล้อม และการปฏิบัติดูแลรักษา โดยทั่วไปชมพูพุ่มที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่มีการปฏิบัติดูแลรักษา จะออกดอกติดผลได้ตั้งแต่อายุ 1 ปีขึ้นไป ปีหนึ่งออกเป็น 2 รุ่นใหญ่ รุ่นแรกออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงมกราคม รุ่น 2 ออกประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม (เปรมปรี , 2538) ถ้ารุ่นแรกออกดอกมาก พอถึงรุ่นที่ 2 จะออกดอกน้อยลง ต้นที่สมบูรณ์อาจออกดอกรุ่น 3 อีกรุ่นหนึ่งได้ ในสภาพภูมิอากาศเหมาะสม ต้นชมพูพุ่มที่สมบูรณ์พร้อมจะออกดอกได้นั้น อาจสังเกตได้จากลักษณะที่ส่วนของกิ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแล้ว (รวิ ,2540) ใบจะมีสีเขียวเข้ม 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 ชมพูบางพันธุ์มีสีชมพูเป็นริ้วนูนพาดตามความยาวของผลทำให้ดูเป็นลายริ้วสวยงามขึ้น ลายริ้วนี้อาจเรียกว่า “เอ็น” เนื้อผลน้ำน้ำสีขาว บางครั้งมีสีจากผิวผลลงลึกถึงกลางเนื้อด้านนอกผล เนื้อมีกลิ่นหอมคล้ายกุหลาบอ่อนๆ รสหวานถึงหวานจัด บางพันธุ์มีรสหวานอมเปรี้ยว ผลใส่กลางคล้ายตำลึงหรือมีเมล็ดคอกอยู่กลางผล

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

ต้นชมพูที่เริ่มออกผลจะให้ผลน้อย แล้วค่อยๆเพิ่มขึ้นทุกปีเมื่ออายุมากขึ้น และสามารถให้ผลทุกปี ปริมาณผลผลิตจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติดูแลรักษา(กลุ่มรักเกษตร,2531) โดยทั่วไปชมพูออกสู่ตลาดชุดแรกราวเดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ผลชุด 2 ออกสู่ตลาดราวเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ซึ่งรุ่นนี้มีผลมากที่สุด ชมพูออกผล 2 ชุด นี้เป็นชมพูที่ออกผลในฤดูหรือที่เรียกว่าชมพูปี ชมพูที่ออกผลหลังจากเดือนเมษายนออกไปเรียกว่า ชมพูทวาย ซึ่งมักพบเป็นต้นที่สมบูรณ์ แต่ออกผลน้อยกว่าในฤดู การทำให้ชมพูออกผลสู่ตลาดในช่วงเดือนธันวาคมได้จะจำหน่ายได้ราคาดี ต้นชมพูที่ออกดอกพร้อมกันเกือบหมด จะทำให้ผลชมพูในชุดนั้นสวย และมีขนาดผลใกล้เคียงกัน แต่ในต้นที่มีผลติดอยู่แล้วมีการออกดอกแซมขึ้นมาอีก จะทำให้ผลไม่สวย เนื่องจากต้นต้องส่งอาหารที่จะนำไปเลี้ยงผล ไปเลี้ยงดอกที่ออกมาใหม่ (สำนักงานพาณิชย์จังหวัดเพชรบุรี ,2536)

เมล็ด

มีลักษณะกลม มีเยื่อบางสีน้ำตาลเข้มห่อหุ้มเมล็ด จึงเรียกว่า เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) ซึ่งจะติดกับ pericarp อย่างหลวมๆ ในหนึ่งผลมี 1-5 เมล็ด (เปรมปรี,2538) ผลที่มี 2 เมล็ด แต่ละเมล็ดทั้งสองมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลมประกบกัน ส่วนผลที่มีมากกว่า 2 เมล็ด แต่ละเมล็ดจะมีรูปร่างต่างกันแต่จะรวมกันอยู่ในลักษณะเป็นทรงกลมคล้ายเมล็ดเดี่ยว เมล็ดชมพูเป็นเมล็ดที่เรียกว่า recalcitrant seed คือเป็นเมล็ดที่ตายง่าย ถ้าเมล็ดแห้งจะตายทันที เนื่องจากเซลล์ขาดน้ำทำให้เซลล์ที่จะเจริญเป็นรากนั้นตายไป(เยาวลักษณ์ ,2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชมพูพันธุ์ทูลเกล้าหรือพันธุ์เพชรทูลเกล้า

ชมพูพันธุ์นี้ได้รับความสนใจจากผู้ปลูกมาก อาจกล่าวได้ว่าปัจจุบัน (2540) ชมพูพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับบรรดาชมพูด้วยกัน มีการนำมาปลูกเป็นการค้าอย่างแพร่หลายทั่วไป มีปลูกเป็นลำเป็นสันมาหลายปี อาจนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 มาแล้ว และพันธุ์น่าจะคงความนิยมของผู้ปลูกกันต่อไปอีกนาน เนื่องจากเกษตรกรเชื่อว่าปลูกแล้วจะให้รายได้ที่คุ้มค่า อัตราเสี่ยงต่ำ (รัดเกล้า,2531) ตลาดมีความต้องการสูง ทั้งตลาดภายในและตลาดต่างประเทศ เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตเร็ว และให้ผลดกมาก ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่น ให้ผลเร็วจึงมีรายได้เร็ว อายุการเก็บเกี่ยวสั้น สามารถทำทวายได้ง่ายจึงมีรายได้ทั้งปี แม้วารสาขาและคุณภาพตามธรรมชาติจะไม่เด่นมากนัก ชมพูพันธุ์นี้ถือเป็นพันธุ์ที่ปลูกง่าย เกษตรกรบางรายจะปลูกชมพูพันธุ์นี้เป็นหลักไว้ก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นพันธุ์ใหม่ตามที่ต้องการ ความดีของชมพูพันธุ์นี้อาจเทียบเคียงได้กับพันธุ์น้ำผึ้ง ส่วนผลผลิตมีราคาถูกต้องตามความต้องการของผู้บริโภค จึงเป็นสินค้าที่มีลูกค้ายิ่งที่สุด ส่วนชมพูเพชรจะมีลูกค้ำที่มีฐานะดี ชมพูพันธุ์ทูลเกล้าเป็นพันธุ์ที่มีผลผลิตส่งออกต่างประเทศแม้ว่าจะมีปริมาณยังไม่มากก็ตาม แต่ก็ต้องพัฒนาการส่งออกไป (นายพิลา,2541)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

ปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการเก็บรักษาได้แก่ อุณหภูมิ เมื่อทำการลดอุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวนการต่างๆทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลง ทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น สำหรับปัจจัยอื่นก็มีผลชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกัน ปริมาณ O_2 ในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทิลีน และกระบวนการออกซิเดชันอื่นๆ เช่น การออกซิไดซ์สารประกอบฟีนอลจนได้สารสี (pigment) สีน้ำตาล ปริมาณ CO_2 ซึ่งเป็นของเสียจากการหายใจ ถ้ามีปริมาณมากสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของกระบวนการหายใจได้ นอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีนด้วย โดยเชื่อว่า CO_2 ไปแย่งที่ active site ของเอทิลีน ดังนั้นการลดปริมาณ O_2 และเพิ่มปริมาณ CO_2 จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตออกไปได้ การเก็บรักษาในสภาพที่มี O_2 น้อย และ/หรือมี CO_2 มากกว่าปกติเรียกว่า การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศแบบดัดแปลง (modified atmosphere ,MA)

โดยปกติอากาศมี O_2 ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ CO_2 0.03 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็น N_2 สภาพแวดล้อมผลิตผลที่มีปริมาณ O_2 ลดลง และ CO_2 เพิ่มสูงขึ้นนั้น เกิดขึ้นได้เมื่อมีการถ่ายเทอากาศรอบๆผลิตผลไม่เพียงพอ เช่น เมื่อบรรจุผลิตผลในภาชนะชนิดต่างๆถ้าบรรจุในช่องซึ่งตัวแข่งมีช่องว่างมากปริมาณแก๊สต่างๆอาจมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ในขณะที่การบรรจุในถุงพลาสติกอาจทำให้ O_2 ลดต่ำลงมาก และ CO_2 เพิ่มสูงขึ้นมากจนทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนขึ้นได้ ดังนั้นการบรรจุหีบห่อจึงเป็นการดัดแปลงบรรยากาศรอบๆผลิตผลด้วย และการเก็บรักษาผลผลิตภายในภาชนะบรรจุจึงเป็นการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงรูปแบบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณแก๊สชนิดต่างๆในการเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศดัดแปลงนี้ไม่สามารถควบคุมให้คงที่อยู่ได้ เพราะขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจและกระบวนการต่างๆภายในผลผลิตซึ่งผันแปรตามอุณหภูมิ องค์ประกอบของบรรยากาศ อายุการเก็บเกี่ยว อายุการเก็บรักษา สภาพความเครียด ฯลฯ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอัตราการถ่ายเทอากาศระหว่างสถานที่เก็บรักษากับบรรยากาศข้างนอกด้วย ถ้าการถ่ายเทอากาศไม่ดี ความเข้มข้นของแก๊สต่างๆก็จะแตกต่างกันไปจากสภาพบรรยากาศปกติ ทั้งนี้รวมถึงเอทิลีนที่ผลิตผลสร้างขึ้นอาจมีปริมาณมากขึ้นจนมีผลทำให้การสุกหรือการชราภาพเกิดขึ้นเร็วกว่าปกติด้วย ดังนั้นถ้าต้องการเก็บผลผลิตให้อยู่ได้นาน จำเป็นต้องมีการควบคุมให้ความเข้มข้นของแก๊สชนิดต่างๆคงที่อยู่ในระดับที่สามารถชะลอกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในผลผลิตให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

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

- ก. ชนิดของผลผลิต ผลผลิตต่างชนิดกันมีอัตราการหายใจและกระบวนการต่างๆไม่เท่ากัน ส่งผลให้ปริมาณการใช้ O_2 การปลดปล่อย CO_2 และเอทิลีน ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อสภาพบรรยากาศรอบๆ ผลผลิตภายในภาชนะบรรจุ นอกจากนั้นคุณสมบัติในการยอมให้แก๊สชนิดต่างๆ ภายในผลผลิตผ่านเข้าออกทางเปลือกหรือผิว ไปสู่อากาศยอมส่งผลถึงความเข้มข้นของแก๊สภายในผลผลิตเองด้วย
- ข. วัยและความบริบูรณ์ของผลผลิต ผลผลิตที่มีวัยต่างกันอัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน และเมทาบอลิซึมต่างๆไม่เท่ากัน ผลผลิตที่ยังอ่อนอยู่มักมีอัตราดังกล่าวดำ ผลไม้ที่ยังไม่สุกมีอัตราต่ำเมื่อเทียบกับผลไม้ที่กำลังสุก ส่งผลให้สภาพบรรยากาศดัดแปลงเกิดขึ้นไม่เหมือนกันทั้งๆที่การบรรจุและเก็บรักษาเป็นแบบเดียวกัน
- ค. อุณหภูมิในการเก็บรักษา อุณหภูมิยิ่งสูงอัตราปฏิกิริยาต่างๆยิ่งสูงขึ้น มีผลต่อการใช้และการผลิตแก๊สชนิดต่างๆของผลผลิต
- ง. ปริมาณของผลผลิตในภาชนะบรรจุ ในปริมาณที่เท่ากันถ้ามีผลผลิตบรรจุอยู่มากยอมใช้ O_2 ให้หมดไป และสะสม CO_2 ให้มากขึ้นได้เร็วกว่าการบรรจุผลผลิตแต่น้อย
- จ. คุณสมบัติในการยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกได้ง่าย ทำให้องค์ประกอบของแก๊สภายในใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติมากกว่าภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่างๆผ่านเข้าออกได้น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงนอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่างๆภายในผลิตผลทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่อื่นๆ ดังนี้

- ก. ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลิตผลที่มีความบริบูรณ์มากขึ้น ผลิตผลที่มีความบริบูรณ์มาก มีรสชาติ คุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลิตผลที่มีความบริบูรณ์น้อย แต่มักเก็บรักษาได้ไม่นานจนส่งไปได้ไม่ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยแก้ปัญหานี้ได้
- ข. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลิตผลต่อเอทธิลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะ CO_2 มีโครงสร้างทางเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่งที่ active site ของเอทธิลีนได้
- ค. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาผลิตผลที่มีไขมันมาก เช่น พวกลูกัดเคี้ยวมันได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์กรดของไขมันที่ให้อิ่มตัวด้วย O_2
- ง. ลดอัตราผิดปกติทางสรีรวิทยาต่างๆที่เกิดขึ้นๆได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เพราะหลังจากเกิด primary injury ขึ้นในเซลล์ องค์ประกอบต่างๆที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมา โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วย O_2 และทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น
- จ. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้บนผักและผลไม้ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมี O_2 ต่ำทำให้การเจริญเติบโตบนผลิตผลลดลงด้วย
- ฉ. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลิตผลในทำนองเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะใช้ควบคุมแมลงได้ผลมักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้
- ช. เพิ่มคุณภาพของผลิตผล ผลิตผลบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งได้

โทษของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่ได้รับการทดสอบแล้วมักปลอดภัยต่อผลิตผล สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ แต่สำหรับการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่างๆคงที่นั้น บ่อยครั้งที่ปริมาณแก๊สบางชนิดมีอยู่สูงหรือต่ำเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผลิตผลได้

จากการผิดปกติของผลิตผลเมื่อเก็บรักษาไว้ภายใต้สภาพบรรยากาศตัดแปลงมีหลายรูปแบบด้วยกัน ลักษณะที่พบมากได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลิตผลเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลคล้ายถูกน้ำร้อนลวก ผลิตผลมีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ และสำหรับผลไม้มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติไปหรือไม่สุกเอาเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

อย่างไรก็ตามข้อสันนิษฐานยังไม่มีตัวเลขยืนยันและยังมีข้อโต้แย้งได้ เช่น กรณีของผักกาดหอมห่อไม่สามรถทนต่อสภาพที่มี CO_2 สูงได้เกิน 1-2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับเป็นความเข้มข้นที่ต่ำมาก แต่ผักกาดหอมห่อก็มีลักษณะ โครงสร้างที่มีความหนาแน่นต่ำ เซลล์พื้นผิวหรือ epidermis ไม่มีลักษณะพิเศษไปกว่าพืชชนิดอื่นๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณโคนก้านใบของผักกาดหอมห่อซึ่งมีสีขาวนั้น เกิดอาการผิดปกติเนื่องจาก CO_2 สูงได้มากกว่าบริเวณอื่นๆที่มีสีเขียว (จริงแท้ , 2541)

ข้อกำหนดและคำแนะนำในการใช้ MA สำหรับพืชสวน

การเพิ่ม CO_2 แก่ผลผลิตก่อนการเก็บรักษา

จากการทดลองในสถานีทดลองหลายๆแห่งพบว่า การใช้ CO_2 12% (ที่อุณหภูมิ 0-5 °C) ก่อนการเก็บรักษาโดยวิธี CA ในผลแอปเปิลนาน 2 สัปดาห์ หรือในสาลี่นา 2-4 สัปดาห์ จะช่วยทำให้ผลไม้สุกช้าลง อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวอาจทำให้เกิดผลเสียแก่ผลผลิตทั้งภายในและภายนอกเนื่องจากก๊าซ CO_2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต ฤดู และพื้นที่ปลูก ในทางการค้าวิธีการดังกล่าวอาจเกิดผลเสียเมื่อใช้กับแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious ที่ปลูกทางตะวันตกเฉียงเหนือของสหรัฐอเมริกา แต่พบว่าการเพิ่มก๊าซ CO_2 จะช่วยลดผลเสียหายที่เกิดขึ้นเนื่องจาก chilling injury ในผลไม้เขตอบอุ่นและเขตร้อน

ความสำคัญของการกำจัดก๊าซเอทิลีนในการเก็บรักษาแบบ MA

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

วิธีการเปลี่ยนแปลงสภาพของบรรยากาศ

1. การควบคุม O₂

- ตะเกียงแบบ open flame
- ตะเกียงแบบ Catalytic หรือ converters
- การฉีดด้วยไนโตรเจน เช่น
ระบบ “Oxytrl”
ระบบ “Nitrol”

2. การควบคุม CO₂

- การเพิ่ม CO₂ โดยมากจะเพิ่มจาก pressurized gas cylinders
- การกำจัด CO₂ จะมีวิธีการกำจัดได้หลายวิธี เช่น
 - Sodium hydroxide scrubbers
 - Water scrubbers
 - ใช้ activated charcoal
 - Molecular sieve scrubbers
 - ใช้ hydrated lime, Ca(OH)₂

3. การกำจัดก๊าซเอทรีน เช่น

- ใช้วิธีถ่ายเทอากาศ
- ใช้วิธีดูดซึมก๊าซเอทรีน เช่น
 - ใช้ Potassium permanganate (Alkaline KmnO₄ on aluminium silicate pellets = “purafil”)
 - ใช้ activated และ brominated charcoal ตามลำพัง หรือ ผสมกับ KmnO₂ (“Stay-Fresh” absorbers)
 - ใช้ Catalytic burners
 - ใช้ UV (O₂ → O₃) เพื่อทำปฏิกิริยากับเอทรีน
 $C_2H_4 + (O) \rightarrow CO_2 + H_2O$
- ใช้ระบบความกดอากาศต่ำ (การเก็บแบบ hypobaric)

การควบคุมผลิตภัณฑ์ใน MA

ในกรณีนี้ผลผลิตจะหายไป โดยการลด O₂ และเพิ่ม CO₂ ภายใต้สภาพอากาศที่จำกัด ถ้าไม่ต้องการให้เพิ่มปริมาณ CO₂ ควรใช้วิธีลด CO₂ ที่กล่าวข้างต้น การจำกัดปริมาณการถ่ายเทอากาศให้ได้ผล ควรใช้วิธีการต่างๆดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 โดยการฉีดไนโตรเจน
 - เพิ่มปริมาณ CO_2 และ/หรือ CO โดยวิธี gas blending manifolds
 - พาหนะที่ใช้ในการขนส่งต้องอยู่ในสภาพที่ดี ไม่มีการรั่วในระหว่างการขนส่ง
 - การกำจัดก๊าซ CO_2 ทำได้โดยใช้ถุงปูนในพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง (ปริมาณปูนที่ใช้ขึ้นอยู่กับผลิตผล)
 - ใช้ถุงระบายอากาศเพื่อควบคุมการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศ
2. การใช้ MA ในการห่อผลิตผล
 - การใช้พลาสติกชนิด polyethylene ห่อภาชนะที่บรรจุผลิตผลอีกทีหนึ่งและปิดผนึกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้เทป ใช้ไฟลน เป็นต้น
 - การติดเครื่องดูดอากาศ บางส่วนอาจจะติดอยู่ในพลาสติกที่ห่อผลิตผล ในขณะที่เดียวกันมีการเพิ่มก๊าซบางอย่างที่ต้องการด้วย
 - วิธีการที่ใช้นี้ใช้กันมากในสตรอเบอร์รี่ ส่วนในเชอร์รี่ และผลิตผลอื่นๆมีการใช้กันในวงจำกัด วิธีการดังกล่าวสามารถใช้กับผลิตผลต่างๆที่ต้องการสภาพของ MA ต่างกัน ในระหว่างการขนส่ง โดยต้องการอุณหภูมิเดียวกัน
 - ปัญหาต่างๆที่มักเกิดขึ้นจากการแตกหัก หรือการผนึกไม่ดีตรงรอยผนึกของแผ่นพลาสติกที่ห่อผลิตผล
3. การใช้ MA ในการขนส่งแต่ละตู้
 - ตัวอย่างของวิธีการเก็บรักษาแบบ MA ของผลิตผลต่างๆระหว่างการขนส่ง เช่น การบุด้วยพลาสติกในกล่องบรรจุเชอร์รี่ ถุงพลาสติกบรรจุกล้วยไปจำหน่ายต่างประเทศ ("Banavac" system) และผักกาดหัวเป็นหัวๆ
 - การตัด (การหั่นฝอย) ผักกาดหอมบรรจุในถุงพลาสติก มีการเพิ่ม O_2+CO_2+CO ในถุงและปิดผนึก วิธีการดังกล่าวมีการใช้ในวงจำกัดในทางการค้า (Kader, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทบาทที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในบรรยากาศจะมี CO_2 อยู่ 0.03% โดยการเพิ่มความเข้มข้นของ CO_2 ในบรรยากาศรอบๆจะส่งผลให้ผลไม้สุกช้าลงได้ ปริมาณ CO_2 3-10% สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้ (สายชล,2528) เนื่องจาก CO_2 มีบทบาทดังนี้

1. ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาของผลิตผลนานขึ้น (วัฒนา,2540) ความเข้มข้นของ CO_2 ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชจะให้ผลน้อยเมื่อใช้อัตราความเข้มข้นน้อยเกินไป ในขณะที่ความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้เซลล์ของพืชเป็นอันตราย ทำให้เกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น เช่น แอปเปิลจะทนต่อ CO_2 ได้น้อยกว่า O_2 โดยการเก็บรักษาแอปเปิลจะใช้ CO_2 ประมาณ 3-5% ขณะที่ผสมสตรอเบอร์รี่ใช้ 15-20% (งามทิพย์,2538)
2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดเราจึงเรียกว่า CO_2 เป็น bacteriostatic หรือ fungistatic คือ มีผลยับยั้งการเข้าทำลายของเชื้อเหล่านั้น ไม่ได้ทำลาย หรือ ฆ่าจุลินทรีย์ โดยทั่วไปจะใช้ CO_2 ที่มีความเข้มข้น 20% จะสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดี เมื่อเชื้ออยู่ในช่วงเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว โดยช่วงเวลาดังกล่าวการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ช้าลง (งามทิพย์,2538)

การเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในชมพู เช่น การคายน้ำ การหายใจ และการสุกของชมพู การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆที่ติดมากับชมพู รวมทั้งการบอบช้ำเนื่องจากการขยี้ย ขนถ่าย ขนส่ง มีผลทำให้คุณภาพความสดของชมพูลดน้อยถอยลงไป

ประโยชน์ของคาร์บอนไดออกไซด์

ชะลออัตราการหายใจของผักและผลไม้ให้ลดลงทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานยิ่งขึ้น แต่ผักและผลไม้แต่ละชนิดต้องการปริมาณ CO_2 ที่เหมาะสมในการยืดอายุแตกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าได้รับมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดการหายใจ ผักและผลไม้จะเกิดการเน่าเสียได้ง่าย แต่ถ้าได้รับน้อยเกินไปอาจทำให้อัตราการหายใจสูงขึ้น ทำให้ผักและผลไม้เน่าเสียเหมือนกัน ดังนั้น ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เหมาะสมจะยืดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ เนื่องจากเกิดการยับยั้งการหายใจ

บทบาทที่สำคัญของออกซิเจนในการเก็บรักษา

ปฏิกิริยาเคมีหลายปฏิกิริยาในพืชจะถูก catalyze โดยเอนไซม์ที่ต้องการออกซิเจนในการหายใจ เพราะฉะนั้นระดับ O_2 ที่ลดลงในเซลล์พืชจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีลดลง และอัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้น ปฏิกิริยานี้จะถูกทำให้เพิ่มขึ้นเมื่อมี O_2 ในระดับต่ำถ้าระดับ O_2 ในเซลล์พืชมีน้อยเกินไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับรสชาติและกลิ่นของพืช ที่ระดับ O_2 ที่ต่ำมากๆ จะทำให้วัฏจักรของ tricarboxylic acid ถูกยับยั้ง แต่ glycolytic pathway อาจยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆ ผลที่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นนี้ทำให้พืชมีการสร้างพลังงานระหว่างการหายใจเพียงเล็กน้อยแต่ขาด O_2 ที่จะ metabolise อาหาร สะสมพวกคาร์โบไฮเดรตไปเป็นน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ในทางกลับกันถ้ากระบวนการ glycolytic pathway ถูกขัดขวางเนื่องจาก O_2 มีระดับต่ำจะทำให้เกิดการสะสมของ acetadehyde และ ethalol ซึ่งจะก่อให้เกิดความเป็นพิษกับเซลล์นั้น ซึ่งผลที่เกิดขึ้นคือจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติขึ้นที่ระดับของ O_2 ต่ำกว่า 0.2% จะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนได้ (Thompson,1996)

ในอากาศมี O_2 ประมาณ 20.9% คุณสมบัติของ O_2 จำเป็นสำหรับการหายใจของพืชผัก และผลไม้ ถึงแม้จะเก็บเกี่ยวจากต้นแล้วก็ตาม ยังคงมีการหายใจตลอดเวลาจนกว่าเซลล์จะตาย

1. การสังเคราะห์เอทริลีน : ถ้าระดับสุดท้ายของกาสังเคราะห์เอทริลีนของพืชจะต้องใช้ O_2 การลดปริมาณ O_2 ลงจะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทริลีนลง การทำงานของเอทริลีนก็เช่นเดียวกันพบว่าต้องการ O_2
2. บรรยากาศปกติมี O_2 เป็นองค์ประกอบซึ่งจำเป็นสำหรับการหายใจของผลผลิต โดยเฉพาะกับผลิตผลที่กำลังเจริญเติบโต ในการเก็บรักษาถ้ามีปริมาณ O_2 ต่ำจะช่วยลดอัตราการหายใจและยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลได้ แต่ถ้า O_2 น้อยเกินไปอาจทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) และทำให้ผลิตผลเสียหาย

การลดปริมาณ O_2 จะยับยั้งหรือลดการผลิตเอทริลีน การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณ O_2 ต่ำสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ง่าย และจะช่วยยับยั้งการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล O_2 เร่งให้เกิดการสูญเสียกรด ascorbic เร็วขึ้น O_2 ต่ำกว่า 20% การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลดลงไม่มากนัก แต่เมื่อความเข้มข้นลดลงเหลือเพียง 2% หรือต่ำกว่าจึงเห็นผล แต่ความเข้มข้นระดับนี้ผลิตผลหลายชนิดไม่อาจทนอยู่ได้ O_2 ต่ำยังไปขัดขวางการสร้าง periderm ในขบวนการสมานแผลของพืช

ปริมาณ O_2 ในบรรยากาศมีผลต่อการสุกของผลไม้ การเพิ่มปริมาณของ O_2 ให้สูงกว่าบรรยากาศปกติ อาจเร่งหรือไม่มีผลต่อการสุกของผลไม้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของผลไม้ การลดปริมาณของ O_2 ในอากาศลงมีผลต่อการสุกของผลไม้ช้าลง เพราะอัตราการหายใจและเมตาบอลิซึมภายในเซลล์เกิดช้าลงชะลออัตราการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ให้ช้าลง การสังเคราะห์เอทริลีนลดน้อยลงและความไวของผลไม้ต่อการทำงานของเอทริลีนให้ช้าลงด้วย ปริมาณ O_2 ต่ำสุดที่ยับยั้งการสุกจะไม่มีผลต่อสรีรวิทยาที่สำคัญของผลไม้ (งามทิพย์,2538)

ผลของสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่มีต่อผักและผลไม้ชนิดต่างๆ

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 ส่วนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิห้อง (29-30 °C) ข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาในถาดโฟมมีราเกิดขึ้นมาก แต่ในถุงพลาสติก PE,PP ที่ไม่เจาะรูไม่เกิดโรคได้แต่คุณภาพเสื่อมลงมาก

สายชล และอรษา (2534) ศึกษาถึงผลกระทบของสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเงาะ โดยการบรรจุผลเงาะโรงเรียนในถุงพลาสติกโพลีเอทรีลีน 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 browning น้อยกว่าผลเงาะบรรจุในถุงพลาสติกเจาะ 3 รู ผลเงาะบรรจุในถุงพลาสติกเจาะ 1 รู และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 12 °C มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 18 วัน ขณะที่ผลเงาะไม่ได้บรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 และ 12 °C มีอายุการเก็บรักษานาน 5.3 และ 7.7 วัน ตามลำดับ

มาโนชญ์สายชล และสุรนนท์ (2535) ได้ศึกษาผลกระทบของสภาพบรรยากาศตัดแปลงและอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ โดยใช้ผลมะม่วงอายุ 95-100 วัน หลังดอกบานเต็มที่ และเก็บรักษาผลมะม่วงในถุงพลาสติก polypropylene (PP) ขนาด 12x17 นิ้ว หนา 31 ไมครอน และถุงพลาสติก polyethylene (PE) ขนาด 12x17 นิ้ว หนา 39 ไมครอน ถุงละ 4 ผล ทั้งที่ไม่เจาะรูและเจาะรูเข็มหมุด 8 รู มีและไม่มีสารดูดซับเอทรีลีน (ethylene absorbent; EA) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-93% พบว่าผลมะม่วงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP เจาะรูเข็มหมุด 8 รู ทั้งมีและไม่มีสารดูดซับเอทรีลีนมีอายุการเก็บรักษานานกว่าการเก็บรักษาในสภาพอื่นๆ คือ เก็บรักษาได้นาน 21 และ 23 วัน ตามลำดับ บรรยากาศในถุงพลาสติก PP ดังกล่าวมี CO₂ และ O₂ โดยเฉลี่ยในระหว่างการเก็บรักษา 12.38-14.94 % และ 9.91-10.72% ตามลำดับ ถุงพลาสติก PP เจาะรูเข็มหมุด 8 รู ชะลอการสุกและลดการเกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติและลดความเสียหายที่เกิดจากขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ ความเสียหายของผลมะม่วงที่เกิดจาก CO₂ ในถุงพลาสติกเจาะรูเข็มหมุด และความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำเกิดรุนแรงมากขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น สารดูดซับเอทรีลีนในถุงพลาสติก PP ไม่มีผลต่อการเกิดความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำซึ่งจะมีอาการในผลมะม่วง คือ ผิวเป็นสีน้ำตาลเทา เนื้อผลขำ และเกิดสีน้ำตาล endocarp เกิดสีน้ำตาลกล้า seed coat และ cotyledon มีสีคล้ำ ความเสียหายจาก CO₂ เกิดขึ้นมากกับมะม่วงในถุงพลาสติก PP ไม่เจาะรูเข็มหมุด ในขณะที่ความเสียหายจากอุณหภูมิต่ำเกิดขึ้นน้อยกับผลมะม่วงในถุงพลาสติก PP และ PE ที่เจาะรูเข็มหมุดทั้งที่มีและไม่มีสารดูดซับเอทรีลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรจุหีบห่อ สมชาย (2543) กล่าวว่า

หีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียน้ำหนัก) ได้เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยน้ำ สิ่งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ขายผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้นนานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์เหี่ยว ผลิตภัณฑ์บางอย่าง เช่น ผักกาดแดง หรือผักกิ้นรากอื่นๆ ก่อนจะบรรจุหีบห่อต้องมีการตัดแต่งยอดราก จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกช่วยลดการสูญเสียความชื้น ทำให้เก็บรักษาผักได้นานขึ้น

ผักถ้าเหี่ยวเร็วจะทำให้สูญเสียวิตามินซีไปด้วย ถ้าบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียเหล่านี้ นอกจากพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไขหรือภาชนะอื่นๆก็ช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ชมพู
2. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
3. ผ้าอ้อมเด็ก
4. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Co₂)
5. ก๊าซออกซิเจน (O₂)
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก
7. Hand refractometer
8. แผ่นเทียบสี (Royal Horticulture Society)
9. NaOH 0.1 % (โซเดียมไฮดรอกไซด์) และอุปกรณ์ไตเตรต
10. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
11. เครื่องผนึกสุญญากาศ (Vacuum sealer)
12. เทปขาว
13. Syringe 50 cc.
14. ขวดน้ำกลั่น
15. กระดาษทิชชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. วางแผนการทดลอง

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

ปัจจัย A คือ ปริมาณ CO_2 มี 4 ระดับ

a1 = 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

a2 = 5 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

a3 = 10 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

a4 = 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

ปัจจัย B คือ ปริมาณ O_2 มี 4 ระดับ

b1 = 0 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

b2 = 3 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

b3 = 6 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

b4 = 9 ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI)

2. ขั้นตอนการปฏิบัติ

ขั้นตอนการเก็บรักษา

1. คัดเลือกชมพู่ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน แบ่งใส่ถุงๆ ละ 3 ผล พร้อมกับใส่สารดูดซับเอทิลีน และสารดูดความชื้น
2. นำทุกถุงไปแช่น้ำหนัก เขียนป้ายบอกปริมาณน้ำหนัก และ treatment ไว้ที่ถุง
2. นำชมพู่ที่บรรจุและแช่น้ำหนักเรียบร้อยแล้วมาเติม O_2 และ CO_2 ตาม treatment จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 15 องศาเซลเซียส
3. ทุกๆ 3 วัน นำผลชมพู่มาตรวจสอบ ดังนี้
 - 3.1 น้ำหนักสด
 - 3.2 ปริมาณ TSS
 - 3.3 ปริมาณ TA
 - 3.4 สีผิว
 - 3.5 คุณภาพการรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 Horticulture 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% จำนวน 2-3 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปไตเตรตด้วยสารละลายค่างมาตรฐาน (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 N จนกระทั่งถึง endpoint(น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร)บันทึกปริมาตรค่างที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์กรดซิตริกจากสูตร

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

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

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

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลอง

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่าชมพู่มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) หลังการเก็บรักษา 3 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ย 0.14 -0.34 เปอร์เซ็นต์และเมื่อเก็บรักษาได้ 18 วัน ชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 0 PSI+ O₂ 6 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.39 เปอร์เซ็นต์ และชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 0 PSI+ O₂ 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 1.65 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า

หลังการเก็บรักษา 3 วัน พบว่าชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 0 PSI+ O₂ 6 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 0 PSI+ O₂ 3 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 6 วัน พบว่าชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 10 PSI+ O₂ 9 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 10 PSI+ O₂ 0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 9 วัน พบว่าชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 15 PSI+ O₂ 3 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 0 PSI+ O₂ 6 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 12 วัน พบว่าชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 15 PSI+ O₂ 9 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 5 PSI+ O₂ 0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)

หลังการเก็บรักษา 15 วัน พบว่าชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 15 PSI+ O₂ 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพู่ที่เก็บรักษาใน CO₂ 5 PSI+ O₂ 0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการเก็บรักษา 18 วัน พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 6 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 6 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.38 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) (ภาพที่ 1)



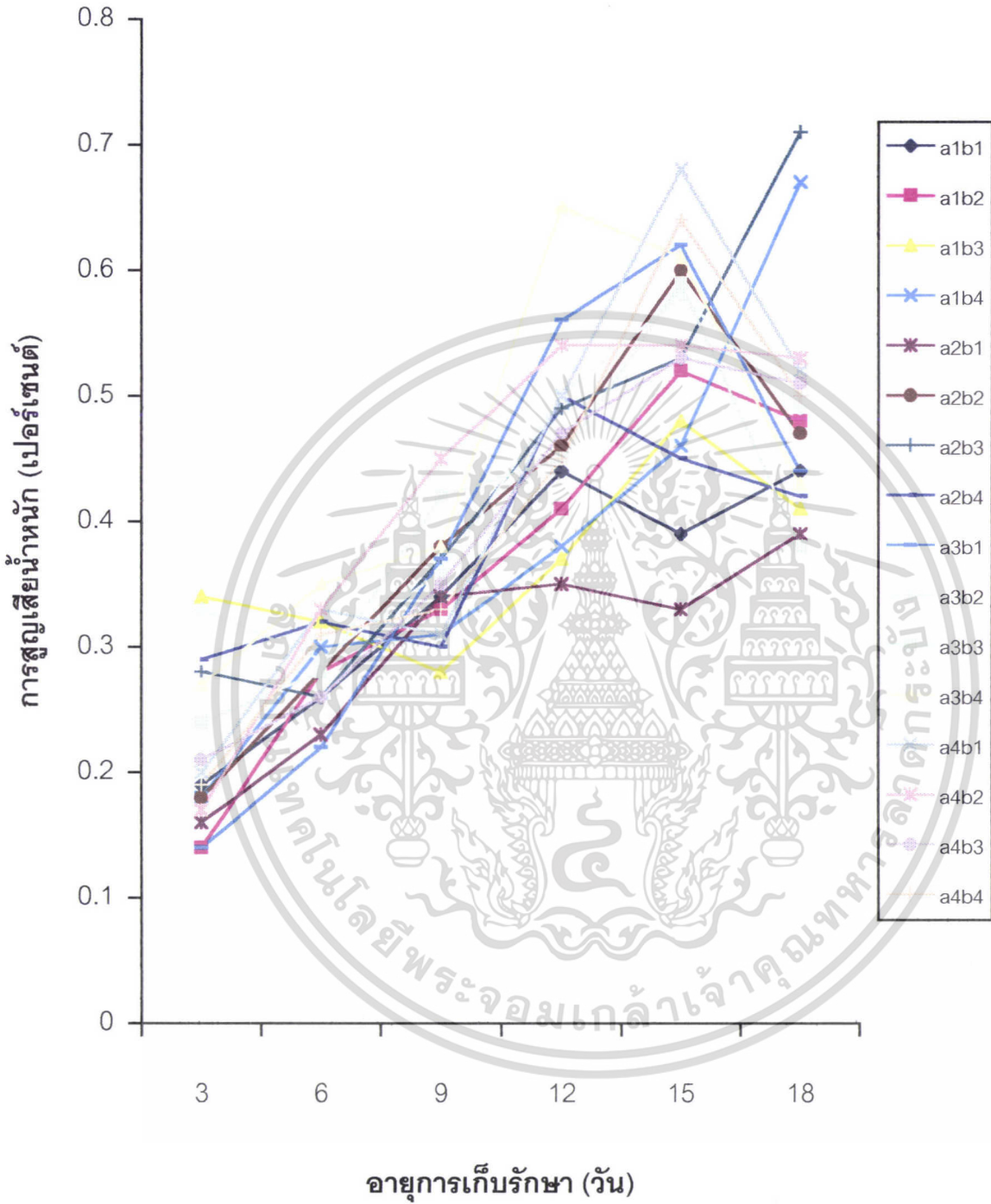
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1. แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของขมพูภายหลังการทดลอง
3, 6, 9, 12, 15, และ 18 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ ไทลของ ก๊าซ (PSI)	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดภายหลังการทดลอง (วัน)					
	CO ₂ : O ₂	3	6	9	12	15	18
A1B1	0 : 0	0.19b ^{1/}	0.26a ^{1/}	0.34a ^{1/}	0.44b ^{1/}	0.39ab ^{1/}	0.44abc ^{1/}
A1B2	0 : 3	0.14b	0.32a	0.33a	0.41b	0.52ab	0.48abc
A1B3	0 : 6	0.34a	0.32a	0.28a	0.37b	0.48ab	0.41bc
A1B4	0 : 9	0.18b	0.30a	0.47a	0.38b	0.46ab	0.67ab
A2B1	5 : 0	0.32b	0.23a	0.34a	0.35b	0.33b	0.39bc
A2B2	5 : 3	0.18b	0.28a	0.38a	0.46b	0.60ab	0.47abc
A2B3	5 : 6	0.28ab	0.26a	0.37a	0.49b	0.53ab	0.71a
A2B4	5 : 9	0.29ab	0.32a	0.30a	0.50b	0.45ab	0.42bc
A3B1	10 : 0	0.14b	0.22a	0.37a	0.56b	0.62ab	0.44abc
A3B2	10 : 3	0.32a	0.29a	0.36a	0.50b	0.58ab	0.49abc
A3B3	10 : 6	0.24ab	0.28a	0.42a	0.45b	0.59ab	0.38c
A3B4	10 : 9	0.27ab	0.35a	0.38a	0.65b	0.61ab	0.43abc
A4B1	15 : 0	0.20ab	0.33a	0.47a	0.50b	0.68a	0.52abc
A4B2	15 : 3	0.17b	0.33a	0.45a	0.54b	0.54ab	0.53abc
A4B3	15 : 6	0.21ab	0.26a	0.35a	0.47b	0.53ab	0.51abc
A4B4	15 : 9	0.19b	0.47a	0.33a	0.97a	0.64ab	0.50abc

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของขมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ลักษณะสีผิว

พบว่าเมื่อเริ่มการทดลองผลชมพูมีสีเริ่มต้นคือ YGG 145A,B,C,D (YELLOW-GREEN GROUP 145) (ตารางที่ 2) หลังจากเก็บรักษาชมพูได้ 18 วันทุกวิธีการสีผิวจะมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้นคืออยู่ในกลุ่มของ YELLOW-GREEN GROUP 145 A,B,C,D ยกเว้นวิธีการทดลองที่เกิดการนำเสียวระหว่างเก็บรักษา

ตารางที่ 2. แสดงลักษณะสีผิวของชมพูก่อนและภายหลังการทดลอง 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ของ	ก่อนการทดลอง	ลักษณะสีผิวภายหลังการทดลอง (วัน)					
	ก๊าซ (PSI) CO ₂ :O ₂		3	6	9	12	15	18
A1B1	0 : 0	YGG14A	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A1B2	0 : 3	YGG14A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C	YGG145C
A1B3	0 : 6	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A1B4	0 : 9	YGG14C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145D	YGG145D	YGG145D
A2B1	5 : 0	YGG14C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145C	YGG145D
A2B2	5 : 3	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C
A2B3	5 : 6	YGG14A	YGG145A	YGG145A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145B
A2B4	5 : 9	YGG14A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C
A3B1	10 : 0	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A3B2	10 : 3	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C	YGG145C
A3B3	10 : 6	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D
A3B4	10 : 9	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C
A4B1	15 : 0	YGG14A	YGG145A	YGG145A	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C
A4B2	15 : 3	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C	YGG145C
A4B3	15 : 6	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145D	YGG145D
A4B4	15 : 9	YGG14B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145B	YGG145C	YGG145C

หมายเหตุ : YGG = YELLOW-GREEN GROUP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS)

พบว่าปริมาณ TSS ของน้ำคั้นชมพูก่อนเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย $6-8^{\circ}$ brix และค่า TSS จะค่อยๆเพิ่มตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกวิธีการ ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน พบว่ามีปริมาณ TSS เฉลี่ย $6-9^{\circ}$ brix และเมื่อเก็บรักษาถึงวันที่ 18 พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 6 PSI มีค่า TSS มากที่สุดคือ 8.6° brix และชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 9 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 7.3° brix (ตารางที่ 3)(ภาพที่ 2)จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า

หลังจากเก็บรักษา 3 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 3 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.6° brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.3° brix (ตารางที่3)(ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 9 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.6° brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.6° brix (ตารางที่3)(ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 9 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 9 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.8° brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 9 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.7° brix (ตารางที่3)(ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 9 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 7.6° brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 6 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 6.3° brix (ตารางที่3)(ภาพที่ 2)

หลังจากเก็บรักษา 15 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 9.3° brix ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 6 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 7.1° brix (ตารางที่3)(ภาพที่ 2)

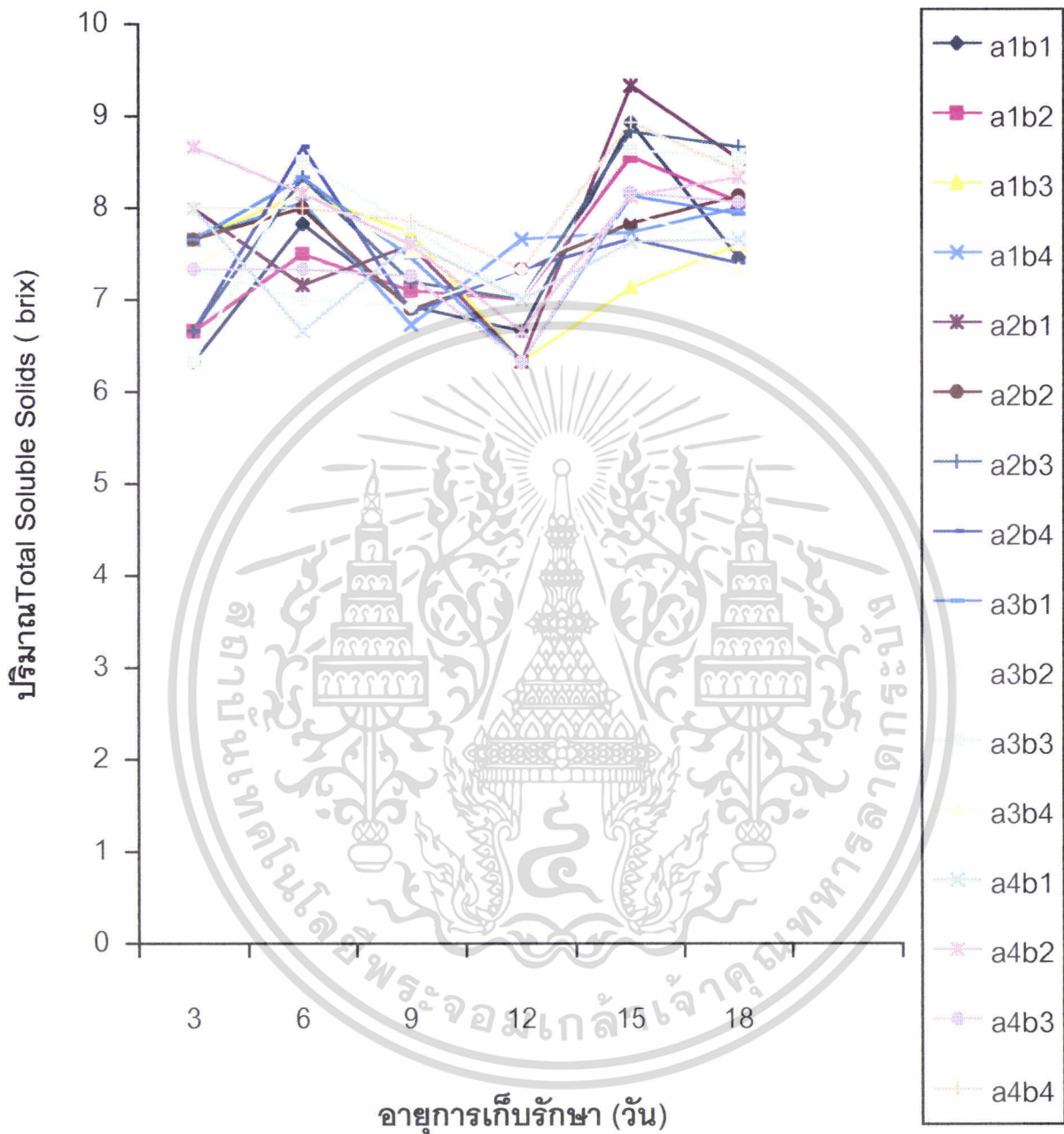
หลังจากเก็บรักษา 18 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 6 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 8.6° brix ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 9 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 7.3° brix (ตารางที่3)(ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3. แสดงปริมาณ TSS ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง
3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ ไพลของ ก๊าซ (PSI)	TSS ก่อน การ ทดลอง (brix)	ปริมาณ TSS ภายหลังการทดลอง (วัน) (btix)					
	CO ₂ : O ₂		3	6	9	12	15	18
A1B1	0 : 0	6.5	6.33b ^{1/}	7.83ab ^{1/}	6.93a ^{1/}	6.66a ^{1/}	8.93ab ^{1/}	7.46a ^{1/}
A1B2	0 : 3	7	6.66ab	7.50ab	7.10a	7.00a	8.56ab	8.06a
A1B3	0 : 6	7	7.66ab	8.32ab	7.73a	6.33a	7.13c	7.66a
A1B4	0 : 9	7.5	7.66ab	8.06ab	6.73a	7.66a	7.73bc	8.00a
A2B1	5 : 0	8	8.00ab	7.32ab	7.60a	6.33a	9.33a	8.53a
A2B2	5 : 3	7.5	7.66ab	8.00ab	6.90a	7.33a	7.83bc	8.13a
A2B3	5 : 6	6.5	6.66ab	8.33a	7.20a	7.00a	8.83ab	8.66a
A2B4	5 : 9	7	6.66ab	8.66a	6.86a	7.33a	7.66bc	7.40a
A3B1	10 : 0	8	7.66ab	8.33a	7.46a	6.33a	8.13abc	7.93a
A3B2	10 : 3	7	7.33ab	7.00ab	6.93a	7.33a	7.93bc	7.60a
A3B3	10 : 6	6	6.33b	8.50a	7.80a	7.00a	8.63ab	8.53a
A3B4	10 : 9	7	7.33ab	8.20ab	7.53a	7.00a	7.63bc	7.33a
A4B1	15 : 0	8	8.00ab	6.66b	7.63a	7.00a	7.63bc	7.66a
A4B2	15 : 3	8	8.66a	8.32ab	7.60a	6.66a	8.13abc	8.33a
A4B3	15 : 6	7	7.33ab	7.33ab	7.26a	6.33a	8.32abc	8.06a
A4B4	15 : 9	8	8.00ab	8.00ab	7.86a	7.33a	8.93ab	8.40a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 กราฟแสดงปริมาณ Total Soluble Solids (brix) ของชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ปริมาณ Titratable acidity (TA)

พบว่าปริมาณ TA ของชมพูก่อนเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย 0.11 – 0.20 % เมื่ออายุการเก็บรักษาของชมพูเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณ TA เพิ่มขึ้น ภายหลังจากเก็บรักษา 18 วัน ปริมาณ TA จะเพิ่มขึ้นในทุกวิธีการเมื่อเทียบกับปริมาณ TA ก่อนการทดลอง (ตารางที่ 4)(ภาพที่ 3)จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า

หลังจากเก็บรักษา 3 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 3 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4)(ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4)(ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 9 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 9 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4)(ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 9 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4)(ภาพที่ 3)

หลังจากเก็บรักษา 15 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 6 PSI, มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.11 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4)(ภาพที่ 3)

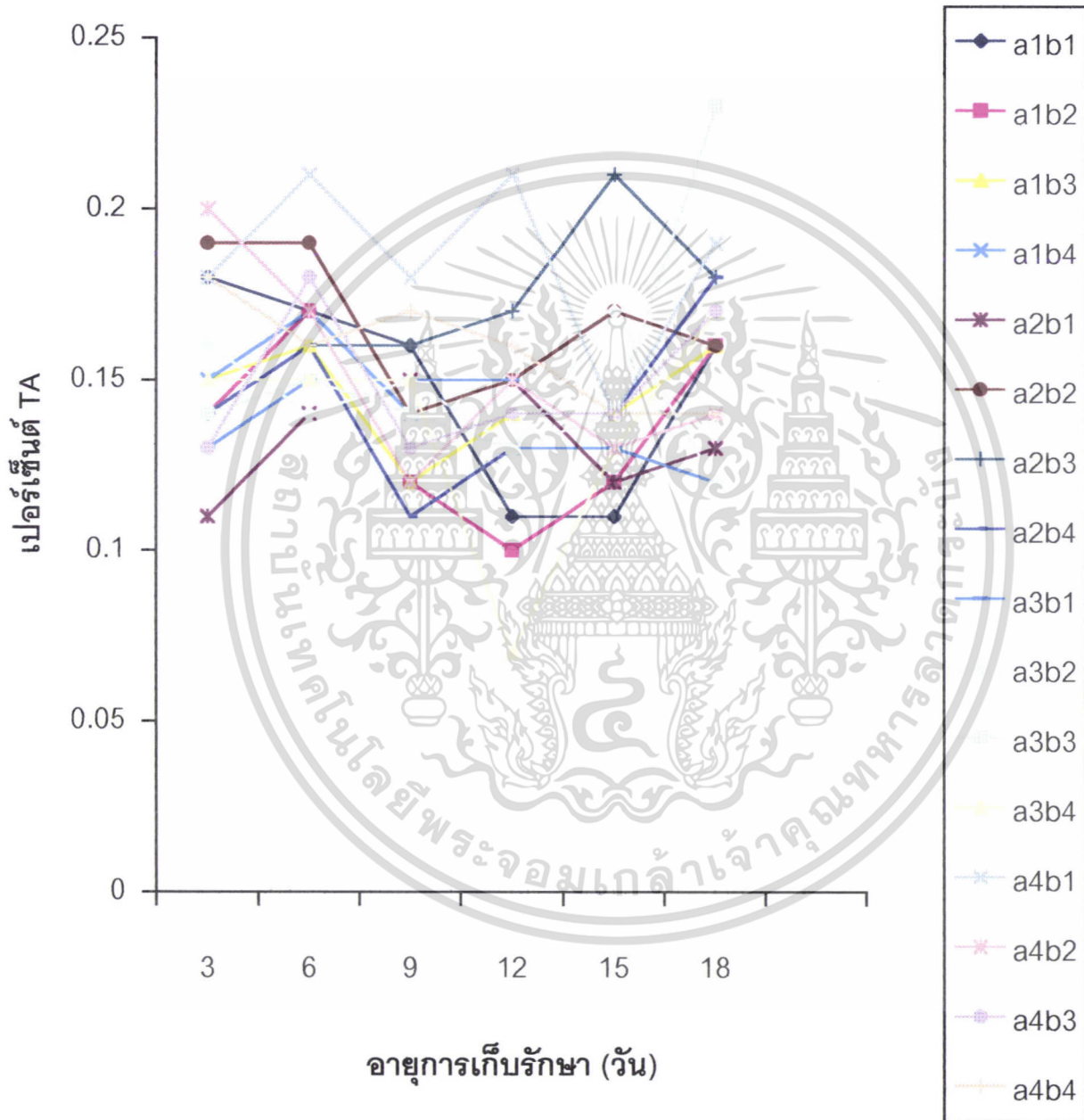
หลังจากเก็บรักษา 18 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 6 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุดคือ 0.23 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 3 PSI, CO_2 10 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 0.12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่4)(ภาพที่ 3)

ตารางที่ 4. แสดงปริมาณ TA ของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง
3, 6, 9, 12, 15, 18

วิธีการ	อัตราการใช้ ไทลของ ก๊าซ (PSI)	TA ก่อนการ ทดลอง	ปริมาณ TA ภายหลังการทดลอง (วัน)					
	CO ₂ :O ₂		3	6	9	12	15	18
A1B1	0 : 0	0.15	0.18ab ^{1/}	0.17ab ^{1/}	0.32a ^{1/}	0.11cd ^{1/}	0.11c ^{1/}	0.32bc ^{1/}
A1B2	0 : 3	0.12	0.14abc	0.17ab	0.12a	0.10cd	0.12bc	0.32bc
A1B3	0 : 6	0.14	0.15abc	0.32ab	0.12a	0.14bcd	0.14bc	0.32bc
A1B4	0 : 9	0.13	0.15abc	0.17ab	0.14a	0.13bcd	0.13bc	0.14bc
A2B1	5 : 0	0.09	0.11c	0.14b	0.15a	0.15bc	0.12bc	0.13bc
A2B2	5 : 3	0.32	0.19ab	0.19ab	0.14a	0.15bc	0.17abc	0.32bc
A2B3	5 : 6	0.13	0.14bc	0.32ab	0.32a	0.17b	0.21a	0.18abc
A2B4	5 : 9	0.11	0.14abc	0.32ab	0.11a	0.13bcd	0.14bc	0.18abc
A3B1	10 : 0	0.09	0.13bc	0.15ab	0.15a	0.15bc	0.13bc	0.12c
A3B2	10 : 3	0.32	0.32abc	0.14ab	0.15a	0.13bcd	0.17ab	0.12c
A3B3	10 : 6	0.14	0.14bc	0.15ab	0.14a	0.13bcd	0.14bc	0.23a
A3B4	10 : 9	0.12	0.15abc	0.15ab	0.15a	0.07d	0.13bc	0.17abc
A4B1	15 : 0	0.14	0.18ab	0.21a	0.18a	0.21a	0.14bc	0.19ab
A4B2	15 : 3	0.17	0.20a	0.17ab	0.12a	0.15bc	0.13bc	0.14bc
A4B3	15 : 6	0.12	0.13bc	0.18ab	0.13a	0.14bcd	0.14bc	0.17abc
A4B4	15 : 9	0.17	0.18ab	0.32ab	0.17a	0.32b	0.14bc	0.14bc

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 กราฟแสดงปริมาณ TA ของชมพู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อายุการเก็บรักษา

พบว่าการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยใช้ผลการประเมินจากคุณภาพการรับประทาน และลักษณะภายนอกพบว่าชมพูที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลองภายหลังการเก็บรักษา 18 วัน ยังคงมีคุณภาพในการรับประทานและลักษณะภายนอกอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ตารางที่ 5. แสดงอายุการเก็บรักษาของ ชมพูในแต่ละวิธีการ

วิธีการ	อัตราการไหล ของก๊าซ (PSI) CO ₂ : O ₂	อายุการเก็บรักษา (วัน)
A1B1	0 : 0	18
A1B2	0 : 3	18
A1B3	0 : 6	18
A1B4	0 : 9	18
A2B1	5 : 0	18
A2B2	5 : 3	18
A2B3	5 : 6	18
A2B4	5 : 9	18
A3B1	10 : 0	18
A3B2	10 : 3	18
A3B3	10 : 6	18
A3B4	10 : 9	18
A4B1	15 : 0	18
A4B2	15 : 3	18
A4B3	15 : 6	18
A4B4	15 : 9	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. รสชาติ

พบว่าเมื่อเริ่มการทดลองชมพูจะมีรสชาติและคุณภาพที่ดี หลังจากการเก็บรักษาพบว่าคุณภาพของรสชาติเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากระดับคะแนนเฉลี่ยเริ่มต้นมีค่า 3-4 เพิ่มขึ้นเป็น 3.5 – 4.5 ตลอดระยะเวลาการทดลองและในการเก็บรักษา 18 วัน(ตาราง 6)(ภาพที่ 4) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติปรากฏว่า

หลังจากเก็บรักษา 3 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI, CO_2 5 PSI+ O_2 0 PSI , CO_2 5 PSI + O_2 0 PSI , CO_2 15 PSI + O_2 3 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 6 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3.32 (ตารางที่6)(ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 6 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 9 PSI, CO_2 5 PSI+ O_2 6 PSI , CO_2 10 PSI + O_2 6 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 4.33 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3.33 (ตารางที่6)(ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 9 วัน พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 6 PSI, CO_2 10 PSI + O_2 9 PSI, + CO_2 10 PSI + O_2 6 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 3.83 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 9 PSI , CO_2 5 PSI + O_2 3 PSI , CO_2 0 PSI + O_2 9 PSI , CO_2 0 PSI + O_2 3 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3.33 (ตารางที่6)(ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 12 วัน พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 0 PSI+ O_2 9 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 3.83 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 6 PSI, CO_2 5 PSI+ O_2 0 PSI, CO_2 0 PSI+ O_2 6 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3.32 (ตารางที่6)(ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 15 วัน พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 0 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 4.5 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI+ O_2 9 PSI, CO_2 10 PSI+ O_2 0 PSI, CO_2 0 PSI+ O_2 6 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3.5 (ตารางที่6)(ภาพที่ 4)

หลังจากเก็บรักษา 18 วัน พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI+ O_2 6 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติมากที่สุดคือ 4.33 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI+ O_2 0 PSI, CO_2 10 PSI+ O_2 9 PSI, CO_2 10 PSI+ O_2 6 PSI , CO_2 5 PSI+ O_2 9 PSI , CO_2 0 PSI+ O_2 6 PSI , CO_2 0 PSI+ O_2 0 PSI ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติน้อยที่สุดคือ 3.66 (ตารางที่6)(ภาพที่ 4)

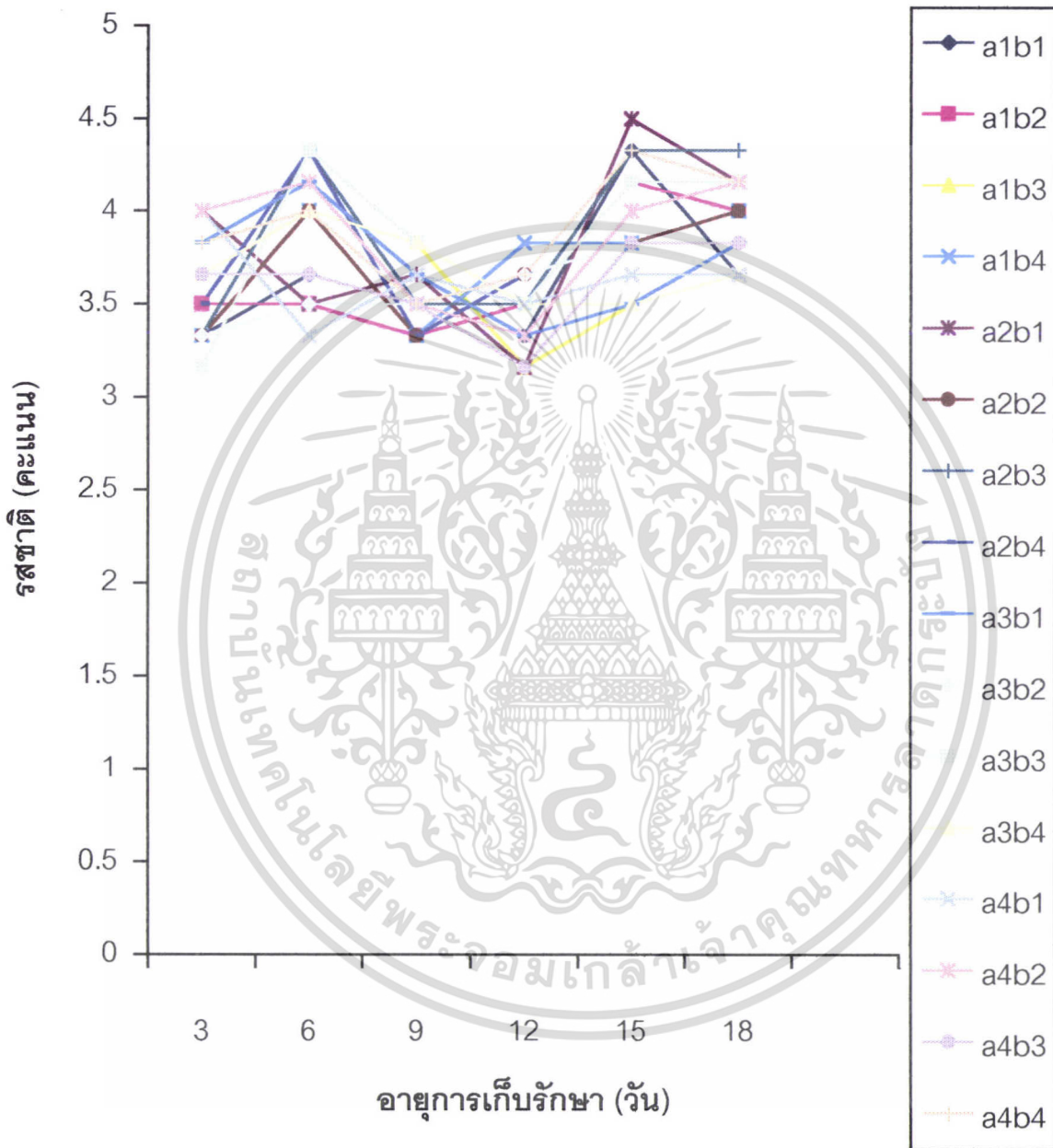
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6. แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู่ก่อนและภายหลังการทดลอง
3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน

วิธีการ	อัตราการใช้ ไพลของ ก๊าซ (PSI)	ก่อนการ ทดลอง	ค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติภายหลังการทดลอง (วัน)					
	CO ₂ :O ₂		3	6	9	12	15	18
A1B1	0 : 0	5	3.33ab ^{1/}	3.66abc ^{1/}	3.5a ^{1/}	3.33a ^{1/}	4.33ab ^{1/}	3.66a ^{1/}
A1B2	0 : 3	5	3.5ab	3.5bc	3.33a	3.5a	4.32abc	4a
A1B3	0 : 6	5	3.66ab	4abc	3.83a	3.32a	3.5c	3.66a
A1B4	0 : 9	5	3.33ab	4abc	3.33a	3.83a	3.83abc	4a
A2B1	5 : 0	5	4a	3.5bc	3.66a	3.32a	4.5a	4.32a
A2B2	5 : 3	5	3.33ab	4abc	3.33a	3.66a	3.83abc	4a
A2B3	5 : 6	5	3.33ab	4.33a	3.5a	3.5a	4.33ab	4.33a
A2B4	5 : 9	5	3.5ab	4.33a	3.33a	3.66a	3.83abc	3.66a
A3B1	10 : 0	5	3.83ab	4.32ab	3.66a	3.33a	3.5c	3.83a
A3B2	10 : 3	5	3.33ab	3.5bc	3.5a	3.66a	3.83abc	3.66a
A3B3	10 : 6	5	3.32b	4.33a	3.83a	3.5a	4.32abc	4.32a
A3B4	10 : 9	5	3.66ab	4abc	3.83a	3.5a	3.5c	3.66a
A4B1	15 : 0	5	4a	3.33c	3.66a	3.5a	3.66bc	3.66a
A4B2	15 : 3	5	4a	4.32ab	3.5a	3.33a	4abc	4.32a
A4B3	15 : 6	5	3.66ab	3.66abc	3.5a	3.32a	3.83abc	3.83a
A4B4	15 : 9	5	3.83ab	4abc	3.5a	3.66a	4.33ab	4.32a

1/ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอักษรที่ต่าง
กันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามการเปรียบเทียบแบบ DNMRT ที่ระดับ
ความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยรสชาติของชมพู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

พบว่า ชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 6 PSI ภายหลังจากทดลอง 18 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 0.71 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 6 PSI ภายหลังจากทดลอง 18 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.38 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะสีผิว

พบว่าชมพูที่เก็บรักษาภายหลังจากทดลอง 18 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะสีผิวเพียงเล็กน้อยโดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยลักษณะสีผิวคือ มีสีผิวอยู่ในช่วง YGG 145 (YELLOW GREEN GROUP 145) ตลอดระยะเวลาการทดลอง

ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS)

พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 6 PSI ภายหลังจากทดลอง 18 วันมีปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) มากที่สุดคือ 8.66^o brix ส่วนชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 10 PSI + O_2 9 PSI ภายหลังจากทดลอง 18 วันมีปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) น้อยที่สุดคือ 7.33^o brix

ปริมาณ Titratable acidity (TA)

พบว่าปริมาณ TA ของชมพูก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ย 0.11 – 0.20 % และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณ TA เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปริมาณ TA ก่อนการทดลอง และภายหลังจากทดลอง 18 วัน ปริมาณ TA จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณ TA ก่อนการทดลอง

อายุการเก็บรักษา

เมื่อพิจารณาโดยใช้ผลการประเมินจากคุณภาพการรับประทานและลักษณะภายนอก พบว่าชมพูที่เก็บรักษาในทุกวิธีการทดลองมีอายุการเก็บรักษา 18 วัน ซึ่งชมพูในแต่ละวิธีการทดลอง จะมีคุณภาพในการรับประทานในเกณฑ์ที่ดี

รสชาติ

พบว่าชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 5 PSI + O_2 6 PSI ภายหลังจากทดลอง 18 วัน มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติคือ 4.33 ส่วนชมพูที่เก็บรักษาใน CO_2 15 PSI + O_2 0 PSI, CO_2 10 PSI + O_2 9 PSI, CO_2 10 PSI + O_2 3 PSI, CO_2 5 PSI + O_2 9 PSI, CO_2 0 PSI + O_2 6 PSI, CO_2 0 PSI + O_2 0 PSI มีค่าคะแนนเฉลี่ยของรสชาติคือ 3.66 ภายหลังจากทดลอง 18 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ยศวดี สมบูรณ์ . 2527 . วิทยานิพนธ์ “ อิทธิพลของอุณหภูมิและระยะเวลาแก่ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีระหว่างการเก็บรักษาผลชมพู่พันธุ์สีชมพูและพันธุ์โรงเรียน” . งามทิพย์ กุ้วโรตม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ดินคอรัน โปรโมชั่น.
- คณัย บุญเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- คณัย บุญเกียรติ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2535. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โอ.เอ. พรินติ้งเฮาส์.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. “การเก็บรักษาผลผลิตพืชสวน.” เกษตรก้าวหน้า. 12(2) : 38-44.
- วิวัฒน์ไชย จันทรสุคนธ์. 2542. พืชอุตสาหกรรม. โรงพิมพ์อักษรไทย. กรุงเทพฯ. 98 น.
- สถาบันวิจัยพืชไร่. 2539. เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. โรงพิมพ์คุรุสภา. กรุงเทพฯ. 287 น.
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- 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.
- Tompson, 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
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

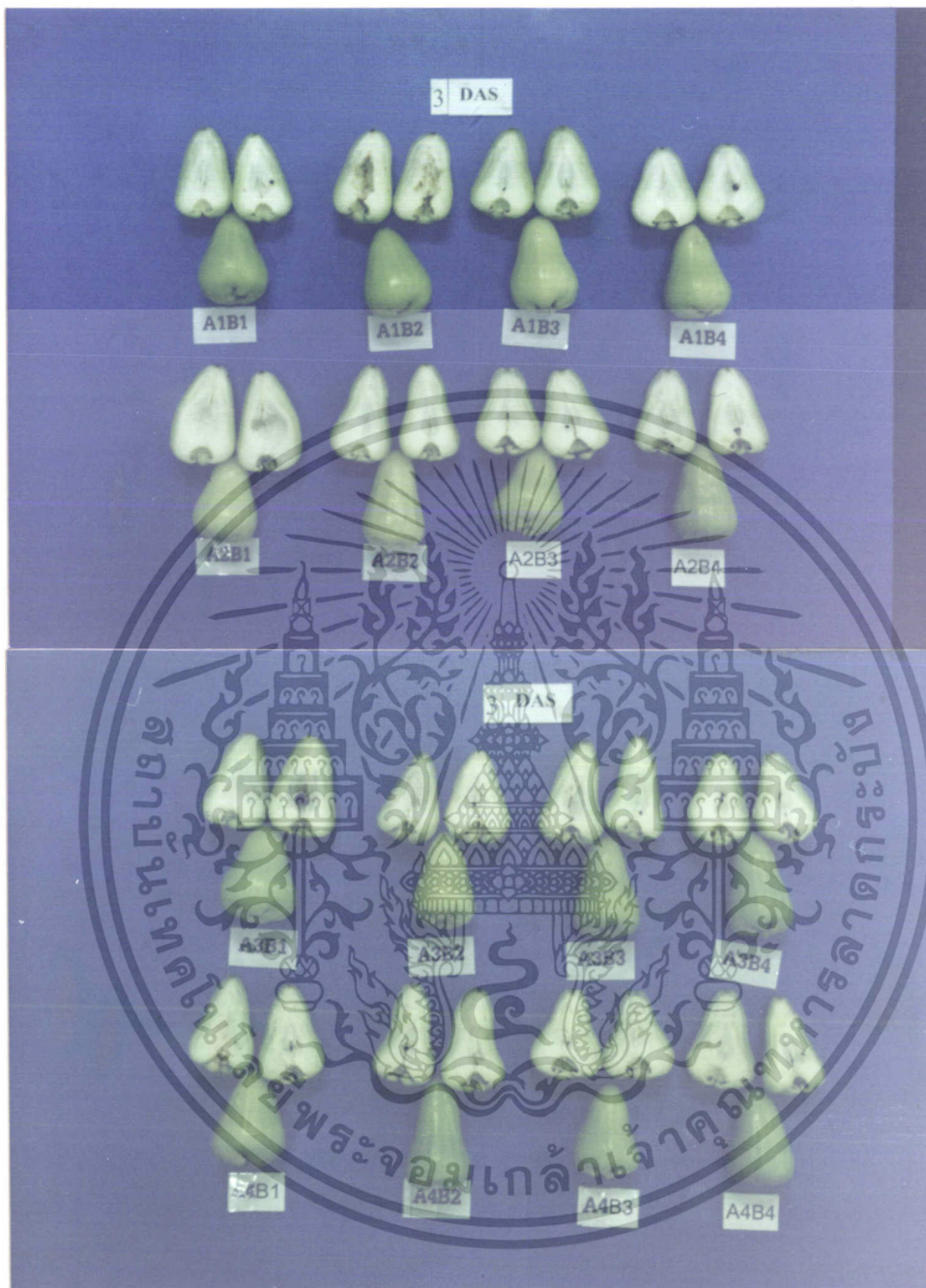


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



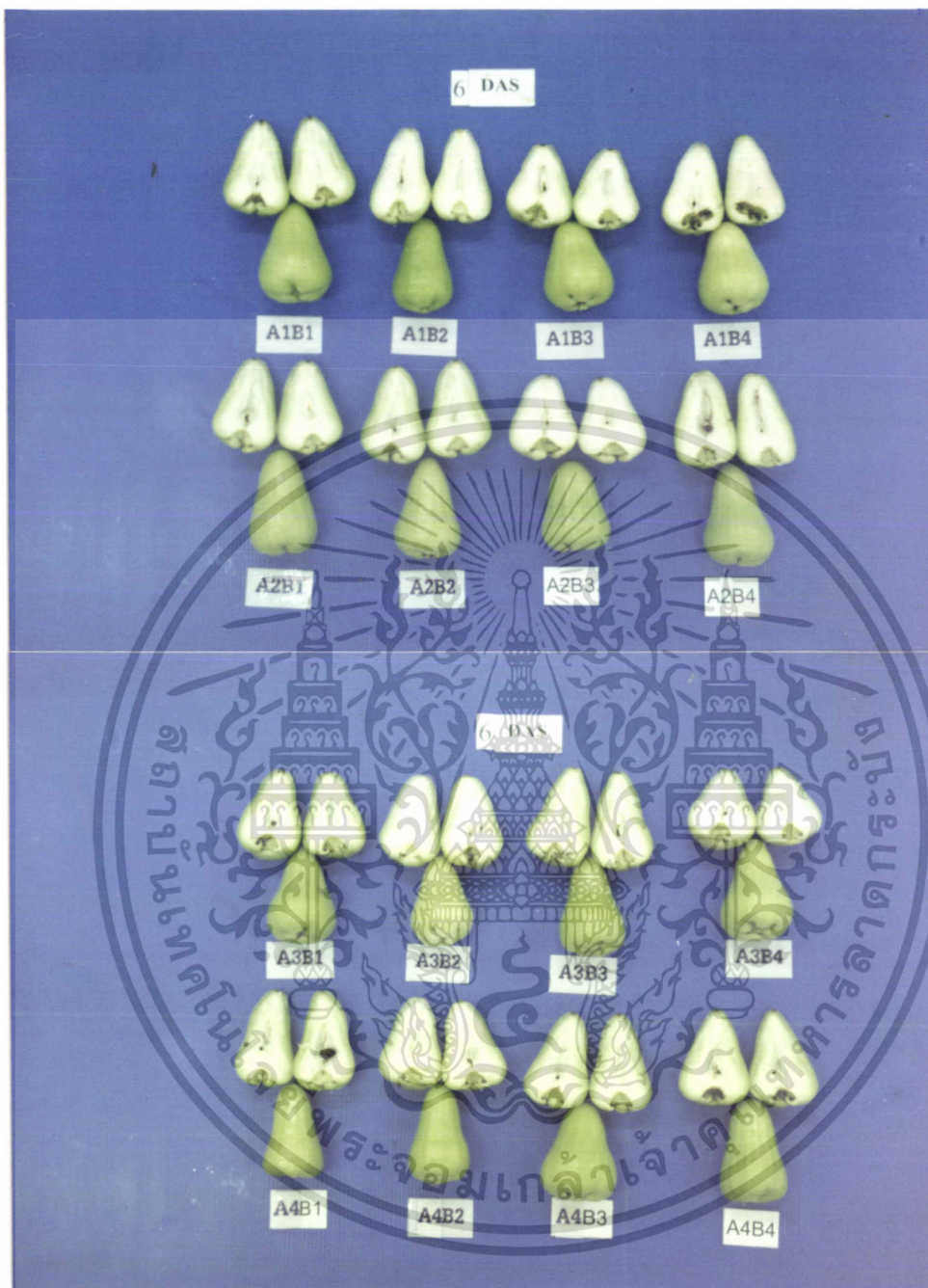
ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะชมพูก่อนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



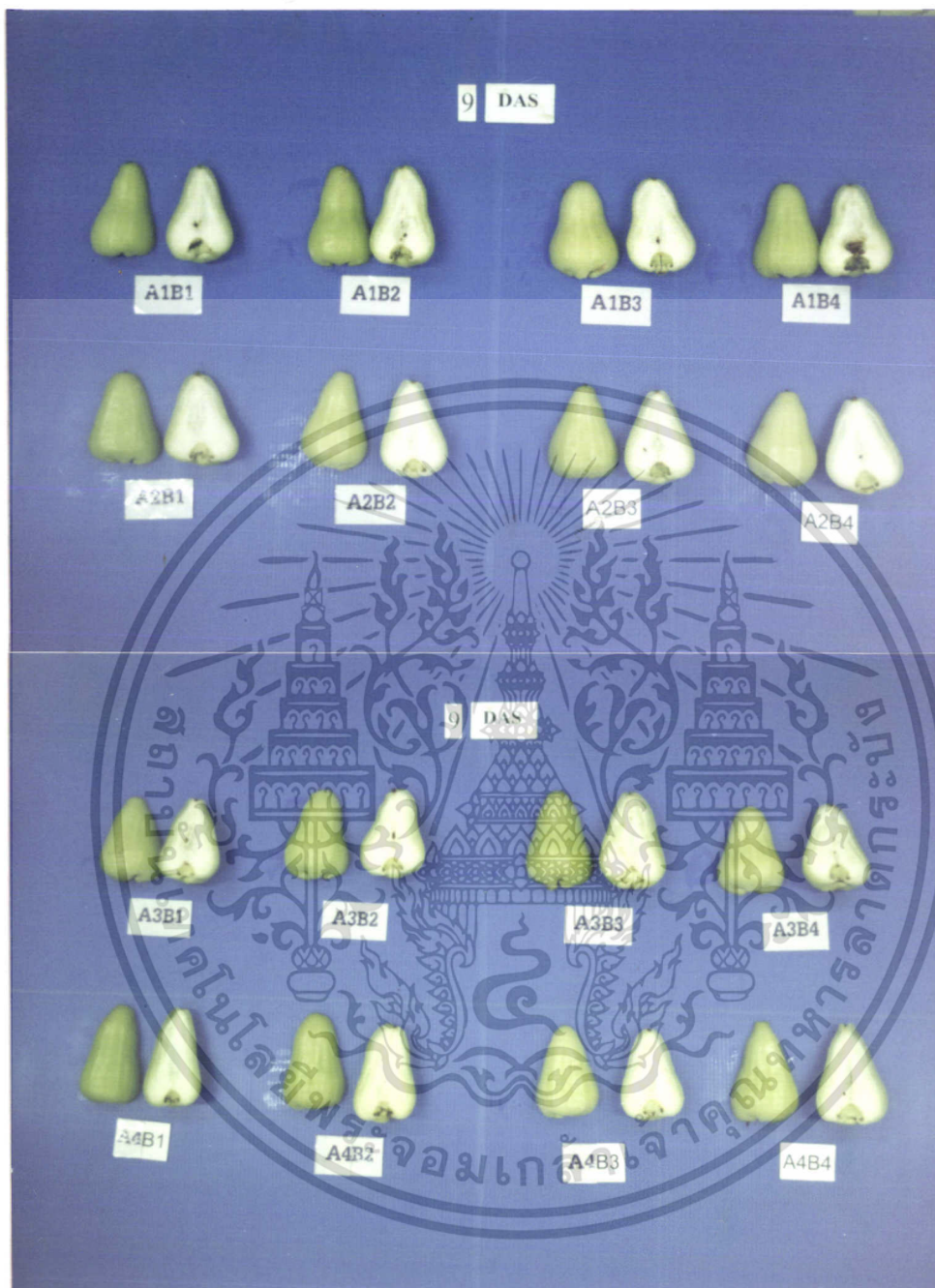
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะชมพูภายหลังจากทดลอง 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



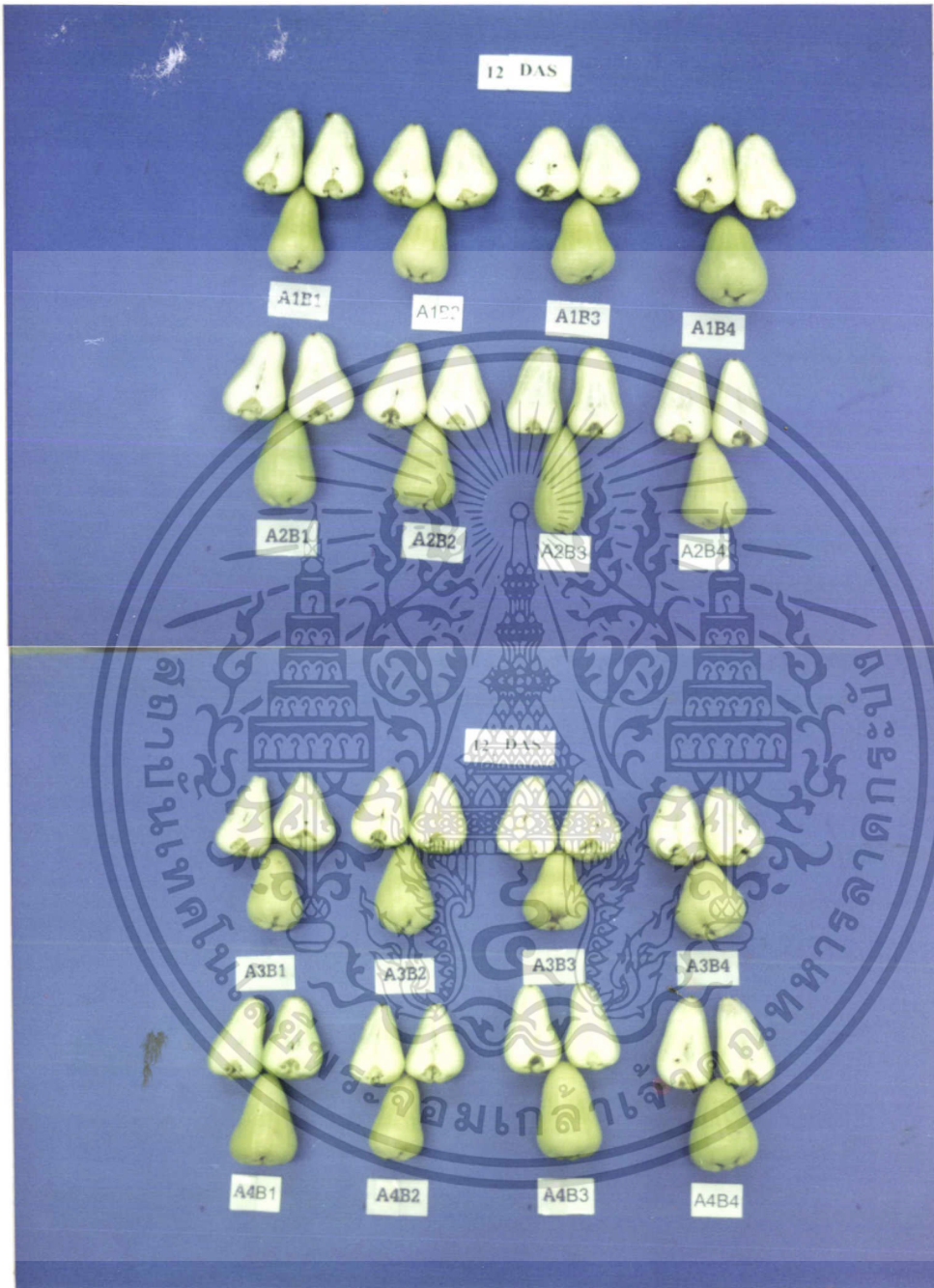
ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะชมพูภายหลังจากทดลอง 6 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



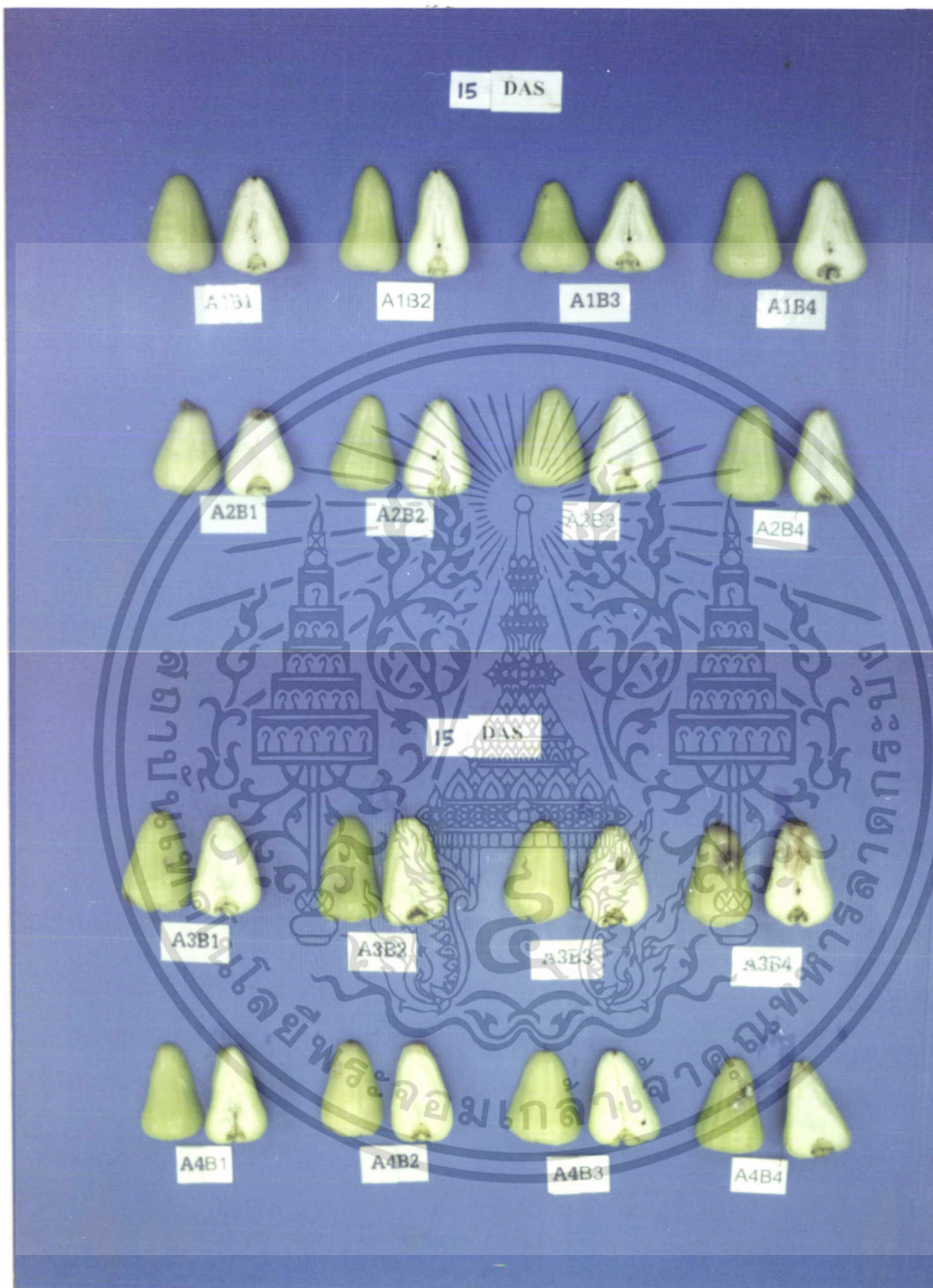
ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะชมพูภายหลังจากทดลอง 9 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



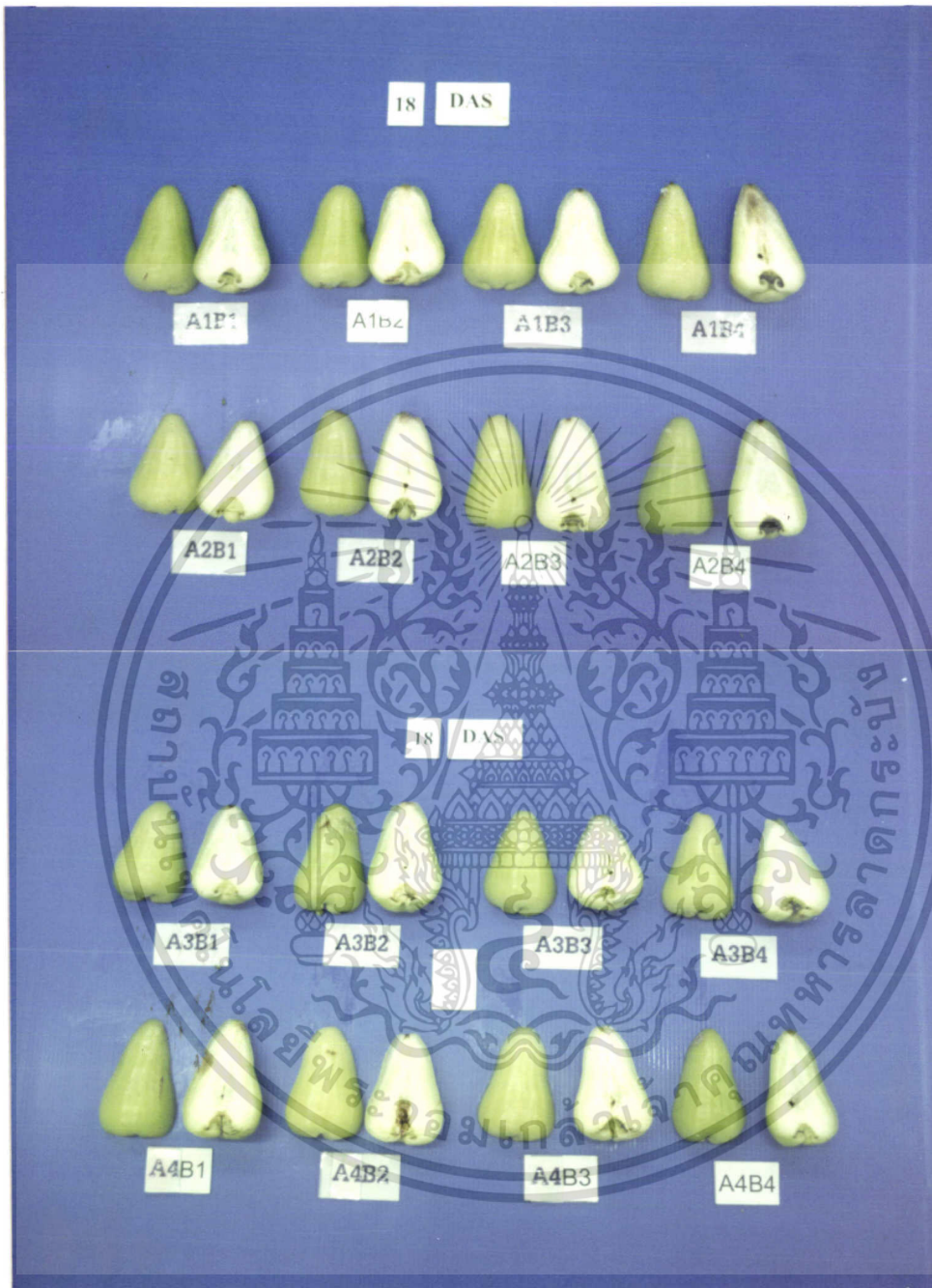
ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะชมพูภายหลังการทดลอง 12 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะชมพูภายหลังการทดลอง 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 7 แสดงลักษณะชมพูภายหลังจากทดลอง 18 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของหมปูภายหลังการทดลอง 3 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.186	0.012	2.123*	2.01	2.70
A	3	0.020	0.007	1.114	2.92	4.51
B	3	0.058	0.019	3.306	2.92	4.51
AB	9	0.109	0.012	2.062	2.21	3.07
ERROR	32	0.187	0.006			
TOTAL	47	0.373	0.008			

Grand Mean = 0.222

CV = 34.280 %

* = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 2 ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของหมปูภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.060	0.004	0.690 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.009	0.003	0.514	2.92	4.51
B	3	0.022	0.007	1.253	2.92	4.51
AB	9	0.029	0.003	0.561	2.21	3.07
ERROR	32	0.186	0.006			
TOTAL	47	0.246	0.005			

Grand Mean = 0.295

CV = 25.789 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.089	0.006	0.799 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.027	0.009	1.228	2.92	4.51
B	3	0.017	0.006	0.755	2.92	4.51
AB	9	0.045	0.005	0.671	2.21	3.07
ERROR	32	0.238	0.007			
TOTAL	47	0.327	0.007			

Grand Mean = 0.353

CV = 24.432 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 4 ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.972	0.065	1.780 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.345	0.115	3.153	2.92	4.51
B	3	0.250	0.083	2.292	2.92	4.51
AB	9	0.377	0.042	1.151	2.21	3.07
ERROR	32	1.166	0.036			
TOTAL	47	2.138	0.045			

Grand Mean = 0.505

CV = 37.729 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 15 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.396	0.026	0.996 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.198	0.066	2.488	2.92	4.51
B	3	0.019	0.006	0.243	2.92	4.51
AB	9	0.179	0.020	0.749	2.21	3.07
ERROR	32	0.848	0.026			
TOTAL	47	1.224	0.026			

Grand Mean = 0.537

CV = 30.296 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 6 ตาราง Analysis of variance เปรอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของชมพู่ภายหลังการทดลอง 18 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.372	0.025	1.190 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.047	0.016	0.749	2.92	4.51
B	3	0.026	0.009	0.410	2.92	4.51
AB	9	0.300	0.023	1.598	2.21	3.07
ERROR	32	0.667	0.021			
TOTAL	47	1.040	0.022			

Grand Mean = 0.489

CV = 29.486 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 7 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู
ภายหลังการทดลอง 3 วัน**

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	20.583	1.372	1.198 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	6.417	2.139	1.867	2.92	4.51
B	3	2.417	0.806	0.703	2.92	4.51
AB	9	11.750	1.306	1.139	2.21	3.07
ERROR	32	36.667	1.146			
TOTAL	47	57.250	1.218			

Grand Mean = 7.375

CV = 14.514 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

**ตารางผนวกที่ 8 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของชมพู
ภายหลังการทดลอง 6 วัน**

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	14.833	0.989	1.390 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	1.833	0.628	0.882	2.92	4.51
B	3	4.269	1.423	2.000	2.92	4.51
AB	9	8.681	0.965	1.356	2.21	3.07
ERROR	32	22.767	0.711			
TOTAL	47	37.599	0.800			

Grand Mean = 7.870

CV = 10.716 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของขมพู
ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	6.338	0.423	0.691 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	1.877	0.626	1.023	2.92	4.51
B	3	0.959	0.320	0.523	2.92	4.51
AB	9	3.502	0.389	0.636	2.21	3.07
ERROR	32	19.567	0.611			
TOTAL	47	25.905	0.551			

Grand Mean = 7.322

CV = 10.678 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 10 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของขมพู
ภายหลังการทดลอง 12 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	8.333	0.556	0.920 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.167	0.056	0.092	2.92	4.51
B	3	4.500	1.500	2.483	2.92	4.51
AB	9	3.667	0.407	0.674	2.21	3.07
ERROR	32	19.333	0.604			
TOTAL	47	27.667	0.589			

Grand Mean = 6.916

CV = 11.237 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของขมพู่ ภายหลังจากทดลอง 15 วัน

SOV	df	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	16.743	1.116	2.201*	2.01	2.70
A	3	0.871	0.290	0.572	2.92	4.51
B	3	1.746	0.582	1.147	2.92	4.51
AB	9	14.127	1.570	3.095	2.21	3.07
ERROR	32	16.227	0.507			
TOTAL	47	32.970	0.705			

Grand Mean = 8.202

CV = 8.681 %

* = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 12 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Total Soluble Solids (TSS) ของขมพู่ ภายหลังจากทดลอง 18 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	8.352	0.557	1.061 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	1.309	0.436	0.831	2.92	4.51
B	3	1.342	0.447	0.852	2.92	4.51
AB	9	5.701	0.633	1.207	2.21	3.07
ERROR	32	16.800	0.525			
TOTAL	47	25.153	0.535			

Grand Mean = 7.987

CV = 9.071 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 13 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Titratable acidity (TA) ของชมพู่ ภายหลังการทดลอง 3 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.014	0.001	0.832 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.006	0.002	1.956	2.92	4.51
B	3	0.000	0.000	0.073	2.92	4.51
AB	9	0.007	0.001	0.711	2.21	3.07
ERROR	32	0.035	0.001			
TOTAL	47	0.049	0.001			

Grand Mean = 0.168

CV = 19.727 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 14 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Titratable acidity (TA) ของชมพู่ ภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.026	0.002	2.005 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.006	0.002	2.137	2.92	4.51
B	3	0.007	0.002	2.736	2.92	4.51
AB	9	0.014	0.002	1.717	2.21	3.07
ERROR	32	0.028	0.001			
TOTAL	47	0.055	0.001			

Grand Mean = 0.157

CV = 18.848 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 15 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Titratable acidity (TA) ของชมพู่ ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.016	0.001	0.565 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.002	0.001	0.336	2.92	4.51
B	3	0.004	0.001	0.636	2.92	4.51
AB	9	0.010	0.001	0.608	2.21	3.07
ERROR	32	0.061	0.002			
TOTAL	47	0.078	0.002			

Grand Mean = 0.145

CV = 30.063 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 16 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Titratable acidity (TA) ของชมพู่ ภายหลังการทดลอง 12 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.036	0.002	3.272 ^{**}	2.01	2.70
A	3	0.017	0.006	7.760	2.92	4.51
B	3	0.005	0.002	2.472	2.92	4.51
AB	9	0.013	0.001	2.043	2.21	3.07
ERROR	32	0.023	0.001			
TOTAL	47	0.059	0.001			

Grand Mean = 0.143

CV = 18.784 %

^{**} = Significant at 1 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

**ตารางผนวกที่ 17 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Titratable acidity (TA) ของชมพู่
ภายหลังการทดลอง 15 วัน**

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.029	0.002	2.008 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.009	0.003	3.120	2.92	4.51
B	3	0.007	0.002	2.306	2.92	4.51
AB	9	0.013	0.001	1.538	2.21	3.07
ERROR	32	0.031	0.001			
TOTAL	47	0.059	0.001			

Grand Mean = 0.145

CV = 21.326 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

**ตารางผนวกที่ 18 ตาราง Analysis of variance ปริมาณ Titratable acidity (TA) ของชมพู่
ภายหลังการทดลอง 18 วัน**

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	0.033	0.002	2.084 [*]	2.01	2.70
A	3	0.001	0.000	0.198	2.92	4.51
B	3	0.010	0.003	3.220	2.92	4.51
AB	9	0.022	0.002	2.335	2.21	3.07
ERROR	32	0.034	0.001			
TOTAL	47	0.066	0.001			

Grand Mean = 0.163

CV = 19.794 %

^{*} = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 19 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพูภายหลังการทดลอง 3 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	3.495	0.233	1.543 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	1.307	0.436	2.885	2.92	4.51
B	3	0.724	0.241	1.598	2.92	4.51
AB	9	1.464	0.163	1.077	2.21	3.07
ERROR	32	4.833	0.151			
TOTAL	47	8.328	0.177			

Grand Mean = 3.593

CV = 10.814 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 20 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพูภายหลังการทดลอง 6 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	4.995	0.333	2.205 [*]	2.01	2.70
A	3	0.641	0.214	1.414	2.92	4.51
B	3	1.599	0.533	3.529	2.92	4.51
AB	9	2.755	0.306	2.027	2.21	3.07
ERROR	32	4.833	0.151			
TOTAL	47	9.828	0.209			

Grand Mean = 3.906

CV = 9.949 %

^{*} = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 21 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู่ภายหลังการทดลอง 9 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	1.453	0.097	0.600 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.432	0.144	0.892	2.92	4.51
B	3	0.474	0.158	0.978	2.92	4.51
AB	9	0.547	0.061	0.376	2.21	3.07
ERROR	32	5.167	0.161			
TOTAL	47	6.620	0.141			

Grand Mean = 3.552

CV = 11.312 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 22 ตาราง Analysis of variance รสชาติของชมพู่ภายหลังการทดลอง 12 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	1.870	0.125	0.921 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.057	0.019	0.141	2.92	4.51
B	3	0.974	0.325	2.397	2.92	4.51
AB	9	0.839	0.093	0.688	2.21	3.07
ERROR	32	4.333	0.135			
TOTAL	47	6.203	0.132			

Grand Mean = 3.468

CV = 10.608 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 23 ตาราง Analysis of variance รสชาติของหมปูกายหลังการทดลอง 15 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	4.786	0.319	2.356*	2.01	2.70
A	3	0.849	0.283	2.090	2.92	4.51
B	3	0.099	0.033	0.244	2.92	4.51
AB	9	3.839	0.427	3.150	2.21	3.07
ERROR	32	4.333	0.135			
TOTAL	47	9.120	0.194			

Grand Mean = 3.26

CV = 32.46 %

* = Significant at 5 % level (มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

ตารางผนวกที่ 24 ตาราง Analysis of variance รสชาติของหมปูกายหลังการทดลอง 18 วัน

SOV	d.f	SS	MS	F-ratio	F-table	
					5%	1%
Treatment	15	2.500	0.167	1.280 ^{ns}	2.01	2.70
A	3	0.375	0.125	0.960	2.92	4.51
B	3	0.208	0.069	0.533	2.92	4.51
AB	9	1.917	0.213	1.636	2.21	3.07
ERROR	32	4.167	0.130			
TOTAL	47	6.667	0.142			

Grand Mean = 3.916

CV = 9.213 %

^{ns} = non Significant (ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้