

ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี
ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสดโดยใช้ภาชนะบรรจุ
ร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ $CO_2 : O_2$

Lengthening of Storage Life of Fresh Cut Pumpkin by Using of
Packaging Material and $CO_2 : O_2$ Gases

โดย

นางสาวบุศรา ยานกุลวงศ์

ได้รับการพิจารณาจาก

(รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ ๒๗ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ. สมภพ รุติะवलันต์)

รักษาการหัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ ๒๙ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บัญชาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาผักทองหันสดโดยใช้ภาชนะบรรจุ

ร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO₂ : O₂

Lengthening of Storage Life of Fresh Cut Pumpkin by Using of

Packaging Material and CO₂ : O₂ Gases

โดย

นางสาวบุศรา ยานกุลวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



1108900

สพ.

ว 668 ก

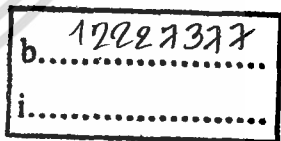
2553

เลขหมู่.....

108900

เลขทะเบียน.....

วัน,เดือน,ปี..... - 2 ค.ศ. 2553



b.....

i.....

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ.2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	การยืดอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสดโดยใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO ₂ : O ₂
โดย	:	นางสาวนุศรา ยานกุลวงศ์
สาขาวิชา	:	พืชสวน
ภาควิชา	:	พืชสวน
คณะ	:	เทคโนโลยีการเกษตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ

บทคัดย่อ

การศึกษากการยืดอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสดโดยใช้ภาชนะบรรจุร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ CO₂ : O₂ แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ วัสดุพลาสติก 3 ชนิด PE PP และ LDPE และอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 4 ระดับ 0:0 5:0 5:5 และ 10:5 PSI เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ ต่อคุณภาพ และอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด โดยวางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ วัสดุพลาสติก 3 ชนิด PE PP และ LDPE และอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 4 ระดับ 0:0 5:0 5:5 และ 10:5 PSI เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 1 พบว่า ผักทองหั่นสดจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในวัสดุพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 10.18 เปอร์เซ็นต์ ผักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS และปริมาณ TA ลดลงเรื่อยๆตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณ TSS และ TA อยู่ในช่วง 10.10 – 14.50 brix และ 0.19 – 0.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในวัสดุพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 PSI วัสดุพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:5 PSI และวัสดุพลาสติก PP

ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีลักษณะ สีเนื้อ และคุณภาพกลิ่นที่ดีที่สุด

การทดลองที่ 2 พบว่า ฟักทองหั่นสดจะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นมากตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น โดยฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 10.40 เปอร์เซ็นต์ ฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS และปริมาณ TA ลดลงทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณ TSS และ TA อยู่ในช่วง 8.90 – 15.00 brix และ 0.14 – 0.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 14 วัน ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส โดยมีลักษณะสีเนื้อ และคุณภาพกลิ่นที่ดีที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Lengthening of Storage Life of Fresh Cut Pumpkin by
Using of Packaging Material and CO₂ : O₂ Gases

By : Miss Budsara Yarnkoolwong

Major : Horticulture

Department : Horticulture

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Assoc.Prof.Dr.Somchai Glahan

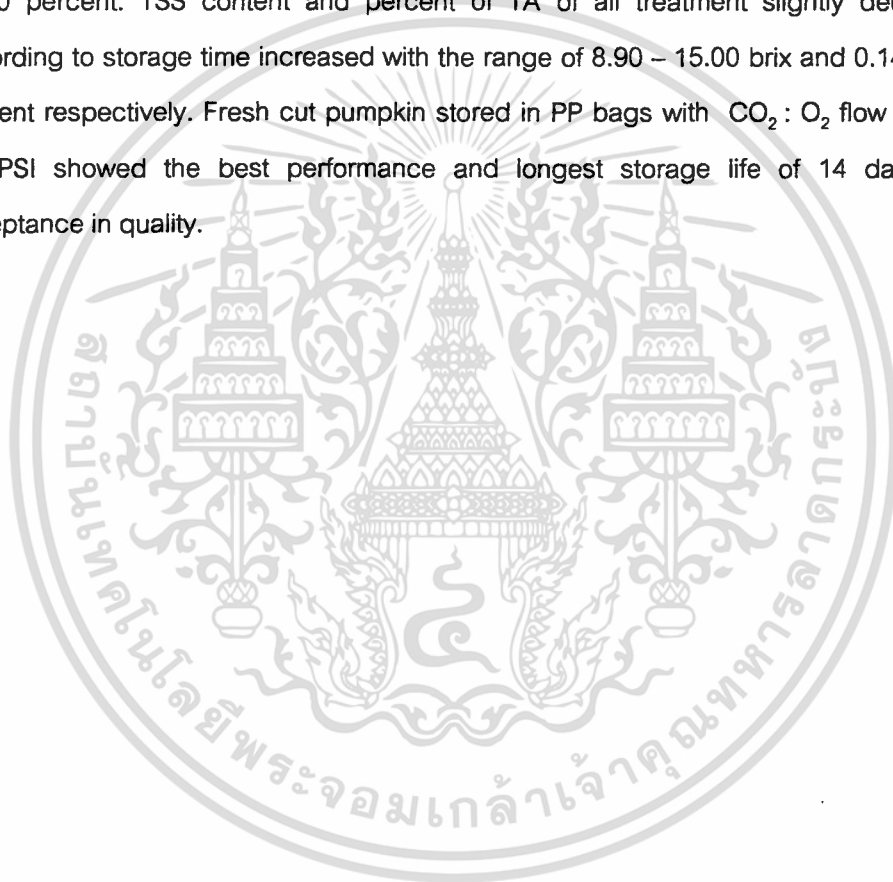
Abstract

Study on lengthening of storage life of fresh cut pumpkin by using of packaging material and CO₂ : O₂ gases. This study was divided into 2 experiments; first experiment, study on influence of packaging materials and CO₂: O₂ flow rates on quality and storage life of fresh cut pumpkin. The statistical model was 3x4 factorial in completely randomized design composed of 2 factors, 3 kinds of plastic bags, polyethylene (PE), polypropylene (PP) and low density polyethylene (LDPE) bag and 4 level of CO₂ : O₂ as followed 0:0, 5:0, 5:5, and 10:5 PSI stored at room temperature. Second experiment, study on influence of packaging materials and CO₂: O₂ flow rates on quality and storage life of fresh cut pumpkin. The statistical model was 3x4 factorial in completely randomized design composed of 2 factors, 3 kinds of plastic bags polyethylene (PE), polypropylene (PP) and low density polyethylene (LDPE) bag and 4 level of CO₂: O₂ as followed 0:0, 5:0, 5:5, and 10:5 PSI stored at 14 – 16 °C.

First experiment the results showed that fresh weight loss of fresh cut pumpkin extremely increased according to storage time increased. Fresh cut pumpkin stored in LDPE bags with CO₂ : O₂ flow rates of 0:0 PSI had the most fresh weight loss at the mean of 10.18 percent. TSS content and percent of TA of all treatment slightly decreased according to storage time increased with the range of 10.10 – 14.50 brix and

0.19 – 0.31 percent respectively. Fresh cut pumpkin stored in PE bags with CO₂: O₂ flow rates of 5:0 PSI LDPE bags with CO₂: O₂ flow rates of 5:5 PSI and PP bags with CO₂: O₂ flow rates of 0:0 PSI showed the best performance and longest storage life of 3 days with acceptance in quality.

Second experiment the results showed that fresh weight loss of fresh cut pumpkin increased according to storage time increased. Fresh cut pumpkin stored in PE bags with CO₂: O₂ flow rates of 0:0 PSI had the most fresh weight loss at the mean of 10.40 percent. TSS content and percent of TA of all treatment slightly decreased according to storage time increased with the range of 8.90 – 15.00 brix and 0.14 – 0.34 percent respectively. Fresh cut pumpkin stored in PP bags with CO₂: O₂ flow rates of 0:0 PSI showed the best performance and longest storage life of 14 days with acceptance in quality.



คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้จัดทำได้เข้ามาศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จนประสบความสำเร็จ และได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาที่ดี เกี่ยวกับวิทยากรหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์และความกรุณาจากท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาต่างๆท่านเป็นอย่างสูง ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทยากรต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณพี่อ้อ ที่กรุณาให้คำแนะนำที่ดี อีกทั้งกรุณาตรวจทานแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกคนและพี่ๆทุกคนที่ Overseas Educational Group Co.,Ltd ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและให้คำปรึกษาในทุกๆเรื่อง ตลอดจนสนับสนุนทุนในการศึกษาที่ดีตลอดมา จนสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวังไว้

ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงได้เลย หากขาดบุคคลดั่งที่เอ่ยนามและไม่ได้เอ่ยนาม ซึ่งคอยให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ ผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

ด้วยความเคารพอย่างสูง

นุศรา ยานกุลวงศ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	III
คำนิยม	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	X
สารบัญภาพผนวก	XI
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	43
ผลการทดลอง	
ผลการทดลองที่ 1	47
ผลการทดลองที่ 2	63
วิจารณ์ผลการทดลอง	110
สรุปผลการทดลอง	
สรุปผลการทดลองที่ 1	112
สรุปผลการทดลองที่ 2	114
เอกสารอ้างอิง	116
ภาพผนวก	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงจำนวนแบคทีเรียที่พบหลังจากผ่านการหั่นแปรรูปเบื้องต้น	37
1.2	แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักที่ไม่ผ่านการตัดและผ่านการตัด ซึ่งบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีอากาศบริเวณช่องว่างเหนือบรรจุภัณฑ์เมื่อเริ่มต้นและจัดเก็บที่อุณหภูมิ 4.4°C	37
2.1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	49
2.2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	52
2.3	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	55
2.4	แสดงสีเนื้อของผักของหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	56
2.5	แสดงคุณภาพกลิ่นของผักของหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	58
2.6	แสดงอาการเน่าของผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	61
2.7	แสดงอายุการเก็บรักษาของผักของหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	62
3.1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผักของหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.2	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE	73
3.3	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	73
3.4	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	83
3.5	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE	84
3.6	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	84
3.7	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	94
3.8	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE	95
3.9	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	95
3.10	แสดงสีเนื้อของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	98
3.11	แสดงคุณภาพกลิ่นของฟักทองแห้งสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	101
3.12	แสดงอาการเน่าของฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆ กัน	105

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.13	แสดงอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆกัน	107
3.14	แสดงอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE	108
3.15	แสดงอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆกัน	108



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 วัน	74
2	แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 วัน	85
3	แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 วัน	96
4	แสดงอายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสดภายหลังจากการเก็บรักษาพร้อมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ ต่างๆกัน	109

สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ก่อนการเก็บรักษา	124
2	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ ณ สภาพบรรยากาศปกติ	124
3	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ ณ สภาพบรรยากาศปกติ	125
4	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ ณ สภาพบรรยากาศปกติ	125
5	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ	126
6	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ	126
7	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ	127
8	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ	127
9	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 5 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ	128
10	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ 14 – 16 องศาเซลเซียส	128
11	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ 14 – 16 องศาเซลเซียส	129
12	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ 14 – 16 องศาเซลเซียส	129
13	แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 8 วัน ที่ อุณหภูมิต่ำ 14 – 16 องศาเซลเซียส	130

สารบัญภาพผนวก (ต่อ)

ภาพผนวกที่

		หน้า
14	แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 10 วัน ที่ อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส	130
15	แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 12 วัน ที่ อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส	131
16	แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 14 วัน ที่ อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส	131
17	แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน ที่ อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส	132
18	แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 18 วัน ที่ อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส	132
19	แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 20 วัน ที่ อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส	133

คำนำ

พืชทองมีคุณค่าทางอาหารมากพอสมควร เนื่องจากมีเบต้าแคโรทีนสูง นอกจากนี้ยังมี โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และวิตามินต่างๆหลายชนิด เช่น วิตามินซี วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอาซีน รวมทั้งแร่ธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม เหล็ก และโซเดียม แต่พืชทองสดมีความชื้นสัมพัทธ์สูงมากถึง 70 - 75 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้เมื่อได้รับความร้อน เนื้อจะ ยุ่ย และ ทำให้การใช้ประโยชน์จากพืชทองค่อนข้างจำกัด ดังนั้นการศึกษาวิธีการหรือเทคโนโลยี การเก็บรักษาพืชทองหั่นสดจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจศึกษา

ปัจจุบันการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของพืชสวน ทั้งผักผลไม้และไม้ดอก มีความสำคัญ มาก เนื่องจากเป็นแนวทางที่ดีในการลดความเสียหายและผลผลิต ตลอดจนยังช่วยรักษาคุณภาพ หลังการเก็บเกี่ยวไว้ได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทุกๆฝ่าย การเก็บรักษาที่เหมาะสมเป็นการยืดอายุของ ผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว และยังช่วยรักษาราคาของผลผลิตให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อ ผู้ผลิตและผู้บริโภค พืชทองที่เก็บเกี่ยวมาและนำมาแปรรูปเป็นผักสลัดจะเสื่อมคุณภาพอย่าง รวดเร็ว สูญเสียการยอมรับและคุณภาพในการบริโภค

จากเหตุผลดังกล่าว ทำให้การศึกษาเพื่อหาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาพืชทองหั่นสดจึง ได้ถูกนำมาเป็นหัวข้อของการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ โดยศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนในสัดส่วนต่างๆ บรรจุลงในถุงพลาสติกพร้อมกับพืชทองหั่นสด โดยคาดว่าจะ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาพืชทองหั่นสดให้ยาวนานขึ้น และมีคุณภาพเหมาะสมในการบริโภค ได้นานกว่าปกติจนเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในวงกว้างมาก ยิ่งขึ้น

บุศรา ยานกุลวงศ์

พฤษภาคม 2548

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนก๊าซ CO_2 : O_2 ต่อการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บรักษาของผักทองหั่นสดในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (MA-storage)
3. เพื่อศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาผักทองหั่นสดที่เหมาะสมต่อการขนส่งระยะไกลและการเก็บรักษาให้ยาวนานยิ่งขึ้นก่อนออกจำหน่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ฟักทองมีชื่อสามัญคือ pumpkin หรือ winter squash และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucurbita maxima* Duchesne ซึ่งอยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae ฟักทองเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดแถบอเมริกากลาง ต่อมามีการปลูกในประเทศเขตร้อนทั่วไป ฟักทองเป็นพรรณไม้กลางแจ้ง ไม่ชอบน้ำ ชง ปลูกโดยทำค้างให้เลื้อยไปตามพื้นดินก็ได้ ไม่ต้องดูแลมากนัก ควรปลูกในช่วงเดือนตุลาคม เก็บส่วนขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด

ในระหว่างต้นฟักทองเจริญงอกงาม ไม่ควรเด็ดยอดฟักทองโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้ต้นฟักทองแตกแขนงมากเกินไป ซึ่งในช่วงเวลาเดียวกันนี้มีเกษตรกรที่เพาะปลูกฟักทองตามหัวไร่ปลายนาน หรือริมรั้วบ้าน จะเด็ดยอดฟักทองไปจำหน่ายได้ราคาค่อนข้างดี โดยจำหน่ายกิโลกรัม 1 บาท (ประมาณ 5 – 8 ยอด)

คุณสมบัติพิเศษที่ดีอีกอย่างหนึ่งของฟักทอง ซึ่งพืชตระกูลเดียวกันพบน้อยมาก คือ หลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้ว ควรเก็บฟักทองไว้ในสภาพอากาศเย็น แห้ง ถ่ายเทดี จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาไว้นานวันมากขึ้น

การปลูกฟักทอง 50 ไร่ ได้ผลผลิตประมาณ 86 ตัน โดยเฉลี่ยขายได้กิโลกรัมละ 5 บาท คิดเป็นเงิน 4.3 แสนบาท จากต้นทุนการผลิตไร่ละ 1,800 บาท รวมเป็นเงิน 9 หมื่นบาท แต่ในปี พ.ศ. 2541 นับได้ว่าเป็นปีทองของชาวไร่ฟักทองเป็นอย่างมาก ซึ่งขายได้กิโลกรัมละ 12 – 15 บาท ในพื้นที่ 1 ไร่ จะได้ผลผลิตฟักทองประมาณ 800 – 1,000 ลูกๆ ละประมาณ 1 – 2 กิโลกรัมเป็นอย่างต่ำ ซึ่งจะได้ผลผลิตรวมประมาณ 2,000 – 3,000 กิโลกรัม/ไร่ (วารสารส่งเสริมการเกษตร, 2541)

ฟักทองเป็นพืชอายุปีเดียว (annual) มีทั้งแบบลำต้นเลื้อยและเป็นพุ่มเตี้ยๆ มีอายุปลูกตั้งแต่หยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวผลอ่อนประมาณ 45 – 60 วัน ผลแก่ 120 – 180 วัน ฟักทองสามารถขึ้นในดินแทบทุกชนิด ชอบดินร่วนปนทราย มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินประมาณ 5.5 – 6.8 หรือเป็นกรดเล็กน้อย ชอบอากาศแห้ง ดินไม่ชื้นแฉะ (อุดม, 2529)

ข้อมูลจำเพาะทางด้านพืชสวนของฟักทองที่น่าสนใจ มีลักษณะพองซี่ได้ดังนี้

ต้น เป็นพรรณไม้ล้มลุกปีเดียว (annual) ที่มีลำต้นเป็นเถาเลื้อยไปตามพื้นดินและต้องหลักยึด ตามลำเถาจะมีมือเอาไว้เกาะ เถามีขนาดยาว ใหญ่ และมีขนสาๆ ปลูกคลุมอุมุมีสีเขียว ลำต้นอ่อนมักเป็น 5 เหลี่ยม หรือกลม

ใบ ออกใบเดี่ยวตามลำเถา ใบของพื้กทองเป็นแผ่นใหญ่สีเขียว และมีขนสาๆ มือปกคลุมอยู่ทั่วทั้งใบ เนื้อใบนิ่ม ใบรูปร่างคล้ายรูป 5 – 7 เหลี่ยม หรือรูปร่างเกือบกลม ริมใบมีหยักเว้าลึก 5 – 7 หยัก ใบกว้าง 10 – 20 เซนติเมตร ยาว 15 – 30 เซนติเมตร

ดอก มีดอกตัวเมียและดอกตัวผู้เกิดบนต้นเดียวกัน กลีบดอกสีเหลืองอมส้ม กลีบรองกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นรูปประสัง ปลายแยกเป็น 5 กลีบ ยาว 5 เซนติเมตร ออกดอกเดี่ยวตามง่ามใบ ดอกตูมปลายแหลมและที่ส่วนยอดของเถา ลักษณะของดอกเป็นรูปกระดิ่งสีเหลือง ในดอกตัวเมียเมื่อบานเต็มที่แล้ว จะมองเห็นผลเล็กๆติดอยู่ที่ใต้ดอก

ผล มีขนาดใหญ่ รูปร่างและขนาดแตกต่างกันตามพันธุ์ อาจมีลักษณะตั้งแต่พูกกลมจะมีทั้งทรงแบนและทรงสูง จนถึงค่อนข้างแบน ผิวมักเป็นตุ่มนูนและหยักเป็นร่อง เปลือกของผลจะแข็ง มีทั้งสีเขียวหรือสีน้ำตาลแดงก็แล้วแต่ชนิดของพื้กทองนั้นๆ เนื้อในผลมีสีเหลืองจนถึงเหลืองอมส้ม เหลืองอมเขียว รับประทานได้ เมื่อทานเข้าไปแล้วจะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอในร่างกาย

เมล็ด มีจำนวนมาก รูปร่างคล้ายรูปไข่แบน ขอบแข็งเป็นสัน สีเข้ม

พื้กทองเป็นผักที่บริโภคส่วนของผล ต้องการพื้นที่ปลูกมากเช่นเดียวกับแตงโม มีลำต้นเลื้อยไปตามพื้น ต้องอาศัยแมลงในการช่วยผสมเกสร ดังนั้นการไ้ยากำจัดแมลง ควรไ้ด้วยความระมัดระวังในการช่วยออกดอกติดผล อย่างไรก็ตามอาจช่วยผสมเกสรโดยการผสมด้วยมือได้

ประโยชน์ทางอาหาร

ส่วนที่เป็นผัก/ฤดูกาล

ยอดอ่อน ใบอ่อน และดอกตูม เนื้อของผลพื้กทองไ้เป็นผักได้ ยอดอ่อนและดอก ออกในฤดูฝน ส่วนผลพื้กทองมีในฤดูหนาว

การปรุงอาหาร คนไทยทุกภาครับประทานพื้กทองเป็นผัก ยอดอ่อน ใบอ่อน และดอกตูมนำไปลวกหรือต้มให้สุก รับประทานร่วมกันน้ำพริก ยอดพื้กทองและดอกพื้กทองไ้ทำแกงเลียงหรือแกงส้มได้ ส่วนผลแก่ของพื้กทองปรุงเป็นอาหารไ้หลายชนิด เช่น แกงเลียง ผัดพื้กทองกับไก่หรือหมู เป็นต้น นอกจากนี้ ผลยังนำไปปรุงเป็นอาหารหวาน เช่นพื้กทองเชื่อม พื้กทองสังขยา พื้กทองแกงบวด เป็นต้น

รสและประโยชน์ต่อสุขภาพ

ยอดอ่อน ดอกอ่อน รสจืดอมหวาน ผลแก่รสมัน

ยอดอ่อนของพื้กทอง 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 16 กิโลแคลอรี ประกอบด้วยเส้นใย 0.8 กรัม แคลเซียม 6 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 9 มิลลิกรัม เหล็ก 1.2 มิลลิกรัม วิตามินเอ 4083 IU วิตามินบีหนึ่ง 0.08 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.18 มิลลิกรัม ไนอาซิน 1.4 มิลลิกรัม วิตามินซี 41 มิลลิกรัม

เนื้อและเปลือกของฟักทอง 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 43 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย เส้นใย 1.7 กรัม แคลเซียม 21 กรัม ฟอสฟอรัส 17 มิลลิกรัม เหล็ก 4.9 มิลลิกรัม วิตามินเอ 3266 IU วิตามินบีหนึ่ง 0.10 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.05 มิลลิกรัม ไนอาซิน 1.1 มิลลิกรัม วิตามินซี 52 มิลลิกรัม

พันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรบ้านเวาเนียมปลูก รวมทั้งพันธุ์ต่างประเทศใหม่ที่น่าสนใจนำมาปลูกในบ้านเราเมื่อไม่นานมานี้ สามารถแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ ตามลักษณะนิสัยของการเจริญเติบโต ได้แก่

1. พันธุ์พุ่มเตี้ย ซึ่งมีลักษณะเป็นพุ่มขนาดใหญ่ มีใบขนาดใหญ่มาก ก้านใบกลมกลวง มักเปราะง่าย บางชนิดมีหนามที่ใบด้วย มีดอกตามมุมก้านใบ พันธุ์พุ่มเตี้ยนี้ส่วนมากรับประทานผลอ่อน ผลแก่เก็บเกี่ยวหลังดอกผสมประมาณ 5 – 7 วัน เป็นพันธุ์ที่นิยมในต่างประเทศ สำหรับพันธุ์พุ่มเตี้ยที่นำมาทดลองปลูกในไทยแล้วให้ผลดี ได้แก่

- แบล็คแจ๊ค ไฮบริด (Blackjack Hybrid, Petoseed) ผิวสีเขียวเข้ม มีลายปะ เนื้อสีขาว ผลทรงกระบอกยาว
- สวีท มามา ไฮบริด (Sweet Mama Hybrid, Takmi) ลักษณะพันธุ์พุ่มที่ค่อนข้างชิดปกติ มีเถาเดี่ยว ไม่มีแขนง ข้อสั้น ผลขนาด 1 – 2 กิโลกรัม เนื้อสีเหลืองหนาหวาน เปลือกสีเขียวเข้ม ผลแก่หลังจากผสมเกสรประมาณ 35 วัน

2. พันธุ์เลื้อย ซึ่งมีลักษณะลำต้นเลื้อย แตกแขนงมากมาย มีดอกออกตามข้อและให้ผลแขนงละ 1 – 2 ผล ส่วนมากใช้รับประทานเมื่อผลแก่ ได้แก่ พันธุ์ฟักทองพื้นเมืองบ้านเรา เช่น พันธุ์หนังคางคก ที่นิยมปลูกมากที่สุด และพันธุ์ต่างประเทศใหม่ๆ บางพันธุ์ที่นำมาเข้ามาได้แก่

- ไอรอน แค็บ ไฮบริด (Iron Cab Hybrid, Sakatam) ผลขนาดเล็ก ขนาดฟักทองสังขยา เนื้อสีเหลือง
- เดริกา เบอริ 1 ไฮบริด (Delica No.1 Hybrid, Kyowaii) ผลขนาดเล็ก หนัก 1 – 1.5 กิโลกรัม ลักษณะผลกลมแบน เนื้อสีเหลืองส้มหนาและหวาน

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการแบ่งพันธุ์ตามระยะเวลาการเก็บเกี่ยว ซึ่งมีทั้งพันธุ์หนัก พันธุ์กลาง และพันธุ์เบา

1. พันธุ์เบา : ผลเล็ก เหมาะสำหรับทำสังขยา อายุประมาณ 50 – 75 วัน
2. พันธุ์กลาง : อายุประมาณ 60 – 90 วัน
3. พันธุ์หนัก : อายุประมาณ 75 – 120 วัน ส่วนมากผลมีลักษณะกลมแบน เมื่ออ่อนมีสีเขียวอ่อน เมื่อแก่จะมีสีเขียวแก่ แต่ถ้าแก่จัดสีจะจางลงเป็นสีน้ำตาล นอกจากนั้นจะมี

พันธุ์ที่มีผลเป็นรูปยาวรี และเป็นลูกมะพร้าว พันธุ์ดอกกิวและงออยู่ข้าง ซึ่งโดยมากเนื้อไม่อร่อย จึงไม่แพร่หลายนัก จะเห็นได้ว่า พักทองมีอยู่หลายพันธุ์ จัดเป็นพืชโตเร็ว ผลแก่จะมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 100 – 120 วัน (นับตั้งแต่เริ่มปลูก) สำหรับประเทศไทย พันธุ์ที่นิยมบริโภค คือ พันธุ์หนังคางคก ซึ่งมีเนื้อแน่นสีเหลืองอมเขียว ผลรูปทรงแบน และผิวขรุขระมากกว่าพันธุ์อื่นๆ

การเก็บเกี่ยว

ควรเลือกเก็บเกี่ยวพักทองที่แก่ตามอายุเก็บเกี่ยวของแต่ละชนิด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วให้สังเกตที่ผลมีเปลือกแข็งและสีของเปลือกเข้ม

องค์ประกอบของคุณค่าทางอาหารในพักทองสด มีดังนี้

ความชื้น (%)	86.70
โปรตีน (%)	1.63
ไขมัน (%)	0.20
ไฟเบอร์ (%)	0.88
เถ้า (%)	0.52
คาร์โบไฮเดรต (โดยการคำนวณ) (%)	10.10
ค่าพลังงานความร้อน กิโลแคลอรี/100 กรัม	48.70
เบต้าแคโรทีน หน่วยสากล/100 กรัม	5,283.00
วิตามินซี มิลลิกรัม/100 กรัม	6.00
วิตามินบี1 มิลลิกรัม/100 กรัม	0.03
วิตามินบี2 มิลลิกรัม/100 กรัม	0.04
ไนอาซีน มิลลิกรัม/100 กรัม	0.063
แคลเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม	19.20
เหล็ก มิลลิกรัม/100 กรัม	0.47
ฟอสฟอรัส มิลลิกรัม/100 กรัม	37.80
โซเดียม มิลลิกรัม/100 กรัม	0.50
โพแทสเซียม มิลลิกรัม/100 กรัม	364.10

ที่มา . กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2526

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีชนิด และ/หรือ ความเข้มข้นของก๊าซแตกต่างไปจากสภาพบรรยากาศ โดยทั่วไปจะเน้นความสำคัญที่ก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อขบวนการ metabolism ของผลผลิต

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง เป็นการปรับองค์ประกอบก๊าซเป็นเพียงช่วงกว้างๆเท่านั้น ไม่ต้องควบคุมให้อยู่ที่ระดับหรือจุดใดจุดหนึ่งอย่างแน่นอนตลอดการเก็บรักษา เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถเก็บรักษาผลผลิตให้มีคุณภาพดีได้นาน

หลักการเบื้องต้นของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง คือ การเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ และ/หรือ มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าในบรรยากาศปกติ (จริงแท้, 2541) ในบรรยากาศปกติ ประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจน 78 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซออกซิเจน 20.95 เปอร์เซ็นต์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงมีผลทำให้ อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง ลดกระบวนการ metabolism ภายในเซลล์ให้ช้าลง ลดการสังเคราะห์และการทำงานของก๊าซเอทิลีน รวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย ทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานขึ้น (दनัยและนิธิยา, 2535) ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมทำให้ชะลออัตราการหายใจ และการสังเคราะห์เอทิลีนตลอดจนยับยั้งการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีในขบวนการสุก และเสื่อมสภาพ นอกจากนี้ยังสามารถลดความรุนแรงของการสะท้อนหนาว (chilling injury) ตลอดจนความผิดปกติทางชีววิทยา และการเน่าเสียของผลผลิตบางชนิด ในบรรยากาศที่ไม่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะสูญเสียคาร์โบไฮเดรตเร็วกว่าในบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ (นิภา, 2540) (Lee et al., 1996)

modified atmosphere storage (MA - storage) เป็นวิธีการเก็บรักษาผักและผลไม้ในสภาพของบรรยากาศที่ถูกดัดแปลง เช่น การเก็บรักษาผักและผลไม้ในถุงพลาสติกปิดปากถุงแน่น ปริมาณก๊าซออกซิเจนในถุงพลาสติกจะลดลง เนื่องจากถูกใช้ไปโดยการหายใจของผักและผลไม้ และปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากการหายใจ ปริมาณของก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกควบคุมโดยคุณสมบัติในการยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ของพลาสติกฟิล์ม ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจและอุณหภูมิขณะนั้น (สายชล, 2528)

เทคนิค MAP (modified atmosphere packing) เป็นวิธีการเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ ดัดแปลงมาจากวิธี MA จะมีข้อดีต่างตรงที่วิธี MAP จะเป็นการเก็บรักษาผลผลิตภายในถุงพลาสติกหรือฟิล์มชนิดพิเศษ (อรทัย,2543)

Kader(1986) ได้กล่าวไว้ว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รส และคุณค่าทางอาหาร อาจมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาภายใต้ MAP ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสี (color change) ในสภาพบรรยากาศที่มีปริมาณของก๊าซออกซิเจนน้อยกว่า และปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาก จะช่วยลดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และลดการสังเคราะห์แคโรทีนอยด์และแอนโทไซยานิน ซึ่งรงควัตถุ 2 ชนิดนี้จะทำให้เกิดสีเหลือง-ส้ม และแดง-น้ำเงิน แก่พืชตามลำดับ ตัวอย่างเช่น ปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ 2 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยชะลอการสร้างแอนโทไซยานินของลูกพลับพลึงได้ อย่างไรก็ตามก็ควรคำนึงถึงการให้ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่ควรให้มากเกินไป เพราะอาจก่อให้เกิดผลเสียหายแก่ผักและผลไม้ได้

2. การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (texture change) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการอ่อนนิ่มของผลไม้มากกว่าก๊าซออกซิเจน แต่กลไกการเกิดปรากฏการณ์นี้ยังไม่เป็นที่แน่ชัด ตัวอย่างเช่น ปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันไม่ให้เนื้อของบรอกโคลีเหนียวแต่กลับอ่อนนุ่มพอดี (tender) และนุ่มกว่าตอนเก็บเกี่ยวใหม่ๆ และเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดความเหนียวของหน่อไม้ฝรั่ง เนื่องจากมีเส้นใยมากเกินไป

3. การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรส (flavor change) สารที่ให้กลิ่นรสของผักและผลไม้ ได้มาจากการหายใจและกระบวนการเมตาบอลิซึมต่างๆในพืช ตัวอย่างเช่น ก๊าซออกซิเจนปริมาณ 2.5 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดการสูญเสียของกรดอินแอปเปิ้ลพันธุ์ Golden Delicious สิ่งที่เราควรระวัง คือ ถ้าก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นในช่วงที่พืชทนทานไม่ได้ จะเกิดกลิ่นรสผิดปกติ เนื่องจากการสะสมแอลกอฮอล์และอัลดีไฮด์ที่ได้จากการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน

4. การเปลี่ยนแปลงคุณค่าทางอาหาร (nutritional change) โดยทั่วไป MAP จะช่วยรักษาปริมาณแอสคอร์บิก (ascorbic acid) หรือวิตามินซีในผักและผลไม้ นั้นได้ดีกว่าการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ ตัวอย่างเช่น ในบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจน 4 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 9 เปอร์เซ็นต์ ช่วยลดการสลายตัวของวิตามินซี ในผักโขมได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ

การเก็บรักษาผลผลิตภายใต้สภาพบรรยากาศ โดยการลดหรือเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซ ให้แตกต่างไปจากสภาพบรรยากาศปกติ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการลดหรือเพิ่มปริมาณของก๊าซ ออกซิเจนและปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปัจจัยที่สำคัญที่สุด คือ อุณหภูมิ เมื่อลด อุณหภูมิให้กับผลผลิต กระบวนการต่างๆทางสรีรวิทยาจะเกิดขึ้นในอัตราที่ช้าลง อายุการเก็บ รักษาผลผลิตจะนานขึ้น (นิภา,2540) (Parry,1993) (Oorakul and stiles,1991) (Turner,1997)

ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้ คือ ก๊าซออกซิเจนและก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ เพราะในการหายใจของผลผลิตสดจะให้ก๊าซออกซิเจนและก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ จะต้องมึระดับที่เหมาะสม สามารถให้อัตราการหายใจของผลผลิตต่ำลง มากที่สุด โดยไม่เกิดการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดนั้น (Zagory and Kader,1998)

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงนอกจากจะชะลอกระบวนการ ทางชีวเคมีต่าง ๆ ภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่อื่น ๆ ดังนี้

1. ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผลผลิตที่มีความสมบูรณ์ มี รสชาติ คุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลผลิตที่มีความสมบูรณ์น้อย แต่มักเก็บรักษาได้ไม่นานขนส่ง ไปได้ไม่ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้
2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลผลิตต่อเอทริลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่ กระตุ้นโดยเอทริลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะ CO_2 มีโครงสร้างเคมีใกล้เคียงกับเอทริลีน สามารถ ไปแย่งที่ active site ของเอทริลีนได้
3. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาผลผลิตที่มีไขมันมาก เช่น พวกเมล็ด เคี้ยวมัน ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการ ออกซิไดซ์กรดของไขมันที่ไม่อิ่มตัวด้วย O_2
4. ลดอัตราผิดปกติทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการ สะท้านหนาว (chilling injury) เพราะหลังจากเกิด primary injury ขึ้นในเซลล์ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมา โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ ถูกออกซิไดซ์ด้วย O_2 และทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น
5. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้บนผักและผลไม้ ส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมี O_2 ต่ำทำให้การเจริญเติบโตบนผลผลิตลดลงด้วย
6. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลผลิตผลในทำนองเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะใช้ควบคุมแมลงได้ผลมักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้

7. เพิ่มคุณภาพของผลผลิต ผลิตผลบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศตัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งได้ (จริงแท้,2541)

อันตรายของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่ได้รับการทดสอบแล้ว มักปลอดภัยต่อผลผลิตสามารถยืดอายุการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่าง ๆ คงที่นั้น บ่อยครั้งที่ปริมาณแก๊สบางชนิดมีอยู่สูงหรือต่ำเกินไปจนทำให้เกิดอันตราย ขึ้นกับผลผลิตได้ (จริงแท้,2541)

อาการผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลิตผลแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลงมีหลายรูปแบบด้วยกัน ลักษณะที่พบบ่อย ได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลิตผลมีรสชาติและกลิ่นปกติแต่สำหรับผลไม้ มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติหรือไม่สุกเอาเลย (สมชาย,2543)

นอกจากอาการที่ผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลิตผลแต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลง ไม่ว่าจะปริมาณ O_2 ต่ำเกินไป หรือ CO_2 สูงเกินไปได้ไม่เท่ากัน ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานกันว่าเนื่องจากความหนาแน่นของเนื้อผลิตผล และคุณสมบัติของผิวของผลิตผลที่จะยอมให้การถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน ผลิตผลที่มีความหนาแน่นสูง การถ่ายเทอากาศเกิดขึ้นได้ยาก ทำให้ O_2 ภายในลดต่ำเกินไป หรือ CO_2 สะสมอยู่ภายในมากเกินไปจึงทำให้เกิดอาการผิดปกติ ในผลไม้พวกส้มไม่ทนต่อสภาพบรรยากาศตัดแปลงเลย เป็นไปได้ว่าส้มมีผิวหลายชั้น ตั้งแต่เปลือกเขียวด้านนอกสุด เยื่อหุ้มกลีบเนื้อส้มแต่ละกลีบ และชั้น epidermis ของถุง (juice sac) แต่ละถุง ทำให้การถ่ายเทแก๊สชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นได้น้อย (สายชล,2528)

อย่างไรก็ตามข้อสันนิษฐานนี้ยังไม่มีความชัดเจนและยังมีข้อโต้แย้งได้ เช่น ในกรณีของผักกาดหอมไม่สามารถทนต่อสภาพที่มี CO_2 สูงได้เกินกว่า 1 – 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งนับเป็นความเข้มข้นที่ต่ำมาก แต่ผักกาดหอมก็มีลักษณะโครงสร้างที่มีความหนาแน่นต่ำ เซลล์พื้นที่หรือ epidermis ไม่มีลักษณะพิเศษไปกว่าพืชชนิดอื่น ๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณโคนก้านของผักกาดหอมซึ่งมีสีขาวนั้น เกิดอาการผิดปกติเนื่องจาก CO_2 สูงมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ที่มีสีเขียว (จริงแท้,2541)

บทบาทที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในอากาศปกติจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียง 0.03 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงๆจะมีบทบาทความสำคัญมากต่อการยืดอายุการเก็บรักษา

คุณสมบัติที่สำคัญของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ

1. ชะลออัตราการหายใจของพืช โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้น อัตราการหายใจของพืชจะลดลง ทำให้อายุการเก็บรักษาผักและผลไม้สดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การชะลออัตราการหายใจของพืชอาจจะได้ผลน้อย เมื่อใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่ำเกินไป ในขณะที่ความเข้มข้นที่สูงเกินอาจทำให้เซลล์พืชเป็นอันตราย อันเป็นเหตุให้เกิดการเน่าเสียเร็วยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น แอปเปิ้ลจะทนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยกว่าสตอเบอรี่ การเก็บรักษาแอปเปิ้ลจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพียง 3 – 5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สตอเบอรี่ใช้ถึง 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ (งามทิพย์, 2538) ความเข้มข้นของก๊าซที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้มาก คือ ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพราะในการหายใจของผลผลิตผลสดจะใช้ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต้องมีระดับที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดอัตราการหายใจที่ต่ำที่สุด แต่ต้องไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียแก่ผลผลิตผลสดนั้นๆ ความเข้มข้นหรือปริมาณก๊าซนี้ อาจควบคุมโดยการใส่วัสดุที่บรรจุ เช่น พลาสติกฟิล์ม ที่มีความสามารถในการยอมให้ก๊าซต่างๆ ซึมผ่านในอัตราที่แตกต่างกัน โดยทำการเลือกชนิดของ ฟิล์มให้เหมาะสม

2. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด จึงเรียกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าเป็น bacteriostatic fungistatic agent คือ การยับยั้งการเจริญเติบโตเท่านั้นมิได้ทำลายหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยทั่วไปจะใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นอย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี ก็ต่อเมื่อเชื้อจุลินทรีย์นั้นอยู่ในช่วงการเตรียมพร้อมเพื่อแบ่งตัว (lag phase) โดยจะทำให้ช่วงเวลานี้เพิ่มขึ้น เป็นผลให้การแบ่งตัวเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นไปได้ช้ายิ่งขึ้น ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะเพิ่มมากยิ่งขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลง หรือเมื่อความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น

3. ละลายได้ดีในน้ำและไขมัน และการละลายนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิลดลงดังสังเกตได้จากการยุบตัวของภาชนะบรรจุ เนื่องจากความดันภายในต่ำกว่าความดันบรรยากาศ นอกจากนี้หากการละลายสูงมากพอ จะทำให้เกิดกลิ่นรสของกรดในผลิตภัณฑ์อาหารได้จึงต้องจำกัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เหมาะสมกับประเภทของผลิตภัณฑ์ของอาหารที่จะบรรจุ (งามทิพย์, 2538)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นก๊าซที่มีผลโดยตรงกับก๊าซเอทธิลีน โดยมีผลยับยั้งหรือขัดขวางการทำงานของก๊าซเอทธิลีน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับก๊าซ

เอทธิลีน แต่ไม่อาจกระตุ้นให้ผลไม่สุกได้ เนื่องจากขาดคุณสมบัติบางประการที่จะเข้าทำหน้าที่แทนก๊าซเอทธิลีน ดังนั้นจึงมีผลยับยั้งก๊าซเอทธิลีนในขณะที่เข้าไปแก่งแย่งกับก๊าซเอทธิลีน ทำให้ก๊าซเอทธิลีนเข้าไปกระตุ้นการสุกไม่ได้ การใส่ผลไม้ในภาชนะปิดสนิท จะทำให้มีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจจนกระทั่งสูงพอที่จะยับยั้งการสุกได้ แต่ถ้าผลไม้อยู่ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงเป็นเวลานานจะเกิดผลเสียขึ้น เช่น รสชาติของผลไม้เปลี่ยนไป เนื่องจากเกิดการหายใจ โดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน (จิรา,2531)

ในสภาพที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะช่วยลดความอ่อนแอของผลต่อการเกิดอาการสะท้อนหนาวได้ ซึ่งพบได้ในผลมะม่วงและอโวคาโด (दनัยและนิธิยา,2535)

Kader(1993) รายงานว่า การเก็บรักษาไม้ผลในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน จะสามารถเก็บรักษาที่มีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 3 – 5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 7°C ซึ่งอยู่ในช่วงอุณหภูมิ 5 – 12°C และจะได้รับประโยชน์สูงสุด เมื่อลดความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน และเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การเก็บรักษา cv.Mauritius ที่ระดับอุณหภูมิ 5°C ในสภาพบรรยากาศปกติ (control) หรือความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน 3, 4 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น 22 วัน นำผลไม้ออกมาในสภาพบรรยากาศ 20°C เป็นเวลา 1 วัน การเก็บรักษาผลไม้ที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 3 เปอร์เซ็นต์ หรือความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 3 เปอร์เซ็นต์ จะพบว่าปริมาณ TSS มากกว่าในการเก็บรักษาในวิธีการอื่นๆ แต่จะพบว่าปริมาณรสชาติที่ผิดปกติมาก ในการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมทุกวิธีส่วนใหญ่จะมีระดับของ black spot และ stem end rot น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ control ตามหลักทฤษฎี แล้วจะแนะนำให้เก็บที่ 5 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 3 เปอร์เซ็นต์ หรือ 5 เปอร์เซ็นต์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 4 เปอร์เซ็นต์ และยังมีรายงานว่า ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะทำให้แบ่งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ช้าลง

Mc Glasson(1998) รายงานว่า ที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับอุณหภูมิที่ 15°C และ 25°C จะช่วยลดอัตราการหายใจของข้าวโพดหวานได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

บทบาทที่สำคัญของก๊าซออกซิเจน

ในอากาศปกติมีก๊าซออกซิเจนประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณก๊าซออกซิเจนในอากาศมีผลต่อการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และกระบวนการ oxidation อื่นๆ เช่น การ oxidize สารประกอบ phenol จนได้สารสี (pigment) สีน้ำตาล (จริงแท้, 2541) ในสภาพบรรยากาศดัดแปลง การลดปริมาณก๊าซออกซิเจนลงจะเป็นการลดอัตราการหายใจ การสร้างเอทธิลีน และกระบวนการ oxidation อื่นๆ ลงด้วย และในสภาพที่ก๊าซออกซิเจนมีปริมาณความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่า จะสามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ลงด้วย

ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนระหว่าง 1 – 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุกของผลไม้ได้หลายชนิด บทบาทของก๊าซออกซิเจนในการยับยั้งการสุกของผลไม้ ไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการยับยั้งการหายใจอย่างแท้จริง แม้ว่าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนที่ต่ำจะลด net respiration rate ของผลไม้ แต่ก๊าซออกซิเจนจะมีบทบาทโดยตรงที่สำคัญเกี่ยวกับการสุกของผลไม้ ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่า ก๊าซออกซิเจนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างและการทำงานของเอทธิลีนในพืช (สายชล, 2528)

การหมัก (fermentation) เกิดจากการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน ซึ่งสังเกตได้จากกลิ่นแอลกอฮอล์ที่สะสมขึ้น มีการผลิตอัตราที่สูงขึ้น เพื่อให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนได้ตามระดับที่ต้องการนั้น อาจทำได้โดยการปล่อยให้ผลผลิตหายใจใช้ก๊าซออกซิเจนให้ลดลงอยู่ในระดับที่ต้องการก่อน เมื่อได้ก๊าซออกซิเจนที่ต้องการแล้วปริมาณก๊าซออกซิเจนจะลดลงอีก ดังนั้นจะต้องคอยวัดและเพิ่มเติมก๊าซออกซิเจนจากภายนอกโดยใช้ก๊าซออกซิเจนจากถังก๊าซหรือใช้วิธีดูก๊าซเนื่องจากมีการหายใจ (จริงแท้, 2541)

ปฏิกิริยาเคมีหลายๆปฏิกิริยาในพืช จะถูก catalyse โดยเอนไซม์ที่ต้องการก๊าซออกซิเจนในการหายใจ เพราะฉะนั้นระดับก๊าซออกซิเจนที่ลดลงในเซลล์พืช จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีลดลง และอัตรา metabolism เพิ่มขึ้น ปฏิกิริยานี้จะถูกทำให้เพิ่มขึ้นเมื่อมีก๊าซออกซิเจนในระดับต่ำ ถ้าระดับก๊าซออกซิเจนในเซลล์พืชมีน้อยเกินไป จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับรสชาติและกลิ่นของพืช ที่ระดับก๊าซออกซิเจนที่ต่ำมากๆ จะทำให้วัฏจักรของ tricarboxylic acid ถูกยับยั้ง แต่ glycolytic pathway อาจยังคงเกิดขึ้นเรื่อยๆผลที่เกิดขึ้นนี้ทำให้พืชมีการสร้างพลังงานระหว่างการหายใจเพียงเล็กน้อย แต่ขาดก๊าซออกซิเจนที่จะ metabolize อาหารสะสมพวกคาร์โบไฮเดรตไปเป็นน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในทางกลับกัน ถ้ากระบวนการ glycolytic pathway ถูกขัดขวางเนื่องจากก๊าซออกซิเจนมีระดับต่ำ จะทำให้เกิดการสะสมของ acetaldehyde และ ethanol ซึ่งจะไปทำให้เกิดความเป็นพิษกับเซลล์นั้น ซึ่งผล

ที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ และที่ระดับของก๊าซออกซิเจนที่ต่ำกว่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนได้ (Thompson, 1996)

Weichmann (1987) รายงานว่า มะเขือเทศที่เก็บรักษาในความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำ สภาพของเนื้อเยื่อจะดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพอากาศปกติ ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เนื้อเยื่อการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่อิทธิพลดังกล่าว ไม่สามารถพบได้ใน sweet peppers และพืชผักชนิดอื่นๆ ในแอปเปิ้ลการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นก๊าซออกซิเจนต่ำจะเกิดผลที่ดีอย่างเด่นชัด การเปลี่ยนแปลงของสี (ส่วนมากจากสีเขียวเป็นสีเหลือง) จะลดลง เมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำ เช่น การลดลงของการสูญเสีย chlorophyll จากการอ้างถึงในผักที่ต่างชนิดกัน ใน broccoli ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้สีเขียวคงอยู่ได้นานขึ้น การใช้ปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำนี้ จะได้ผลดีเช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในการทดลองปริมาณก๊าซออกซิเจน 2.5 – 4 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ chlorophyll ลดการสูญเสียลงได้อย่างชัดเจน

บทบาทที่สำคัญของก๊าซเอทิลีน

เอทิลีน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีผลต่อขบวนการสรีรวิทยาของพืช เกิดจากขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในของพืช ผลิตจากเนื้อเยื่อของพืชชั้นสูง และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กบางชนิด เอทิลีนเป็นสารฮอร์โมนธรรมชาติที่ควบคุมการบ่มและการสุกของผลิตผล และยังมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชแม้จะใช้ปริมาณน้อย (0.1 ppm.) นอกจากนี้ยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตผลหลังจากการเก็บเกี่ยว ดังนั้นเอทิลีนจึงมีส่วนเกี่ยวข้องกับ ผัก ผลไม้และไม้ดอก ภายหลังเก็บเกี่ยว ความสำคัญของการกำจัดก๊าซเอทิลีน ในการเก็บรักษาแบบ MA – storage นั้นส่วนใหญ่จะสมมติเอาเองว่า การกำจัดก๊าซเอทิลีนในการเก็บรักษาแบบ MA – storage เป็นสิ่งไม่สำคัญเนื่องจากก๊าซเอทิลีนมีผลต่อการสุกของผลไม้ที่อุณหภูมิ 0 – 5°C และภายใต้สภาพแบบ MA – storage มีน้อยมาก อย่างไรก็ตามเมื่อเร็วๆ นี้ได้มีการศึกษาผลของก๊าซเอทิลีนในปริมาณความเข้มข้นเท่ากับที่เกิดในห้อง MA – storage จะมีผลต่อการอ่อนนุ่มของผลไม้ (ประพันธ์, 2526)

คุณสมบัติทางฟิสิกส์

เอทิลีน เป็นสารไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย คาร์บอน 2 ตัว จับกันด้วยแขน 2 แขน ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) เป็นก๊าซที่อุณหภูมิและความกดดันอากาศปกติ ไม่มีสี มีกลิ่นหอมอ่อนๆ แม้ที่ความเข้มข้นเป็น ppm. เอทิลีนเป็นก๊าซที่ติดไฟที่ความเข้มข้น 3.1 - 3.2 % ในอากาศ (โดยปริมาตร) มีความเข้มข้นสูงเอทิลีนเป็นยาสลบ และก๊าซทำให้สลบ ดังนั้นควรจะมีการวัดปริมาณก๊าซเอทิลีนในอากาศเมื่อมีการใช้ในห้องบ่มผลิตผล ปริมาณก๊าซเอทิลีนที่สามารถก่อให้เกิดการระเบิดได้ใน

ปริมาณอย่างต่ำ (31,000 ppm.) 3,000 เท่าของความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนที่ใช้ในการบ่มผลไม้ให้สุก ดังนั้นไม่ควรใช้ในทางการค้า (Kader *et al.*, 1979)

เอทิลีนเป็นสาเหตุให้เกิดมลภาวะในอากาศ

แหล่งที่มาของเอทิลีนซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเกิดมลภาวะในอากาศ

1. แหล่งในธรรมชาติ คือ ต้นไม้, ดิน, ก๊าซธรรมชาติ, การเผาต้นพืช
2. แหล่งจากมนุษย์ คือ จากอุตสาหกรรม, การเผาไหม้ถ่านหินและน้ำมัน, การเผาขยะ, การขับเคลื่อนเครื่องยนต์, การสูบบุหรี่, บัลลาดของไฟนีออน, การเผาวัสดุพวงยาง, หรือแสง เป็นต้น

การผลิตเอทิลีนของพืชสวน

ปริมาณเอทิลีนที่ผลิตโดยพืชสวนมีมาก ผลไม้ชนิด climacteric จะผลิตปริมาณเอทิลีนสูงขณะผลไม้สุก อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนของผลไม้เกิดจากปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. อายุทางสรีรวิทยา อัตราจะสูงในระยะแก่และสุก
2. อุณหภูมิ อัตราจะค่อยๆ สูงระหว่าง 32°F (0°C) และ 77°F (25°C), อุณหภูมิ 86°F (30°C) หรือสูงกว่านี้ จะช่วยยับยั้งการผลิตเอทิลีน
3. ระดับออกซิเจน ปริมาณ O₂ ลดลงจะช่วยให้อัตราการผลิตเอทิลีนต่ำลง โดยเฉพาะปริมาณต่ำกว่า 8% การเพิ่มปริมาณ O₂ (>21%) ปริมาณเอทิลีนจะเพิ่มขึ้น
4. คาร์บอนไดออกไซด์ การเพิ่ม CO₂ อาจเพิ่มหรือลดปริมาณเอทิลีนขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตผล
5. ไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ เช่น propylene, acetylene เป็นต้น สามารถทำให้เนื้อเยื่อพืชผลิตเอทิลีนได้
6. ผลกระทบอื่นๆ ได้แก่ ความเสียหายทางสรีระ, โรค, การอบน้ำ, การรมยา เป็นต้น จะช่วยเร่งให้เนื้อเยื่อพืชผลิตเอทิลีนมากขึ้น
7. ตัวยับยั้งการผลิต ได้แก่ สารเคมีบางชนิด (เช่น amino-ethoxyvinyl-glycine) จะทำให้เนื้อเยื่อพืชไม่ผลิตเอทิลีน *Penicillium digitatum* จะผลิตเอทิลีน ซึ่งทำให้ผิวส้มเหลืองสวย

คุณสมบัติที่ดีของเอทิลีน

1. เอทิลีนจะเป็นตัวเร่งให้ผลหลุดจากต้น ซึ่งจะช่วยให้การเก็บผลได้ง่ายขึ้น
2. เอทิลีนสามารถใช้เป็นสารเร่งการงอกของมะเขือเทศก่อนที่จะนำไปปลูก
3. เอทิลีนจะช่วยให้การสุกของผลไม้ที่เก็บขณะผลสีเขียว สุกเร็วขึ้น และสม่ำเสมอ

คุณสมบัติดังกล่าวทำให้เอทิลีนเป็นที่ต้องการในการช่วยให้ผลไม้ที่บ่มสุก การบ่มสุกเร็วขึ้นโดยเอทิลีนนั้นผลจะสุกทั้งสีและคุณภาพผล ทำให้ลดระยะเวลาระหว่างการเก็บเกี่ยว และผู้บริโภคให้น้อยลง ทำให้ได้ผลไม้ที่มีคุณภาพดีกว่า และมีคุณค่าทางอาหารที่ดีในการบริโภค

การใช้เอทิลีนในทางการค้า

เอทิลีนสามารถนำมาใช้ในทางการค้า เพื่อช่วยให้ผลไม้สุกเร็วและสม่ำเสมอ เช่น กัญชงหอม, มะเขือเทศ, แดงไทย, casaba melons, มะม่วง, มะละกอ, ลูกพลับ เป็นต้น การใช้เอทิลีนให้ได้ผลดีต้องใช้ก่อนที่ผลไม้จะสุก ในกรณีนี้เอทิลีนจะช่วยให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น และจะปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาเมื่อผลสุก ถ้าผลไม้เริ่มสุกจะผลิตเอทิลีนออกมาเอง ดังนั้นการใช้เอทิลีนในระยะนี้จะไม่มียประโยชน์

การใช้เอทิลีน 100 ppm. เวลารวม 24 – 48 ชม. เพียงพอแก่ผลไม้ส่วนใหญ่อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสุกของผลไม้อยู่ระหว่าง 20°C (68 °F) และ 25°C (33 °F) ความชื้นสัมพัทธ์ 85 – 95% สิ่งสำคัญ คือ จะต้องมียุณหภูมิที่ช่วยการแพร่กระจายของเอทิลีนให้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

จะต้องแน่ใจว่าปริมาณ CO₂ ที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการหายใจของผลผลิตเท่านั้น ไม่ใช่เพิ่มจากถ่ายเทอากาศ หรือจากการเปิดห้องเพื่อการถ่ายเทอากาศทุกๆ 24 ชม.

การใช้เอทิลีนกับส้มช่วยทำให้ผิวมีสีเหลือง โดยไม่มีผลต่อองค์ประกอบอื่นในผลสภาพที่แนะนำในการทำให้ส้มมีสีเหลืองของรัฐแคลิฟอร์เนีย มีดังนี้

อุณหภูมิ 20 – 25°C (60 – 77°F)

ความชื้นสัมพัทธ์ 90%

ความเข้มข้นของเอทิลีน 5 – 10 ppm.

ปริมาณอากาศหมุนเวียน ปริมาตร 1 ห้องต่อนาที

การถ่ายเทอากาศ มีการถ่ายเทอากาศ 1 – 2 ครั้ง/ชม. หรือมากกว่าจะรักษาปริมาณ CO₂ ให้ได้ระดับต่ำกว่า 0.2%

วิธีการใช้เอทิลีนมีหลายวิธี คือ

1. การเพิ่มปริมาณก๊าซเอทิลีนจาก gas cylinders หรือ lecture bottles ซึ่งมีเครื่องวัดปริมาณก๊าซ banana gas เป็นก๊าซเอทิลีนที่เจือจาง (ผสมกับก๊าซเฉื่อย) จึงปลอดภัยต่อการใช้
2. ใช้ ethylene generator ซึ่งจะเป็นเครื่องสำหรับการต้มของเหลวเพื่อให้ได้ก๊าซเอทิลีนที่ต้องการนั้น อาจจะต้องใช้เครื่องมือดังกล่าวหลายเครื่อง ซึ่งจำนวนและที่ตั้งของเครื่องมือขึ้นกับขนาดของห้องเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3. ใช้สารเคมีที่ปล่อยก๊าซเอทธิลีน เช่น ethephon (2-chloroethane phosphonic acid) ซึ่งจะให้ก๊าซเอทธิลีน พร้อมกับการเปลี่ยน pH เป็นด่าง วิธีการนี้ใช้มากในมะเขือเทศก่อนการเก็บเกี่ยว สารเคมีเหล่านี้ยังไม่ใช้กับผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว

ข้อเสียของเอทธิลีน

มีตัวอย่างมากมายที่เกี่ยวกับผลเสียของเอทธิลีนต่อผลิตผลทางพืชสวนภายหลังการเก็บเกี่ยว ดังต่อไปนี้

1. เร่งให้ผลสุกและเนื้อนิ่มระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ยังไม่ต้องการ
2. เร่งให้ผลิตผลสุกงอมและสูญเสียสีเขียวในผลไม้ที่ยังไม่แก่ เช่น แดงกวาง น้ำเต้า และผักใบเขียวต่างๆ
3. ทำให้เกิดจุดสีน้ำตาลบนผักกาดหอม
4. เป็นสาเหตุให้ผลิตผลมีรสขม เช่น ในแครอท
5. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเซลล์มากขึ้น เช่น การเกิด ipomeamarone ในรากมันเทศ
6. ทำให้เกิดการแตกหน่อของมันฝรั่ง เป็นทั้งตัวเร่งและช่วยยับยั้งการร่วงของใบ ดอก และผล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซเอทธิลีน และระยะเวลาที่ที่มีก๊าซเอทธิลีน
7. ทำให้ใบร่วง เช่น ใบกะหล่ำดอก กะหล่ำปลี ไม้ดอก เป็นต้น
8. ทำให้เนื้อของหน่อไม้ฝรั่งเหนียว
9. ทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง ตลอดจนลดคุณภาพไม้ตัดดอก เช่น อาการ "sleepiness" ของดอกคาร์เนชั่น
10. ผลเสียทางสรีรวิทยาในหัวของไม้ดอก C_2H_4 ($0.1 \mu\text{l/l}$. หรือสูงกว่า) จะยับยั้งการยึดตัวของหน่อและรากในพืชหัวหลายชนิด ทำให้เกิดโรคน้ำไหม, bud necrosis, โรค blast ในตาดอกของดอกทิวลิป การหลุดของตาดอกของดอกกลิลี และใบร่วงของดอก hyacinth

แหล่งที่มาของเอทธิลีนระหว่างการขนย้ายผลิตผลหลังการเก็บเกี่ยว

จากการสำรวจปริมาณความเข้มข้นของเอทธิลีน และแหล่งที่มาระหว่างการขนย้ายภายหลังการเก็บเกี่ยวผักกาดหอม พบว่า พื้นที่มีปัญหา คือ ในห้องเย็นซึ่งเก็บผลิตผลต่างๆ ในระหว่างการขนย้ายผลิตผล

การหลีกเลี่ยงก๊าซเอทธิลีน

การป้องกันไม่ให้เอทธิลีนเข้าไปในห้องเก็บผลิตผล

1. ใช้รถยนต์ไฟฟ้า
2. ใช้เครื่องดูดซับก๊าซเอทธิลีนขณะที่มีการถ่ายด้วยรถยนต์

3. หลีกเลี้ยงแหล่งที่มาของมลภาวะต่างๆ
4. หลีกเลี้ยงการผสมระหว่างผลิตภัณฑ์ผลิตเอทิลีนกับผลิตภัณฑ์ว่องไวต่อปฏิกิริยาของเอทิลีน

การกำจัดเอทิลีนจากห้องเก็บรักษามลพิษ

1. ใช้การถ่ายเทอากาศที่มากพอ (แลกเปลี่ยนอากาศ) ดูเอกสาร J.Thompson สำหรับรายละเอียด
2. ใช้เครื่องดูดซับเอทิลีน

2.1 potassium permanganate (ตัวอย่างเช่น "Purafil" ซึ่งเป็นต่าง KMnO_4 บน aluminium silicate pellets)

2.2 ใช้ activated และ brominated charcoal อย่างเดียวหรือใช้ผสมกันต่าง KMnO_4 (เช่น "Stay-Fresh")

3. ใช้โอโซนหรือรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ซึ่ง oxidizes O_2 เป็น O_3) ไป oxidize เอทิลีน



ในระบบนี้ UV 185 nm. จะผลิตโอโซน ซึ่ง oxidizes เอทิลีนขณะที่ UV 254 nm. ทำลายโอโซนที่เหลือ ซึ่งมีอันตรายต่อผลิตภัณฑ์ ในขณะที่มีความเข้มข้นต่ำ

4. ใช้ระดับความกดอากาศต่ำ (hypobaric storage)

วิธีการหาปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีน

โดยทั่วไป การวิเคราะห์เอทิลีนใช้ gas chromatography ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถตรวจเอทิลีนในปริมาณน้อย (สามารถวัดปริมาณก๊าซ 10 ppm. ได้) อย่างไรก็ตาม จะต้องมีการปฏิบัติอย่างเข้มงวดในห้องปฏิบัติการ และตัวอย่างก๊าซที่จะนำมาวิเคราะห์จะต้องนำไปห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์ทันที

วิธีการหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนในภาคสนามมี 2 วิธี แม้ว่าปริมาณก๊าซที่วัดได้จะไม่เที่ยงตรงเหมือนในห้องปฏิบัติการก็ตาม ราคาของเครื่องวัดนี้จะถูกมาก และนิยมใช้ในวงการค้า วิธีการมีดังนี้

1. ใช้ระบบเครื่องวัดก๊าซของ Kitagawa ซึ่งจะรวมเอาเครื่อง piston type volumetric pump เข้าไปด้วย เวลาอ่านปริมาณก๊าซ อ่านโดยตรงจาก detector tubes ซึ่งสอดเข้าไป การวิเคราะห์ขึ้นกับปฏิกิริยาทางเคมีของสารใน detector tubes ซึ่งใส่ก๊าซตัวอย่างที่จะวัดหาเอทิลีน จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะคำนวณปริมาณความเข้มข้นของเอทิลีน โดยดูจากตารางเปรียบเทียบอีกครั้งหนึ่ง สามารถวัดปริมาณเอทิลีนตั้งแต่ 0.1 – 100 ppm. และความเที่ยงตรงของเครื่องวัดโดยวิธีการนี้มีค่า $\pm 10\%$

2. Snoopy Electronic Ethylene Detector เป็นวิธีการวัดเอทิลีนใหม่ เครื่องวัดสามารถยกไปไหนได้ วัดปริมาณได้ตั้งแต่ 0.1 ppm. ใช้ก๊าซตัวอย่างที่ต้องการวัด 1 มิลลิลิตร จะมีความเที่ยงตรง 5% รายละเอียดติดต่อ Bio-Gas Detector Corporation, 4245 Okemos Rd., MI 48864 (Kader *et al.*, 1979)

ปัจจัยที่มีผลยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีน (दन्य, 2540)

1. ออกซิเจน การสังเคราะห์เอทิลีนจะหยุดชะงักในบรรยากาศที่ขาด O_2 ทั้งนี้เพราะ O_2 จำเป็นต้องใช้ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ให้เป็นเอทิลีน ปริมาณ O_2 ซึ่งต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ จะส่งผลให้การสังเคราะห์เอทิลีนลดลง

2. อุณหภูมิ อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนด้วย อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 0 – 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 30 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนจะลดลง และจะหยุดชะงักที่อุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนที่อุณหภูมิสูงนี้สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้เมื่อลดอุณหภูมิลง ขั้นตอนของปฏิกิริยาที่มีผลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น คือ ปฏิกิริยาการเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีน

3. สารกลุ่มไวนิลไกลซีน (vinylglycine) และสารกลุ่มไฮดรอกซีลามีนอะนาล็อก (hydroxylamine analogues) ในปฏิกิริยาการเปลี่ยน SAM ให้เป็น ACC นั้นมีเอนไซม์ ACC Synthase เป็นตัวเร่ง ดังนั้นปัจจัยใดก็ตามที่มีผลยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยน SAM ให้เป็น ACC หรือเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีนได้ ปัจจัยนั้นก็จะส่งผลในการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนด้วย

3.1 สารกลุ่มไวนิลไกลซีนอะนาล็อก (vinylglycine analogues หรือ L-2-amino-4-alkoyl-trans-3-butenoic acid) สารที่รู้จักกันแพร่หลายในกลุ่มนี้ คือ AVG ซึ่งจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACC Synthase ซึ่งเป็นเอนไซม์ไฟริดอกซาล AVG จะไปทำปฏิกิริยากับหมู่ -CHO ในโมเลกุลของไฟริดอกซาล เกิดปฏิกิริยา Schiff base ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ ACC Synthase ลดลง ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เอทิลีนจึงถูกยับยั้ง AVG จะยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนในช่วงการเปลี่ยน SAM เป็น ACC แต่จะไม่มีผลกระทบในช่วงเปลี่ยน ACC เป็นเอทิลีน ดังนั้นการใช้ AVG ต้องใช้ก่อนที่เนื้อเยื่อจะสร้าง ACC ได้ เชื้อ *streptomyces sp.* สามารถสร้าง AVG ได้

ปัจจุบันได้มีการใช้ AVG พ่นต้นแอปเปิ้ลก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อลดการร่วงของผล ลดการสูญเสียความแน่นของเนื้อ (flesh firmness) และชะลอการสุกของผลแอปเปิ้ลและสาลี่ให้อยู่บนต้นได้นานขึ้น ทำให้สามารถเก็บรักษาผลแอปเปิ้ลไว้บนต้นก่อนการเก็บเกี่ยวได้นานกว่าปกติ นอกจากนั้น AVG ยังช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของกิ่งและใบในฤดูถัดไปด้วย การใช้ AVG ในทางการ

เกษตรยังเป็นเรื่องที่ต้องมีการศึกษากันต่อไปอีก สารยับยั้งชนิดอื่นๆในกลุ่มไวนิลไกลซีนอะนาลอกนี้ยังมีอีกหลายชนิด เช่น เมธอกซีไวนิลไกลซีน (methoxyvinyl glycine)

3.2 สารกลุ่มไฮดรอกซีลามีนอะนาลอก (hydroxylamine analogues) สารกลุ่มนี้จะทำปฏิกิริยากับไพรดอกซาลฟอสเฟต เกิดเป็นออกซิม (oximes) ตัวอย่างของสารประกอบในกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดี คือ AOA ซึ่งจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACC Synthase เช่นเดียวกับ AVG

การฉีดพ่นมะเขือเทศด้วย AOA และ NAA พบว่า AOA จะยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนที่เกิดจากการกระตุ้นของ NAA ได้ และยังป้องกันไม่ให้เกิดใบเหี่ยว (epinasty) ด้วย ในสูตรน้ำยาแช่ดอกคาร์เนชั่นเพื่อยืดอายุการปักแจกันให้นานขึ้น บางสูตรจะผสม AOA ลงไปด้วย เพื่อยับยั้งการเกิดเอทิลีนในเนื้อเยื่อของดอกคาร์เนชั่น

อย่างไรก็ตามทั้ง AVG และ AOA สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนได้ โดยยับยั้งปฏิกิริยาการสังเคราะห์ ACC แต่ถ้าเนื้อเยื่อพืชมีปริมาณ ACC มาก สารดังกล่าวจะไม่สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนได้ ดังนั้นความสามารถในการยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนของทั้งไวนิลไกลซีนและไฮดรอกซีลามีนอะนาลอก จะมีประสิทธิภาพมากเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณของ ACC เริ่มต้นที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชด้วย

นอกจากสาร 2 กลุ่มดังกล่าวแล้ว ยังมีสารอื่นๆอีกหลายชนิดที่ยับยั้งปฏิกิริยาการเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีนได้ เช่น โคบอลท์ (Co^{2+}) นิกเกิล (Ni^{2+}) และสารที่มีผลยับยั้งกระบวนการ oxidative phosphorylation เช่น 2,4-ไดไนโตรฟีนอล (2,4-dinitrophenol หรือ 2,4-DNP) และคาร์บอนิลไซยาไนด์ (carbonyl cyanide) เป็นต้น

เนื่องจากเอนไซม์ EFE ที่เร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยน ACC ให้เป็นเอทิลีนเป็นเอนไซม์ที่เกาะอยู่ที่เยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นสภาพแวดล้อมที่ทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ เช่น อุณหภูมิหรือต่ำเกินไปจะยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนได้ด้วยสารประกอบ rhizobitoxine ซึ่งสังเคราะห์ได้โดยเชื้อจุลินทรีย์ *Rhizobium japonicum* ซึ่งอยู่ที่ปมของรากถั่วเหลือง สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนจากเมทโรไนน์ได้ นอกจากนี้สารประกอบคีเลต (metal chelators) เช่น EDTA DIECA และ KCN ก็สามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนได้เช่นเดียวกัน (दनัย, 2540)

บทบาทสำคัญของสารดูดซับเอทิลีน

การใช้สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ สารดูดซับเอทิลีนที่รู้จักกันดี คือ ด่างทับทิม (potassium permanganate, KMnO_4) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับก๊าซเอทิลีน เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิด คือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide, MnO_2) และเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol,

$C_2H_6O_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นก๊าซเอทิลีนได้อีก วิธีการเตรียมสารดูดซับเอทิลีน ทำได้โดยจุ่มวัสดุที่มีความพรุนสูงในสารละลายอิมมัลชันของด่างทับทิมแล้วผึ่งลมให้แห้ง สารดูดซับเอทิลีนสามารถดูดซับก๊าซเอทิลีนที่ผลไม่ปลดปล่อยออกมาจนออกผล ช่วยลดปริมาณก๊าซเอทิลีนจึงชะลอการสุกได้ (สุชีรา,2537)

การบรรจุหีบห่อ (สมชาย,2543) กล่าวว่า หีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียไอน้ำ) ได้ เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยน้ำ ซึ่งสิ่งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ขายผลผลิตได้ดีและนานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลผลิตเหี่ยว ผลิตผลบางอย่าง เช่น ผักกาดแดง หรือผักกึนรากอื่นๆ ก่อนจะมีการบรรจุหีบห่อต้องมีการตัดแต่งเสียก่อน จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกทำให้การสูญเสียความชื้นและเก็บรักษาผักได้นานขึ้น ซึ่งการบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียเหล่านั้น นอกจากพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไซ หรือภาชนะอื่นๆ ก็ช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้

Weichmann(1987) รายงานว่า การเก็บกล้วยหอมในถุงพลาสติกปิดสนิทโดยมีสารดูดซับเอทิลีน มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 7 เปอร์เซ็นต์ และก๊าซออกซิเจน 2.2 เปอร์เซ็นต์ ช่วยชะลออัตราการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยลดอัตราการหายใจและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ช่วยให้กล้วยหอมสุกช้าลงและเก็บรักษากล้วยหอมได้นาน 30 วัน โดยที่กล้วยหอมมีสภาพดี สีเขียว ไม่นิ่ม

บทบาทที่สำคัญของบรรจุภัณฑ์พลาสติก

ในปัจจุบันนี้ มีพลาสติกที่ใกั้นอยู่เป็นร้อยๆ จำพวก และแต่ละจำพวกยังอาจแยกตามน้ำหนักโมเลกุลและความหนาแน่น ตัวอย่างเช่น พลาสติก PE(polyethylene) สามารถแยกได้ตั้งแต่ LLDPE(linear low density polyethylene), LDPE(low density polyethylene), MDPE(medium density polyethylene) และ HDPE(high density polyethylene) พลาสติกแต่ละประเภท ยังสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติโดยการทำปฏิกิริยากับพลาสติกอีกตัวให้เกิดพลาสติกใหม่เกิดขึ้น นอกจากนี้ กระบวนการผลิตที่แตกต่างกันจะได้พลาสติกที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น PP กับ OPP เป็นต้น (ปุ่นและสมพร,2541)

1) โพลีเอทิลีน (polyethylene - PE)

PE นับเป็นพลาสติกที่มีการใช้มากที่สุดและราคาถูก สืบเนื่องจาก PE มีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อเทียบกับพลาสติกอื่นๆ ทำให้มีต้นทุนในการผลิตต่ำ PE ผลิตจากกระบวนการโพลิเมอไรเซชัน (polymerisation) ของก๊าซเอทิลีน ภายใต้ความดันและอุณหภูมิสูงโดยอยู่ในสภาวะปราศจาก

ตัวเร่งปฏิกิริยาโลหะ (metal catalyst) การจับตัวของโมเลกุลในลักษณะโซ่สั้นและยาว จะส่งผลให้ PE ที่ได้ออกมามีความหนาแน่นแตกต่างกัน PE แบ่งเป็น 3 ประเภทตามค่าความหนาแน่น คือ

1. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (low density polyethylene หรือ LDPE) ความหนาแน่น 0.910 – 0.925 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
2. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นปานกลาง (medium density polyethylene หรือ MDPE) ความหนาแน่น 0.926 – 0.940 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
3. โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (high density polyethylene หรือ HDPE) ความหนาแน่น 0.941 – 0.965 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

LDPE เป็นพลาสติกที่ใช้มาก และชื่อสามัญเรียกว่า ถุงเย็น มักจะใช้ทำถุงฟิล์มหัดและฟิล์มยืด ขวดน้ำ และฝาขวด เป็นต้น เนื่องจากยืดตัวได้ดี ทนต่อการทิ่มทะลุและการฉีกขาด พร้อมทั้งสามารถใช้ความร้อนเชื่อมติดปิดผนึกได้ดี โครงสร้างของ PE จะสามารถป้องกันความชื้นได้ดีพอสมควร แต่จุดอ่อนของ LDPE คือ สามารถปล่อยให้ไขมันซึมผ่านได้ง่าย แต่ทนต่อการกัดและต่าง ๆ ทั่วไป นอกจากนี้ LDPE ยังปล่อยให้อากาศซึมผ่านได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ อาหารที่ไวต่ออากาศ เช่น ของขบเคี้ยวและของทอด เมื่อใส่ในถุงเย็นธรรมดา คุณภาพอาหารจะแปรเปลี่ยนไปเพียงเวลาไม่กี่วัน LDPE ยังมีคุณสมบัติดูดฝุ่นในอากาศมาเกาะติดตามผิว ทำให้บรรจุภัณฑ์ที่ทำจาก LDPE นี้เมื่อทิ้งไว้นานๆจะเปราะด้วยฝุ่น

LLDPE เป็นการผลิตภายใต้สภาวะความดันต่ำ และเริ่มจำหน่ายในตลาดเมื่อปลายปี ค.ศ.1970 ในปี ค.ศ.1995 ตลาดโลกของ LLDPE มีมากถึง 10,000 ล้านกิโลกรัม โดยนิยมให้เป็นชั้นป้องกันความชื้น โดยการเคลือบกับ PE เบื้องหลังแหล่งความสำเร็จ คือ มีคุณสมบัติที่เหนือกว่า LDPE ธรรมดา ส่งผลให้ LLDPE แย่งตลาดของ LDPE แต่จุดอ่อนของ LLDPE คือ ซึ้นกว่า LDPE จากคุณสมบัติดังกล่าว จึงนิยมผสมเม็ดพลาสติกทั้ง 2 ประเภทเข้าด้วยกัน โดยมี LDPE และ LLDPE ในอัตราส่วน 50/50

HDPE ประมาณ 1/5 ของพลาสติก PE ที่ใช้จะเป็น HDPE และส่วนใหญ่จะเป่าเป็นขวด เนื่องจากความหนาแน่นที่สูงทำให้ HDPE มีความเหนียวและทนต่อการซึมผ่านได้ดีกว่า PE ที่มีความหนาแน่นต่างๆกัน แต่ยังไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีนัก จากการใช้ HDPE มาแทนที่ LDPE น้ำหนักของขวดสามารถลดลงได้มากกว่า 40% เนื่องจากสามารถเป่าขวดที่มีผิวบางกว่า นอกจากขวดแล้ว HDPE ยังสามารถใช้เป่าเป็นฟิล์มหรือทำเป็นถาดที่ไม่ต้องการความใสมากนัก

ตัวอย่างการใช้งานของ PE ที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. ใช้ผลิตเป็นถุงร้อน (HDPE) และถุงเย็น (LDPE) สำหรับการใช้งานทั่วไป สามารถหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาดทั่วไป ข้อสังเกตถุงร้อนที่ผลิตจาก HDPE จะมีสีขาวขุ่น
2. ใช้ห่อหรือบรรจุอาหารได้เกือบทุกชนิด โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค แต่ไม่ควรใช้ LDPE กับอาหารร้อน
3. นิยมใช้ทำถุงบรรจุขนมปัง เนื่องจาก PE ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี จึงช่วยป้องกันมิให้ขนมปังแห้ง เนื่องจากสูญเสียความชื้นออกไป นอกจากนี้ราคาของ PE ไม่สูงเกินไป เมื่อเทียบกับราคาของขนมปัง
4. นิยมใช้ทำถุงบรรจุผักและผลไม้สด เนื่องจาก PE ยอมให้ก๊าซซึมผ่านได้ดี ทำให้มีก๊าซออกซิเจนซึมผ่านเข้ามาเพียงพอให้พืชหายใจ และก๊าซ CO_2 ที่พืชคายออกมา ก็สามารถซึมผ่านออกไปได้ง่าย ในบางกรณีจำเป็นต้องเจาะรูที่ถุง เพื่อช่วยระบายไอน้ำที่พืชคายออกมา
5. นิยมใช้ LDPE เป็นชั้นสำหรับการปิดผนึกด้วยความร้อน เนื่องจากกระดาษและแผ่นพลาสติกชนิดอื่นที่นิยมนำมาใช้เป็นถุงหรือซองบรรจุอาหาร ไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ จึงนิยมนำ LDPE มาประกบติดกับวัสดุต่างๆ เหล่านี้ โดยให้ LDPE อยู่ชั้นในสุด และทำหน้าที่เป็นชั้นสำหรับปิดผนึกด้วยความร้อน ตัวอย่างการใช้งาน เช่น ซองบะหมี่สำเร็จรูป แผ่นปิดถ้วยโยเกิร์ต กล่องนมยูเอชที เป็นต้น
6. พลาสติก PE ช่วยยืดตัวได้ (stretch film) นิยมใช้ห่ออาหารสดพร้อมปรุง เนื้อสด และอาหารทั่วไป รูปแบบที่นิยมใช้ คือ ใช้ถาดรองอาหารแล้วห่อด้วยฟิล์มยืดตัวได้
7. PE ไม่นิยมนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุอาหารที่มีไขมันสูง เช่น เนย ถั่วทอด ขนมขบเคี้ยว

2) โพลีโพรพิลีน (polypropylene - PP)

PP มักจะรู้จักกันในนามของถุงร้อน ด้วยคุณสมบัติเด่นของ PP ซึ่งมีความใสและป้องกันความชื้นได้ดีมากกว่าครึ่งหนึ่งของ PP ที่นิยมนำมาใช้กันจะเป็นรูปของฟิล์ม อย่างไรก็ตาม การป้องกันอากาศซึมผ่านของ PP ยังไม่ดีเท่าพลาสติกบางชนิด เนื่องจากช่วงอุณหภูมิในการหลอมละลายมีช่วงอุณหภูมิสั้น ทำให้ PP เชื่อมติดได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฟิล์มประเภท OPP ที่มีการจัดเรียงโมเลกุลในทิศทางเดียวกันจะไม่สามารถเชื่อมติดได้เลย คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของ PP คือ มีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้สามารถใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับบรรจุอาหารในขณะร้อน (hot-fill)

การใช้งานของ PP กับผลิตภัณฑ์อาหาร

1. ใช้บรรจุอาหารร้อน เช่น ถุงร้อน (ชนิดใส)

2. ใช้บรรจุอาหารที่ต้องผ่านความร้อนในการฆ่าเชื้อ โดยที่ PP จะเป็นองค์ประกอบหนึ่งของวัสดุที่ใช้ผลิตของประเภทนี้ ซึ่งนิยมเรียกว่า retort pouch ของนี้จะสามารถใช้แทนกระป๋องโลหะได้ บางครั้งจึงเรียกว่า flexible can

3. ใช้ทำถุงบรรจุผักและผลไม้

4. ใช้ทำซองบรรจุอาหารแห้ง เช่น บะหมี่สำเร็จรูปและอาหารที่มีไขมัน อายุการเก็บรักษาไม่สูง เช่น คุกกี้ ถั่วทอด เป็นต้น

5. ใช้ทำกล่องอาหาร ลัง ถาด และตะกร้า

บรรจุภัณฑ์ขนส่งอีกประการหนึ่งที่มีการใช้ PP อย่างมากมาย คือ ถุงพลาสติกสาน (wooven sacks) ที่มีขนาดบรรจุมาตรฐาน 50 กิโลกรัม ซึ่งทนทานต่อการใช้งาน วิวัฒนาการทางด้านนี้ ได้ก้าวไปสู่การผลิตถุงขนาดใหญ่ที่บรรจุสินค้าได้ เป็นต้น ที่เรียกว่า FIBC (flexible intermediate bulk containers) ซึ่งอาจจะมีหูหิ้ว 1 - 4 หู

3) โพลีเอทิลีน เทเรฟทาเลต (polyethylene terephthalate - PET)

PET บรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการคิดค้นขึ้นมาเพื่อการบรรจุน้ำอัดลม โดยเฉพาะคุณสมบัติเด่นทางด้านความใสแวววับเป็นประกาย ทำให้ได้รับความนิยมในการบรรจุน้ำมันพืชและน้ำดื่ม นอกจากขวดแล้ว PET ในรูปฟิล์ม ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้เป็นอย่างดี จึงมีการนำไปเคลือบหลายชั้นทำเป็นซองสำหรับบรรจุอาหารที่มีความไวต่อก๊าซ เช่น อาหารขบเคี้ยว เป็นต้น นอกจากนี้ ฟิล์ม PET ยังมีคุณสมบัติเด่นอีกหลายประการ เช่น ทนแรงยืดและแรงกระแทก เสียดสีได้ดี จุดหลอมเหลวสูง แต่ข้อด้อย คือ ไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนและเปิดฉีกยาก ทำให้โอกาสใช้ฟิล์ม PET อย่างเดียวน้อยมาก แต่มักใช้เคลือบชั้นกับพลาสติกอื่นๆ (ปูนและสมพร, 2541)

ดุษณี (2529) พบว่า ถุงพลาสติกทั้งหนาและบาง และสารดูดก๊าซเอทิลีน (ต่างทับทิม) มีผลต่ออายุการเก็บรักษामลกล้วยหอมทอง โดยนำไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง กล้วยที่บรรจุในถุงพลาสติกอย่างบาง (0.039 มิลลิเมตร) โดยมีต่างทับทิมอยู่ด้วย มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 15 วัน และสามารถสุกเป็นปกติเมื่อนำออกจากถุงมาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ขณะที่ผลกล้วยในตะกร้า (control) มีอายุการเก็บรักษาเพียง 7 วัน ส่วนกล้วยที่บรรจุในถุงพลาสติกอย่างหนา (0.045 มิลลิเมตร) ทั้งที่มีและไม่มีต่างทับทิมให้ผลใกล้เคียงกันคือ มีอายุการเก็บรักษา 12 วัน และเมื่อนำออกจากถุง มีการสุกผิดปกติคือ มีสีเขียวอมเหลือง คล้ำ ซ้ำ และเน่าดำในที่สุด ไม่สามารถรับประทานได้

ผลของภาชนะที่มีต่อคุณภาพของผักและผลไม้

ภาชนะต่างๆ ที่ใช้บรรจุผลิตผลสดพืชสวน มีมากมายหลายชนิดมีข้อดีและข้อเสีย ภาชนะที่ใช้บรรจุผลิตผลในประเทศที่ด้อยพัฒนาและกำลังพัฒนาส่วนมากใช้วัสดุที่ทำได้ง่ายในท้องถิ่น และมีราคาถูก เช่น ไม้ไผ่ ส่วนในประเทศที่พัฒนาแล้ว มีความก้าวหน้าในการใช้ภาชนะในการบรรจุ มีการใช้ภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งที่ทำด้วยไม้กระดาน กระดาษ และพลาสติก การใช้ภาชนะที่ดี ถูกต้อง เหมาะสมย่อมจะส่งผลมายังคุณภาพของผลิตผล

สายชล (2528) ได้ให้ข้อแนะนำถึงผลของภาชนะที่มีผลต่อคุณภาพของผักและผลไม้

1. ป้องกันความเสียหายจากแรงทางฟิสิกส์ ความเสียหายทางฟิสิกส์ เช่น แรงกด การกระทบกระเทือน และการเสียดสี ผักและผลไม้แต่ละชนิดเกิดความเสียหายมากน้อยแตกต่างกันไป ความเสียหายที่เกิดขึ้นนอกจากจะทำให้ผลิตผลไม่เป็นที่ต้องตาต้องใจแล้ว ยังทำให้เร่งการสูญเสียน้ำเร็วขึ้น ทั้งยังเป็นจุดที่ทำให้เชื้อราเข้าทำลายและส่งเสริมให้มีการผลิต CO₂ และเอทิลีน (Kader, 1986)

ความเสียหายที่เกิดจากแรงทางฟิสิกส์จะมีผลต่อคุณภาพ (visual quality rating, VQR) Agillon *et al.* (1984) รายงานว่า ลางสาดที่ทำให้ตกจากที่สูงจากพื้น 2 – 3 เมตร และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25.5 – 29.1°C, 80 – 92% RH) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับอันตรายใดๆ (control) พบว่า ผิวของลางสาดจะเกิดเป็นสีน้ำตาลและมีโรคเน่าที่เกิดจากเชื้อราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่า การเกิดสีน้ำตาลนั้น จะมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำหนัก

ความเสียหายจากแรงทางฟิสิกส์เราไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้เลย ซึ่งจะเกิดความเสียหายมากสำหรับพืชที่มีความบอบบางต่อการขนส่งและการบรรจุหีบห่อ ความเสียหายที่แอบแฝงหรือซ่อนเร้นอยู่ (latent damage) ซึ่งอาจจะเกิดการเสียดสี ระหว่างผลิตผลด้วยกัน หรือกับภาชนะบรรจุ (bruising) จะไม่แสดงอาการทันใด แต่อาจจะปรากฏอาการให้เห็นในเวลาต่อมา เช่น เกิดอาการเปลี่ยนสี (discoloration) หรือลักษณะทางเนื้อสัมผัส (texture) พืชบางชนิดอาจแสดงอาการภายในเวลา 12 ชั่วโมง (Shewfelt and Prussia, 1993) ดังนั้นวิธีการป้องกันที่ดีที่สุดสำหรับลดการสูญเสียจากแรงทางฟิสิกส์ คือ ให้ระมัดระวังเป็นพิเศษในทุกๆ ขั้นตอน หลังจากเก็บผลิตผลมาจากแปลง

ภาชนะที่บรรจุต้องแข็งแรงและทนทานต่อแรงกด เมื่อมีการวางเรียงซ้อนกันหลายๆ ชั้น มีฉะนั้นผักและผลไม้จะเกิดอันตราย ยกเว้นพวกที่มีเปลือกแข็ง (พืชทอง) ขนาดผลที่เกิดจากการสั่นสะเทือน การกระทบกระแทก หรือการเสียดสีระหว่างขนส่ง ทำให้มีตำหนิ และจะเกิดสีน้ำตาลบริเวณเนื้อเยื่อของผักและผลไม้ที่ได้รับอันตราย เพราะเกิดการ oxidation ของ tannin ในบริเวณ

ของเนื้อเยื่อพืช บาดแผลนี้เป็นช่องทางสำหรับเชื้อโรคต่างๆ เพิ่มการสูญเสียน้ำ เพิ่มการหายใจ ทำให้อัตราการสูญเสียผักและผลไม้มีมากขึ้น

ความแข็งแรงของภาชนะ

ความแข็งแรงของภาชนะต้องไม่ขึ้นอยู่กับความชื้นของบรรยากาศ เช่น ไม้ กระดาษ ปาน ปอกระเจา ก่องกระดาษ และถาดกระดาษ ซึ่งสูญเสียความแข็งแรงอย่างรวดเร็วเมื่อความชื้นเข้าไป จึงใช้ไม้คอกได้ผลในเขตร้อนและในสภาพที่มีความชื้นสูงในห้องเก็บรักษา แต่สามารถป้องกันได้โดยการเคลือบผิวด้วยไซ ทำให้มีราคาแพงขึ้น ถุงพลาสติกและลังพลาสติกมีประโยชน์มาก เพราะไม่ดูดความชื้นมาก

การทำให้ผักและผลไม้ในหีบห่อเย็น

คุณสมบัติของภาชนะบรรจุอย่างหนึ่ง คือ ต้องสามารถทำให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิลดลงได้อย่างรวดเร็ว การทำให้ผักและผลไม้มีอุณหภูมิลดลง ความร้อนที่เกิดจากการหายใจของผักและผลไม้จะต้องถ่ายเทออกมาสู่ภายนอกภาชนะได้อย่างรวดเร็ว ปริมาณของผักและผลไม้ที่บรรจุอยู่ภายในภาชนะ หรืออีกนัยหนึ่งคือ ขนาดของภาชนะบรรจุจะต้องไม่มากหรือใหญ่เกินไป ผักและผลไม้ที่อยู่ตรงกลางภายในภาชนะบรรจุมีอุณหภูมิสูงกว่าจุดอื่นๆ เพราะความร้อนไม่สามารถถ่ายเทไปสู่ภายนอกได้สะดวก ปัญหานี้อาจหลีกเลี่ยงได้ โดยการทำให้ภาชนะมีขนาดเล็กลงหรือทำช่องระบายอากาศรอบๆภาชนะบรรจุ

2. ผลของภาชนะต่อการสูญเสียน้ำหนักของผักและผลไม้ โดยทั่วไปแล้วภาชนะบรรจุลดการสูญเสียน้ำหนักและการเหี่ยวของผักและผลไม้ที่อยู่ภายในได้โดย

- 1) ห่อหรือใส่ถุงแต่ละหน่วยหรือหลายๆหน่วยรวมกันด้วยกระดาษธรรมดา กระดาษเคลือบไซ หรือพลาสติก
- 2) รองภาชนะบรรจุด้วยวัสดุที่ไม่ให้อากาศผ่าน
- 3) เคลือบกล่องกระดาษที่ใช้เป็นภาชนะด้วยไซ

นอกจากนี้ยังมีผู้สรุปผลภาชนะบรรจุหีบห่อที่ถูกสุกสุกแล้วไว้ดังนี้ (ช.ณัฐศิริ, 2526)

1. ช่วยให้การลำเลียงมีประสิทธิภาพ หีบห่อหรือภาชนะจะช่วยการลำเลียงจากแหล่งผลิตไปยังโรงเรือนที่ใช้ปฏิบัติงานต่อไป การขนส่งหรือการขายปลีกมีประสิทธิภาพและสะดวกขึ้น ภาชนะที่ใช้มีขนาดมาตรฐานขนาดหีบห่อมีตั้งแต่ ¼ ปอนด์ (สำหรับขายปลีก) จนกระทั่งถึง 100 ปอนด์ หรือมากกว่า (สำหรับการขนส่งทางไกล) กล่องขนาดใหญ่หรือแพเลทบินจะหนักถึง 180 – 450 กิโลกรัม พวกนี้จะลำเลียงโดยใช้เครื่องจักร

2. ช่วยให้การเก็บรักษาสะดวกขึ้น การใช้ภาชนะบรรจุหรือหีบห่อที่มีขนาดมาตรฐาน ทำให้การจัดเรียงในการเก็บรักษาเป็นระเบียบ และช่องแพเลทบินจะช่วยในการระบายอากาศได้

อย่างดี สำหรับหีบห่อเล็กๆ ที่ใช้ในการขายปลีก ทำให้ผู้ซื้อนำไปใช้เก็บรักษาได้สะดวกขึ้นภายในตู้เย็นประจำบ้าน

3. ช่วยป้องกันคุณภาพและลดการสูญเสีย หีบห่อที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันผลิตผลสดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่ดีบางอย่าง เช่น แสงแดด ความชื้นอื่นๆ หีบห่อช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตผลถลอกและเป็นแผลได้ เพราะถ้าเกิดแผลจะกลายเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผลิตผลสด รอยแผลอาจเกิดได้ทั้งจากเครื่องจักรและการซื้อของลูกค้า ภาชนะบรรจุควรจะมีแข็งแรงพอที่จะรักษารูปทรงอยู่ได้ ถ้าถูกแรงกระทบกระแทก

หีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียไอน้ำ) ได้ เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ สิ่งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ขายผลิตผลได้นานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลิตผลเหี่ยว ผลิตผลบางอย่าง เช่น หัวแครอท หรือผักกินจอกอื่นๆ ก่อนจะบรรจุหีบห่อมีการตัดแต่งยอดและราก จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติก ทำให้ลดการสูญเสียความชื้น ทำให้เก็บรักษาผักได้นานขึ้น

พืชผักถ้าเหี่ยวจะทำให้สูญเสียวิตามินซีและแคโรทีนไปด้วย ถ้าบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสีย นอกจากพวงพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไขหรือภาชนะอื่นๆ ก็ช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้ ดังตัวอย่างแสดงประโยชน์ของการบรรจุหีบห่อในเรื่องการช่วยลดการสูญเสียความชื้น

การเก็บรักษาหรือการบรรจุหีบห่อในถุงพลาสติกทำให้เกิดสภาพแบบ MA Storage จะช่วยชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษา ดังผลการวิจัยของ สมชาย และคณะ (2527) ทำการเก็บรักษาผักคะน้าโดยใส่ตะกร้าและใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงที่อุณหภูมิ 4 ระดับ คือ 1°C, 5°C, 10°C และ 29°C (อุณหภูมิห้อง) พบว่า อุณหภูมิ 1°C คะน้าที่ใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงให้ผลดีที่สุดสามารถเก็บรักษาได้นาน 25 วัน และยังคงลักษณะความสดกรอบจากสว่นใหม่ๆ และจากการวิจัยในผลไม้ (ทับทิม) โดย สุนทร และคณะ (2530) พบว่า การเก็บรักษาทับทิมพันธุ์บ้านหลวงในตะกร้าพลาสติกและถุงพลาสติกชนิดบาง (0.02 มิลลิเมตร) ปิดปากถุงและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 5°C, 10°C และ 30°C (อุณหภูมิห้อง) ที่อุณหภูมิ 10°C ผลทับทิมที่บรรจุพลาสติกสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 12 สัปดาห์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักเล็กน้อย ปริมาณ total soluble solid (TSS) กรด titratable acid (TA) และสัดส่วนของ TSS/TA ผลที่บรรจุในถุงพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C นั้น สามารถเก็บรักษาได้นานถึง 10 สัปดาห์

อย่างไรก็ตาม หีบห่อที่ปิดสนิทควรเจาะรูระบายอากาศหรือเปิดหีบห่อก่อนส่งตลาด เพื่อให้ผลิตผลได้สุกตามธรรมชาติและป้องกันความเสียหายเนื่องจาก CO₂ สูงเกินไปหรือ O₂ น้อยเกินไป

ไป สำหรับกล่องนั้นจะใส่สารที่มีคุณสมบัติดูดเอทิลีนลงไปด้วย อาจใช้ปูนขาวขึ้นลงไปด้วย เพื่อควบคุมระดับ CO₂

Esguerra (1982) ได้ทำการทดลองทำการขนส่งมะเขือเทศโดยบรรจุผลมะเขือเทศในถุงพลาสติกที่มีรูระบายอากาศ ขณะเดียวกันได้ทำการใส่สารที่มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น และแก๊สต่างๆ จากการศึกษาพบว่า การใส่ Ca(OH)₂ จะช่วยป้องกันการสะสมแก๊ส CO₂ สาร KMnO₄ จะทำให้ปริมาณเอทิลีนลดน้อยลง และยังพบว่า สาร CaCl₂ จะช่วยลดปริมาณของความชื้นสัมพัทธ์ได้ สารเคมีดังกล่าวจะทำให้ผลมะเขือเทศคงความสดและไม่เกิดการเน่าเสีย

4. ช่วยให้การบริการและการขายสะดวกขึ้น หีบห่อที่สวยงามชวนให้ขายดีขึ้นทำให้กำไรดีที่หีบห่อมีการปิดป้ายบอกคุณภาพและวิธีการใช้ ทำประโยชน์ให้กับผู้ซื้อด้วย

5. ลดค่าใช้จ่ายเรื่องการขนส่งและการตลาด ก่อนการบรรจุหีบห่อจะมีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้ดี ทำให้ช่วยลดน้ำหนักลงได้ ลดพื้นที่ในการขนส่ง ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและการตลาด

6. สะดวกในการขนส่ง การขนส่งด้วยผลผลิตสดทางอากาศมีความก้าวหน้า เพราะการหาภาชนะบรรจุให้เหมาะสมทำได้ยาก กล่องไม้ก็หนักเกินไป จึงได้พยายามประดิษฐ์กล่องที่มีน้ำหนักเบาขึ้น แต่ต้องเป็นพลาสติกด้วย เพื่อความสะดวกในการใช้เครื่องทุ่นแรงในการลำเลียง ปัจจุบันการขนส่งผลผลิตสดราคาแพงทางอากาศจึงสะดวกขึ้น

พลาสติก

พลาสติกเป็นวัสดุที่ใช้กันมากในลักษณะที่เป็นถุง ตะกร้า ลัง และกล่อง เป็นต้น ถุงที่ทำจากพลาสติกมีหลายอย่าง เช่น ถุงพลาสติกทั่วไปที่มีเนื้อติดกันที่บิไม่มีช่องระบายอากาศที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สามารถใส่ของเหลวได้โดยไม่รั่วไหล ถุงพลาสติกอีกอย่างหนึ่ง คือ มีลักษณะคล้ายกับถุงที่ทำจากปอชนิดต่างๆ หรือฝ้าย มีช่องขนาดเล็กอยู่ทั่วไป ประเทศไทยนิยมนำมาใช้ห่อหัวแดง ห่อหัวใหญ่ และกระเทียม ถุงพลาสติกอีกพวกหนึ่ง คือ ถุงที่มีลักษณะเป็นตาข่าย คือ มีช่องขนาดใหญ่คล้ายกับอวนหรือแห นิยมนำมาใช้ห่อหัวใหญ่ ถุงพลาสติกมีประโยชน์และใช้กันแพร่หลายมากกว่าถุงกระดาษและถุงที่ทำจากเส้นใยสิ่งทอ เพราะมีความทนและไม่ดูดความชื้น

ข้อดีและข้อเสียของภาชนะที่เป็นพลาสติก (อมรรัตน์, 2531)

ข้อดี

1. แข็งแรง วางซ้อนกันได้ดี
2. กันน้ำและความชื้น

3. ภายในเรียบ ไม่ทำลายผลิตภัณฑ์และทำความสะอาดง่าย

ข้อเสีย

1. ราคาแพง จึงจำเป็นต้องใช้หลายๆครั้ง
2. ไม่เหมาะกับของขนาดเล็ก
3. ไม่สามารถกันการกระทบกระแทกได้

พลาสติกที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. มีความแข็งแรง
2. ใส
3. สามารถทำให้ติดกันได้โดยความร้อน
4. สามารถทำให้หดตัวได้โดยความร้อน
5. เก็บความชื้นไว้ได้
6. ยอมให้แก๊สผ่านได้
7. สามารถป้องกันการเกิดไอน้ำได้
8. ทนต่อน้ำ
9. ผักและผลไม้สามารถหายใจได้
10. สามารถพิมพ์รายละเอียด

ปัจจุบันถุงพลาสติกและฟิล์มพลาสติก มีบทบาทมากในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สดทางพืชสวนให้คงความสดและน่าซื้อ โดยเฉพาะในตลาดขายปลีกหรือตามซูเปอร์มาเก็ต Ben-Yehoshua (1985) รายงานว่า การใช้เทคนิคของการบรรจุผักและผลไม้ใน plastic film (seal packaging) ถือว่าเป็นเทคนิคใหม่ มีข้อได้เปรียบหลายอย่าง เช่น ลดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าอาการสะท้อนหนาวและอันตรายที่เกิดจากความร้อน ลดการเน่าเสียและชะลอการเสื่อมสภาพของพืชผักและผลไม้บางชนิด

การเปลี่ยนแปลงของพืชหลังการเก็บเกี่ยว

1. การหายใจ เป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่มีความสำคัญมากที่สุดกระบวนการหนึ่งในสิ่งมีชีวิต เพราะเป็นกระบวนการที่พลังงานซึ่งอยู่ในรูปอาหารสะสมถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปพลังงานที่สามารถนำไปใช้ได้ทันทีสำหรับกิจกรรมต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต แต่ก็ยังต้องการพลังงานในการรักษาชีวิตให้คงอยู่ เช่น การรักษาคุณสมบัติในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆของเยื่อหุ้มเซลล์ อาหารสะสมในพืชได้จากการสังเคราะห์แสง แต่อาจสะสมอยู่ในรูปต่างๆกัน เช่น น้ำตาล แป้ง หรือไขมัน เมื่ออาหารเหล่านี้ถูกใช้ไปในการหายใจ พืชก็สามารถสร้างขึ้นมาทดแทนใหม่

ได้ แต่สำหรับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว (ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเช่นกัน) อาหารสะสมมีอยู่อย่างจำกัดไม่สามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้อีก ยกเว้นในส่วนของที่มีสีเขียวอาจมีการสังเคราะห์แสงได้แต่ไม่มากนัก ถ้าอาหารในผลผลิตถูกใช้หมดไป ความมีชีวิตของผลผลิตนั้นก็สิ้นสุดลง ดังนั้นอายุการเก็บเกี่ยวของผลผลิตรวมทั้งคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว จึงขึ้นอยู่กับอัตราการหายใจเป็นสำคัญ (จริงแท้, 2541) อัตราการหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยวเป็นสิ่งที่แสดงถึงอายุการเก็บรักษาได้เป็นอย่างดี โดยทั่วไปพืชที่มีการหายใจสูงจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ส่วนพืชที่มีการหายใจต่ำจะมีอายุการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวได้นาน ซึ่งผลไม้มัดแต่ละชนิดจะมีอัตราการหายใจไม่เท่ากัน (สายชล, 2528) ทั้งนี้เนื่องจากอายุการเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลต่อช่วงระยะที่ผลผลิตมีอัตราการหายใจสูงสุด (Mendoza, 1968) องค์ประกอบของบรรยากาศ โดยเฉพาะ O_2 และ CO_2 มีผลต่อการหายใจ พบว่าการหายใจช้าลงได้เมื่อมีความเข้มข้นของ O_2 ในบรรยากาศลดลง เมื่อหายใจช้าลง การเสื่อมคุณภาพก็เกิดขึ้นช้าลงด้วย ส่วน CO_2 ในบรรยากาศสูงจะไปยับยั้งการหายใจของพืชได้ (Kader, 1986)

การสุกของผลไม้เกิดขึ้นชัดเจนในผลไม้ประเภท climacteric (Zhang and Paull, 1990) ผลกล้วยมีอัตราการหายใจสูงระหว่างพัฒนาการของผลในช่วงก่อนการสุก แล้วจะค่อยๆ ลดลงเมื่อผลมีอายุมากขึ้น ในขณะที่การผลิตเอทิลีนจะต่ำมาก แต่เมื่อผลเริ่มสุก จะมีการผลิตเอทิลีนเพียงเล็กน้อยก่อนการเพิ่มขึ้นของการหายใจ และการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ (Munasque and Mendoza, 1990) เนื่องจากความเข้มข้นของเอทิลีนที่เพิ่มขึ้นภายในผลจะเป็นตัวชักนำให้เกิด climacteric rise ของกระบวนการหายใจ การหายใจเพิ่มขึ้นพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อต่างๆ (Glasson, 1985) ส่วนในผลไม้ประเภท non-climacteric เช่น สับปะรด และส้ม เมื่อผลมีการเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะมีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนคงที่ หรือเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (Biale, 1954) และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ที่เกี่ยวกับการสุก แต่มีการเสื่อมสภาพเกิดขึ้น (Rhodes, 1980) ในผลไม้ประเภทนี้ การให้เอทิลีนจากภายนอก และการหายใจที่เพิ่มขึ้นนี้จะลดลงสู่ระดับเดิม เมื่อหยุดการให้เอทิลีนจากภายนอก (Yang, 1987 : Biale, 1954)

2. การสูญเสียน้ำ การสูญเสียน้ำของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้วเป็นกระบวนการที่น้ำเคลื่อนที่แบบแพร่กระจายออกจากผลผลิต ทำให้สูญเสียน้ำหนักและความกรอบ เกิดอาการเหี่ยวและอาจทำให้รสชาติของผลผลิตนั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย ถ้าสามารถลดอัตราการระเหยน้ำลงได้ การสูญเสียน้ำและการหายใจของพืชนั้น ก็จะลดน้อยลงด้วย ซึ่งทำได้โดยการควบคุมปัจจัยต่างๆ ให้ผลผลิตกับบรรยากาศภายนอกมีความแตกต่างของความดันไอน้ำน้อยที่สุด โดยเริ่มตั้งแต่การเก็บเกี่ยว ต้องทำด้วยความระมัดระวังมิให้เกิดบาดแผล แล้วทำให้เย็นลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นจึง

เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสูง และมีอุณหภูมิต่ำ การห่อพีชผลให้มิดชิดด้วยกระดาษแก้วหรือถุงพลาสติกที่เจาะรู เพื่อให้ไอน้ำที่เกิดจากการหายใจของพีชผลออกสู่บรรยากาศภายนอกถุงพลาสติกได้ เป็นการช่วยระบายความร้อนที่เกิดจากการหายใจของเซลล์ออกไปด้วย และทำให้บรรยากาศรอบพีชผลนั้นไม่ชื้นและจนเน่าเสีย นอกจากนี้อาจใช้ภาชนะ หรือสารเคลือบผิวพวกไซเพื่อเป็นการเพิ่มสิ่งกีดขวางให้การคายน้ำเพิ่มขึ้น (จริงแท้,2541)

3. การเปลี่ยนแปลงสี ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตต่างๆ มักมีการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น โดยเฉพาะสีเขียวจะหายไป มักปรากฏสีเหลืองหรือแดงแทน สีต่างๆของผลผลิตที่เห็นนี้ เกิดจากเม็ดสีหรือสารสีต่างๆที่มีอยู่ภายในเซลล์ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พวกที่ละลายน้ำพบในแวคิวโอล ได้แก่ แอนโทไซยานิน อีกพวกจะละลายได้ในไขมันพบในพลาสติค มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น คลอโรฟิลล์ สารสีเหลือง เช่น คาโรทีน และสารสีแดง เช่น ไลโคปีน สารสีเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้สีของผลผลิตเปลี่ยนไปตามองค์ประกอบของสารเหล่านี้ ในผักและผลไม้มักจะมีคาโรทีนและแซนโทฟิลล์ เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย แต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ เมื่อผักและผลไม้เข้าสู่ระยะชราภาพ คลอโรฟิลล์จะสลายตัวไป สีของคาโรทีนอยด์จึงปรากฏให้เห็น โดยปริมาณไม่ได้เพิ่มขึ้น เช่นในกรณีของกล้วยหอมและส้ม (จิรา,2531) ระหว่างการเก็บรักษาผักและผลไม้ ส่วนใหญ่ปริมาณคลอโรฟิลล์จะลดลง แต่รงควัตถุชนิดอื่นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา ความแก่ และพันธุ์ เช่น กล้วยบางพันธุ์ จะยังคงมีสีเขียวอยู่ ถึงแม้ว่าจะสุกแล้ว อย่างไรก็ตามการเก็บรักษากล้วยไว้ที่อุณหภูมิ 20°C จะเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ผลกล้วยมีสีเหลืองได้ (दनัยและนิธิยา,2535)

Thomas *et al.* (1983) กล่าวว่า ในกล้วยหอมเขียวค่อม พบว่า เมื่อผลเริ่มแก่ปริมาณของคลอโรฟิลล์จะลดลง ทั้งนี้การลดลงของคลอโรฟิลล์ในช่วงดังกล่าว มีสาเหตุเนื่องมาจากเอทธิลีนซึ่งสะสมภายในผลนั้น มีผลกระตุ้นการสร้างหรือสะสมแคโรทีนอยด์ และการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (Stewart and Wheaton, 1972 : Young and John, 1972)

การป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ ทำได้โดยการลดอุณหภูมิของผลผลิตลง และเนื่องจากคลอโรฟิลล์จะถูกออกซิไดซ์โดย O₂ การเก็บรักษาภายใต้บรรยากาศที่มีปริมาณ O₂ ต่ำ สามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ นอกจากนั้นแสงสว่างช่วยชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ ซึ่งเห็นได้ชัดในผักรับประทานใบเพราะมีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ทดแทน และยังพบว่าผลผลิตส่วนที่มีสีเขียว สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าส่วนที่มีสีขาว หรือไม่มีสีอีกด้วย (จริงแท้,2541)

4. การสุก การสุกของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างเกี่ยวกับสรีระและเคมี การเปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลไม้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับ

ผลไม้ มีดังนี้ คือ เกิดการเปลี่ยนแปลงสี การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ การสังเคราะห์น้ำตาล ก๊าซเอทธิลีน และมีอัตราการหายใจเปลี่ยนไป การสุกของผลไม้จะเกี่ยวข้องเฉพาะผลไม้ประเภท climacteric เท่านั้น (จิรา,2531) ผลไม้สุกส่วนมากเนื้อจะนิ่ม (Brady,1976) เป็นผลเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของโมเลกุลต่างๆภายในผนังเซลล์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพคติน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญที่อยู่ในชั้น middle lamella จากรูปของ protopectin ที่ไม่ละลายน้ำไปอยู่ในรูป soluble pectin ที่ละลายน้ำได้ (Eskin et al.,1971 : Marriott,1980) ทำให้ผนังเซลล์ยึดติดกันอย่างหลวมๆ นอกจากนั้นยังเกิดจากการที่แป้งซึ่งสะสมไว้ในผลเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และเกิดจากการสูญเสียน้ำออกไปจากผลติดผล ส่วนในผลไม้ประเภทส้ม ผลที่บริบูรณ์แล้วมักมีเนื้ออ่อนนุ่มและมีปริมาณน้ำในเนื้อมากกว่าผลที่ยังอ่อนอยู่ ทั้งนี้เพราะมีการสะสมน้ำในผลมากขึ้น (จริงแท้,2541) การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนขนาดของเซลล์ และการสูญเสียความเต่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อการสูญเสียความกรอบและความสดของผักและผลไม้ในระหว่างการเก็บรักษา (สายชล,2528)

5. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี

5.1 คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบที่ให้รสชาติ คุณค่าทางอาหาร และเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวค่อนข้างมาก เพราะคาร์โบไฮเดรตอยู่ในรูปอาหารสะสม เช่น แป้ง และน้ำตาลชนิดต่างๆที่ให้รสชาติ และยังคงอยู่ในรูปของโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงอีกด้วย เช่น เซลลูโลสและสาร์ฟเวคตินต่างๆ

5.1.1 น้ำตาล ในผักและผลไม้ที่สำคัญมีอยู่ 3 ชนิด คือ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโตส ซึ่งพบสะสมอยู่ในแวคิวโอลเป็นส่วนใหญ่ สัดส่วนของน้ำตาลแต่ละชนิดในผลิตภัณฑ์ต่างๆ แตกต่างกันไป บางชนิดก็มีน้ำตาลซูโครสอยู่มาก ในขณะที่บางชนิดไม่มีน้ำตาลซูโครสอยู่เลย ทำให้รสชาติความหวานของผักและผลไม้แตกต่างกันไป น้ำตาลฟรุกโตสจะให้ความหวานมากที่สุด ในขณะที่น้ำตาลซูโครสและน้ำตาลกลูโคสมีความหวานน้อยลงตามลำดับ น้ำตาลทั้ง 3 ชนิดนี้ อาจเปลี่ยนรูปกันได้ด้วยเอนไซม์หลายชนิด เช่น invertase ซึ่งจะเร่งการเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโตส

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ปริมาณน้ำตาลอาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วแต่ชนิดของผลิตภัณฑ์และสภาพแวดล้อม โดยปกติผลิตภัณฑ์ที่มีการหายใจอยู่ตลอดเวลา จะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณที่มีสะสมอยู่ลดลง ปริมาณน้ำตาลที่ลดน้อยลงเนื่องจากการหายใจนั้นนับว่าต่ำมาก เมื่อเทียบกับการสูญเสียน้ำหรือการเปลี่ยนรูปไปเป็นสารอื่นๆ (จริงแท้,2541)

5.1.2 แป้ง มีสะสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแหล่งอาหารสำรอง โดยเฉพาะพืชหัว ผลไม้ก็มีการสะสมแป้ง เช่น กัลยัม มะม่วง และทุเรียน เมื่อผลไม้เหล่านี้สุก แป้งจะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของน้ำตาล ทำให้ผลไม้สุกมีรสหวานน่ารับประทาน การเปลี่ยนไปเพียงบางส่วน เช่น ทุเรียน (จิรา,2531) ในกัลยัมพันธุ์ Embum ภายหลังจากการออกปลี 14 สัปดาห์ มีการสะสมแป้งสูงสุด และจากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว โดยการลดลงของปริมาณแป้งมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (Abdullah *et al.*,1985)

5.1.3 คาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ ผักและผลไม้ไม่มีคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ คือ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน คาร์โบไฮเดรตทั้ง 3 ประเภทนี้มีส่วนสำคัญในแง่ของเนื้อสัมผัส (จิรา,2531)

5.2 โปรตีน ผักและผลไม้จะมีโปรตีนอยู่ในปริมาณต่ำ และไม่มีส่วนในการให้รสชาติของผักและผลไม้โดยตรงเหมือนน้ำตาลหรือกรด แต่ก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับรสชาติของผลผลิตต่างๆอย่างมากทีเดียว เช่น หลังการเก็บเกี่ยวข้าวโพดหวาน น้ำตาลจะถูกเปลี่ยนไปเป็นแป้งโดยเอนไซม์ ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่ง ดังนั้นการชะลอการทำงานของเอนไซม์ ได้แก่ การตัดผักให้มีก้านติดมาด้วย การเก็บรักษาที่มีอุณหภูมิต่ำ และมีออกซิเจนต่ำ และ/หรือ คาร์บอนไดออกไซด์สูง

การเปลี่ยนแปลงของคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่นๆ เช่น การเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล การย่อยสลายตัวของผนังเซลล์ที่ทำให้เนื้อของผลไม้อ่อนนุ่มลง ก็เกิดจากการทำงานของโปรตีนเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม หน้าที่การทำงานของเอนไซม์หรือโปรตีนเหล่านี้ยังขึ้นอยู่กับควบคุมของยีนด้วย เพราะทั้งปริมาณและ activity ของเอนไซม์เหล่านี้จะมีมากขึ้นอย่างจำเพาะเจาะจง ไม่ได้เกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือเกิดอยู่อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา ดังนั้นในการเก็บรักษาผลผลิตต่างๆให้มีอายุอยู่ได้นาน นอกจากจะต้องเข้าใจสรีรวิทยาของผลผลิตนั้นๆแล้ว ต้องเข้าใจถึงพันธุกรรมของพืชนั้นด้วย (จริงแท้,2541)

5.3 ไขมัน ผักและผลไม้มีไขมันอยู่ในปริมาณน้อยเช่นเดียวกับโปรตีน ยกเว้นในผลไม้บางชนิด เช่น อโวคาโด ลูกนัทต่างๆ ไขมันที่มีอยู่ในผักและผลไม้มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ ในรูปอาหารสะสม สารปกคลุมผิว และองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์ต่างๆ สารไขมันเหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ภายหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วเยื่อหุ้มต่างๆเหล่านี้มักเสื่อมสลายลง การควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆจะเสื่อมลง ทำให้ผลผลิตเสื่อมคุณภาพ (จิรา,2531)

5.4 กรดอินทรีย์ กรดอินทรีย์ที่พบปริมาณมากในผักและผลไม้ คือ กรดซิตริกและกรดมาลิก กรดอินทรีย์จะถูกเก็บสะสมอยู่ในแวคิวโอลในปริมาณมาก และมีบทบาทอย่างสำคัญ

ในการให้รสชาติของผลไม้ โดยทั่วไปในขณะที่ผลไม้อยู่ยังอ่อนอยู่ จะมีปริมาณกรดอยู่สูง ทำให้ไม่เหมาะกับการรับประทาน และไม่เหมาะต่อการเข้าทำลายของโรค เมื่อผลไม้สุกปริมาณของกรดมักจะลดลง ยกเว้นในกล้วยหอม (จิรา,2531) กรดในผลกล้วยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของกรดมาลิก (Loesecke,1950) ผลกล้วยมีการสะสมปริมาณกรดเพิ่มขึ้นตามอายุและเพิ่มจนถึงระดับสูงสุดเมื่อผลสุก (Wyman and Palmer,1963 : Simmonds,1982) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ryugo (1988) กล่าวว่า ขณะที่ผลมีการหายใจสูงสุดจะมีการใช้กรดมาลิกและซิตรีกมากขึ้น

5.5 วิตามิน ผักและผลไม้เป็นแหล่งวิตามินที่สำคัญสำหรับมนุษย์ โดยเฉพาะวิตามินเอและวิตามินซี วิตามินเอและวิตามินซีในผลไม้ค่อนข้างเสถียร ส่วนวิตามินซีในผักจะเกิดการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก โดยทั่วไปผักกินใบและกินช่อดอกมักมีการสูญเสียวิตามินซีมาก 60 – 80 เปอร์เซ็นต์ แต่ในผลไม้จะไม่ค่อยมีการสูญเสียวิตามินซีมากนัก (จิรา,2531 : จริงแท้,2541)

การผลิตผลไม้สดแปรรูป

การแปรรูปผักและผลไม้ด้วยกระบวนการแปรรูปเบื้องต้น (minimally processed fruit and vegetables) ปัจจุบันได้รับความนิยมและพัฒนามากยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค โดยเฉพาะในสังคมเมืองที่ต้องการความรีบเร่ง การหั่น การตัด เป็นรูปแบบหนึ่งของการแปรรูปเบื้องต้น เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและตรงตามความต้องการของผู้บริโภค

ประโยชน์ของการผลิตผักและผลไม้แปรรูปเบื้องต้น

1. ได้ผักและผลไม้มีคุณค่าทางอาหารและคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงแบบสด
2. สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น เช่น ในภาชนะบรรจุแบบ MAP (modified atmosphere packaging)
3. ช่วยเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้บริโภค

การหั่นตัดผักและผลไม้

1. ผลการหั่นตัดผักและผลไม้

ประโยชน์ของการหั่นตัด มีดังนี้ คือ

- 1) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้บริโภคและเพิ่มความรวดเร็วมากยิ่งขึ้น
- 2) ช่วยในการบรรจุให้ง่ายยิ่งขึ้น
- 3) ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค
- 4) รับประทานได้ง่ายยิ่งขึ้น
- 5) เพิ่มความสวยงาม นำรับประทาน

ผลเสียเนื่องจากการหั่นตัด

- 1) เนื้อเยื่อของผักและผลไม้ถูกรบกวน การหั่นตัดจะทำให้เนื้อเยื่อของผักและผลไม้ได้รับบาดเจ็บ มีการสูญเสียของเหลวในเซลล์ (cellular fluid) ทำให้เซลล์อ่อนแอ ของเหลวในเซลล์ที่ออกมาจะประกอบด้วย เอนไซม์ที่พร้อมจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน
- 2) ทำให้อายุการเก็บรักษาลดลง

2. ผลของการหั่นชิ้นผลไม้ที่มีต่ออายุการเก็บรักษา

การหั่นชิ้น ซึ่งทำให้เกิดผลเสียในเรื่องต่างๆ ดังนี้ คือ

2.1 การหายใจ เมทาบอลิซึม และการผลิตเอทิลีน

ผักและผลไม้สดหลังการเก็บเกี่ยวจากต้นจะยังคงมีชีวิตอยู่ จึงยังมีการหายใจและเมทาบอลิซึมต่างๆเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ผักและผลไม้แต่ละชนิดจะมีอัตราการหายใจแตกต่างกัน อัตราการหายใจจะสามารถวัดได้จากอัตราการผลิตก๊าซ CO_2 จากเนื้อเยื่อ การหั่นตัดผักและผลไม้เป็นขนาดชิ้นที่ต่างกันจะทำให้ผักมีอัตราการหายใจไม่เท่ากัน ผักและผลไม้ที่ถูกตัดเป็นชิ้นเล็กๆ จะมีอัตราการหายใจ การคายน้ำ และเมทาบอลิซึมสูงกว่าชิ้นใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจากการหั่นตัดจะทำให้เนื้อเยื่อของผักและผลไม้ถูกรบกวน เกิดความชอกช้ำ เนื้อเยื่อของพืชเกิดบาดแผล และโครงสร้างบางส่วนถูกทำลาย มีการสูญเสียของเหลวในเซลล์ (Priepke *et.al.*, 1976 : Watada and Abe, 1990) ผักและผลไม้ที่ยังถูกหั่นตัดมากก็จะมีอัตราการหายใจ การคายน้ำ และเมทาบอลิซึมสูงมากกว่าผักและผลไม้ที่ถูกหั่นตัดน้อย ผักและผลไม้ที่เกิดการชอกช้ำจะมีอัตราการหายใจสูงขึ้น โดยพบว่าแครอท เมื่อช้ำจะมีอัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้นอีกถึง 5 เท่า (Hagenmaier and Baker, 1998) ในมะละกอที่ผ่านการแปรรูปเบื้องต้นพบว่า การนำเมล็ดออกและการตัดมะละกอเป็นชิ้นเป็นการรบกวนเซลล์ทำให้เกิดบาดแผล ทำให้มีอัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีนสูงขึ้น (Paull and Chen, 1997) ในมันฝรั่งที่ถูกปอกเปลือกและตัดเป็นชิ้นจะมีอัตราการหายใจมากกว่ามันฝรั่งที่ถูกปอกเปลือกและไม่ถูกปอกเปลือกตามลำดับ (Gunes and Lee, 1997)

นอกจากการหั่นตัดจะมีผลต่ออัตราการหายใจและเมทาบอลิซึมแล้ว ยังมีผลต่ออัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนด้วย โดยผักและผลไม้ที่ถูกหั่นตัดเป็นชิ้นเล็กๆจะมีอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการบาดเจ็บจากเอทิลีน (wound ethylene) (Yang, 1985) พบว่าการที่พืชมีอัตราการหายใจสูงขึ้นจะทำให้มีอัตราการผลิต

ก๊าซเอทิลีนสูงขึ้นด้วย โดยถ้าพืชมีอัตราการหายใจมากจะทำให้ O_2 ในเซลล์มาก ซึ่ง O_2 เป็นสิ่งสำคัญในการสังเคราะห์เอทิลีน ดังนั้นสรุปได้ว่าการหั่นตัดผักและผลไม้เป็นชิ้นเล็กๆ จะทำให้เนื้อเยื่อของผักและผลไม้ได้รับความชอกช้ำ เกิดบาดแผล และโครงสร้างบางส่วนของเนื้อเยื่อถูกทำลาย ทำให้เมทาบอลิซึมสูงขึ้น อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น อายุการเก็บรักษาจึงสั้นลง (Mc Lachlan and Stark, 1985) ศึกษาพบว่า อัตราการหายใจของผักที่ถูกหั่นตัดจะสูงกว่าผักที่ไม่ถูกหั่นตัด

2.2 ปฏิกริยาของเอนไซม์

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า การหั่นตัดผักและผลไม้จะทำให้เนื้อเยื่อของผักและผลไม้เกิดความชอกช้ำและบาดแผล เกิดการสูญเสียของเหลวในเซลล์ออกมา ซึ่งของเหลวในเซลล์ประกอบด้วย เอนไซม์ที่พร้อมจะทำงาน ทำให้ง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) นอกจากนั้นบาดแผลจากการหั่นตัดจะทำให้เซลล์สัมผัสกับออกซิเจนได้เพิ่มขึ้น เช่น ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งทำให้คุณภาพของผักและผลไม้ลดลง โดยเฉพาะในเห็ด

2.3 จุลินทรีย์

ขั้นตอนการหั่นผักและผลไม้ เพื่อให้ได้เป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผักมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง เนื่องมาจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการหั่นตัด หรือจากผู้ที่ทำการหั่นตัดเอง ในสภาพปกติของผักและผลไม้ที่ไม่ผ่านการหั่นตัดจะมีระบบการป้องกันการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ แต่เมื่อใดก็ตามที่ผักและผลไม้ถูกหั่นตัดจะทำให้เนื้อเยื่อของผักและผลไม้ ได้รับความกระทบกระเทือนและเกิดบาดแผล ทำให้ระบบการป้องกันต่างๆถูกทำลาย และทำให้ง่ายต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ดังนั้นทำให้ผักและผลไม้ที่ถูกหั่นตัดจะมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากกว่าผักและผลไม้ที่ไม่ถูกหั่นตัด มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาสลัดผักที่ $4.4^{\circ}C$ ซึ่งพบว่าสลัดผักที่ถูกหั่นตัดเป็นชิ้นจะมีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่าผักที่ไม่ถูกหั่นตัด (Priepke *et al.*, 1976 : Wiley, 1994)

ตารางที่ 1.1 แสดงจำนวนแบคทีเรียที่พบหลังจากผ่านการหั่นแปรรูปเบื้องต้น

กระบวนการ	ชนิดของผัก	แบคทีเรียต่อกรัม x 10 ³	
		ก่อน	หลัง
การตัด	ข้าวโพด	180	1,300
การหั่น	ถั่วฝรั่งเศส	20	130
การสับ	ผักขม	20	120

ที่มา : Wiley (1994)

ตารางที่ 1.2 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของผักที่ไม่ผ่านการตัดและผ่านการตัด ซึ่งบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่มีอากาศบริเวณช่องว่างเหนือบรรจุภัณฑ์เมื่อเริ่มต้น และจัดเก็บที่อุณหภูมิ 4.4°C

		จำนวนจุลินทรีย์ (จำนวนหน่วยเป็น log/g)		
เวลาการจัดเก็บ		ผักกาดหอม	แครอท	ขึ้นฉ่าย
วันที่	ไม่ผ่านการตัด			
	0	5.3	4.4	5.7
	2	5.6	5.7	6.6
	4	6.3	6.1	6.8
	6	7.5	6.5	6.9
	8	7.9	7.0	7.5
	10	8.6	7.4	7.9
	0	5.3	4.4	5.7
	2	6.8	5.8	6.4
	3	7.2	6.1	7.3
	4	7.2	6.1	7.3
	6	7.8	6.6	7.9
	8	8.3	7.1	8.5
	10	-	8.5	-

ที่มา : Priepke et al. (1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Garg et. al. (1990) ศึกษาพบว่า การหั่นตัดผักเพื่อเตรียมทำสลัดเป็นขั้นตอนหลักที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากที่สุด

3. การแก้ไขและการป้องกันผลเสียจากการหั่นตัด

การหั่นตัดเป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิตผักและผลไม้แปรรูป แต่เนื่องจากการหั่นตัดผักและผลไม้จะทำให้เนื้อเยื่อเกิดความชอกช้ำและบาดแผล ทำให้ผักและผลไม้มีอัตราการหายใจสูงขึ้นและเป็นสาเหตุให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง ดังนั้นจึงได้มีผู้ทำการศึกษาดังนี้ถึงวิธีการหั่นตัดที่เหมาะสมเพื่อให้เนื้อเยื่อของผักและผลไม้เกิดความชอกช้ำน้อยที่สุด โดย Bolin (1977) ได้ทำการศึกษารูปแบบวิธีการหั่นต่างๆที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาของผักกาดหอม พบว่าการใช้มีดที่คม โดยหั่นแบบเป็นแผ่น (slice) จะให้ผลดีกว่าการหั่นแบบสับเป็นชิ้นเล็กๆ (chop) และให้ผลดีกว่าการใช้มีดที่ไม่คมหั่นเป็นแผ่นเป็นชิ้นเล็กๆ ตามลำดับ

สรุปวิธีการป้องกันและแก้ไขผลเสียที่เกิดจากการหั่นตัด เพื่อให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ดังนี้คือ

- 1) การใช้มีดคมในการหั่นตัดผัก เพื่อให้เกิดความชอกช้ำและการสูญเสียของเหลวในเซลล์น้อยที่สุด
- 2) การใช้สารเคมีร่วมในการล้างเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นให้มีน้อยที่สุด เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นมีผลต่ออายุการเก็บรักษาและเพื่อลดปฏิกิริยาของเอนไซม์ เช่น SO_2 สารประกอบพวกคลอรีน และ H_2O_2
- 3) การใช้รูปแบบวิธีการหั่นที่เหมาะสม เช่น การตัด การหั่นเป็นแผ่นจะให้ผลดีกว่าการหั่นแบบสับเป็นชิ้นเล็กๆ
- 4) การหั่นในขนาดที่เหมาะสม การหั่นขนาดชิ้นเล็กมากจะทำให้เกิดความชอกช้ำและอัตราการหายใจสูงกว่าการหั่นชิ้นใหญ่
- 5) ใช้อุณหภูมิต่ำ เพื่อช่วยลดอัตราการหายใจ เพิ่มอายุการเก็บรักษา และคุณภาพของผักให้ดีขึ้น โดยอุณหภูมิต้องเหมาะสมไม่ทำให้เกิด chilling injury
- 6) เลือกใช้ถุงพลาสติกที่เหมาะสมกับขนาดชิ้นผัก เช่น จากการทดลองของ ปิยรัตน์และศรีแทน (2542) พบว่า การใช้ถุงพลาสติกหนา 0.12 มิลลิเมตร จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผักหั่นพร้อมปรุง ซึ่งได้แก่ กะหล่ำปลี คะน้า และผักบุ้ง ได้ดีกว่าการใช้ถุงหนา 0.03 มิลลิเมตร
- 7) เก็บรักษาผักในสภาพแห้งจะช่วยให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นได้

รายงานการเก็บรักษาที่เกี่ยวข้อง

Glahan and Puchangtong (2001) พบว่า ภายหลังจากเก็บรักษา 28 วัน หน่อไม้ฝรั่งที่เก็บรักษาใน CO₂ 12 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ O₂ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด 1.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เก็บรักษา หน่อไม้ฝรั่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 0.16 - 0.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS ของหน่อไม้ฝรั่งทุกการทดลองจะลดลงเล็กน้อย ซึ่งจะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.53 - 6.40 brix เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า หน่อไม้ฝรั่งจะมีลักษณะที่ดีและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับและสามารถพัฒนาให้ขนส่งระยะทางไกลโดยทางเรือเดินทะเลได้ ซึ่งค่าขนส่งถูกกว่าทางเครื่องบินนับ 10 เท่า จะส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง สามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ได้

Glahan and Wichitrattananon (2000) ศึกษาอิทธิพลของอัตราส่วน CO₂ : O₂ และสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) โดยเก็บรักษาที่ 13±2°C บรรจุในถุง polyethylene (PE) ร่วมกับสารดูดซับเอทิลีน (EA) 20 กรัม ผลปรากฏว่า มังคุดทุกวัยมีปริมาณ TSS และ TA ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น การลดลงของ TA 7, 14, 21, 28, 35, 42 และ 49 วันที่เก็บรักษาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวิธีการ ในขณะที่ปริมาณ TSS หลังจากเก็บรักษา 49 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ ปริมาณ TSS ก่อนการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย 18.13 - 19.83 brix และหลังจากการเก็บรักษา 49 วัน มีค่าเฉลี่ย 10.53 - 17.60 brix ปริมาณ TA ก่อนการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ย 0.71 - 0.79 เปอร์เซ็นต์ และหลังจากการเก็บรักษา 49 วัน มีค่าเฉลี่ย 0.53 - 0.75 เปอร์เซ็นต์ หลังจากเก็บรักษา 7 วัน ค่าเฉลี่ยของก๊าซเอทิลีน 2.87 - 6.74 ppm. มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกวิธีการ หลังจากการเก็บรักษา 49 วัน มีค่าเฉลี่ยของก๊าซเอทิลีน 1.67 - 4.15 ppm. มังคุดที่วัยยังอ่อนจะมีการผลิตเอทิลีนที่สูงกว่ามังคุดที่แก่กว่า หลังจากเก็บรักษา 7 วัน ลักษณะกลีบเลี้ยง สีผิวผล และเนื้อมังคุด มีลักษณะสดใและมีคุณภาพการบริโภคได้ดีมากจนถึงอายุ 42 วันหลังการเก็บรักษา

Pantastico (1975) ทำการเก็บรักษาลดผลโดยใช้การดัดแปลงบรรยากาศ (modified atmosphere : MA) สามารถใช้ได้ผลกับผักและผลไม้หลายชนิด ซึ่งเป็นการเก็บรักษาในสภาพที่ลดปริมาณก๊าซออกซิเจน และเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งอาจจะทำให้ผักและผลไม้บางชนิด มีอายุการเก็บรักษานานขึ้นกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศธรรมดาที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน เพราะก๊าซออกซิเจนที่ความเข้มข้นต่ำทำให้อัตราการหายใจและการใช้อาหารสะสมสำหรับกระบวนการหายใจลดลง ขณะเดียวกันการเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิดลดการผลิตสารระเหย และยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย

สุภาณูตา (2545) ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ และ ปริมาณสารดูดซับเอทริลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว วางแผนการทดลองแบบ 3×5 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ วัสดุพลาสติก 3 ชนิด ได้แก่ PE, LDPE และ PP และอัตราการไหลของ ก๊าซ $O_2:CO_2$ 5 ระดับ 0:0, 5:10, 5:20, 10:10 และ 10:20 PSI การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของ สารดูดซับเอทริลีนและอัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียว วางแผนการทดลองแบบ 4×4 factorial in CRD ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ สารดูด ซับเอทริลีน 4 ระดับ 0, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดของกระเจี๊ยบเขียว (กรัม) และอัตรา การไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ 5 ระดับ 0:0, 3:5, 5:7 และ 7:10 PSI เก็บรักษาที่ $10 - 12^\circ C$ การทดลองที่ 1 พบว่า กระเจี๊ยบเขียวมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่ม ขึ้น ส่วนปริมาณ TSS ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ชนิดพลาสติก LDPE และ PP มีผลทำให้กระเจี๊ยบเขียวมีการสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสีผิว สีเนื้อ สีเมล็ด และ ปริมาณเส้นใย มากกว่าชนิดพลาสติก PE กระเจี๊ยบเขียวที่เก็บรักษาในพลาสติก PE ร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยยาวนานที่สุดคือ 41 วัน ส่วน กระเจี๊ยบเขียวที่เก็บรักษาในพลาสติก LDPE และ PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ ทุกระดับ มีอายุการเก็บรักษาเพียง 14 วัน และมีความแตกต่างกันทางสถิติ การทดลองที่ 2 พบว่า กระเจี๊ยบเขียวมีปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณ TSS ลดลงเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กระเจี๊ยบเขียวที่เก็บรักษาในสารดูดซับเอทริลีน 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ 5:7 PSI มีเปอร์เซ็นต์การ สูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 5.11 เปอร์เซ็นต์ กระเจี๊ยบเขียวที่เก็บรักษาในพลาสติก PE + EA 0-7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $O_2:CO_2$ ที่ระดับ 0:0, 3:5, 5:7 และ 7:10 PSI มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 42 วัน โดยมีลักษณะสีผิว สีเนื้อ สีเมล็ด ไม่แตกต่างไป จากกระเจี๊ยบเขียวภายหลังการเก็บรักษา 1 วัน

สมชาย และ ยุพัตสา (2544) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน $CO_2:O_2$ และอายุของผักต่อ คุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน วางแผนการทดลองแบบ 3×5 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ อายุ และระดับของ $CO_2:O_2$ เก็บ รักษาในถุงพลาสติก (PE) ที่อุณหภูมิ 9 ± 1 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่าข้าวโพดหวานอายุ 18 วัน หลังออกใหม่ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด TA และก๊าซเอทริลีนน้อยที่สุด มีปริมาณ TSS

ความแน่นเนื้อมากกว่า มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 39 วัน และมีการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกช้ากว่า ข้าวโพดหวานอายุ 20 และ 22 วัน หลังออกไหม ปริมาณ TSS และ TA ของข้าวโพดหวานลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ปริมาณเอทิลีนจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่าง 0 – 21 วัน หลังการเก็บรักษา และภายหลัง 21 วันแล้วพบว่าปริมาณเอทิลีนจะเพิ่มขึ้นมาก ในขณะที่คะแนนการยอมรับในการรับประทานลดลงอย่างมากหลังการเก็บรักษา 14 วัน

จันทนา (2543) พบว่า สัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนมีผลต่อพัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากลับไข่ ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ และก๊าซออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิเฉลี่ย 14 – 18 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่ากลับไข่ที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือ 42.67 วัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยกลับไข่ที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 2.0 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.3491 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำกลับไข่ก่อนการเก็บรักษามาบ่มที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 29.13 brix และกลับไข่ที่เก็บรักษาในก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับก๊าซออกซิเจน 20 เปอร์เซ็นต์ จะมีเปอร์เซ็นต์ TA มากที่สุด คือ 0.0856 เปอร์เซ็นต์

อภิรัตน์ (2543) ศึกษาอิทธิพลของสัดส่วน $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่า ใช้ชนิดของภาชนะบรรจุ สารดูดซับเอทิลีน และสัดส่วนก๊าซ CO_2 และ O_2 ที่ระดับ 0:0, 1:2, 2:4, 3:6, 4:2, 5:4 และ 6:6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16 – 18°C พบว่าผลน้อยหน่าที่เก็บรักษาในถุง polyethylene (PE) และมีสารดูดซับเอทิลีน (EA) ร่วมกับก๊าซ CO_2 และ O_2 อัตราส่วน 3:6 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีอายุการเก็บรักษาเฉลี่ยนานที่สุดคือ 17.33 วัน ชนิดของภาชนะบรรจุและสารดูดซับเอทิลีนส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก, การเปลี่ยนแปลงสีผิวผล, การเปลี่ยนแปลงความนิ่ม, ความเสียหายทางกายภาพ, ปริมาณ Soluble Solid (SS), เปอร์เซ็นต์กรด (TA), อัตรา SS/TA, ปริมาณก๊าซเอทิลีน รวมถึงคุณภาพภายหลังจากการบ่มสุกและอายุการเก็บรักษาที่เด่นชัดกว่า อัตราส่วนของก๊าซ CO_2 และ O_2 ผลน้อยหน่าที่เก็บรักษาในถุง PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าถุง PP สามารถคงความแข็งของผลและพบความเสียหายทางกายภาพน้อยกว่า แต่พบการเปลี่ยนแปลงสีผิวผิดปกติเกิดขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษา 12 วันเป็นต้นไป การใช้สารดูดซับเอทิลีนร่วมกับ

การเก็บรักษาสามารถลดระดับปริมาณก๊าซเอทธิลีนที่สะสมในภาชนะบรรจุ และสามารถชะลอการสุกของผลน้อยหน่าในระหว่างการเก็บรักษาได้

พรรณนิภา (2542) พบว่า ถั้วฝักยาวอายุ 8 วันหลังตัดฝัก เก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 20 วัน และภายหลังจากการเก็บรักษาถั้วฝักยาว จะสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และพบว่า ถั้วฝักยาวที่อายุ 8 วันหลังตัดฝัก เก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักสตนน้อยที่สุด คือ 1.77 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวและลักษณะภายนอกน้อยที่สุด และมีค่าเฉลี่ย TSS สูงที่สุด คือ 4.83 brix



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ฟักทอง
2. เครื่องแก้ว เช่น flask, test tube
3. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ
4. hand refractometer
5. บิวเรตต์
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
7. แผ่นเทียบสี (Royal Horticultural Society : R.H.S. color chart)
8. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
9. ก๊าซออกซิเจน
10. สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent : EA)
11. ถุงพลาสติก polyethylene(PE), polypropylene(PP), low density polyethylene(LDPE)
12. เครื่องผนึกสุญญากาศ (vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
13. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์ เช่น สาร NaOH 0.1 N, phenolphthalein 1%
14. ครกหินและผ้าขาวบาง
15. มีดและเขียง
16. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น สมุด ดินสอ ปากกา และกล้องถ่ายภาพ

สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการวิทยาการภายหลังการเก็บเกี่ยวไม้ผล ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

เริ่มการดำเนินงาน	มิถุนายน 2547
สิ้นสุดการดำเนินงาน	พฤษภาคม 2548

วิธีการดำเนินงาน

คัดเลือกพืชทองที่มีคุณภาพดีหลังการเก็บเกี่ยวและขนาดใกล้เคียงกันนำมาทดลอง โดยการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง คือ

การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหล $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาพืชทองหั่นสดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

จัดหาพืชทองที่มีลักษณะทางคุณภาพที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวมาหั่นเป็นชิ้นแล้วบรรจุในถุงพลาสติกที่กำหนดในปัจจุบัน A ถุงละ 50 กรัม โดยน้ำหนักสดของพืชทองหั่นสดและใส่สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของพืชทองหั่นสด ผึ่งปากถุงด้วยเครื่องผึ่งสุญญากาศแล้วเติม CO_2 และ O_2 ตามวิธีการที่กำหนดแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง

วางแผนการทดลองแบบ 3x4 factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 12 treatment combinations แต่ละวิธีการมี 2 replications ในแต่ละ replication มี 50 กรัม และประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัย A คือ ชนิดของภาชนะบรรจุ ประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่

- a_1 ถุงพลาสติก polyethylene (PE bag)
- a_2 ถุงพลาสติก polypropylene (PP bag)
- a_3 ถุงพลาสติก low density polyethylene (LDPE bag)

ปัจจัย B คือ แรงดันของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ในการบรรจุโดยใช้ แรงดันของก๊าซ มีหน่วยเป็น ปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI) ประกอบด้วย 4 ระดับ ได้แก่

b_1	CO_2	0	PSI	:	O_2	0	PSI
b_2	CO_2	5	PSI	:	O_2	0	PSI
b_3	CO_2	5	PSI	:	O_2	5	PSI
b_4	CO_2	10	PSI	:	O_2	5	PSI

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหล $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาพืชทองหั่นสดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

จัดหาพืชทองที่มีลักษณะทางคุณภาพที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวมาหั่นเป็นชิ้นแล้วบรรจุในถุงพลาสติกที่กำหนดในปัจจุบัน A ถุงละ 50 กรัม และใส่สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent,

EA) 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสดของฟักทองหั่นสด ผึ่งปากถุงด้วยเครื่องผึ่งสุญญากาศแล้วเติม CO₂ และ O₂ ตามวิธีการที่กำหนดแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

การบันทึกข้อมูล

1. การสูญเสียน้ำหนักสด โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของฟักทองหั่นสด ฤๅละ 50 กรัม ก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นบันทึกผลทุกๆ 2 วัน โดยนำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสดและคำนวณตามสูตร ดังนี้

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

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

บันทึกผลทุกๆ 2 วัน หลังการเก็บรักษา นำฟักทองหั่นสดมาวัดปริมาณ TSS โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อของฟักทองหั่นสดมาหยดลงบน hand refractometer แล้วอ่านค่า total soluble solid ซึ่งมีหน่วยเป็น brix

3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

บันทึกผลทุกๆ 2 วัน หลังการเก็บรักษา นำฟักทองหั่นสดมาวัดปริมาณ TA โดยนำน้ำคั้นจากเนื้อของฟักทองหั่นสด 5 มิลลิลิตร เติม phenolphthalein 1% จำนวน 3 – 5 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำไปไตเตรดด้วยสารละลายต่างมาตรฐาน NaOH 0.1 N จนกระทั่งถึง end point (น้ำคั้นเปลี่ยนเป็นสีชมพูอย่างถาวร) บันทึกปริมาณต่างที่ใช้เพื่อใช้ในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ ascorbic acid ตามสูตร ดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ ascorbic acid} = \frac{N \text{ base} \times \text{ml. base} \times \text{meq. wt. ของ ascorbic acid} \times 100}{\text{ml. ของน้ำคั้นที่ใช้}}$$

โดย N base

= normality ของ NaOH

ml. base

= จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ไตเตรด

meq. wt. ของ ascorbic acid

= 0.06808

4. ลักษณะสีเนื้อ

บันทึกผลทุกๆ 2 วัน หลังการเก็บรักษา นำฟักทองหั่นสดมาทำการวัดคุณภาพสี โดยทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีก่อนและหลังการเก็บรักษา โดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ Royal Horticultural Society (R.H.S. color chart)

5. คุณภาพกลิ่น

บันทึกผลทุกๆ 2 วัน หลังการเก็บรักษา โดยการดมกลิ่นและให้คะแนน ซึ่งมีระดับคะแนนทั้งหมด 5 ระดับ คือ

ระดับคะแนน	5	หมายถึง	กลิ่นดีมากเช่นเดียวกับพักทองหั่นสด
ระดับคะแนน	4	หมายถึง	กลิ่นดีใกล้เคียงกับพักทองหั่นสด
ระดับคะแนน	3	หมายถึง	กลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้
ระดับคะแนน	2	หมายถึง	กลิ่นผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับ
ระดับคะแนน	1	หมายถึง	กลิ่นผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับ

6. อาการเน่า

บันทึกผลทุกๆ 2 วัน หลังการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากคุณภาพที่ดีในการรับประทานและลักษณะภายนอกที่ผิดปกติของสีเนื้อ การเน่าเสีย อาการเหี่ยว โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเกณฑ์ที่ยอมรับได้จนถึงสิ้นสุดการยอมรับได้

7. อายุการเก็บรักษา

พิจารณาจากคุณภาพที่ดีในการรับประทานและลักษณะภายนอก ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้จนถึงสิ้นสุดการยอมรับได้ นับอายุเป็นวัน

8. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

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

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ผลปรากฏว่า

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักทองหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักทองหั่นสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 10.18 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.42 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ภายหลังการเก็บรักษา 1 วัน

ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.92, 1.84, 1.76, 1.68, 1.66, 1.66, 1.60, 1.54, 1.48 และ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.42 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.88, 2.70, 2.60, 2.56, 2.42, 2.36, 2.34, 2.10, 1.92 และ 1.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก

PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราอากาศ CO₂: O₂ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 9.52 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 4.68, 2.88, 2.76, 2.36, 2.34, 2.02, 2.02, 2.00, 1.98 และ 1.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.66 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราอากาศ CO₂: O₂ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 10.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 6.94, 5.34, 5.34, 4.94, 3.46, 3.24 และ 2.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.90 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ภายหลังการเก็บรักษา 5 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราอากาศ CO₂: O₂ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 9.96 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)				
	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
a ₁ b ₁	2.06	2.60	2.34	-	-
a ₁ b ₂	1.48	1.90	2.36	-	-
a ₁ b ₃	1.42	1.52	1.98	3.24	-
a ₁ b ₄	1.76	1.92	1.68	3.46	-
a ₂ b ₁	1.46	3.66	4.68	5.34	-
a ₂ b ₂	1.68	2.70	9.52	4.94	-
a ₂ b ₃	1.54	2.10	2.00	-	-
a ₂ b ₄	1.92	2.42	1.66	5.34	-
a ₃ b ₁	1.60	2.88	2.76	10.18	9.96
a ₃ b ₂	1.84	2.34	2.88	2.12	-
a ₃ b ₃	1.66	2.36	2.02	1.90	-
a ₃ b ₄	1.66	2.56	2.02	6.94	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 14.50 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 10.10 brix (ตารางที่ 2.2)

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 11.40 – 12.60 brix ภายหลังการเก็บรักษา 1 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 13.70 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 13.40, 13.00, 12.50, 12.30, 12.10, 12.10, 11.90, 11.90 และ 11.70 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 10.90 brix (ตารางที่ 2.2)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 13.50 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 13.40, 13.40, 12.60, 12.60, 12.40, 12.10, 12.00, 11.20, 10.90 และ 10.60 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 10.40 brix (ตารางที่ 2.2)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 14.50 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 :$

O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI
 ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂
 : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ซึ่งมี
 ปริมาณ TSS 13.40, 12.90, 12.80, 12.20, 12.20, 12.20, 12.00, 11.20, 11.20 และ 10.60 brix
 ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ
 TSS น้อยที่สุด คือ 10.50 brix (ตารางที่ 2.2)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 5:0
 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.70 brix รองลงมา
 คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂:
 O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI
 ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS
 11.80, 11.70, 11.20, 11.10, 10.90 และ 10.70 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษา
 ในถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 10.20 brix
 (ตารางที่ 2.2)

ภายหลังการเก็บรักษา 5 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂
 0:0 PSI มีปริมาณ TSS 10.10 brix (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TSS (brix)					
	ก่อนการเก็บรักษา	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
a ₁ b ₁	12.20	10.90	13.40	13.40	-	-
a ₁ b ₂	12.40	12.10	13.50	14.50	-	-
a ₁ b ₃	11.40	13.40	12.10	12.20	10.90	-
a ₁ b ₄	12.40	13.70	12.00	12.20	11.20	-
a ₂ b ₁	12.60	10.90	13.40	12.90	11.80	-
a ₂ b ₂	12.60	11.90	12.60	12.20	12.70	-
a ₂ b ₃	12.40	13.00	12.40	11.20	-	-
a ₂ b ₄	12.20	11.70	11.20	12.00	11.10	-
a ₃ b ₁	12.60	11.90	10.60	12.80	11.70	10.10
a ₃ b ₂	11.40	12.10	12.60	11.20	10.20	-
a ₃ b ₃	12.40	12.30	10.90	10.60	10.70	-
a ₃ b ₄	12.60	12.50	10.40	10.50	12.70	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TA เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.31 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.22 – 0.30 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังการเก็บรักษา 1 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.28, 0.28, 0.28, 0.27, 0.27, 0.26, 0.25, 0.25, 0.24 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.23 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.29, 0.29, 0.28, 0.28, 0.27, 0.27, 0.27, 0.27, 0.26 และ 0.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุง

พลาสติก PP + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.29, 0.29, 0.28, 0.27, 0.26, 0.26, 0.25, 0.25, 0.25 และ 0.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.31 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.29, 0.28, 0.22, 0.22, 0.21, 0.20 และ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 5 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TA 0.28 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TA (%)					
	ก่อนการเก็บรักษา	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
a ₁ b ₁	0.30	0.24	0.28	0.25	-	-
a ₁ b ₂	0.25	0.23	0.29	0.21	-	-
a ₁ b ₃	0.23	0.27	0.26	0.25	0.19	-
a ₁ b ₄	0.27	0.29	0.27	0.27	0.20	-
a ₂ b ₁	0.29	0.27	0.30	0.29	0.31	-
a ₂ b ₂	0.28	0.24	0.27	0.28	0.29	-
a ₂ b ₃	0.29	0.28	0.25	0.24	-	-
a ₂ b ₄	0.22	0.25	0.26	0.26	0.22	-
a ₃ b ₁	0.25	0.26	0.29	0.29	0.21	0.28
a ₃ b ₂	0.28	0.25	0.28	0.30	0.22	-
a ₃ b ₃	0.29	0.28	0.27	0.25	0.20	-
a ₃ b ₄	0.29	0.28	0.27	0.26	0.28	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สีเนื้อ

สีเนื้อของฟักทองหั่นสดก่อนการเก็บรักษาส่วนใหญ่มีสีเหลืองส้ม ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Orange Group 19A (YOG19A) ภายหลังจากการเก็บรักษาพบว่า สีเนื้อของฟักทองหั่นสดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 แสดงสีเนื้อของฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	สีเนื้อของฟักทองหั่นสด					
	ก่อนการเก็บรักษา	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
a ₁ b ₁	YOG22B	YOG16A	YOG16C	YOG16A	-	-
a ₁ b ₂	YG7A	YOG16C	YOG19A	YOG16B	-	-
a ₁ b ₃	YG11A	YOG16B	YOG16B	YOG16C	YOG22B	-
a ₁ b ₄	YG5A	YOG21C	YOG19A	YOG23B	YOG16B	-
a ₂ b ₁	YOG20A	YOG16C	YOG20B	YOG15C	YOG19A	-
a ₂ b ₂	YOG19A	YG11B	YOG19A	YG11B	YG11A	-
a ₂ b ₃	YOG16B	YOG21B	YOG19A	YOG22B	-	-
a ₂ b ₄	YOG16C	YOG16A	YOG15C	YOG19A	YOG22B	-
a ₃ b ₁	YOG21C	YOG19A	YOG21C	YOG20A	YOG22B	YOG22B
a ₃ b ₂	YOG20B	YG13C	YG13C	YOG21C	YOG22B	-
a ₃ b ₃	YOG16B	YOG20B	YG10A	YOG19A	YOG22B	-
a ₃ b ₄	YOG19A	YG9C	YOG15D	YG11A	YOG17D	-

หมายเหตุ YG = Yellow Group
YOG = Yellow Orange Group

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. คุณภาพกลิ่นของฟักทองแห้งสด

ในระหว่างการเก็บรักษาฟักทองแห้งสดทุกๆ การทดลองพบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลอง ฟักทองแห้งสดมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมากใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนน 5 คะแนน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 1 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนน 5 คะแนน (ตารางที่ 2.5)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3 – 4.5 คะแนน (ตารางที่ 2.5)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 2.7 – 4.5 คะแนน (ตารางที่ 2.5)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 2.5 – 4 คะแนน (ตารางที่ 2.5)

ภายหลังการเก็บรักษา 5 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับ โดยมีคะแนน 1.8 คะแนน (ตารางที่ 2.5)

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด					
	ก่อนการเก็บรักษา	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
a ₁ b ₁	5.00	5.00	4.50	3.80	-	-
a ₁ b ₂	5.00	5.00	4.50	4.50	-	-
a ₁ b ₃	5.00	5.00	4.50	4.00	3.00	-
a ₁ b ₄	5.00	5.00	4.00	4.00	3.00	-
a ₂ b ₁	5.00	5.00	4.00	4.30	3.50	-
a ₂ b ₂	5.00	5.00	3.50	3.70	3.00	-
a ₂ b ₃	5.00	5.00	4.00	3.50	-	-
a ₂ b ₄	5.00	5.00	4.00	4.00	3.70	-
a ₃ b ₁	5.00	5.00	3.00	3.50	3.50	1.80
a ₃ b ₂	5.00	5.00	4.00	2.70	2.50	-
a ₃ b ₃	5.00	5.00	4.00	4.00	2.50	-
a ₃ b ₄	5.00	5.00	4.00	4.20	4.00	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อาการเน่าของผักของหั่นสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักของหั่นสดมีอาการเน่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักของหั่นสดมีอาการเน่ามากที่สุด คือ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีอาการเน่าน้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 1 วัน

ปรากฏว่าผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลอง มีลักษณะภายนอกและคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกับผักของหั่นสด โดยมีอาการเน่า 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2 0:0$ PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 5:5$ PSI ซึ่งมีอาการเน่า 20, 20, 20, 7.50, 7.50 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 5:5$ PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 5:5$ PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 3 วัน

ผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2 5:0$ PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 13.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 5:5$ PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 5:5$ PSI ซึ่งมีอาการเน่า 7.75, 7.50, 6.75, 6.25, 6.25 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 5:5$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 10:5$ PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2 5:5$ PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 :$

O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 0:0 PSI ซึ่งมีอายุการเน่า 15.50, 15.50, 15, 10.75, 7.50, 6.75 และ 6.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักของหัตถ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 5.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 5 วัน

พักของหัตถ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TA 13.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2.6)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงอาการเน่าของผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	อาการเน่า (เปอร์เซ็นต์)				
	1 วัน	2 วัน	3 วัน	4 วัน	5 วัน
a ₁ b ₁	0	25.00	6.25	-	-
a ₁ b ₂	0	0	0	-	-
a ₁ b ₃	0	0	7.50	15.00	-
a ₁ b ₄	0	0	6.75	10.75	-
a ₂ b ₁	0	0	0	6.25	-
a ₂ b ₂	0	20.00	7.75	15.50	-
a ₂ b ₃	0	6.25	6.00	-	-
a ₂ b ₄	0	7.50	0	6.75	-
a ₃ b ₁	0	7.50	6.25	7.50	13.50
a ₃ b ₂	0	20.00	13.50	15.50	-
a ₃ b ₃	0	0	0	50.00	-
a ₃ b ₄	0	20.00	0	5.75	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสด

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 3 วัน รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีอายุการเก็บรักษา 2 วัน ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 1 วัน (ตารางที่ 2.7)

ตารางที่ 2.7 แสดงอายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่างๆกัน

Treatment Combination	อายุการเก็บรักษา (วัน)
a ₁ b ₁	1
a ₁ b ₂	3
a ₁ b ₃	2
a ₁ b ₄	2
a ₂ b ₁	3
a ₂ b ₂	1
a ₂ b ₃	1
a ₂ b ₄	2
a ₃ b ₁	1
a ₃ b ₂	1
a ₃ b ₃	3
a ₃ b ₄	2

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักของหน่อสด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักของหน่อสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักของหน่อสดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 10.40 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.1)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ผักของหน่อสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักของหน่อสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.98, 0.84, 0.81, 0.67, 0.65, 0.63, 0.57, 0.53, 0.48 และ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักของหน่อสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.36 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ผักของหน่อสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักของหน่อสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักของหน่อสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.49 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ผักของหน่อสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

มากที่สุด คือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหันสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 และ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.67 และ 0.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักทองหันสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.55 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

พักทองหันสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหันสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.00, 0.97, 0.97, 0.95, 0.93, 0.91, 0.91, 0.87, 0.73 และ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักทองหันสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.64 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวยพบว่า พักทองหันสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.97 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหันสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพักทองหันสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวยพบว่า พักทองหันสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 0.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหันสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 0.94 และ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.84 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.65 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.42, 1.26, 1.24, 1.22, 1.17, 1.15, 1.11, 0.82, 0.78 และ 0.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.66 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.08 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 และ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.11 และ 1.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราคาร์บอนไดออกไซด์ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.95 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า

อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.77 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.98, 1.86, 1.80, 1.42, 1.21, 1.14, 1.14, 1.09, 1.02 และ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.67 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.72 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE และ PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.24 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 และ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.26 และ 1.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.20 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 10 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.42, 1.36, 1.24, 1.17, 1.16, 1.11, 1.11, 1.10, 1.09 และ 0.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.83 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.30 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.07 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 และ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 1.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 1.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.02 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าอัตราการใช้ของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.53 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสด

ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI
 ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE +
 CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI
 ถุงพลาสติก LDPE+ CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE+ CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +
 CO₂ : O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.40, 3.09, 2.95, 2.86, 2.72, 2.64,
 2.52, 2.37, 2.27 และ 2.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก
 PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.07 เปอร์เซ็นต์ และ
 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ
 (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาใน
 ถุงพลาสติก PP มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บ
 รักษาในถุงพลาสติก PE และ LDPE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.61
 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การ
 สูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองแห้ง
 สดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมาก
 ที่สุด คือ 3.05 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ :
 O₂ 5:0 และ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.62 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บ
 รักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ
 2.58 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้
 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0
 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.73 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสด
 ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI
 ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂
 : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI
 ถุงพลาสติก LDPE+ CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE+ CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE

+ CO₂ : O₂ 5:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.80, 2.71, 2.63, 2.61, 2.59, 2.51, 2.47, 2.16, 2.07 และ 1.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 1.82 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.91 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.15 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 2.84 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 และ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 2.63 และ 2.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.11 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 5.76 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 5.45, 4.39, 3.63, 3.25, 3.03, 2.99, 2.73, 2.43, 2.40 และ 2.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการ

วิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีการสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 4.81 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วน พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.32 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ อย่างเดียพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุดคือ 3.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ 10:5 และ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.58 และ 3.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.92 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 18 วัน

พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดมากที่สุด คือ 10.40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด 5.87, 5.84, 5.70, 5.44, 5.25 และ 5.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 5.13 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีการสูญเสีย น้ำหนักสดมากที่สุด คือ 4.06 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักสด 2.69 เปอร์เซ็นต์ ส่วน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 2.03 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด คือ 3.69 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 0:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 3.63 และ 3.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด คือ 0.91 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.3)

ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด 7.64 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.1 ภาพที่ 1)

ตารางที่ 3.1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของพืชของหน่อที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)									
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน	20วัน
a ₁ b ₁	0.57a ^{1/}	1.00a ^{1/}	0.77a ^{1/}	1.14a ^{1/}	1.42a ^{1/}	3.53a ^{1/}	3.73a ^{1/}	2.40a ^{1/}	10.40a ^{1/}	-
a ₁ b ₂	0.36a	0.93a	1.42a	0.69a	0.86a	2.64c-f	2.51a	2.43a	5.44a	-
a ₁ b ₃	0.53a	0.97a	1.26a	1.14a	1.10a	2.07f	2.59a	2.17a	-	-
a ₁ b ₄	0.48a	0.97a	1.11a	1.98a	1.11a	2.19ef	2.80a	2.27a	5.70a	7.64
a ₂ b ₁	0.37a	0.64a	1.15a	0.67a	1.11a	2.52c-f	2.63a	2.73a	5.25a	-
a ₂ b ₂	0.63a	0.73a	1.24a	1.86a	0.83a	2.86a-e	2.71a	3.25a	-	-
a ₂ b ₃	0.67a	1.30a	0.78a	1.42a	1.09a	3.40ab	1.82a	2.99a	5.87a	-
a ₂ b ₄	0.84a	0.91a	1.22a	1.02a	1.24a	2.95a-d	2.61a	3.03a	5.13a	-
a ₃ b ₁	0.98a	0.91a	1.17a	1.80a	1.16a	3.09a-c	2.16a	3.63a	-	-
a ₃ b ₂	0.65a	0.87a	0.66a	1.09a	1.36a	2.37c-f	2.07a	4.39a	-	-
a ₃ b ₃	0.81a	0.69a	0.82a	1.21a	1.50a	2.27d-f	1.91a	5.76a	5.19a	-
a ₃ b ₄	1.23a	0.95a	1.65a	2.77a	1.17a	2.72b-f	2.47a	5.45a	5.84a	-

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของพืชของพื้กทองหั้นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE

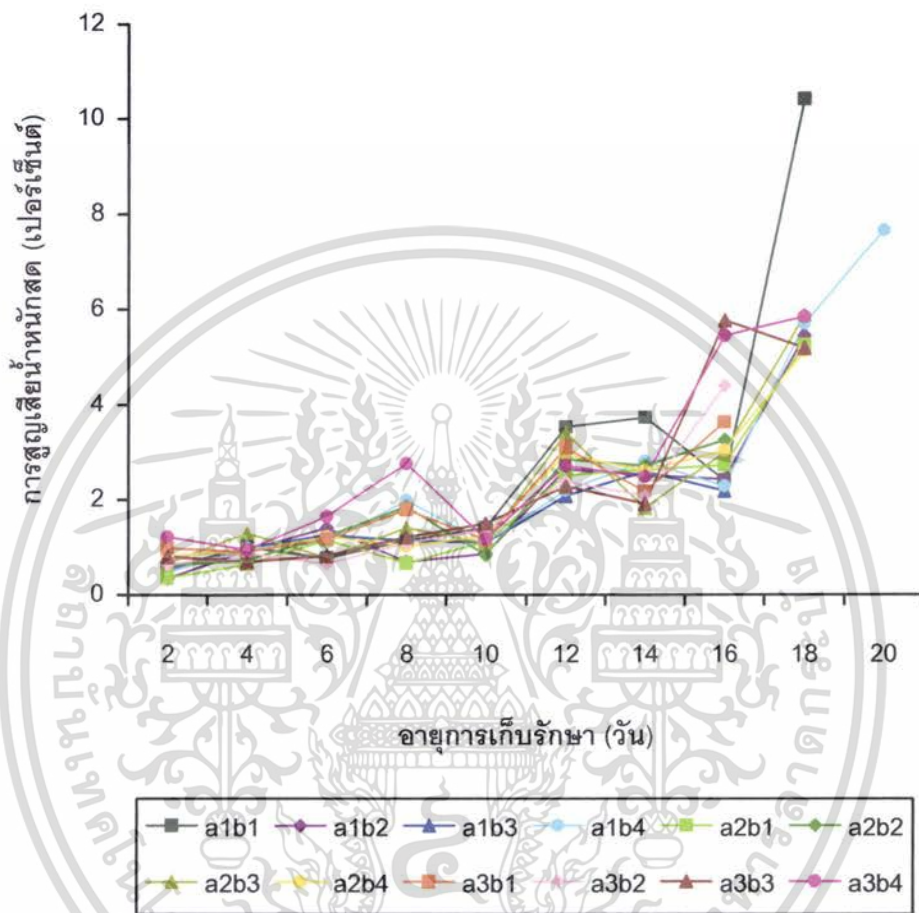
ชนิดถุงพลาสติก	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)								
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน
PE	0.49b ^{1/}	0.97a ^{1/}	1.14a ^{1/}	1.24a ^{1/}	1.12a ^{1/}	2.61a ^{1/}	2.91a ^{1/}	2.32b ^{1/}	2.69a ^{1/}
PP	0.63b	0.89a	1.10a	1.24a	1.07a	2.93a	2.44b	3.00b	4.06a
LDPE	0.92a	0.85a	1.08a	1.72a	1.30a	2.61a	2.15b	4.81a	2.03a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของพื้กทองหั้นสด ที่เก็บรักษาร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของ ก๊าซ CO ₂ : O ₂ (PSI)	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)								
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน
0:0	0.64a ^{1/}	0.85a ^{1/}	1.03a ^{1/}	1.20a ^{1/}	1.23a ^{1/}	3.05a ^{1/}	2.84a ^{1/}	2.92a ^{1/}	3.48a ^{1/}
5:0	0.55a	0.84a	1.11a	1.21a	1.02a	2.62a	2.63ab	3.36a	0.91a
5:5	0.67a	0.99a	0.95a	1.26a	1.23a	2.58a	2.43bc	3.64a	3.69a
10:5	0.85a	0.94a	1.33a	1.92a	1.17a	2.62a	2.11c	3.58a	3.63a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของฟักทองนั้นสดภายหลังการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 15.00 brix และมีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 8.90 brix (ตารางที่ 3.4)

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TSS อยู่ในช่วงระหว่าง 11.40 – 12.60 brix ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 12.10 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP+ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 12.00, 11.90, 11.90, 11.70, 11.60, 11.60, 11.30, 11.10, 10.90 และ 10.70 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 10.40 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 11.90 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.40 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 11.00 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI และอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุดคือ 11.67 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS 11.40 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 11.00 brix และจากการวิเคราะห์

ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI และถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 10.60 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 10.50, 10.40, 10.30, 10.20, 10.20, 9.90, 9.80 และ 9.70 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 8.90 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 10.42 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TSS 10.05 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 9.95 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 10.37 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS 10.23 และ 10.17 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 9.80 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.90 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE +

CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.80, 11.80, 11.70, 11.60, 11.60, 11.50, 11.30, 10.90, 10.80 และ 10.00 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 9.70 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.55 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.08 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.02 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.37 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 และ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS 11.30 และ 11.13 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.07 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI และถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.90 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.80, 11.80, 11.70, 11.60, 11.60, 11.30, 11.20, 10.90 และ 10.70 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂

0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 9.80 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.65 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.35 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.05 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.73 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS 11.47 และ 11.23 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 10.97 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการใช้ของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 10 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 13.50 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI และถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 12.40, 11.60, 11.50, 11.40, 11.40, 11.30, 11.30, 10.80, 10.80 และ 10.60 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 9.80 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.75 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.30 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาถุงพลาสติก

PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.05 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุ มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 11.83 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 และ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS 11.60 และ 11.20 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 10.83 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซมีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.40 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI และถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 12.20, 12.20, 12.10, 12.00, 12.00, 11.90, 11.70, 11.60, 11.60 และ 11.60 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.00 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.02 brix รองลงมาคือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TSS 11.85 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.70 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุ ไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.00 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS 11.93 และ 11.77 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหล

ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.73 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 13.70 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:5$ PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:5$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:5$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 0:0$ PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 10:5$ PSI และถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 13.10, 12.60, 12.30, 12.20, 12.20, 12.00, 12.00, 11.90, 11.80 และ 11.80 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 10:5$ PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.50 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.52 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ซึ่งมีปริมาณ TSS 12.37 brix ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.87 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:5$ PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.63 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 0:0$ และ $10:5$ PSI มีปริมาณ TSS 11.97 และ 11.87 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.57 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 13.10 brix รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 10:5$ PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2 5:0$ PSI ถุงพลาสติก PP + CO_2

: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP+ CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 5:0 PSI และถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 13.00, 13.00, 13.00, 12.90, 12.80, 12.40, 12.30, 12.30, 12.20 และ 12.10 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 11.80 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE และ ถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.60 brix ส่วนฟักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 12.52 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 12.90 brix รองลงมา คือ ฟักทองที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 5:0 และ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS 12.77 และ 12.33 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 12.30 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 18 วัน

ฟักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 15.00 brix รองลงมา คือ ฟักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂: O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂: O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS 13.50, 13.40, 13.20, 13.00, 12.60 และ 12.40 brix ตามลำดับ ส่วนฟักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂: O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 12.00 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 9.90 brix รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ซึ่งมีปริมาณ TSS 4.95 brix ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 4.92 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.5)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียพบพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TSS มากที่สุด คือ 8.83 brix รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 0:0 PSI มีปริมาณ TSS 8.53 และ 6.50 brix ตามลำดับ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุด คือ 2.50 brix และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TSS แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.6)

ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน

พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TSS 12.00 brix (ตารางที่ 3.4 ภาพที่ 2)

ตารางที่ 3.4 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TSS (brix)									
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน	20วัน
a ₁ b ₁	11.60a ^{1/}	8.90a ^{1/}	10.00bc ^{1/}	9.80b ^{1/}	9.80d ^{1/}	11.70a ^{1/}	12.00a ^{1/}	12.40a ^{1/}	12.60a ^{1/}	-
a ₁ b ₂	10.40a	10.20a	10.80a-c	11.80a	12.40b	11.60a	13.70a	12.20a	15.00a	-
a ₁ b ₃	11.90a	10.50a	11.70a	11.70a	13.50a	11.90a	12.60a	12.80a	-	-
a ₁ b ₄	11.70a	10.60a	11.60a	10.90ab	11.30c	12.20a	11.80a	13.00a	12.00a	12.00
a ₂ b ₁	11.30a	9.90a	11.90a	11.20a	11.30c	12.20a	12.00a	12.30a	13.20a	-
a ₂ b ₂	10.70a	9.70a	11.80a	11.60a	10.80cd	11.60a	11.80a	13.00a	-	-
a ₂ b ₃	11.10a	10.40a	9.70c	10.70ab	10.60cd	11.00a	12.20a	13.00a	13.00a	-
a ₂ b ₄	10.90a	9.80a	10.90ab	11.90a	11.50bc	12.00a	11.50a	11.80a	13.40a	-
a ₃ b ₁	12.10a	10.60a	11.50a	11.90a	11.40bc	12.10a	11.90a	12.30a	-	-
a ₃ b ₂	11.90a	10.60a	11.30a	11.80a	11.60bc	12.00a	12.20a	13.10a	-	-
a ₃ b ₃	12.00a	10.20a	11.80a	11.30a	11.40bc	12.40a	13.10a	12.90a	13.50a	-
a ₃ b ₄	11.60a	10.30a	11.60a	11.60a	10.80cd	11.60a	12.30a	12.10a	12.40a	-

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.5 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE PP และ LDPE

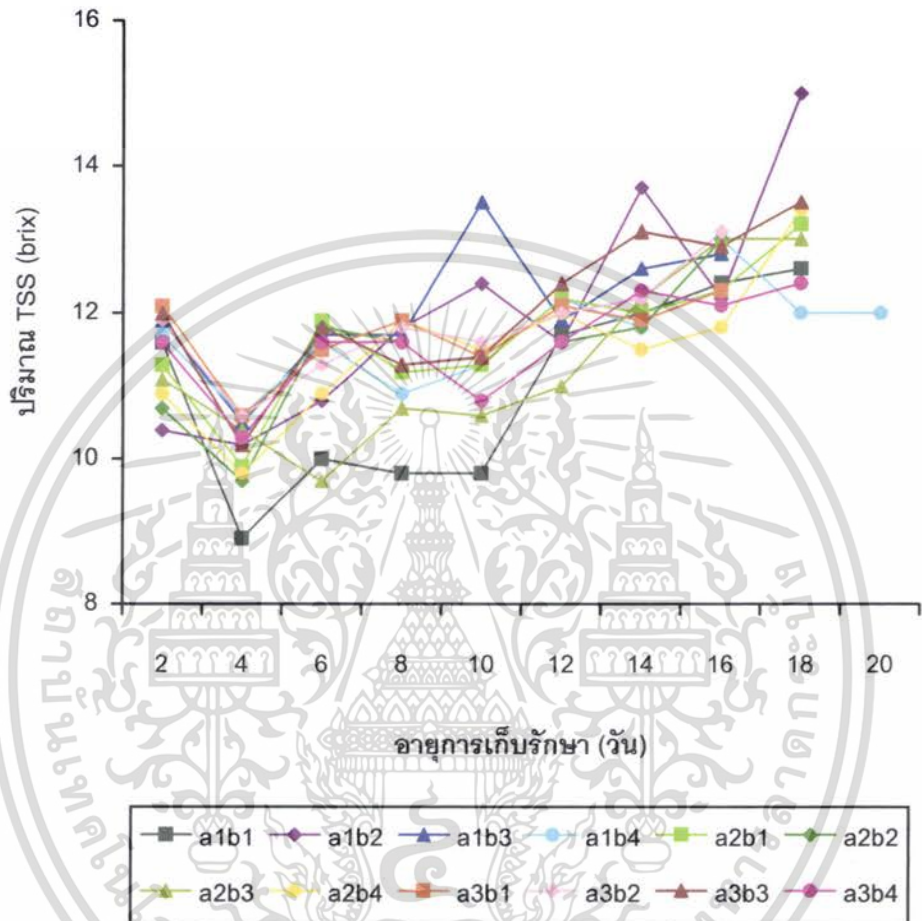
ชนิดถุงพลาสติก	ปริมาณ TSS (brix)								
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน
PE	11.40a ^{1/}	10.05a ^{1/}	11.02a ^{1/}	11.05a ^{1/}	11.75a ^{1/}	11.85a ^{1/}	12.52a ^{1/}	12.60a ^{1/}	4.95a ^{1/}
PP	11.00a	9.95a	11.08a	11.35a	11.05b	11.70a	11.87a	12.52a	9.90a
LDPE	11.90a	10.42a	11.55a	11.65a	11.30b	12.02a	12.37a	12.60a	4.92a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.6 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของ ก๊าซ CO ₂ : O ₂ (PSI)	ปริมาณ TSS (brix)								
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน
0:0	11.67a ^{1/}	9.80a ^{1/}	11.13a ^{1/}	10.97a ^{1/}	10.83c ^{1/}	12.00a ^{1/}	11.97a ^{1/}	12.33a ^{1/}	6.50a ^{1/}
5:0	11.00a	10.17a	11.30a	11.73a	11.60ab	11.73a	11.57a	12.77a	2.50a
5:5	11.67a	10.37a	11.07a	11.23a	11.83a	11.77a	12.63a	12.90a	8.83a
10:5	11.40a	10.23a	11.37a	11.47a	11.20bc	11.93a	11.87a	12.30a	8.53a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ total soluble solid (TSS) ของพืชทองหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TA ลดลงเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.34 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.7)

ก่อนทำการเก็บรักษา

ก่อนทำการเก็บรักษาฟักทองหั่นสดมีปริมาณ TA อยู่ในช่วงระหว่าง 0.22 - 0.30 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.34 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.33, 0.33, 0.32, 0.31, 0.31, 0.31, 0.30, 0.30 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI และ ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.29 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TA 0.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 และ 5:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ

CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.30 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.24, 0.23, 0.23, 0.23, 0.22, 0.20, 0.19, 0.18, 0.17 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.23 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TA 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.27 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:5 และ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.26 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ :

O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI
 ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE +
 CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI
 ซึ่งมีปริมาณ TA 0.24, 0.20, 0.20, 0.20, 0.19, 0.19, 0.18, 0.17, 0.17 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์
 ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TA
 น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA มีความแตกต่าง
 ทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน
 ถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บ
 รักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TA 0.19 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษา
 ถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ
 พบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสด
 ที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 PSI อัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 PSI
 และ อัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วน
 ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ
 0.18 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้
 ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0
 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาใน
 ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ :
 O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI
 ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE
 + CO₂ : O₂ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:0
 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.18, 0.18, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.16, 0.16 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์
 ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI มีปริมาณ TA

น้อยที่สุด คือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดี่ยวพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ซึ่งมีปริมาณ TA 0.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดี่ยวพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 และ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 10 วัน

พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.21, 0.21, 0.18, 0.17, 0.17, 0.16, 0.16, 0.16 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI และ ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.15 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดี่ยวพบว่า พักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP และ LDPE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุมีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 ซึ่งมีปริมาณ TA 0.18 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 และ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการใช้ของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI และถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.19, 0.19, 0.18, 0.17 และ 0.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวยพบว่า พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TA 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุมีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 5:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.20 และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพืชของหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และจาก

การวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.24, 0.23, 0.21, 0.21, 0.20, 0.20, 0.20, 0.19, 0.18 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE และ LDPE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 ซึ่งมีปริมาณ TA 0.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 และ 5:0 PSI ปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.25 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI

ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.24, 0.24, 0.24, 0.21, 0.21, 0.21, 0.20, 0.20 และ 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI และ ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.17 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ซึ่งมีปริมาณ TA 0.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.20 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ อย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 0:0 และ 5:5 ซึ่งมีปริมาณ TA 0.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.19 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 18 วัน

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ 5:0 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.21 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + CO₂ : O₂ 10:5 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.20, 0.19, 0.19, 0.19, 0.17 และ 0.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + CO₂ : O₂ 10:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.16 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TA ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)

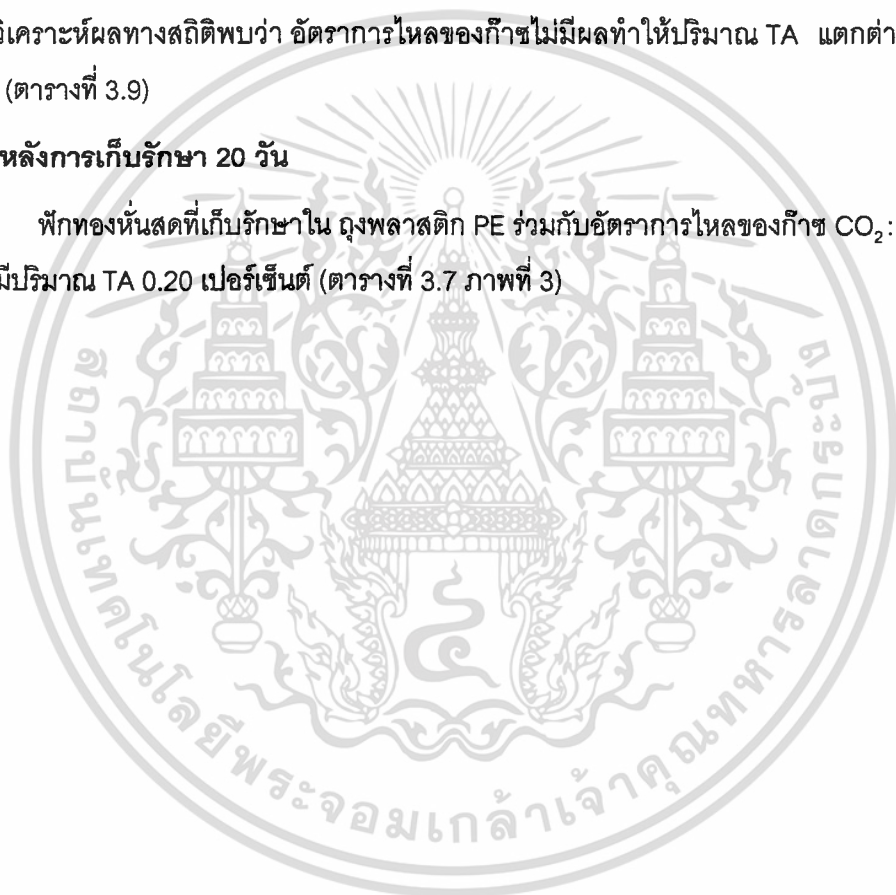
เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียวพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษา

ถุงพลาสติก PE และ LDPE มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.07 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.8)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียวพบว่า พักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA มากที่สุด คือ 0.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ พักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 และ 0:0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TA 0.11 และ 0.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนพักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0.04 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการไหลของก๊าซไม่มีผลทำให้ปริมาณ TA แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.9)

ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน

พักทองแห้งสดที่เก็บรักษาใน ถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA 0.20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.7 ภาพที่ 3)



ตารางที่ 3.7 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักทองหน้สด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)									
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน	20วัน
a ₁ b ₁	0.30a ^{1/}	0.16a ^{1/}	0.20bc ^{1/}	0.14a ^{1/}	0.18a ^{1/}	0.19a ^{1/}	0.16a ^{1/}	0.21a ^{1/}	0.17a ^{1/}	-
a ₁ b ₂	0.30a	0.17a	0.17c	0.16a	0.21a	0.16a	0.21a	0.24a	0.21a	-
a ₁ b ₃	0.29a	0.18a	0.19bc	0.18a	0.21a	0.14a	0.20a	0.17a	-	-
a ₁ b ₄	0.31a	0.27a	0.26a	0.17a	0.24a	0.21a	0.23a	0.19a	0.16a	0.20
a ₂ b ₁	0.30a	0.19a	0.20bc	0.19a	0.17a	0.21a	0.21a	0.20a	0.19a	-
a ₂ b ₂	0.31a	0.20a	0.24ab	0.18a	0.15a	0.19a	0.18a	0.24a	-	-
a ₂ b ₃	0.29a	0.23a	0.16c	0.17a	0.16a	0.18a	0.19a	0.21a	0.19a	-
a ₂ b ₄	0.32a	0.17a	0.17c	0.17a	0.16a	0.17a	0.17a	0.17a	0.17a	-
a ₃ b ₁	0.33a	0.24a	0.20bc	0.16a	0.15a	0.21a	0.20a	0.21a	-	-
a ₃ b ₂	0.33a	0.23a	0.18c	0.16a	0.16a	0.21a	0.24a	0.24a	-	-
a ₃ b ₃	0.31a	0.23a	0.19bc	0.17a	0.16a	0.21a	0.25a	0.25a	0.20a	-
a ₃ b ₄	0.34a	0.22a	0.17c	0.17a	0.17a	0.21a	0.20a	0.20a	0.19a	-

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.8 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE

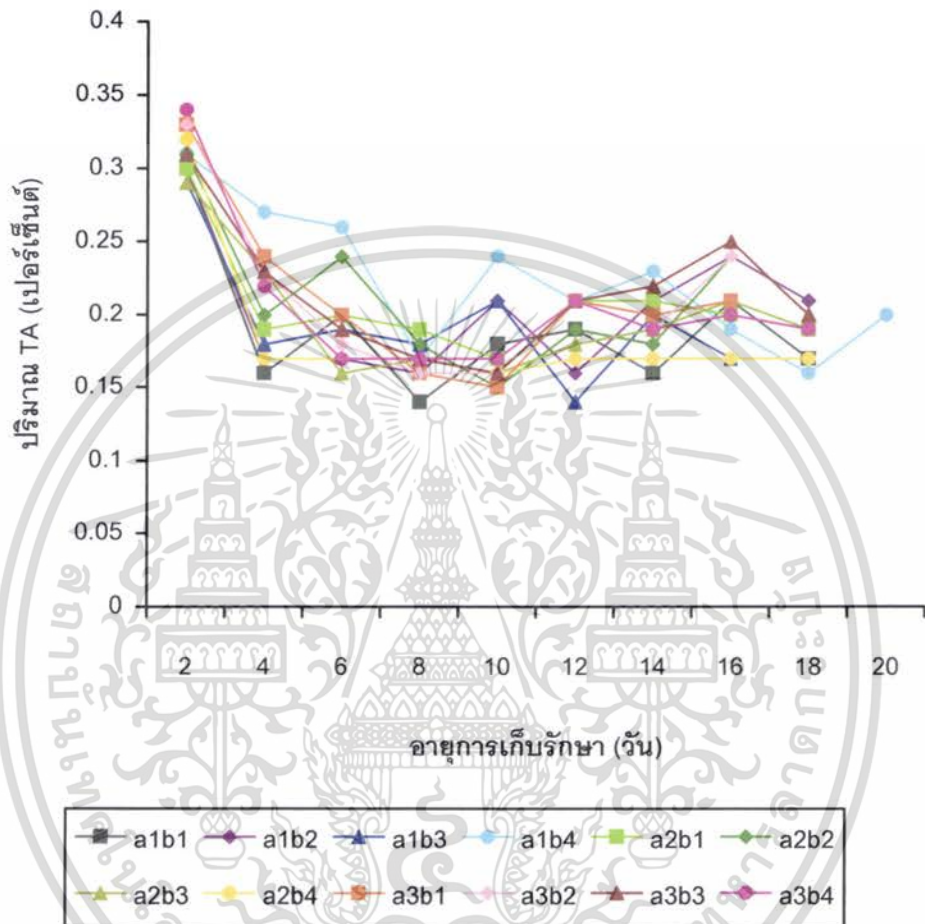
ชนิดถุงพลาสติก	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)								
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน
PE	0.30a ^{1/}	0.19a ^{1/}	0.21a ^{1/}	0.16a ^{1/}	0.21a ^{1/}	0.18b ^{1/}	0.20a ^{1/}	0.20a ^{1/}	0.07a ^{1/}
PP	0.31a	0.20a	0.19a	0.18a	0.16b	0.20ab	0.19a	0.21a	0.14a
LDPE	0.33a	0.23a	0.18a	0.17a	0.16b	0.21a	0.20a	0.22a	0.07a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.9 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของฟักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาร่วมกับ อัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของ ก๊าซ CO ₂ : O ₂ (PSI)	ปริมาณ TA (เปอร์เซ็นต์)								
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน
0:0	0.31a ^{1/}	0.27a ^{1/}	0.20a ^{1/}	0.16a ^{1/}	0.17a ^{1/}	0.21a ^{1/}	0.19a ^{1/}	0.21a ^{1/}	0.09a ^{1/}
5:0	0.31a	0.17a	0.20a	0.16a	0.17a	0.19a	0.19a	0.24a	0.04a
5:5	0.30a	0.22a	0.18a	0.18a	0.18a	0.18a	0.21a	0.21a	0.13a
10:5	0.32a	0.22a	0.20a	0.17a	0.19a	0.20a	0.20a	0.19a	0.11a

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันและตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 3 แสดงปริมาณ titratable acidity (TA) ของผักของหนัสดภายหลังการเก็บรักษา 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สีเนื้อ

สีเนื้อของฟักทองหันสดก่อนการเก็บรักษามีสีเหลืองส้ม ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม Yellow Orange Group 19A (YOG19A) ภายหลังจากการเก็บรักษาพบว่า สีเนื้อของฟักทองหันสดมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ตารางที่ 3.10)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 แสดงสีเนื้อของฟักทองพันธุ์สดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	สีเนื้อของฟักทองพันธุ์สดภายหลังการเก็บรักษา									
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน	20วัน
a ₁ b ₁	YOG19A	YOG19A	YOG20A	YOG21C	YOG19A	YOG19A	YOG21C	YG13C	YOG22B	-
a ₁ b ₂	YG11A	YOG20A	YOG19A	YG13B	YOG21B	YOG21B	YG13C	YG13C	YOG15C	-
a ₁ b ₃	YG12B	YOG21C	YOG22C	YOG16B	YGG153D	YG13B	YOG23B	YG12C	-	-
a ₁ b ₄	YOG19A	YOG21B	YOG20A	YOG20A	YOG21C	YOG20A	YOG21C	YG13A	YOG22B	YOG22B
a ₂ b ₁	YOG19A	YOG20A	YOG19A	YOG19A	YOG21C	YOG22B	YG10B	YOG19A	YOG22B	-
a ₂ b ₂	YG12C	YOG20A	YOG19A	YOG19A	YOG14C	YOG14C	YG13C	YOG22B	-	-
a ₂ b ₃	YG11B	YOG14C	YG12C	YOG15C	YG11A	YOG22B	YOG22B	YOG22B	YOG19A	-
a ₂ b ₄	YG11A	YOG14C	YOG20A	YOG15B	YOG22B	YOG22B	YOG22C	YOG19A	YOG22B	-
a ₃ b ₁	YOG19A	YOG21C	YOG20A	YOG21C	YOG21C	YOG21C	YOG22B	YOG22B	-	-
a ₃ b ₂	YOG16B	YOG20A	YOG20A	YOG19A	YOG21C	YOG21C	YOG22B	YOG21C	-	-
a ₃ b ₃	YOG19A	YOG20A	YOG15B	YOG21C	YOG16A	YOG22B	YOG19A	YOG19A	YOG16A	-
a ₃ b ₄	YOG20A	YOG21C	YOG18A	YOG15B	YOG16A	YOG21C	YOG22B	YOG21C	YOG21C	-

หมายเหตุ YG = Yellow Group
 YGG = Yellow Green Group
 YOG = Yellow Orange Group

5. คุณภาพกลิ่นของฟักทองแห้งสด

ในระหว่างการเก็บรักษาฟักทองแห้งสดทุกๆ วิธีการทดลองพบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลอง ฟักทองแห้งสดมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนน 5 คะแนน ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนน 5.00 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 4 – 4.40 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสดและมีบางวิธีการผิดปกติน้อย โดยมีความอยู่ระหว่าง 2.25 – 4.10 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.55 – 4.20 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 10 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสดและมีบางวิธีการผิดปกติน้อย โดยมีความอยู่ระหว่าง 2.00 – 4.05 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสดและมีบางวิธีการผิดปกติ โดยมีความอยู่ระหว่าง 2.75 – 4.15 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีใกล้เคียงกับฟักทองแห้งสด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 3.65 – 4.35 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้และมีบางวิธีการผิดปกติมาก โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 1.75 – 4.20 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 18 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับและมีบางวิธีการผิดปกติมาก โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 0.80 – 3.65 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติมากไม่เป็นที่ยอมรับ โดยมีคะแนน 1.20 คะแนน (ตารางที่ 3.11)

ตารางที่ 3.11 แสดงคุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสดภายหลังการเก็บรักษา									
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน	20วัน
a ₁ b ₁	5.00	4.00	4.00	4.20	3.85	3.95	3.90	3.40	2.00	-
a ₁ b ₂	5.00	4.15	3.75	4.10	2.00	3.95	4.00	3.80	1.80	-
a ₁ b ₃	5.00	4.00	3.90	4.05	3.95	3.75	3.65	3.60	-	-
a ₁ b ₄	5.00	4.20	3.90	3.55	4.00	4.05	4.00	3.25	3.45	1.20
a ₂ b ₁	5.00	4.40	4.10	3.95	4.05	4.15	4.30	3.50	3.10	-
a ₂ b ₂	5.00	4.40	3.65	4.10	3.90	2.75	4.00	4.05	-	-
a ₂ b ₃	5.00	4.25	4.05	3.95	4.05	3.80	4.25	4.20	0.80	-
a ₂ b ₄	5.00	4.40	3.85	3.75	4.00	3.90	4.20	4.00	3.65	-
a ₃ b ₁	5.00	4.20	3.90	3.95	3.90	4.10	4.30	4.20	-	-
a ₃ b ₂	5.00	4.40	2.25	3.90	4.05	3.85	4.35	3.20	-	-
a ₃ b ₃	5.00	4.40	4.00	3.90	2.05	4.15	4.20	1.75	3.45	-
a ₃ b ₄	5.00	4.25	4.00	3.95	3.80	4.00	4.25	3.80	1.55	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อาการเน่าของผักทองหั่นสด

ในระหว่างการเก็บรักษาพบว่า ผักทองหั่นสดมีอาการเน่า เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และเมื่อสิ้นสุดการทดลองผักทองหั่นสดมีอาการเน่ามากที่สุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ และมีอาการเน่าน้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 2 วัน

ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลอง มีลักษณะภายนอกและคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากกว่าเช่นเดียวกับผักทองหั่นสด โดยมีอาการเน่า 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 4 วัน

ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลอง มีลักษณะภายนอกและคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากกว่าเช่นเดียวกับผักทองหั่นสด โดยมีอาการเน่า 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 6 วัน

ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 16.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีอาการเน่า 10.00, 9.09, 7.69, 7.69, 7.18, 7.14, 6.67, 6.67 และ 5.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 8 วัน

ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 7.18 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ซึ่งมีอาการเน่า 7.14, 6.91 และ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $CO_2 : O_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 10 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 54.55 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีอาการเน่า 17.86, 9.09, 8.33, 7.42, 7.42 และ 6.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 12 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 10.24 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีอาการเน่า 8.33, 8.33, 7.74, 7.69, 7.18, 7.14, 6.91 และ 6.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีอาการเน่ามากที่สุด คือ 14.29 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ซึ่งมีอาการเน่า 8.33, 8.33, 7.69, 7.69, 7.18, 7.18, 7.18 และ 6.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 16 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีอัตราการเน่ามากที่สุด คือ 20.20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ซึ่งมีอัตราการเน่า 20.00, 13.95, 13.85, 10.99, 9.82, 7.69, 7.69, 7.69, 7.29 และ 6.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 6.70 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 18 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI มีอัตราการเน่ามากที่สุด คือ 48.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ซึ่งมีอัตราการเน่า 39.29, 30.45, 30.45, 20.83, 18.75 และ 15.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีปริมาณ TA น้อยที่สุด คือ 12.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ภายหลังการเก็บรักษา 20 วัน

ฟักทองแห้งสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI มีอัตราการเน่า 60.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3.12)

ตารางที่ 3.12 แสดงอาการเน่าของผักทองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂: O₂ ต่างๆ กัน

Treatment Combination	อาการเน่าของผักทองที่เก็บรักษา									
	2วัน	4วัน	6วัน	8วัน	10วัน	12วัน	14วัน	16วัน	18วัน	20วัน
a ₁ b ₁	0	0	6.67	7.18	7.42	7.74	7.18	9.82	39.29	-
a ₁ b ₂	0	0	5.89	7.14	17.86	7.14	7.18	6.91	48.80	-
a ₁ b ₃	0	0	6.67	6.67	7.42	10.24	7.18	20.20	-	-
a ₁ b ₄	0	0	7.14	6.91	6.46	6.70	6.67	13.85	30.45	60.00
a ₂ b ₁	0	0	0	0	0	0	0	13.95	30.45	-
a ₂ b ₂	0	0	7.69	0	0	7.18	14.29	7.69	-	-
a ₂ b ₃	0	0	0	0	0	6.91	0	6.70	15.00	-
a ₂ b ₄	0	0	7.18	0	0	7.69	7.69	7.29	20.83	-
a ₃ b ₁	0	0	10.00	0	8.33	8.33	8.33	7.69	-	-
a ₃ b ₂	0	0	16.35	0	0	8.33	8.33	20.00	-	-
a ₃ b ₃	0	0	9.09	0	54.55	0	0	10.99	12.50	-
a ₃ b ₄	0	0	7.69	0	9.09	0	7.69	7.69	18.75	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. อายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสด

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 14 วัน รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก PP + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 10:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI ซึ่งมีอายุการเก็บรักษา 12, 10, 8, 8, 8, 8 และ 6 วัน ตามลำดับ ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE + $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ในทุกระดับความเข้มข้น มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 4 วัน และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อายุการเก็บรักษาแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.13 ภาพที่ 4)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยภาชนะบรรจุอย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 10.5 วัน รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ซึ่งมีอายุการเก็บรักษา 8 วัน ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 4 วัน และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ภาชนะบรรจุมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.14)

เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ อย่างเดียพบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:5 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 8.67 วัน รองลงมา คือ ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 ซึ่งมีอายุการเก็บรักษา 8 วัน ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในอัตราการใช้ของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 5:0 และ 10:5 PSI มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 6.67 วัน และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า อัตราการใช้ของก๊าซมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3.15)

ตารางที่ 3.13 แสดงอายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆกัน

Treatment Combination	อายุการเก็บรักษา (วัน)
a_1b_1	4f ^{1/}
a_1b_2	4f
a_1b_3	4f
a_1b_4	4f
a_2b_1	14a
a_2b_2	8d
a_2b_3	12b
a_2b_4	8d
a_3b_1	6e
a_3b_2	8d
a_3b_3	10c
a_3b_4	8d

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.14 แสดงอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE PP และ LDPE

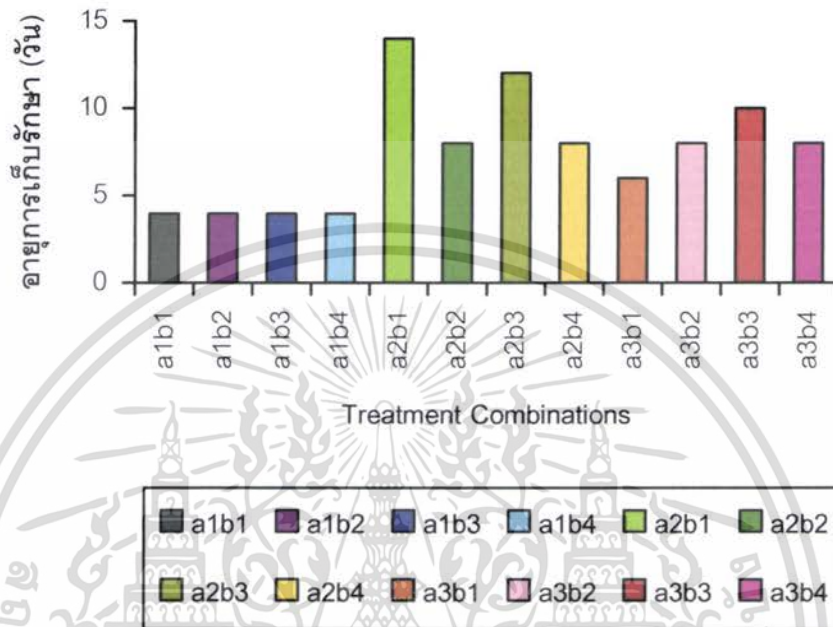
ชนิดถุงพลาสติก	อายุการเก็บรักษา (วัน)
PE	4c ^{1/}
PP	10.5a
LDPE	8b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3.15 แสดงอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด ที่เก็บรักษาร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO₂ : O₂ ต่างๆ กัน

อัตราการไหลของก๊าซ CO ₂ : O ₂ (PSI)	อายุการเก็บรักษา (วัน)
0:0	8a ^{1/}
5:0	6.67b
5:5	8.67a
10:5	6.67b

1/ ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน และตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเปรียบเทียบแบบ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4 แสดงอายุการเก็บรักษาของพืชของหน้ตหลังจากการเก็บรักษาพร้อมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลอง พบว่า พืชทองหันทสที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2 : 0$ PSI ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาได้ยาวนานที่สุด โดยสามารถเก็บรักษาได้นานประมาณ 14 วัน โดยที่คุณภาพภายในและภายนอกของพืชทองหันทสยังคงสภาพความสดและไม่พบอาการเหี่ยวของพืชทองหันทสแต่อย่างใด อาจเป็นเพราะภายในพืชทองหันทสมีช่องว่างและมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอต่อการหายใจและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่ดี ทำให้มีความเสียหายน้อย ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ ดนัยและนิธิยา (2535) ที่ว่า ผลผลิตทางการเกษตรจะมีคุณภาพดีและเก็บรักษาได้นาน ถ้าเก็บเกี่ยวในระยะความแก่อ่อนที่เหมาะสม เพราะการเก็บเกี่ยวฝักและผลไม้ที่มีอายุอ่อนหรือแก่เกินไปจะทำให้ได้คุณภาพต่ำ และมีอายุการวางขายสั้น เกิดความเสื่อมสลายได้ง่าย ไม่เหมาะในการเก็บรักษาหรือขนส่งไปขายในระยะทางไกล (Brydson, 1969) กล่าวว่า ถุงพลาสติก PE มีคุณสมบัติในการยอมให้อากาศผ่านเข้าออกได้มาก จึงไม่เกิดการหายใจโดยไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ประพันธ์ (2526) กล่าวว่า การใช้แผ่นพลาสติกห่อผลไม้และผักบางชนิดเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเก็บรักษาแบบดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณของก๊าซออกซิเจน ทำให้อัตราการหายใจลดลง และการผลิตก๊าซเอทิลีนต่ำลง ขณะเดียวกันระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเซลล์จะเพิ่มขึ้น ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บางชนิด นอกจากนี้ยังลดการสูญเสียน้ำหนัก และสามารถป้องกันการเน่าจากเชื้อราได้บ้างบางชนิดจากการปนเปื้อนเช่นเดียวกับ สุชีรา (2537) กล่าวว่า การใช้สารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorbent, EA) ร่วมกับการใช้ถุงพลาสติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตได้ EA ที่รู้จักกันดี คือ ด่างทับทิม (potassium permanganate, KMnO_4) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาเคมีกับ C_2H_4 เกิดเป็นสารใหม่ 2 ชนิด คือ แมงกานีสไดออกไซด์ (manganese dioxide, MnO_2) และเอทิลีนไกลคอล (ethylene glycol, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$) ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นเอทิลีนได้อีก สารดูดซับเอทิลีนสามารถดูดซับเอทิลีนที่ผลไม้ปลดปล่อยออกมาออกผล ช่วยลดปริมาณเอทิลีน จึงชะลอการสุกได้

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด พบว่า มีการเพิ่มขึ้นทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากพืชทองหันทสมีการหายใจระดับต่ำและมีปริมาณการผลิตเอทิลีนต่ำ (จริงแท้, 2541) ผลผลิตสดทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวจะมีการหายใจอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ยังมีชีวิตอยู่ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตต้องการพลังงานในการดำเนินปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ พลังงานที่ได้นั้นมาจากกระบวนการหายใจ ซึ่งอัตราการหายใจนั้นแตกต่างกันไปตามระยะและสภาพแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อในถุงพลาสติก PE พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยจริงแท้ (2541) กล่าวว่า การลดอุณหภูมิของผลผลิตลงภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ สามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สมชาย (2543) ที่กล่าวว่า การลดลงของคลอโรฟิลล์ในผักและผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมสภาพของบรรยากาศ จะทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ที่เป็นเช่นนี้เพราะ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยที่สำคัญในการป้องกันการลดลงของคลอโรฟิลล์ ซึ่งต้องพิจารณาถึงปัจจัยทางด้านอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย ส่วนถุงพลาสติก PP และ LDPE พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างรวดเร็ว อาจเนื่องมาจากมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่ในถุงมากจนทำให้เกิดลักษณะผิดปกติที่เรียกว่า CO₂ injury ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปยับยั้งกิจกรรมของ succinic dehydrogenase ทำให้เกิดการสะสมของกรด succinic ซึ่งเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อพืช (Hulme, 1956) การเก็บรักษาผลผลิตโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศกับพืชชั้นสูง พบว่า เมื่อมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับก๊าซออกซิเจนอยู่รวมกัน พบว่า เซลล์พืชจะมี acetaldehyde เกิดขึ้นและถ้าในเซลล์พืชนั้นมี acetaldehyde เกิดขึ้น ในปริมาณมาก จะทำให้เซลล์หรือเนื้อเยื่อมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลได้ (สมชาย, 2543)

ปริมาณ TA พบว่า ลดลงทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น และปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นทีละน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและลดลงในภายหลัง ซึ่งสอดคล้องกับ จริงแท้ (2541) ที่กล่าวว่า โดยปกติผลผลิตซึ่งมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาจะใช้น้ำตาลเป็นแหล่งอาหารหรือพลังงานเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ปริมาณกรดซึ่งมีมากเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และใช้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ในการหายใจ ทำให้ปริมาณน้ำตาลที่สะสมอยู่ลดน้อยลง

สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักสด 1.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 5 วัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงถึง 9.96 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ผักทองหั่นสดแสดงอาการเหี่ยว ดังนั้นการสูญเสียน้ำหนักสดจึงมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผักทองหั่นสด

ชนิดของภาชนะบรรจุ และอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ นั้นมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด โดยภาชนะบรรจุเป็นปัจจัยสำคัญ ส่วนอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ นั้นเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสดเป็นลำดับรองลงมา โดยพบว่าถุงพลาสติก LDPE ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ส่วนถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด และสามารถคงสภาพสีเนื้อผักทองหั่นสด ตลอดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าถุงพลาสติก PP และ LDPE

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในน้ำคั้นผักทองหั่นสด พบว่า ก่อนการเก็บรักษาผักทองหั่นสดมีค่า TSS อยู่ระหว่าง 11.40 – 12.60 brix และ TSS จะค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 1 – 4 วัน ภายหลังจากการเก็บรักษา ค่า TSS ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

ปริมาณ TSS ในแต่ละวิธีการมีปริมาณลดลงทีละน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและถุงพลาสติก LDPE มีปริมาณ TSS ลดลงน้อยกว่าถุงพลาสติก PP และ PE

3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

ก่อนการเก็บรักษาพบว่าผักทองหั่นสด มีค่า TA อยู่ระหว่าง 0.22 – 0.30 เปอร์เซ็นต์ และ TA จะค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 1 – 3 วันหลังการเก็บรักษา ค่า TA ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

ปริมาณ TA ในแต่ละวิธีการมีปริมาณลดลงทีละน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA ลดลงน้อยกว่าถุงพลาสติก PP และ LDPE

4. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของฟักทองหั่นสด

เมื่อเริ่มต้นการทดลอง พบว่า ฟักทองหั่นสดมีลักษณะสีเนื้อเป็นสีเหลืองส้ม ซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Orange Group 19A (YOG19A) ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 – 5 วัน พบว่า สีเนื้อของฟักทองหั่นสดในทุกวิธีการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด อยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นเดียวกับฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 – 3 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด อยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองหั่นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด อยู่ในเกณฑ์ที่ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ และเริ่มมีกลิ่นผิดปกติเมื่อเก็บรักษาได้ 5 วัน โดยมีคะแนนคุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด คือ 1.80 คะแนน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ

6. อาการเน่าของฟักทอง

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์อาการเน่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน มีค่าเฉลี่ยของอาการเน่า 8.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 5 วัน เปอร์เซ็นต์อาการเน่าสูงถึง 13.50 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ฟักทองหั่นสดแสดงอาการเหี่ยวและอาจมีเชื้อราเกิดขึ้น ดังนั้นอาการเน่าจึงมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสด

7. อายุการเก็บรักษา

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า อายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสดและอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 ในทุกระดับความเข้มข้น มีผลทำให้คุณภาพของฟักทองหั่นสดลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 3 วัน โดยมีลักษณะ สีเนื้อ และคุณภาพกลิ่นที่ดีที่สุด ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:5 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 0:0 PSI ถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:0 PSI ถุงพลาสติก LDPE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ CO_2 : O_2 5:0 PSI ถุงพลาสติก PE + CO_2 : O_2 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 1 วัน โดยมีลักษณะ สีเนื้อ และคุณภาพกลิ่นไม่เหมาะสำหรับการบริโภค

การทดลองที่ 2 ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ผักทองหั่นสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน มีค่าเฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักสด 0.68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงถึง 7.64 เปอร์เซ็นต์

ชนิดของภาชนะบรรจุ และอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ นั้นมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสด โดยภาชนะบรรจุเป็นปัจจัยสำคัญส่วนอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ นั้นเป็นปัจจัยส่งผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผักทองหั่นสดเป็นลำดับรองลงมา โดยพบว่าถุงพลาสติก LDPE ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมากที่สุด ส่วนถุงพลาสติก PE มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุด และสามารถคงสภาพสีเนื้อผักทองหั่นสด ตลอดอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าถุงพลาสติก PP และ LDPE

2. ปริมาณ total soluble solid (TSS)

ในน้ำคั้นผักทองหั่นสด พบว่า ก่อนการเก็บรักษาผักทองหั่นสดมีค่า TSS อยู่ระหว่าง 11.40 – 12.60 brix และ TSS จะค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 2 – 16 วันภายหลังจากการเก็บรักษา ค่า TSS ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

ปริมาณ TSS ในแต่ละวิธีการมีปริมาณลดลงที่ละน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและถุงพลาสติก PP มีปริมาณ TSS ลดลงน้อยกว่าถุงพลาสติก PE และ LDPE

3. ปริมาณ titratable acidity (TA)

ก่อนการเก็บรักษา พบว่า ผักทองหั่นสด มีค่า TA อยู่ระหว่าง 0.22 – 0.30 เปอร์เซ็นต์ และ TA จะค่อยๆ ลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 2 – 20 วันภายหลังจากการเก็บรักษา ค่า TA ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

ปริมาณ TA ในแต่ละวิธีการมีปริมาณลดลงที่ละน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและถุงพลาสติก PE มีปริมาณ TA ลดลงน้อยกว่าถุงพลาสติก PP และ LDPE

4. การเปลี่ยนแปลงสีเนื้อของฟักทองหั่นสด

เมื่อเริ่มต้นการทดลอง พบว่า ฟักทองหั่นสดมีลักษณะสีเนื้อเป็นสีเหลืองส้ม ซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Orange Group 19A (YOG19A) ภายหลังจากเก็บรักษา 2 – 20 วัน พบว่า สีเนื้อของฟักทองหั่นสดในทุกวิธีการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจนสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ภายหลังจากเก็บรักษา 2 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด อยู่ในเกณฑ์ดีมากใกล้เคียงกับฟักทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 4 – 14 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด อยู่ในเกณฑ์ดีใกล้เคียงกับฟักทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด ผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ ภายหลังจากเก็บรักษา 18 วัน คุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด ผิดปกติไม่เป็นที่ยอมรับ และเริ่มมีกลิ่นผิดปกติมากเมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน โดยมีคะแนนคุณภาพกลิ่นของฟักทองหั่นสด คือ 1.40 คะแนน ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ

6. อาการเน่าของฟักทอง

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเปอร์เซ็นต์อาการเน่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ภายหลังจากเก็บรักษา 6 วัน มีค่าเฉลี่ยของอาการเน่า 7.03 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาได้ 20 วัน เปอร์เซ็นต์อาการเน่าสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้ฟักทองหั่นสดแสดงอาการเหี่ยวและอาจมีเชื้อราเกิดขึ้น ดังนั้นอาการเน่าจึงมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสด

7. อายุการเก็บรักษา

ระหว่างการเก็บรักษา พบว่า อายุการเก็บรักษาของฟักทองหั่นสดและอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ในทุกระดับความเข้มข้น มีผลทำให้คุณภาพของฟักทองหั่นสดลดลงตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา

ฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ 0:0 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 14 วัน โดยมีลักษณะ สีเนื้อ และคุณภาพกลิ่นที่ดีที่สุด ส่วนฟักทองหั่นสดที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PE ร่วมกับอัตราการไหลของก๊าซ $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ ในทุกระดับความเข้มข้น มีอายุการเก็บรักษาน้อยที่สุด คือ 4 วัน โดยมีลักษณะ สีเนื้อ และคุณภาพกลิ่นไม่เหมาะสำหรับการบริโภค

เอกสารอ้างอิง

- กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2526. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
การพลังงาน.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2538. ก๊าซกับการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
ลินคอร์นโปรโมชั่น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่
2. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทนา ไชคพาชื่น. 2543. อิทธิพลของอัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่อ
พัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชา
พืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.
- จิรา ณ หนองคาย. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้และดอกไม้. กรุงเทพฯ :
แมสพับลิชชิง.
- ช.ณัฐศิริ สุขสุวรรณ. 2526. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลทางการเกษตร (ผักและ
ผลไม้). กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.
- दनัย บุญยเกียรติ. 2540. สรีรวิทยาหลังเก็บเกี่ยวของพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์. เชียงใหม่ :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- दनัย บุญยเกียรติ และนิธิยา รัตนพานนท์. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- คุณณี กู้กุลประสงค์. 2529. ผลของอุณหภูมิและสารดูดก๊าซเอทิลีนในการประวิงเวลา
สุกของกล้วยหอมทอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิภา คุณทรงเกียรติ. 2540. การเก็บรักษาผลิตผลพืชสวน. เกษตรก้าวหน้า. 12(4) : 38 – 44.
- ประพันธ์ บุญกลินขจร. 2526. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้สด. กรุงเทพฯ :
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยและสำนักงานเกษตรและสหกรณ์
ภาคเหนือ. เอกสารอัดสำเนา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปิยรัตน์ ดิษฐ์แก้ว และศรีแทน คุณหงษ์. 2542. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผักหั่นพร้อม
บรรจุบรรจุถุงโพลีเอทิลีน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร.
กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ปุ่น และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ : แพคเมทส์.
- พรรณนิภา ย้วยล. 2542. อิทธิพลของอายุและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บ
รักษาถั่วฝักยาว. ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, กรุงเทพฯ :
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 38 หน้า.
- วารสารส่งเสริมการเกษตร. กองเกษตรสัมพันธ์. กรมส่งเสริมการเกษตร. ปีที่ 29 ฉบับที่ 129.
ตุลาคม, 2541. กรุงเทพฯ : เซเว่น พรินต์ติ้งกรุ๊ป
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สมชาย กล้าหาญ และยุพัตสา คำดี. 2544. อิทธิพลของสัดส่วน $CO_2:O_2$ และอายุของผัก
ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน. เอกสารประกอบการประชุม
วิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ครั้งที่ 1. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมชาย ภูชัย, สายชล เกตุษา และสุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2527. "อิทธิพลของอุณหภูมิและภาชนะที่
ใช้ในการเก็บรักษาผักคะน้า," วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์. 18(1) : 1 – 6.
- สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชา
พืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.
- สุภาญดา ศรีวันทนาสกุล. 2545. อิทธิพลของภาชนะบรรจุ อัตราการไหลของก๊าซ $CO_2:O_2$
และปริมาณสารดูดซับเอทิลีนต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, กรุงเทพฯ :
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุชีรา เยี่ยงยุคดีสากล. 2537. การเก็บรักษาผลและเนื้อทุเรียนพันธุ์หมอนทองที่หุ้มด้วย
ฟิล์ม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุนทร ไปโท, สายชล เกตุษา และจารุพันธ์ ทองแถม. "อิทธิพลของอุณหภูมิและภาชนะที่มีต่อ
คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลทับทิม," วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์. 21(4) :
328 – 333.

- อภิรัตน์ เพ็ชรดี. 2543. อิทธิพลของอัตราส่วนคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจน ชนิดของ
ภาชนะบรรจุ และสารดูดซับเอทิลีนต่ออายุการเก็บรักษาผลน้อยหน่า.
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. กรุงเทพฯ :
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อมรรัตน์ สวัสดิ์ดี. 2531. "การพัฒนาภาชนะบรรจุผักและผลไม้เพื่อส่งออก," เทคโนโลยี. 9(2) :
11 – 15.
- อรทัย วงศ์เมธา. 2543. อิทธิพลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนต่ออายุ
การเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองในสภาพบรรยากาศตัดแปลง. ปัญหา
พิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อุดม โกสัยสุก. 2529. การปลูกผักกินผล. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.
- Abdullah, H. *et al.* 1985. Physico-Chemical Change During Maturation and after
Ripening of Banana (*Musa sapientum* cv. Embun). MARADI Res. Bull. 13 :
92 – 94.
- Agillon, A.B., Lizada, M.C.C. and O.K. Bautista. 1984. "Mechanical injury and
deterioration in lanzones (*Lansium domesticum* Correa)." *Postharvest Research
Notes*. 1(1) : 9 – 10.
- Ben-Yohoshua, S. 1985. "Individual seal-packaging of fruits and vegetables in plastic
film – A new postharvest technique," *Hort Sci*. 20(1) : 32 – 37.
- Biale, J.B. 1954. The Ripening of Fruit. *Sci. Amer.* 190(5) : 40 – 44.
- Bolin, H.R. 1977. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. *J. Food Sci.*
56 : 60 – 62.
- Brady, J.B. 1976. The Pectinesterase in Pulp of Banana Fruit. *Aust. J. Plant Physiol.* 3 :
163 – 172.
- Brydson, J.A. 1969. *Plastics Materials*. London : Chapel River Press.
- Esguerra, E.B. 1982. *Storage and transport of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.)
under modified conditions*. M.S. Thesis (Horticulture). University of the
Philippines at Los Baños, College, Laguna.
- Eskin, N.A.M. *et al.* 1971. *Biochemistry of foods*. Academic Press. New York.

- Garg, N., J.J. Churey and D.F. Spittstoesser. 1990. Effect of processing condition on the microflora of fresh cut vegetable. *J. Food Prot.* 53(8) : 701 – 703.
- Glahan, S. and Puchangthong, S. 2001. Influence of CO₂:O₂ Proportion on the Quality After Storage of Asparagus (*Asparagus officinalis* Linn.). P-52. in Abstracts . The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment. Nakhon Pathom : Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.
- Glahan, S. and Wichitrattananon, W. 2000. Influence of CO₂:O₂ Proportion on the Quality and Storage Life of Mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.). Bastracts The International Conference Tropical Agriculture Technology for Better Health and Environment. Nakhon : Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus.
- Glasson, W.B. 1985. Ethylene and Fruit Ripening. *Hort Sci.* 20(1) : 51 – 53.
- Gunes, G. and C.Y.Lee. 1997. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. *J. Food Sci.* 62(3) : 572 – 575.
- Hagenmaier, R.D. and R.A. Baker. 1998. Microbial population of shredded carrot in modified atmosphere packaging as related to irradiation treatment. *J. Food Sci.* 63(1) : 162 – 164.
- Hulme, A.C. 1956. "CO₂ injury and the presence of succinic acid in apple." *Nature.* 178 : 218 – 219.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basic for effect of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 99p.
- _____. 1993. *Postharvest Technology of Horticultural Crops.* New York : Division of Agriculture and Natural Resources.
- Kader, A.A., Morris, L.L. and Cantwell, M. 1979. *Postharvest handling and physiology of horticultural crop. A list of selected references. Vegetable Crops Series No.169* (revised edition). Division of Agricultural Science, University of California, Davis California. 44 pp.

- Lee, K.S. *et al.* 1996. Modified Atmosphere Packaging of Mixed Prepared Vegetable Salad Dish. *International Journal of Food Science and Technology*. 31(1) : 7 – 13.
- Loesecke, H.V. 1950. *Banana*. Interscience. New York.
- Marriott, J. 1980. Banana : Physiology and Biochemistry of Storage and Ripening for Optimum Quality. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 13 : 41 – 88.
- Mc Glasson, B. *et al.* 1998 . *Postharvest : an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals*. South Australia : Hyde park press.
- Mc Lachlan, A. and R. Stark. 1985. Modified atmosphere packaging of selected prepared vegetables. Technical memorandum NO.412, Campden Food Preservation Research Association, Campden, U.K.
- Mendoza, Jr. 1968. Respiration of Banana Fruits. *Phil. Agric.* 51 : 77 – 756.
- Munasque, V.S. and Mendoza, Jr.D.B. 1990. Developmental Physiology and Ripening Behavior of 'Sinorita' Banana Fruits. *ASEAN Food J.* 5(4) : 152 – 157.
- Ooraikul, B. and Stiles, M.E. 1991. *Modified Atmosphere Packaging of Food*. London : Bookcraft.
- Pantastico, Er.B. 1975. *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and vegetables*. USA. : the AVI Publishing Company. Inc.
- Parry, R.T. 1993. *Principle and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods*. London : Edmundsbury Press.
- Paull, R.E. and W. Chen. 1997. Minimally processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. *Postharvest Biology and Technol.* 12 : 93 – 99.
- Priepke, P.E., L.S. Wei and A.L. Nelson. 1976. Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J. Food Sci.* 41 : 379 – 384.
- Rhodes, M.J.C. 1980. The Maturation and Ripening of Fruit. 157 – 205. In A.A. Kader, R.F. Asmier, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer and J.F. Thompson. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. The Regents of the University of California. Berkeley.
- Ryugo, K. 1988. *Fruit Culture. Its Science and Art*. John Wiley and sons. New York.

- Shewfelt, R.L. and S.E. Prussia. 1993. **Postharvest Handling a System Approach**. New York : Academic Press.
- Simmonds, N.W. 1982. **Banana**. Longman Group. London.
- Stewart, I. and Wheaton, T.A. 1972. Carotenoids in Citrus : their Accumulation Induced by Ethylene. *J. Agric. Food Chem.* 20 : 442 – 449.
- Thomas, P. *et al.* 1983. Physico – Chemical and Respiratory Change in Dwarf Cavendish Variety of Bananas During Growth and Maturation. *Food Sci. Technol.* 20 : 51 – 56.
- Thompson, A.K. 1996. **Postharvest Technology of Fruits and Vegetables**. U.S.A. : Blackwell Science Ltd.
- Turner, D.W. 1997. "Postharvest handling of tropical and subtropical fruit for export." Pp. 47 – 80, In S.K. Mitra(ed.). **Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruit**. Wallingford : CAB international.
- Watada, A.E. and K. Abe. 1990. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 44 : 116 – 122.
- Weichmann, J. 1987. **Postharvest Physiology of Vegetables**. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Wiley, R.C. 1994. **Minimally processed refrigerated fruit and vegetables**. Chapman and Hall. 135 – 167.
- Wyman, H. and Palmer, J.K. 1963. The organic Acids of the Ripening Banana Fruit. *Plant Physiol.* 38 : 15.
- Yang, S.F. 1985. Biosynthesis and association of ethylene. *Hort Sci.* 20 : 41 – 45.
- Yang, S.F. 1987. The Role of Ethylene and Ethylene Synthesis in Fruit Ripening. 156 – 166. In W. Thompson, E.A. Nothnagel and R.C. Huffaker. **Plant Senescence : Its Biochemistry and Physiology**. American Society of Plant Physiologist. Maryland.
- Young, R.H. and John, O.L. 1972. Ethylene-Induced Carotenoid Accumulation in Citrus Fruit Rinds. *J. Amer. Soc. Hort Sci.* 97 : 258 – 261.

Zagory, D. and Kader, A.A. 1998. Modified Atmosphere Storage of Saba Banana.

ASEAN Food J. 3(3) : 112 – 116.

Zhang, L.X. and Paull, R.E. 1990. Ripening Behavior of Papaya Genotypes. **Hort Sci.**

25 : 454 – 455.



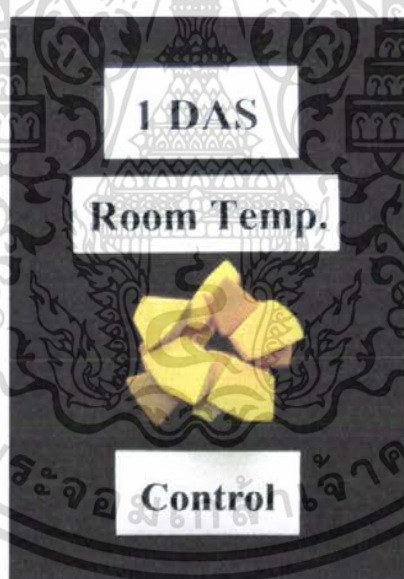
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ก่อนการเก็บรักษา

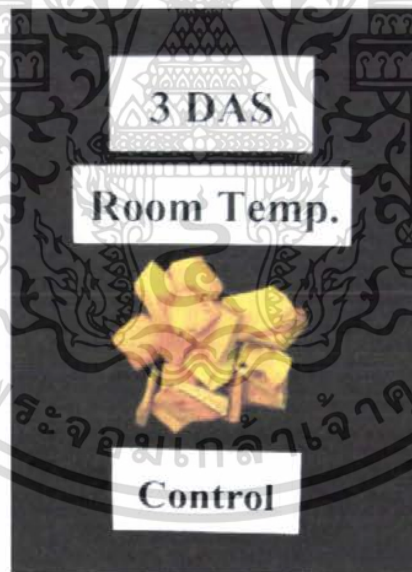


ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน
ที่อุณหภูมิห้อง ณ สภาพบรรยากาศปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

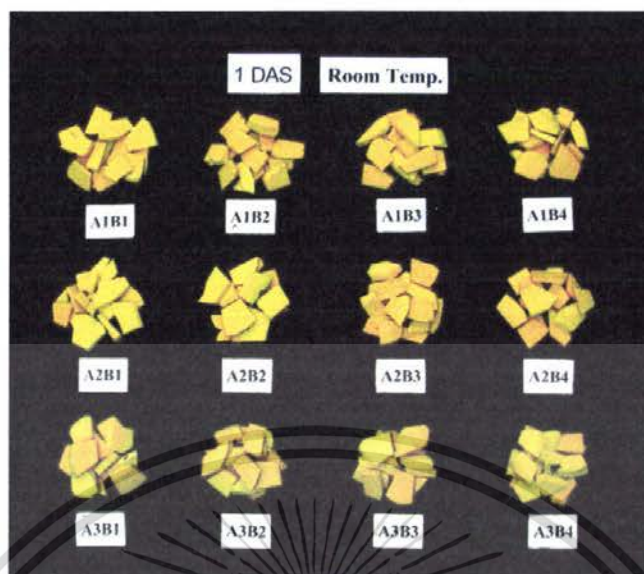


ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 2 วัน
ที่อุณหภูมิห้อง ณ สภาพบรรยากาศปกติ

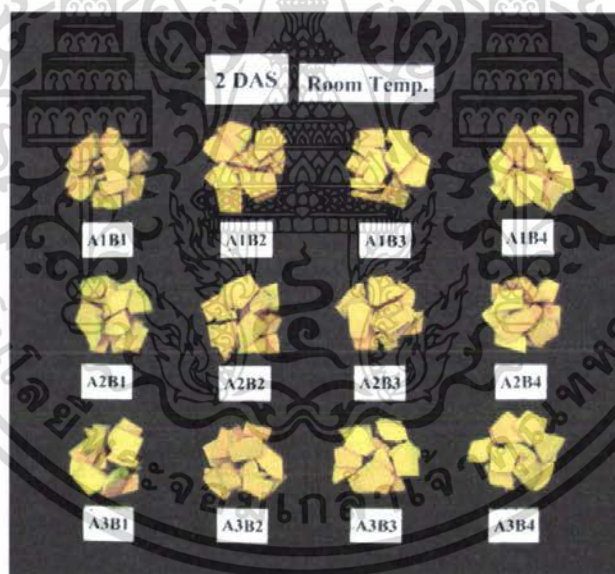


ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะของพืชทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 3 วัน
ที่อุณหภูมิห้อง ณ สภาพบรรยากาศปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

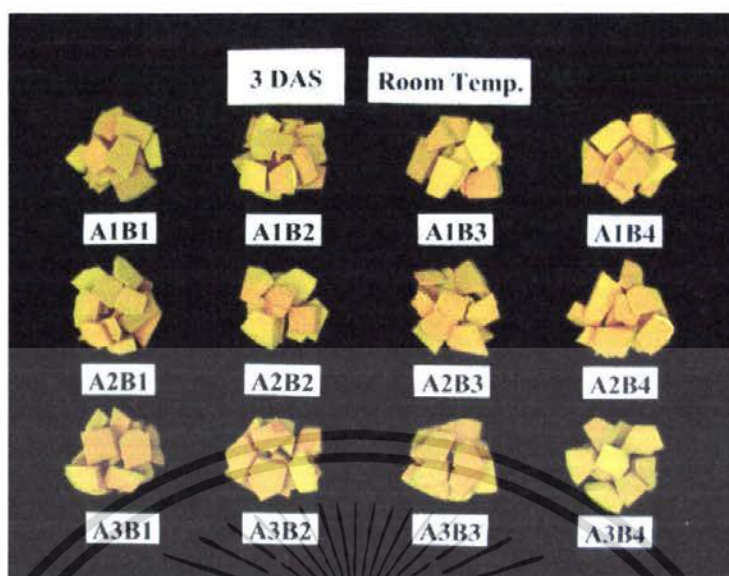


ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

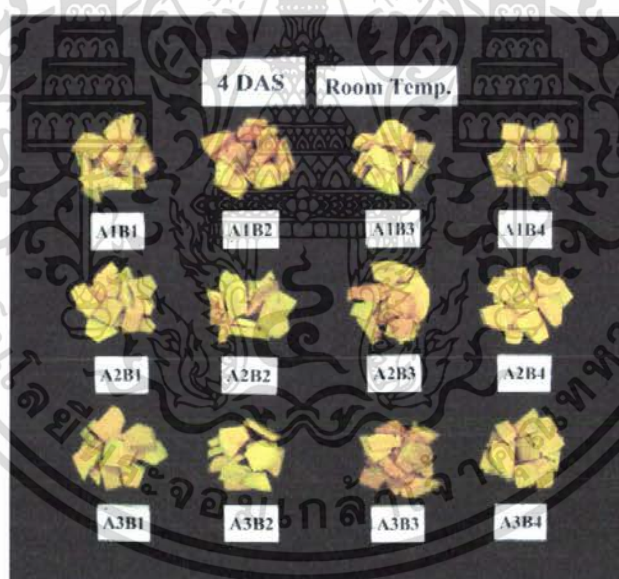


ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

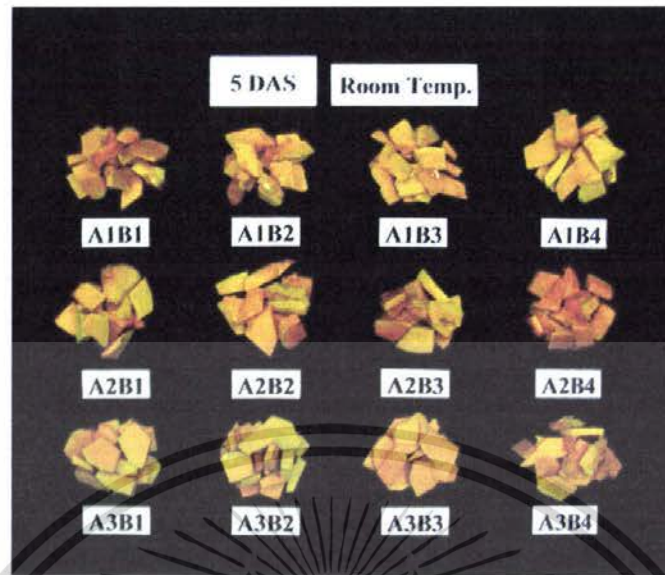


ภาพผนวกที่ 7 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 3 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

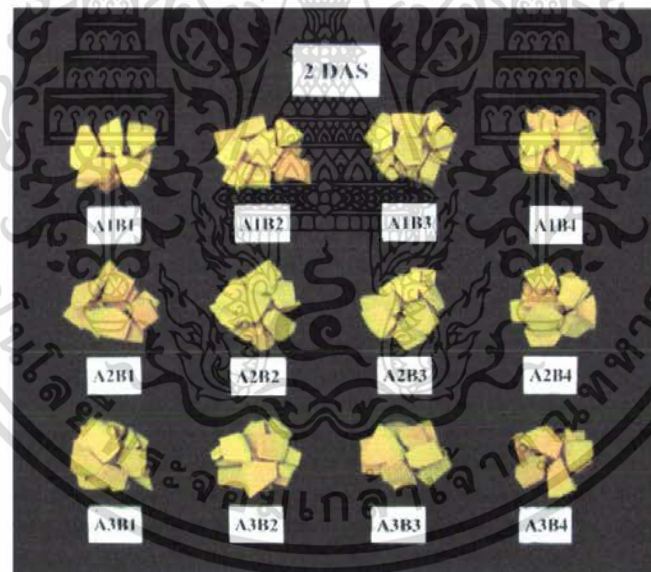


ภาพผนวกที่ 8 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

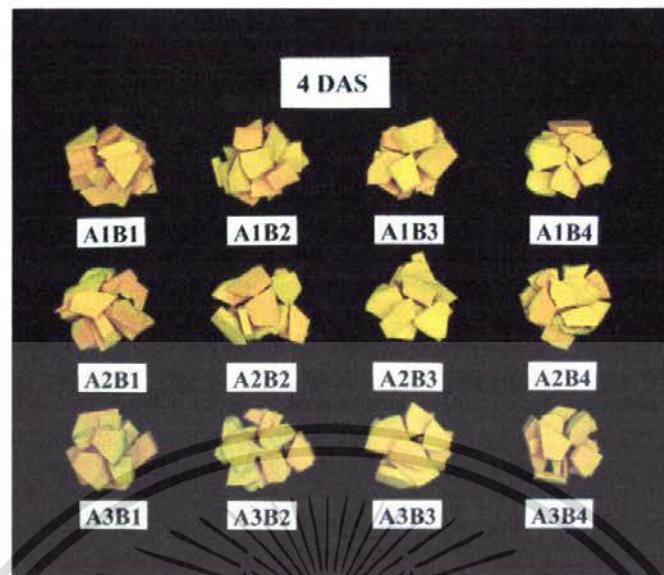


ภาพผนวกที่ 9 แสดงลักษณะของฟักทองที่นึ่งสุก ภายหลังจากการเก็บรักษา 5 วัน ที่อุณหภูมิห้อง



ภาพผนวกที่ 10 แสดงลักษณะของฟักทองที่นึ่งสุก ภายหลังจากการเก็บรักษา 2 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

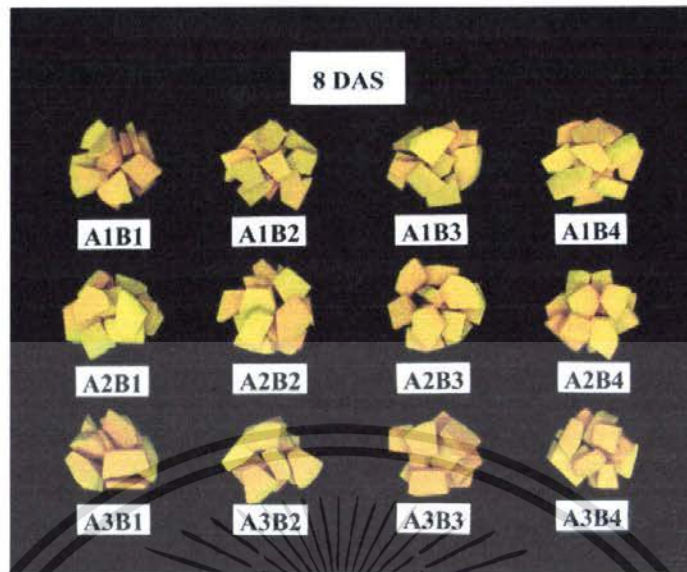


ภาพผนวกที่ 11 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 4 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส

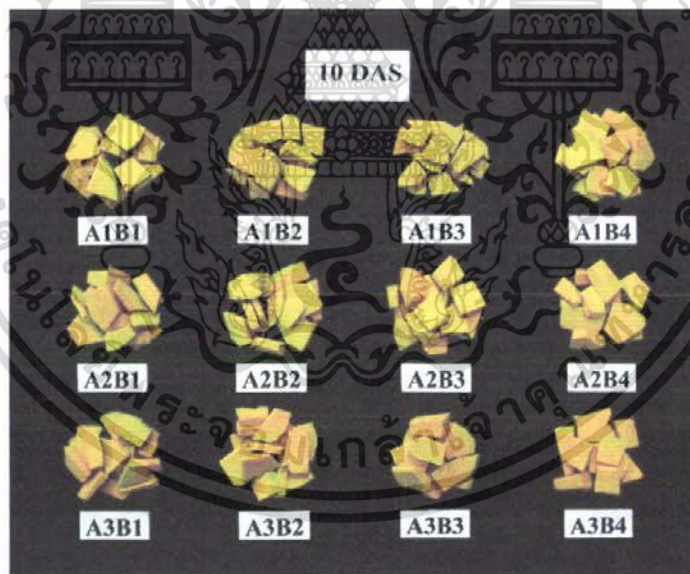


ภาพผนวกที่ 12 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 6 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

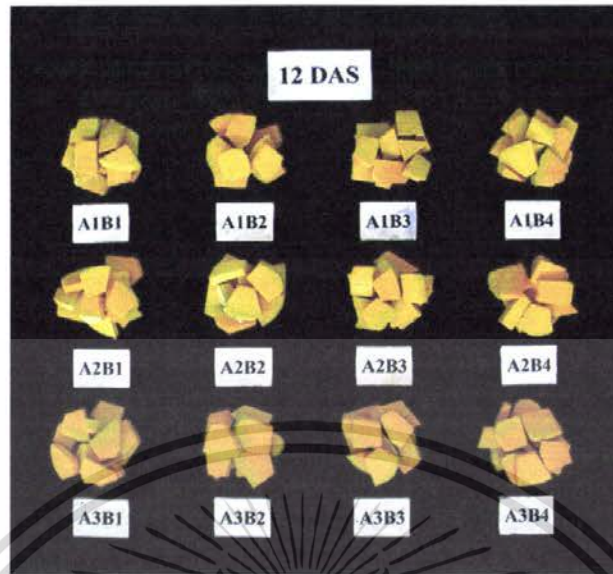


ภาพผนวกที่ 13 แสดงลักษณะของพิกทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 8 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

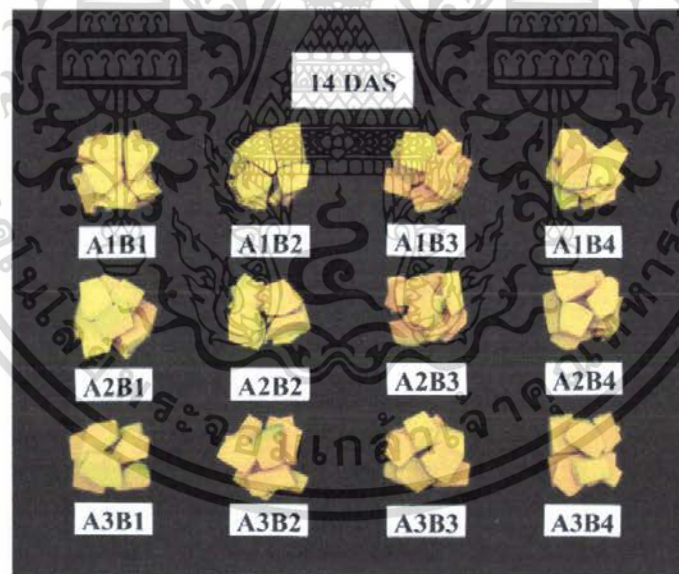


ภาพผนวกที่ 14 แสดงลักษณะของพิกทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 10 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

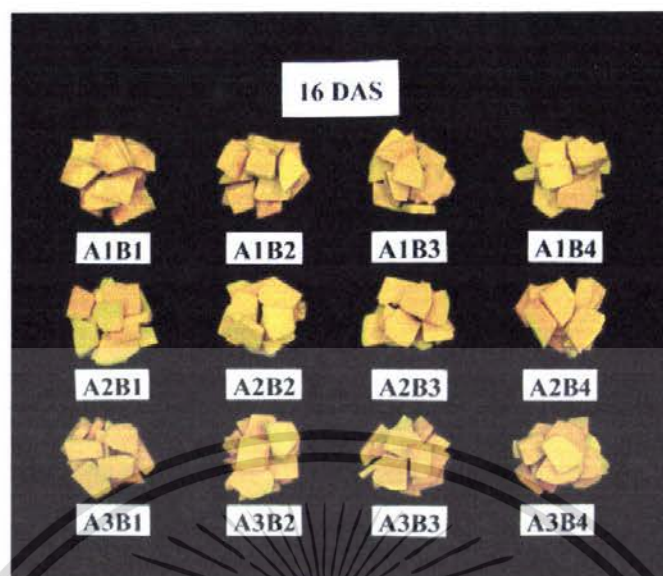


ภาพผนวกที่ 15 แสดงลักษณะของพืชทอนั้นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 12 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส

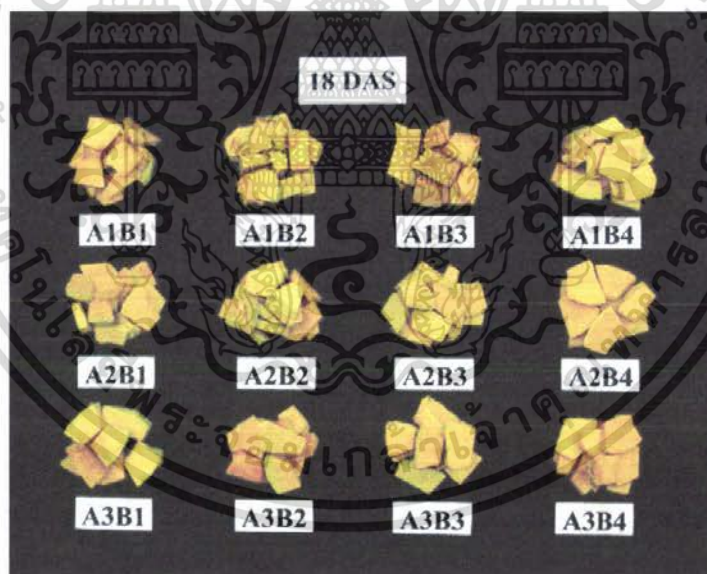


ภาพผนวกที่ 16 แสดงลักษณะของพืชทอนั้นสด ภายหลังจากการเก็บรักษา 14 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

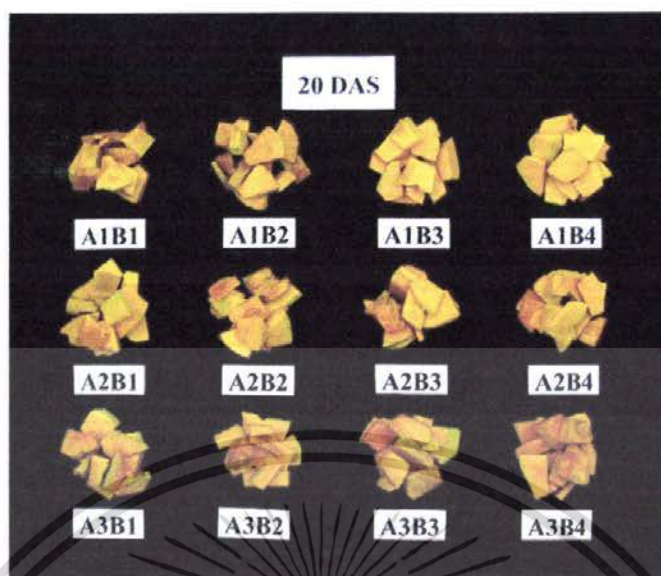


ภาพผนวกที่ 17 แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 16 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส



ภาพผนวกที่ 18 แสดงลักษณะของฟักทองหั่นสด ภายหลังจากเก็บรักษา 18 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 – 16 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 19 แสดงลักษณะของฟักทองแห้งสด ภายหลังจากเก็บรักษา 20 วัน
ที่อุณหภูมิ 14 - 16 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้