

# ปัญหาพิเศษปริญญาโท

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

การยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูดโดยการใช้ปริมาณสารดูดซับเอทิลีน

ร่วมกับสัดส่วนของก๊าซ  $CO_2 : O_2$

Lengthening of Shelf Life of Kaffir Lime Leaf by Using of Ethylene Absorbent  
and  $CO_2 : O_2$  Proportions



โดย

นายชชาติ บุญศักดิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ

เสนอ

2546  
ก. 5ก  
ค. 6  
เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....51279.....

วัน,เดือน,ปี- 8 ก.ค. 2547

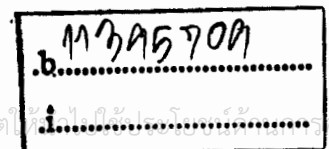
ภาควิชาพืชสวน

คณะบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2546



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูดโดยการใช้ปริมาณสารดูดซับเอทิลีนและสัดส่วนของก๊าซ CO <sub>2</sub> : O <sub>2</sub>
โดย	นายชูชาติ บุญศักดิ์
สาขาวิชา	พืชสวน
ภาควิชา	พืชสวน
คณะ	บัณฑิตวิทยาลัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. สมชาย กล้าหาญ

### บทคัดย่อ

การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูดโดยการใช้ปริมาณสารดูดซับเอทิลีนและสัดส่วนของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> โดยวางแผนการทดลองแบบ 5x5 factorial in completely randomized design เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปริมาณสารดูดซับเอทิลีน 0, 3, 6, 9 และ 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด และสัดส่วนของก๊าซ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:0, 10:5, 10:10, 15:5 และ 15:10 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) ผลปรากฏว่า ใบมะกรูดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.65 - 6.42 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ TSS ค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นซึ่งมีปริมาณ TSS เฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.93 - 13.23 brix คะแนนคุณภาพกลิ่นของใบมะกรูดอยู่ในช่วง 2.94 - 3.19 คะแนน โดยใบมะกรูดที่เก็บรักษาปริมาณสารดูดซับเอทิลีน 12 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:0 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) มีคุณภาพดีและมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานที่สุดคือ 42 วัน

Title Lengthening of Shelf Life of Kaffir Lime Leaf by Using of Ethylene Absorbent and CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> Proportions

By Mr. Choochat Bunsak

Major Horticulture

Department Horticulture

Faculty School of Graduate Studies

Advisor Assoc. Prof. Dr.Somchai Glahan

#### Abstract

Study on Lengthening of shelf life of kaffir lime leaf by using ethylene absorbent and CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> proportion. The statistical model was 5x5 factorial in completely randomized design, comprised of two factors as ethylene absorbent were 0, 3, 6, 9 and 12 percent (by fresh weight) and CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:0, 10:5, 10:10, 15:5 and 15:10 PSI. The result showed that fresh weight lost of kaffir lime leaf increased according to storage time increased at the range of 3.65 – 6.42 percent. TSS content of all treatment slightly increased according to storage time increased with the range of 10.93 – 13.23 brix. The score of aromatic qualitatively had a range of 2.94 – 3.19 point. Kaffir lime leaf stored in ethylene absorbent 12 percent + CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> 5:0 PSI showed the best performance and longest shelf life of 42 days.

## คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่อง การยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูดโดยการให้ปริมาณสารดูดซับเอทิลีนและสัดส่วนของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย กล้าหาญ ที่กรุณาให้โอกาสและคำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการจัดทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้ ตลอดจนคณาจารย์ในภาควิชาต่างๆ ท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และอบรมวิทยาการต่างๆ ให้แก่ผู้จัดทำ

และขอขอบคุณคุณพ่อและคุณแม่ตลอดจนทุกคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาในทุกๆ เรื่อง ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้กำลังใจและคอยช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา ปัญหาพิเศษฉบับนี้จะไม่สำเร็จลงได้เลยหากขาดบุคคลดังที่กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนาม คอยให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ อีกครั้ง

ด้วยความเคารพอย่างสูง

ชูชาติ บุญศักดิ์



# สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
สารบัญภาพผนวก	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลการทดลอง	16
สรุปผลการทดลอง	39
วิจารณ์ผลการทดลอง	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	43



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส	20
2	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) ของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส	26
3	แสดงการเปลี่ยนแปลงสีใบด้านบนของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส	29
4	แสดงการเปลี่ยนแปลงสีใบด้านล่างของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส	31
5	แสดงคะแนนเฉลี่ยคุณภาพกลิ่นของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส	33
6	แสดงอายุการเก็บรักษาของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันในอุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส	38

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน	21
2	แสดงปริมาณ Total Soluble Solid ของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน	27
3	แสดงคะแนนคุณภาพกลิ่นของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน	34



## สารบัญภาพผนวก

ภาพผนวกที่		หน้า
1	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดก่อนการเก็บรักษา	44
2	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน	45
3	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน	46
4	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน	47
5	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน	48
6	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน	49
7	แสดงคุณภาพของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน	50



## คำนำ

มะกรูด (*Citrus bystrix* DC) เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียในเขตอบอุ่นและแถบร้อน ซึ่งจะรวมถึงประเทศไทยด้วย ในการส่งออกใบมะกรูด ส่วนใหญ่จะจำหน่ายในรูปของใบมะกรูดสดและแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่จะส่งไปจำหน่ายต่างประเทศ สำหรับแนวโน้มทางการตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า มีแนวโน้มที่สูงขึ้น ในต่างประเทศมีการนำใบมะกรูดไปใช้ประโยชน์โดยนำไปเป็นเครื่องเทศสำหรับปรุงอาหาร ซึ่งอาหารยอดนิยมที่ชาวต่างประเทศชื่นชอบ คือ ต้มยำ และในขนาดที่รัฐบาลได้มีโครงการที่จะนำอาหารไทยเข้าสู่ครัวตลาดโลก ซึ่งมีอาหารหลายอย่าง เช่น ต้มยำกุ้ง ต้มยำไก่ แกงต่างๆ เป็นต้น ซึ่งก็มีใบมะกรูดเป็นส่วนประกอบสำคัญในการปรุงอาหารด้วย ทำให้ขนาดในการส่งออกใบมะกรูด และเครื่องเทศต่างๆ น่าจะสูงขึ้นด้วย

ดังนั้นในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ได้นำใบมะกรูดสดมาทดลองเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาในการขนส่งจนถึงขั้นปรุงอาหาร โดยใช้วิธีการเก็บรักษาแบบสภาพบรรยากาศตัดแปลง (MA Storage) ซึ่งจะรักษาสภาพใบมะกรูดให้สดและยังคงกลิ่นได้เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาานาน

ชูชาติ บุญศักดิ์  
กุมภาพันธ์ 2547

## วัดสุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของอัตราการไหล  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาใบมะกรูดสด
2. เพื่อศึกษาถึงผลของปริมาณสารดูดซับเอทิลีนที่เหมาะสมต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาใบมะกรูดสด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตรวจเอกสาร

มะกรูด เป็นพืชพื้นเมืองของเอเชียแถบอบอุ่นและแถบร้อน ในประเทศไทยปลูกต้นมะกรูดไว้ตามบ้านและสวน มะกรูดมีขนาดเป็นพุ่มหรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก แตกกิ่งก้าน ลำต้นและกิ่งมีหนามแข็ง ก้านใบมีลักษณะเป็นครีบทําให้แลดูคล้ายแผ่นใบ ใบมีต่อมน้ำมันและกลิ่นหอม ผลค่อนข้างกลมหรือรูปไข่ที่มีขนาดผลโตกว่ามะนาว ผิวขรุขระมีปุ่มนูนและมีจุดที่หัวท้ายของผล (สุจิตบังอร , 2544)

แหล่งปลูกมะกรูดในประเทศไทย ได้แก่ ในเขตปริมณฑล เช่น นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี เป็นต้น และในจังหวัดราชบุรี ฉะเชิงเทรา และสมุทรสาคร เนื่องจากมะกรูดเป็นพืชที่เกษตรกรปลูกในลักษณะเป็นพืชเสริมรายได้ โดยเป็นพืชแซมพืชหลัก การผลิตส่วนใหญ่จึงเป็นการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศ จึงควรส่งเสริมให้เกษตรกรทำการปลูกให้เป็นพืชหลักในเชิงการค้ามากขึ้น (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ , 2532)

### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กอยู่ในวงศ์ RUTACEAE

ชื่อสามัญ Leech Lime, Mauritius Papeda, Kaffir Lime, Porcupine Orange

ชื่อพื้นเมือง มะขูด, มะขุน (ภาคเหนือ) ส้มกรูด, ส้มมั่วผี (ภาคใต้) มะขูด (หนองคาย) ไกรยเขียวค(เขมร) มะขู(กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Citrus hystrix* DC

ใบ เป็นใบประกอบที่มีใบย่อยใบเดียว สีเขียวหนา มีลักษณะคอดกึ่งที่กลาง

ใบเป็นตอน ๆ มีก้านแผ่ออกใหญ่เท่ากับกับแผ่นใบ ทำให้เห็นเป็น 2 ตอน

ใบสีเขียวแก่ค่อนข้างหนา มีกลิ่นหอมมากเพราะมีต่อมน้ำมันอยู่

ดอก ออกเป็นกระจุก 3-5 ดอก กลีบดอกสีขาว ร่วงง่าย

ผล มีหลายแบบแล้วแต่พันธุ์ บางพันธุ์มีผลใหญ่และขรุขระมาก และมีจุดที่หัว บางพันธุ์ผลเล็กเท่ามะนาว ผิวขรุขระน้อยกว่าและไม่มีจุดที่หัว (สถาบันการแพทย์แผนไทย , 2540)

มะกรูดมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางและสามารถให้ประโยชน์ได้ทุกส่วน จึงสามารถจำหน่ายได้ตลอดปี โดยจำหน่ายเป็นใบสด ผลสด สามารถจำหน่ายในรูปของใบมะกรูดแห้งและผิวมะกรูดแห้งซึ่งส่วนใหญ่จะส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ อย่างไรก็ตาม ความต้องการมะกรูดของตลาดในประเทศและต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการปลูกมะกรูดยังเป็นพืชสวนครัวหรือเป็นพืชรองหรือเป็นพืชเสริมรายได้เท่านั้น ไม่ได้ปลูกกันเป็นล้าเป็นสัน การปลูกเป็นพืชหลักเดี่ยว ๆ มีน้อย (รุ่งรัตน์ ,2540)

## คุณค่าทางโภชนาการ

ใบมะกรูด 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 138 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย น้ำ 57.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 20.8 กรัม โปรตีน 6.8 กรัม ไขมัน 3.1 กรัม กาก 8.2 กรัม แคลเซียม 1672 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 20 มิลลิกรัม เหล็ก 3.8 มิลลิกรัม วิตามินบีหนึ่ง 0.20 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.35 มิลลิกรัม ในอาซีน 1.0 มิลลิกรัม วิตามินซี 20 มิลลิกรัม (สถาบันการแพทย์แผนไทย , 2540)

ผิวมะกรูด 100 กรัม ให้พลังงานต่อร่างกาย 102 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย น้ำ 71.3 กรัม คาร์โบไฮเดรต 4.0 กรัม โปรตีน 1.9 กรัม ไขมัน 17.3 กรัม กาก 3.8 กรัม แคลเซียม 138 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 57 มิลลิกรัม เหล็ก 16.7 มิลลิกรัม วิตามินเอ 33 IU วิตามินบีหนึ่ง 0.06 มิลลิกรัม วิตามินบีสอง 0.14 มิลลิกรัม ในอาซีน 1.2 มิลลิกรัม วิตามินซี 104 มิลลิกรัม (สถาบันการแพทย์แผนไทย , 2540)

ในประเทศไทยใช้ผิวมะกรูดเป็นเครื่องเทศใช้เป็นส่วนผสมของน้ำพริกแกงหลายชนิด เป็นส่วนผสมเครื่องหอมในเทียนอบ น้ำมันหอมใช้แต่งกลิ่นเครื่องหอม แชมพู สบู่ น้ำมันมะกรูดใช้ปรุงอาหารเพื่อให้มีรสเปรี้ยว และดับกลิ่นคาวปลา นิยมใช้น้ำมันมะกรูดในปลาร้าหลน แกงส้ม แกงคั่ว ชาวไทยแต่โบราณก็นิยมสระผมด้วยน้ำมันมะกรูด เพราะทำให้ผมเป็นมันไม่แห้งกรอบ (สุจิตบังอร , 2544) ใบมะกรูดที่เพสลาด (ไม่อ่อนหรือไม่แก่จนเกินไป) จะนิยมนั่นฝอยใส่ในยำ พล่า ก้อย ใบแก่ใส่แกงเผ็ด ต้มยำ ต้มโคล้ง ใช้โรยในอาหารที่ปรุงเสร็จแล้วเพื่อแต่งกลิ่น ผลผ่าซีกใส่ในแกงเทโพ ปลาร้า เป็นต้น (พร้อมจิตและคณะ, 2537) ในประเทศอินเดียนิยมใช้ต้นมะกรูดเป็นตอสำหรับพืชสกุลส้มชนิดอื่น ๆ ไม่ใช่ผลเป็นอาหาร ใช้ผิวเป็นยาฆ่าแมลง และใช้น้ำมันมะกรูดใส่ผม ในประเทศฟิลิปปินส์ใช้ผลมะกรูดผสมกับเปลือกสะบ้ามอญสระผม (สุจิตบังอร , 2544)

เมื่อนำใบมะกรูดมากลั่นด้วยไอน้ำจะให้ น้ำมันหอมระเหยในปริมาณ 1.29 % น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่ประกอบด้วย citronellal , isopulegol เป็นสารหลัก ส่วนผิวมะกรูดนำมากลั่นด้วยไอน้ำให้น้ำมันหอมระเหยร้อยละ 6-7 % ประกอบด้วย  $\beta$ -pinene , limonene และ sabinene เป็นสารหลัก และในน้ำมันมะกรูดมี citric acid วิตามินซี และกรดอินทรีย์ชนิดอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบ (สถาบันการแพทย์แผนไทย , 2540)

นอกจากใช้เป็นเครื่องเทศแต่งกลิ่นอาหารแล้ว มะกรูดยังมีประโยชน์ทางยา ซึ่งส่วนที่ใช้เป็นยา ได้แก่ ผิวมะกรูด ผล ราก น้ำมันมะกรูด ใบ โดยใช้ผิวผลสดและผลแห้ง จะมีรสปร่า หอมร้อน มีสรรพคุณแก้ลมหน้ามืด แก้วิงเวียน บำรุงหัวใจ ขับลมในลำไส้ ขับระดู ขับผายลม ส่วนผล จะมีรสเปรี้ยว มีสรรพคุณเป็นยาขับเสมหะ แก้ไอ แก้น้ำลายเหนียวแก้ระดู ฟอกโลหิต ใช้สระผมจะทำให้ผมดกดำ เงางาม ไม่มีรังแคและไม่คันศีรษะ ราก จะมีรสเย็นจัด แก้พิษฝีภายใน แก้เสมหะ ปรุงผสมกับยาตัวอื่นเป็นยา แก้ลมจุกเสียด แก้ไข้กำเดา ถอนพิษผิดสำแดง น้ำมันมะกรูด มีรสเปรี้ยว แก้คอเสมหะ กัดเสมหะ เมื่อตองยาจะมีสรรพคุณเป็นยาฟอกโลหิตสำหรับสตรีและช่วยไม่ให้ยาบูด

เน่า ใบมะกรูด มีรสปร่าหอม แก้วไอ แก้วอาเจียนเป็นโลหิต แก้วข้าวใน ดับกลิ่นคาว (สถาบันการแพทย์  
แผนไทย , 2540)

### การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

Controlled Atmosphere Storage (CA) หมายถึง วิธีการเก็บรักษาโดยการลดหรือการ  
เพิ่มปริมาณแก๊สให้ต่างจากอากาศปกติ ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณแก๊สออกซิเจน และ/  
หรือการเพิ่มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วน Modified Atmosphere Storage (MA) เป็นวิธี  
การเก็บที่ดัดแปลงมาจาก CA ไม่มีการควบคุมปริมาณแก๊ส เช่น การเก็บผลผลิตในถุงพลาสติกปิด  
ปากถุงแน่นจะทำให้ปริมาณของแก๊สออกซิเจนค่อย ๆ ลดน้อยลง เนื่องจากผลผลิตใช้ไปในการ  
หายใจ ขณะเดียวกันจะมีปริมาณของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น ปริมาณของแก๊สทั้งสองนี้ไม่  
สามารถควบคุมได้ จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการยอมให้อากาศซึมผ่านของพลาสติก การหายใจ  
ของผลผลิตและควบคุมอุณหภูมิในขณะนั้น (จิรา , 2534)

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงเป็นการเพิ่มหรือลดแก๊สจากองค์ประกอบของ  
แก๊สให้มีความแตกต่างจากอากาศปกติ ซึ่งเป็นเพียงช่วงกว้าง ๆ ไม่ต้องควบคุมให้อยู่ในระดับ  
หรือจุดใดจุดหนึ่งอย่างแน่นอนตลอดการเก็บรักษา (Zagory and Kader , 1988)

หลักการเก็บรักษา คือ ควบคุมปริมาณแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจน ซึ่งจัดให้ควบคุม  
ปริมาณแก๊สออกซิเจนต่ำกว่าปกติและเพิ่มปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงกว่าสภาพ  
บรรยากาศปกติ (สมชาย , 2543) ซึ่งประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78.08 % ออกซิเจน 20.95%  
และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.30 % (दनัย , 2535) การเก็บรักษาผลผลิตด้วยวิธีนี้จะสามารถยับยั้ง  
ชบวนการสุก การ senescence หรือจะลดชบวนการดังกล่าวให้เกิดอย่างช้า ๆ รวมทั้งการอ่อนตัว  
ของเนื้อเยื่อ การสูญเสีย chlorophyll การเกิดกลิ่น การสูญเสียกรดรวมทั้งอัตราการหายใจของผล  
ผลิตให้เกิดขึ้นน้อย ๆ หรือเกิดขึ้นช้า ๆ ได้ รวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (จริงแท้ ,  
2541)

พืชต่างชนิดกันจะมีความทนทานต่อปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนไม่  
เหมือนกัน เช่น สาลี่พันธุ์ Anjou หรือ Bose มีความทนทานต่อระดับของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์  
ค่อนข้างต่ำ ถ้ามีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า 1 % ก็จะเป็นอันตราย (สายชล , 2528) สตรอเบอรี่  
สามารถทนสภาพบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> สูงมากถึง 20 % ความเข้มข้นที่มากเช่นนี้  
ไม่เพียงพอแต่ยับยั้งการเน่าเสียแต่ยังสามารถยับยั้งการอ่อนตัวของสตรอเบอรี่ โดยไม่ทำให้รสชาติ  
เปลี่ยนแปลงไป นอกไม่ฝรั่งมีการเน่าเสียช้ากว่าสตรอเบอรี่ แต่อาจเกิดโรคเน่าจากเชื้อแบคทีเรียได้  
ขณะที่อยู่ในตลาดที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 5 °C (ธวัชชัย , 2541)

ในการเก็บรักษาผลผลิตโดยวิธีการควบคุมสภาพบรรยากาศ (CA Storage) มีผล metabolism ของผลผลิตนั้นพอสรุปได้ดังนี้

1. **ชะลอการหายใจ** การหายใจของผลผลิตผักและผลไม้จะเกิดขึ้นตลอดเวลาในสวนที่มีชีวิต โดยที่การหายใจชนิดที่ใช้ออกซิเจนจะเกิดขึ้นเมื่อมีออกซิเจนตามปกติและการหายใจแบบนี้จะได้คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ส่วนการหายใจที่ไม่ใช้ออกซิเจนจะเกิดขึ้นเมื่อสภาพขาดออกซิเจน และผลการหายใจแบบนี้จะได้คาร์บอนไดออกไซด์และ ethyl alcohol จากการ fermentation รวมทั้งกลิ่นและสารระเหยบางชนิด

การเก็บรักษาผักและผลไม้ในห้องเย็น หรือห้องปรับปรุงอุณหภูมิและการเก็บรักษาด้วยการควบคุมสภาพบรรยากาศนั้น พบว่าการเก็บรักษาผักและผลไม้ในห้องเย็น หรือปรับอุณหภูมิจะทำให้ผักและผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ เอทิลีน รวมทั้งกลิ่นและสารระเหยต่าง ๆ มากกว่าผักและผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมสภาพบรรยากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถชะลอการหายใจของผักและผลไม้ได้ จึงทำให้ผักและผลไม้ ในระหว่างการเก็บรักษาไม่สุก

รวมทั้งการลดออกซิเจนทำให้ลดสารพลังงานสูงในรูป ATP ซึ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์สารต่าง ๆ จึงทำให้ผักและผลไม้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น รวมทั้งการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ยังทำให้เกิด enzyme ที่ไปยับยั้งหรือไปชะลอการสร้างกรดอะมิโน (amino acid) ได้อีกด้วย

2. **การสะสมกรด (acid accumulation)** การเก็บรักษาด้วยการควบคุมสภาพของบรรยากาศ (CA Storage) นั้นถ้าทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ลดน้อยลงกว่า 10 % และมีอุณหภูมิประมาณ 68 องศาฟาเรนไฮท์ จะทำให้ผลผลิตที่เก็บรักษาไว้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดภายในมากนัก แต่ถ้ามีคาร์บอนไดออกไซด์ 20-90 % จะทำให้ผลผลิตที่เก็บรักษาไว้มีการสะสมกรด succinic butyric มากขึ้นแต่กรด malic และ aspartic รวมทั้ง alanine จะลดน้อยลงหรือหายไป การที่ succinic acid ในผลผลิตที่เก็บรักษาไว้เพิ่มขึ้นเพราะการที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง ๆ มากกว่าสภาพบรรยากาศปกติ นั้น คาร์บอนไดออกไซด์จะไปยับยั้งน้ำย่อยที่ย่อยสลายกรดเหล่านี้นั่นเอง แต่น้ำย่อยที่กรด malic เป็นกรด pyruvic มีมากขึ้น

3. **การเกิด acetaldehyde** การเก็บรักษาผลผลิตโดยการควบคุมสภาพบรรยากาศ (CA Storage) กับพืชชั้นสูงพบว่า เมื่อมีคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจนอยู่รวมกันพบว่าเซลล์หรือเนื้อเยื่อมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลได้

4. **การเพิ่มขึ้นของสีน้ำตาล** สำหรับผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมสภาพของบรรยากาศ (CA Storage) จะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา แต่ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นภายหลังจากที่ผลไม้มีการสุกแล้ว ดังนั้นจึงถือว่าการเก็บรักษาแบบ CA Storage ไม่ทำให้ปริมาณน้ำตาลในผลไม้เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา

5. การทดลอง alcohol และ protein สำหรับผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมสภาพอากาศของบรรยากาศ (CA Storage) จะทำให้ alcohol และ protein ลดลงอย่างช้า ๆ แต่ภายหลังจากสิ้นสุดการเก็บรักษา CA Storage แล้วปริมาณ alcohol และ protein จะเพิ่มขึ้น

6. การเปลี่ยนแปลงสาร pectin การเก็บรักษาผลไม้บางชนิด เช่น แอปเปิ้ลไว้ด้วยการควบคุมสภาพของบรรยากาศ (CA Storage) ที่อุณหภูมิ 45 องศาฟาเรนไฮด์ จะทำให้ปริมาณสาร pectin ในรูปที่สารละลายน้ำได้เพิ่มขึ้น แต่ในผลแอปเปิ้ลที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมของบรรยากาศพบว่าสาร pectin ที่ละลายในน้ำได้ลดลง

7. การลดลงของ chlorophyll พบว่าผักและผลไม้ที่เก็บรักษาไว้ด้วยการควบคุมสภาพของบรรยากาศ (CA Storage) จะทำให้ปริมาณเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ที่เป็นเช่นนี้เพราะปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยสำคัญทางด้านอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาด้วย (สมชาย , 2543)

การควบคุมปริมาณแก๊สต่าง ๆ ภายในสถานที่เก็บรักษาให้คงที่อยู่นั้นอาจทำได้หลายทาง เช่น การระบายอากาศ โดยการเติมแก๊สหรือดูดแก๊สบางชนิดออกจากที่เก็บรักษา ในสภาพการเก็บรักษาที่สามารถควบคุมปริมาณขององค์ประกอบของบรรยากาศให้คงที่ได้นี้เรียกว่า การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (controlled atmosphere storage ,CA Storage) ซึ่งโดยปกติรวมถึงการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตามความต้องการของผลผลิตด้วย ความแตกต่างของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงกับบรรยากาศควบคุมนั้นอยู่ที่ระดับการควบคุมองค์ประกอบของบรรยากาศเท่านั้น การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมจึงเป็นการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงอย่างหนึ่ง การเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงจะต้องคำนึงถึง (จริงแท้ , 2541)

1. ชนิดของผลผลิต ผลผลิตต่างชนิดกันมีอัตราการหายใจและกระบวนการต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ส่งผลให้ปริมาณการใช้  $O_2$  การปลดปล่อย  $CO_2$  และเอทิลีนไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อสภาพบรรยากาศรอบ ๆ ผลผลิตภายในภาชนะบรรจุ นอกจากนั้นคุณสมบัติในการยอมให้แก๊สชนิดต่าง ๆ ภายในผลผลิตผ่านเข้าออกทางเปลือกหรือผิวไปสู่อากาศย่อมส่งผลถึงความเข้มข้นของแก๊สภายในผลผลิตเองด้วย

2. วัยและความบริบูรณ์ของผลผลิต ผลผลิตที่มีวัยต่างกัน อัตราการหายใจ การสร้างเอทิลีน และเมทบอลิซึมต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ผลผลิตที่ยังอ่อนอยู่มักมีอัตราดังกล่าว ผลไม้ที่ยังไม่สุกมีอัตราต่ำเมื่อเทียบกับผลไม้ที่กำลังสุก ส่งผลให้สภาพบรรยากาศดัดแปลงเกิดขึ้นไม่เหมือนกันทั้ง ๆ ที่การบรรจุและการเก็บรักษาเป็นแบบเดียวกัน

3. อุณหภูมิในการเก็บรักษา อุณหภูมิยิ่งสูงอัตราปฏิกิริยาต่าง ๆ ยิ่งสูงขึ้น มีผลต่อการใช้และการผลิตแก๊สชนิดต่าง ๆ ของผลผลิต

4. ปริมาณของผลผลิตในภาชนะบรรจุ ในปริมาณที่เท่ากันถ้ามีผลผลิตบรรจุอยู่มาก ย่อมใช้  $O_2$  ให้หมดไป และสะสม  $CO_2$  ให้มากขึ้นได้เร็วกว่าการบรรจุผลผลิตแต่น้อย

5. คุณสมบัติในการยอมให้แก๊สต่าง ๆ ผ่านเข้าออกภาชนะบรรจุ ภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้ง่าย ทำให้องค์ประกอบของแก๊สภายในใกล้เคียงกับบรรยากาศปกติมากกว่าภาชนะบรรจุที่ยอมให้แก๊สต่าง ๆ ผ่านเข้าออกได้น้อย (จริงแท้ , 2541)

### ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

ประโยชน์ของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงนอกจากจะชะลอกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ภายในผลผลิตทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้แล้ว ยังมีประโยชน์ในแง่อื่น ๆ ดังนี้

1. ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ผลผลิตที่มีความสมบูรณ์ มีรสชาติ คุณภาพในการบริโภคดีกว่าผลผลิตที่มีความสมบูรณ์น้อย แต่มักเก็บรักษาได้ไม่นาน ขนส่งไปได้ไม่ไกล การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยแก้ไขปัญหานี้ได้

2. ลดสภาพไว (sensitivity) ของผลผลิตต่อเอทธิลีน ทำให้การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่กระตุ้นโดยเอทธิลีนเกิดขึ้นได้ช้าลง ทั้งนี้เพราะ  $CO_2$  มีโครงสร้างเคมีใกล้เคียงกับเอทธิลีน สามารถไปแย่งที่ active site ของเอทธิลีนได้

3. ลดการเหม็นหืน (rancidity) ในการเก็บรักษาผลผลิตที่มีไขมันมาก เช่น พวกเมล็ดเคี้ยวมัน ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ รวมทั้งเมล็ดถั่วชนิดต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะการเหม็นหืนเกิดจากการออกซิไดซ์กรดของไขมันที่ไม่อิ่มตัวด้วย  $O_2$

4. ลดอัตราผิดปกติทางสรีรวิทยาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ระหว่างการเก็บรักษา เช่น อาการสะท้านหนาว (chilling injury) เพราะหลังจากเกิด primary injury ขึ้นในเซลล์ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เคยอยู่ใน compartment แยกต่างหากจะเล็ดลอดออกมา โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอล ทำให้ถูกออกซิไดซ์ด้วย  $O_2$  และทำให้เกิดอาการผิดปกติสีน้ำตาลขึ้น

5. ลดการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เพราะจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้บนผลไม้และผักส่วนใหญ่เป็น aerobic microorganism เมื่อมี  $O_2$  ต่ำทำให้การเจริญเติบโตบนผลผลิตลดลงด้วย

6. ลดการเจริญเติบโตของแมลงที่ติดมากับผลผลิตในหีบห่อเดียวกับเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นที่จะใช้ควบคุมแมลงได้ผลมักเป็นอันตรายต่อผักและผลไม้

7. เพิ่มคุณภาพของผลผลิต ผลผลิตบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ปริมาณเส้นใยเพิ่มสูงขึ้นระหว่างการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยชะลอการสร้างเส้นใยของหน่อไม้ฝรั่งได้ (จริงแท้ , 2541)

## อันตรายของการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่ได้รับการทดสอบแล้วมักปลอดภัยต่อผลิตภัณฑ์ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่ไม่ได้รับการควบคุมให้มีองค์ประกอบต่าง ๆ คงที่นั้น บ่อยครั้งที่ปริมาณแก๊สบางชนิดมีอยู่สูงหรือต่ำเกินไปจนทำให้เกิดอันตรายขึ้นกับผลิตภัณฑ์ได้ (จริงแท้ , 2541)

อาการผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงมีหลายรูปแบบด้วยกัน ลักษณะที่พบมากได้แก่ อาการที่ส่วนผิวของผลิตภัณฑ์มีรสชาติและกลิ่นผิดปกติ และสำหรับผลไม้มักมีกระบวนการสุกที่ผิดปกติหรือไม่สุกเอาเลย (สมชาย , 2543)

นอกจากอาการที่ผิดปกติที่แตกต่างกันแล้ว ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดยังทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลง ไม่ว่าจะปริมาณ  $O_2$  ต่ำเกินไป หรือ  $CO_2$  สูงเกินไปได้ไม่เท่ากัน ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างนี้ยังไม่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานกันว่าเนื่องจากความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์ และคุณสมบัติของผิวของผลิตภัณฑ์ที่จะยอมให้การถ่ายเทอากาศได้แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นสูง การถ่ายเทอากาศเกิดขึ้นได้ยาก ทำให้  $O_2$  ภายในลดต่ำเกินไป หรือ  $CO_2$  สะสมอยู่ภายในมากเกินไปจึงทำให้เกิดอาการผิดปกติ ในผลไม้พวกส้มไม่ทนต่อสภาพบรรยากาศดัดแปลงเลย เป็นไปได้ว่าส้มมีผิวหลายชั้น ตั้งแต่เปลือกเขียวด้านนอกสุด เยื่อหุ้มกลีบเนื้อส้มแต่ละกลีบ และชั้น epidermis ของถุง (juice sac) แต่ละถุง ทำให้การถ่ายเทแก๊สชนิดต่าง ๆ เกิดขึ้นได้น้อย (สายชล , 2538)

อย่างไรก็ตามข้อสันนิษฐานนี้ยังไม่มีตัวเลขยืนยันและยังมีข้อโต้แย้งได้ เช่นในกรณีของผักกาดหอมไม่สามารถทนต่อสภาพที่มี  $CO_2$  สูงได้เกินกว่า 1-2 % ซึ่งนับเป็นความเข้มข้นที่ต่ำมาก แต่ผักกาดหอมก็มีลักษณะโครงสร้างที่มีความหนาแน่นต่ำ เซลล์พื้นที่หรือ epidermis ไม่มีลักษณะพิเศษไปกว่าพืชชนิดอื่น ๆ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณโคนก้านของผักกาดหอมซึ่งมีสีขาวนั้น เกิดอาการผิดปกติเนื่องจาก  $CO_2$  สูง ได้มากกว่าบริเวณอื่น ๆ ที่มีสีเขียว (จริงแท้ , 2541)

## ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีผลต่อผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ

Pantastico , (1975) ทำการเก็บรักษาผลผลิตโดยการใช้การดัดแปลงบรรยากาศ (Modified atmosphere : MA) สามารถใช้ได้ผลกับผักและผลไม้หลายชนิด ซึ่งเป็นการเก็บรักษาในสภาพที่การลดปริมาณ  $O_2$  และเพิ่มปริมาณ  $CO_2$  ซึ่งอาจจะทำให้ผักและผลไม้บางชนิดมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศธรรมดาที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน เพราะ  $O_2$  ที่ความเข้มข้นต่ำทำให้อัตราการหายใจและการใช้อาหารสะสมสำหรับขบวนการหายใจลดลง และการผลิตเอทิลีนต่ำลงด้วย จึงทำให้ผักและผลไม้สูญเสียคุณภาพช้าลง ขณะเดียวกันระดับ  $CO_2$  ที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณ  $CO_2$  ในเซลล์เพิ่มขึ้นด้วย ทำให้ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์บาง

ชนิด ลดการผลิตสารระเหย นอกจากนี้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะถูกยับยั้งโดยสัดส่วนของ แก๊สในบรรยากาศของ MA ด้วย

พรรณิภา , (2542) ศึกษาอิทธิพลของอายุและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาถั่วฝักยาว โดยมีอายุของถั่วฝักยาวหลังติดฝัก 8, 9, 10, 11 วัน และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 0, 5, 10, 15, 20, 25 % ผลปรากฏว่าถั่วฝักยาวที่อายุ 8 วันหลังติดฝัก เก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ 5 และ 10 % มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 20 วัน ภายหลังจากการเก็บรักษาถั่วฝักยาว จะสูญเสียน้ำหนักเพิ่มตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและพบว่าถั่วฝักยาวที่อายุ 8 วัน หลังติดฝักเก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ 10 % มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด คือ 1.77 % มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีผิวและลักษณะภายนอกน้อยที่สุด และมีค่าเฉลี่ย TSS สูงที่สุด คือ 4.83 °Brix ส่วนถั่วฝักยาวที่อายุ 8 วันหลังติดฝัก เก็บรักษาในถุงพลาสติกร่วมกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 0 % มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด คือ 2.45 %

สุวรรณี , (2541) ศึกษาอิทธิพลของอายุและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาผักคะน้า โดยมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 0, 5, 10, 15, 20 % ผลปรากฏว่า สีใบโดยเก็บรักษาคะน้าในถุงพลาสติกที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 10 และ 20 % แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 10-13 °C จะมีสีเขียวของใบได้ยาวนานที่สุดคือ 21 วัน ส่วนคะน้าที่เก็บในคาร์บอนไดออกไซด์ 20 % จะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ในการเก็บรักษาคะน้าในถุงพลาสติกที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 0 % จะมีค่า TSS สูงที่สุด สำหรับลักษณะภายนอกอื่น ๆ ที่ปรากฏพบว่าการเก็บรักษาคะน้า โดยเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 10 % จะยังคงรักษาลักษณะภายนอกได้ดีสามารถรับประทานได้ถึง 21 วัน ส่วนปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 15 และ 20 % สามารถรักษาลักษณะคะน้าให้มีสภาพดีเป็นที่ยอมรับได้เพียง 14 วัน

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

दनัย , (2535) ศึกษาการเก็บรักษาถั่วในบรรยากาศที่มี CO<sub>2</sub> เป็นปัจจัยสำคัญในการยับยั้งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ที่อุณหภูมิ 7.2 องศาเซลเซียส บร็อคโคลี่ที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มี CO<sub>2</sub> เพิ่มขึ้น และ O<sub>2</sub> ลดลงจะช่วยให้บร็อคโคลี่มีสีเขียวอยู่ได้นานขึ้น เพราะคลอโรฟิลล์สลายตัวได้ช้าลง

จันทนา , (2543) ทดลองพบว่า การเก็บรักษากล้วยไข่ ในถุงพลาสติก (polyethylene) ที่ระดับความเข้มข้นของ CO<sub>2</sub> 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 % และ O<sub>2</sub> ที่ระดับความเข้มข้น 0, 5, 10, 15 และ 20 % เก็บรักษาอุณหภูมิ 14-18 °C ผลปรากฏว่ากล้วยไข่ที่เก็บรักษาใน CO<sub>2</sub> 0 % ร่วมกับ O<sub>2</sub> 5 % มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 42.67 วัน โดยที่สีเปลือกของกล้วยไข่ยังคงมีสีเขียวอยู่ แสดงว่าสัดส่วนระหว่าง CO<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> อธิพิผลต่ออายุการเก็บรักษากล้วยไข่ ภายหลังจากการเก็บรักษา 35 วัน แล้วนำมาบ่มสุกที่อุณหภูมิห้อง กล้วยไข่ยังคงคุณภาพการรับประทานเป็นที่ยอมรับ

ยุพัตสา , (2542) ศึกษาอิทธิพลของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานโดยวิธีบรรจุในถุงพลาสติก polyethylene (PE) ใช้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ 0, 3, 5, 10 และ 15 % เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 °C พบว่าข้าวโพดที่เก็บรักษาไว้ในคาร์บอนไดออกไซด์ 5 % จะทำให้ข้าวโพดหวานมีคุณภาพและอายุการเก็บรักษานานที่สุดคือ 29.4 วัน และมีปริมาณ TSS สูงที่สุด คือ 4.92 °Brix

การบรรจุหีบห่อ สมชาย (2543) กล่าวว่า

หีบห่อสามารถช่วยลดการสูญเสียความชื้น (การสูญเสียไอน้ำหนัก) ได้เนื่องจากช่วยป้องกันการระเหยน้ำ สิ่งนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับหีบห่อที่จะขายปลีก ทำให้ขายผลผลิตได้ดีขึ้น นานขึ้น เพราะถ้าสูญเสียความชื้นมากจะทำให้ผลผลิตเหี่ยว ผลิตผลบางอย่าง เช่น ผักกาดแดง หรือผักกึนรากอื่น ๆ ก่อนจะบรรจุหีบห่อต้องมีการตัดแต่งยอดราก จากนั้นบรรจุในถุงพลาสติกทำให้ลดการสูญเสียความชื้น ทำให้เก็บรักษาผักได้นานขึ้น

ผักถ้าเหี่ยวเร็วจะทำให้สูญเสียวิตามินซีไปด้วย ถ้าบรรจุหีบห่อที่ดีจะช่วยลดการสูญเสียเหล่านี้ นอกจากพลาสติกจะช่วยลดการสูญเสียความชื้นแล้ว พวกกล่องเยื่อไม้ที่เคลือบไซหรือภาชนะอื่น ๆ ก็ช่วยชะลอการสูญเสียความชื้นได้

## อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

### อุปกรณ์

1. ไบเมะกรูด
2. เครื่องชั่งแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
3. ตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิ
4. เครื่องแก้ว เช่น flask, test tube
5. hand refractometer
6. บิวเรตต์
7. แผ่นเทียบสี
8. เครื่องผนึกสุญญากาศ(vacuum sealer) พร้อมอุปกรณ์ควบคุมความดันก๊าซ
9. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
10. ก๊าซ ออกซิเจน
11. สารดูดซับเอทิลีน
12. ถุงพลาสติก polyethylene (PE)
13. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

### วิธีดำเนินการทดลอง

จัดหาไบเมะกรูดมีลักษณะทางคุณภาพที่ดีหลังการเก็บเกี่ยวมาบรรจุในถุงพลาสติกพร้อมด้วยปริมาณสารดูดซับเอทิลีน Ethylene Absorbent (EA) ผนึกปากถุงด้วยเครื่องผนึกสุญญากาศแล้วเติม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนตามวิธีการที่กำหนดแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ 5x5 Factorial in completely randomized design ประกอบด้วย 25 treatment combinations วิธีการละ 3 ซ้ำ ซ้ำละ 25 กรัม ทำการเปรียบเทียบผลทางสถิติด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) มี 2 ปัจจัย คือ ปริมาณสารดูดซับ เอทิลีน Ethylene Absorbent (EA) ประกอบด้วย 0%, 3%, 6%, 9%, 12% และสัดส่วนของ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อออกซิเจน (แรงดันของก๊าซมีหน่วยเป็นปอนด์/ตารางนิ้ว, PSI) ประกอบด้วย 5:0, 10:5, 10:10, 15:5 และ 15:10 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งมี 25 treatment combinations ประกอบไปด้วย

วิธีการที่ 1	ปริมาณ EA 0 %+ CO <sub>2</sub> 5 PSI : O <sub>2</sub> 0 PSI
วิธีการที่ 2	ปริมาณ EA 0 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 3	ปริมาณ EA 0 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 4	ปริมาณ EA 0 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 5	ปริมาณ EA 0 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 6	ปริมาณ EA 3 %+ CO <sub>2</sub> 5 PSI : O <sub>2</sub> 0 PSI
วิธีการที่ 7	ปริมาณ EA 3 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 8	ปริมาณ EA 3 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 9	ปริมาณ EA 3 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 10	ปริมาณ EA 3 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 11	ปริมาณ EA 6 %+ CO <sub>2</sub> 5 PSI : O <sub>2</sub> 0 PSI
วิธีการที่ 12	ปริมาณ EA 6 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 13	ปริมาณ EA 6 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 14	ปริมาณ EA 6 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 15	ปริมาณ EA 6 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 16	ปริมาณ EA 9 %+ CO <sub>2</sub> 5 PSI : O <sub>2</sub> 0 PSI
วิธีการที่ 17	ปริมาณ EA 9 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 18	ปริมาณ EA 9 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 19	ปริมาณ EA 9 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 20	ปริมาณ EA 9 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 21	ปริมาณ EA 12 %+ CO <sub>2</sub> 5 PSI : O <sub>2</sub> 0 PSI
วิธีการที่ 22	ปริมาณ EA 12 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 23	ปริมาณ EA 12 %+ CO <sub>2</sub> 10 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI
วิธีการที่ 24	ปริมาณ EA 12 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 5 PSI
วิธีการที่ 25	ปริมาณ EA 12 %+ CO <sub>2</sub> 15 PSI : O <sub>2</sub> 10 PSI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การศึกษาข้อมูล

1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คิดโดยทำการชั่งน้ำหนักเริ่มต้นของใบมะกรูด ก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นทุกๆ 7 วัน แล้วบันทึกผล นำน้ำหนักที่ได้มาคิดเป็นร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักสด และคำนวณตามสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด} = \frac{\text{นน. สดก่อนการเก็บรักษา} - \text{นน. สดหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักสดก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

2. ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) ทุกๆ 7 วันหลังการเก็บรักษา นำใบมะกรูดมาวัดปริมาณ TSS โดยการนำน้ำคั้นจากใบมะกรูดมาวัดด้วย hand refractometer มีหน่วยเป็น brix

3. การเปลี่ยนแปลงสีใบด้านบนของใบมะกรูด โดยบันทึกผลทุกๆ 7 วัน ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีใบด้านบนของใบมะกรูดก่อนและหลังการทดลองโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society โดยวัดตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

4. การเปลี่ยนแปลงสีใบด้านล่างของใบมะกรูด โดยบันทึกผลทุกๆ 7 วัน ทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีใบด้านล่างของใบมะกรูดก่อนและหลังการทดลองโดยใช้แผ่นเทียบสีมาตรฐานของ royal horticultural society โดยวัดตั้งแต่เริ่มการทดลองจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

5. คุณภาพของกลิ่น ทุกๆ 7 วันหลังการเก็บรักษา นำใบมะกรูดมาตรวจสอบคุณภาพกลิ่นด้วยวิธีการดมโดยใช้ผู้ตรวจสอบ 3 คน แบ่งคะแนนความชอบเป็น 5 ระดับคือ ระดับคะแนน 5 คือ กลิ่นใบมะกรูดดีมากเช่นเดียวกับใบมะกรูดสด ระดับคะแนน 4 คือ กลิ่นใบมะกรูดดี ใกล้เคียงกับใบมะกรูดสด ระดับคะแนน 3 คือ กลิ่นใบมะกรูดดีผิดปกติเล็กน้อยเป็นที่ยอมรับได้ ระดับคะแนน 2 คือ กลิ่นใบมะกรูดผิดปกติมาก เริ่มไม่เป็นที่ยอมรับ ระดับคะแนน 1 คือ กลิ่นใบมะกรูดผิดปกติมากที่สุด ไม่เป็นที่ยอมรับ

6. ลักษณะภายนอกของใบมะกรูด โดยบันทึกผลทุกๆ 7 วัน โดยตรวจสอบดูลักษณะภายนอกโดยรวมของใบมะกรูดว่ายังมีลักษณะภายนอกเป็นที่ยอมรับได้ของผู้บริโภคได้หรือเปล่า

7. อายุการเก็บรักษา โดยดูจากคุณภาพต่างๆ ของใบมะกรูดซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ จนถึงสิ้นสุดการยอมรับได้ นับอายุเป็นวัน

## การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

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

## สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทดลอง วันที่ 12 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2546

สิ้นสุดการทดลอง วันที่ 24 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2546

รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 42 วัน



## ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูดโดยใช้ปริมาณสารดูดซับเอทิลีนและสัดส่วนก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  พบว่า

### 1. เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด

ในระหว่างการเก็บรักษาใบมะกรูด พบว่า ใบมะกรูดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองใบมะกรูดมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุดไม่เกิน 6.42 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ปรากฏว่า ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 3 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  5 PSI :  $\text{O}_2$  0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด คือ 3.70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI และ EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  5 PSI :  $\text{O}_2$  0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  5 PSI :  $\text{O}_2$  0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  5 PSI :  $\text{O}_2$  0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 3.00, 2.93, 2.60, 2.55, 2.40, 2.40, 2.29, 2.14, 2.06, 2.06, 1.99, 1.97, 1.96, 1.95, 1.92, 1.77, 1.77, 1.75, 1.66, 1.61, 1.44, 1.41 และ 1.35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 6 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  5 PSI :  $\text{O}_2$  0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 0.68 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ปรากฏว่า ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  10 PSI :  $\text{O}_2$  5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด คือ 5.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ใบมะกรูดเก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$  15 PSI :  $\text{O}_2$  10 PSI และ EA 6 เปอร์เซ็นต์ +  $\text{CO}_2$

15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 4.67, 4.35, 4.32, 4.08, 3.68, 3.59, 3.54, 3.49, 3.46, 3.28, 3.20, 3.13, 2.97, 2.97, 2.82, 2.69, 2.66, 2.58, 2.53, 2.49, 2.29, 2.27 และ 2.21 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.41 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ปรากฏว่า ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด คือ 5.74 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI และ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 4.74, 4.52, 4.20, 4.09, 3.89,

3.79, 3.76, 3.55, 3.48, 3.38, 3.38, 3.36, 3.35, 3.30, 3.19, 3.18, 3.11, 3.01, 2.96, 2.93, 2.93, 2.71 และ 2.34 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนไบเมทริกซ์ที่เก็บรักษาพร้อมกับปริมาณ EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 1.95 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ปรากฏว่า ไบเมทริกซ์ที่เก็บรักษาพร้อมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด คือ 4.88 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ไบเมทริกซ์ที่เก็บรักษาพร้อมกับปริมาณ EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 4.75, 4.61, 4.60, 4.59, 4.36, 4.26, 4.23, 4.14, 4.02, 4.00, 3.86, 3.82, 3.77, 3.76, 3.74, 3.73, 3.60, 3.60, 3.49, 3.48, 3.41, 3.37 และ 3.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนไบเมทริกซ์ที่เก็บรักษาพร้อมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 3.32 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

ปรากฏว่า ไบเมทริกซ์ที่เก็บรักษาพร้อมกับปริมาณ EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด คือ 6.61 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ไบเมทริกซ์ที่เก็บรักษาพร้อมกับปริมาณ EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI และ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10

PSI, EA 6 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 6.30, 6.08, 5.92, 5.37, 5.27, 5.17, 4.94, 4.93, 4.85, 4.76, 4.72, 4.59, 4.52, 4.48, 4.40, 4.19, 4.12, 4.00, 3.86, 3.85, 3.76, 3.52 และ 3.49 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนไบเมทรูคที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 3.25 เปอร์เซนต์ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

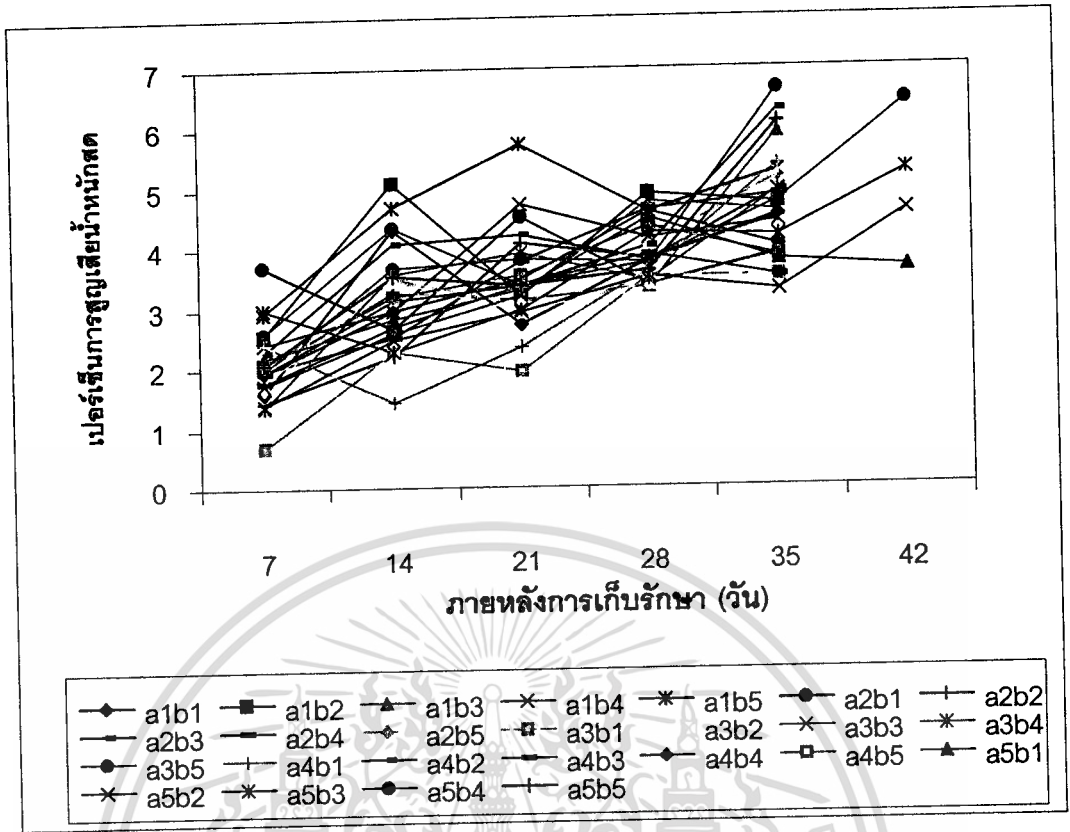
ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

ปรากฏว่า ไบเมทรูคที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุด คือ 6.42 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือ ไบเมทรูคที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และ EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด คือ 5.28 และ 4.59 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ส่วนไบเมทรูคที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซนต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดน้อยที่สุดคือ 3.65 เปอร์เซนต์ ส่วนวิธีการอื่นๆ หมุดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่าง  
กันที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

treatment combination	การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์) หลังการเก็บรักษา					
	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 5:0 PSI	1.61f-h <sup>1</sup>	4.32a-d <sup>1</sup>	2.71e-g <sup>1</sup>	3.77a-d <sup>1</sup>	4.52e-h <sup>1</sup>	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	2.55b-d	5.09a	3.19c-g	4.88a	4.71c-g	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	1.99d-h	3.28d-i	3.11d-g	3.32d	5.92a-d	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	2.40b-e	2.97f-i	4.74ab	4.14a-d	4.40e-h	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	2.93bc	4.67ab	5.74a	4.60a-d	5.27b-e	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	3.70a	2.66f-i	4.52bc	3.37cd	3.86f-h	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	1.44gh	2.21ij	4.09b-d	3.82a-d	4.48e-h	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	2.29c-f	4.08a-e	4.20b-d	3.76a-d	4.93c-f	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	1.96d-h	2.53g-i	3.76b-e	4.61a-c	4.85c-g	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	1.66f-h	3.49c-h	3.01d-g	4.00a-d	5.17b-f	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	0.68i	2.29ij	1.95g	3.49b-d	3.49gh	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	1.77e-h	3.46c-h	2.93d-g	3.36cd	4.12e-h	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 10:10 PSI	1.75e-h	2.58g-l	3.18c-g	4.75ab	4.59d-h	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	1.35h	3.59c-g	3.89b-e	3.41cd	4.94c-f	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	2.60b-d	4.35a-c	3.38c-f	3.73a-d	6.61a	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	2.40b-e	1.41j	2.34fg	3.60a-d	5.37a-e	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	1.95d-h	3.13e-i	3.38c-f	4.02a-d	6.30ab	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	1.77e-h	2.69f-i	3.36c-f	3.86a-d	3.52gh	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	1.92d-h	2.97f-i	3.48b-f	4.59a-d	4.00e-h	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	2.06d-h	3.20e-i	3.55b-f	4.36a-d	3.85f-h	-
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	2.14d-g	2.82f-i	3.30c-f	4.23a-d	3.76f-h	3.65d <sup>1</sup>
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	1.41h	2.49hi	2.93d-g	3.48b-d	3.25h	4.59c
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	3.00b	2.27ij	2.96d-g	4.26a-d	4.19e-h	5.28b
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	1.97d-h	3.68b-f	3.79b-e	3.74a-d	4.76c-g	6.42a
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	2.06d-h	3.54c-h	3.35c-f	3.60a-d	6.08a-c	-

1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ  
ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's multiple range test



ภาพที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำหนักสดของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน

## 2. ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS)

ในระหว่างการเก็บรักษาโบรมะกูดพบว่า โบรมะกูดมีปริมาณ TSS เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2) ซึ่งก่อนทำการเก็บรักษาโบรมะกูดมีปริมาณ TSS ระหว่าง 8.00 – 12.20 brix และเมื่อสิ้นสุดการทดลองโบรมะกูดมีปริมาณ TSS ระหว่าง 10.93 – 13.23 brix (ตารางที่ 2) ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ปรากฏว่า โบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีปริมาณ TSS สูงสุด คือ 13.67 brix รองลงมาคือ โบรมะกูดที่เก็บรักษาที่ปริมาณ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI และ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS คือ 13.13, 13.07, 12.93, 12.40, 12.40, 12.07, 11.80, 11.67, 11.67, 11.53, 11.47, 11.40, 11.40, 11.13, 11.13, 11.00, 10.87, 10.80, 9.53, 9.20, 8.53, 8.53, และ 7.33 brix ตามลำดับ ส่วนโบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 7.27 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ปรากฏว่า โบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีปริมาณ TSS สูงสุด คือ 13.0 brix รองลงมาคือ โบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6

เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS คือ 12.40, 11.73, 11.73, 11.47,  
11.33, 11.33, 11.33, 11.20, 11.20, 10.93, 10.93, 10.93, 10.80, 10.53, 10.47, 10.40, 10.20,  
10.13, 10.00, 9.87, 9.73, 9.33 และ 8.93 brix ตามลำดับ ส่วนไบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับ  
ปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 8.67 brix และ  
จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ปรากฏว่า ไบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub>  
10 PSI มีปริมาณ TSS สูงสุด คือ 15.87 brix รองลงมาคือ ไบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ  
EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI และ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA  
9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 6  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0  
เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS คือ 15.73, 15.33, 14.93, 14.73,  
14.67, 14.53, 14.40, 14.13, 14.00, 14.00, 14.00, 14.00, 13.60, 13.20, 13.20, 13.06, 13.00,  
12.93, 12.80, 12.67, 12.40, 12.00 และ 11.87 brix ตามลำดับ ส่วนไบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วม  
กับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 11.73 brix  
และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)

### ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ปรากฏว่า ไบโม่กรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีปริมาณ TSS สูงสุด คือ 15.07 brix รองลงมาคือ ไบโม่กรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI และ EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS คือ 15.07, 13.60, 13.47, 13.47, 13.33, 13.33, 13.07, 13.00, 12.80, 12.80, 12.80, 12.53, 12.53, 12.27, 12.00, 12.00, 11.87, 11.87, 11.73, 11.73, 11.20, 11.20 และ 10.13 brix ตามลำดับ ส่วนไบโม่กรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 9.33 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)

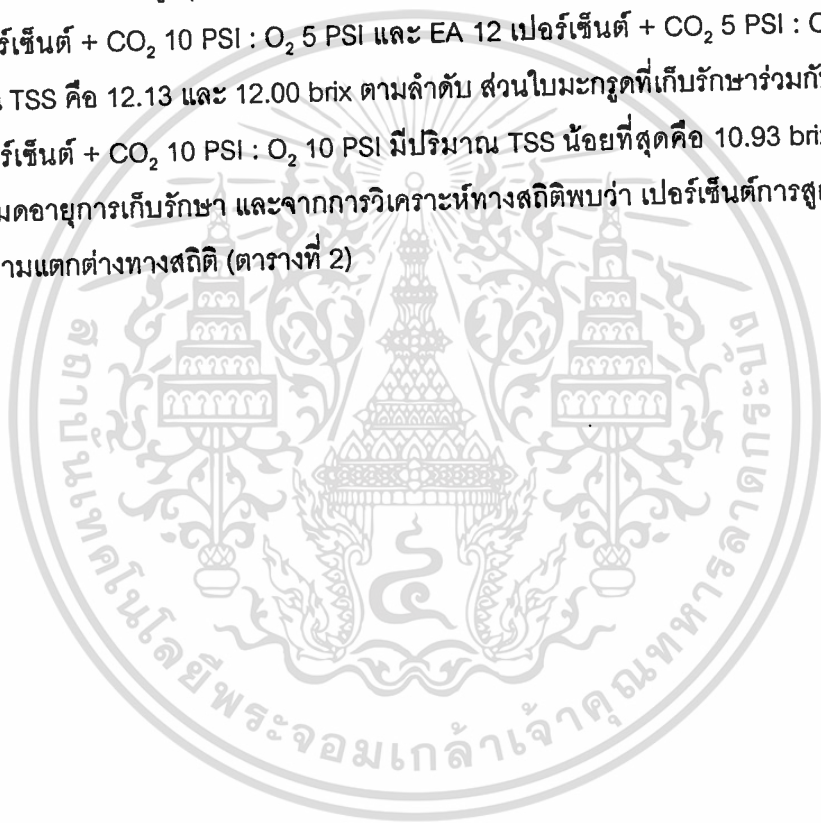
### ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

ปรากฏว่า ไบโม่กรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีปริมาณ TSS สูงสุด คือ 13.20 brix รองลงมาคือ ไบโม่กรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI และ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI EA 9

เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS คือ 13.20, 13.07, 12.67, 12.40, 12.13, 12.07, 12.00, 11.93, 11.87, 11.80, 11.73, 11.67, 11.60, 11.60, 11.20, 11.20, 11.07, 10.87, 10.80, 10.80, 10.53, 10.47 และ 10.00 brix ตามลำดับ ส่วนโบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 10.00 brix และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ปริมาณ TSS ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)

#### ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

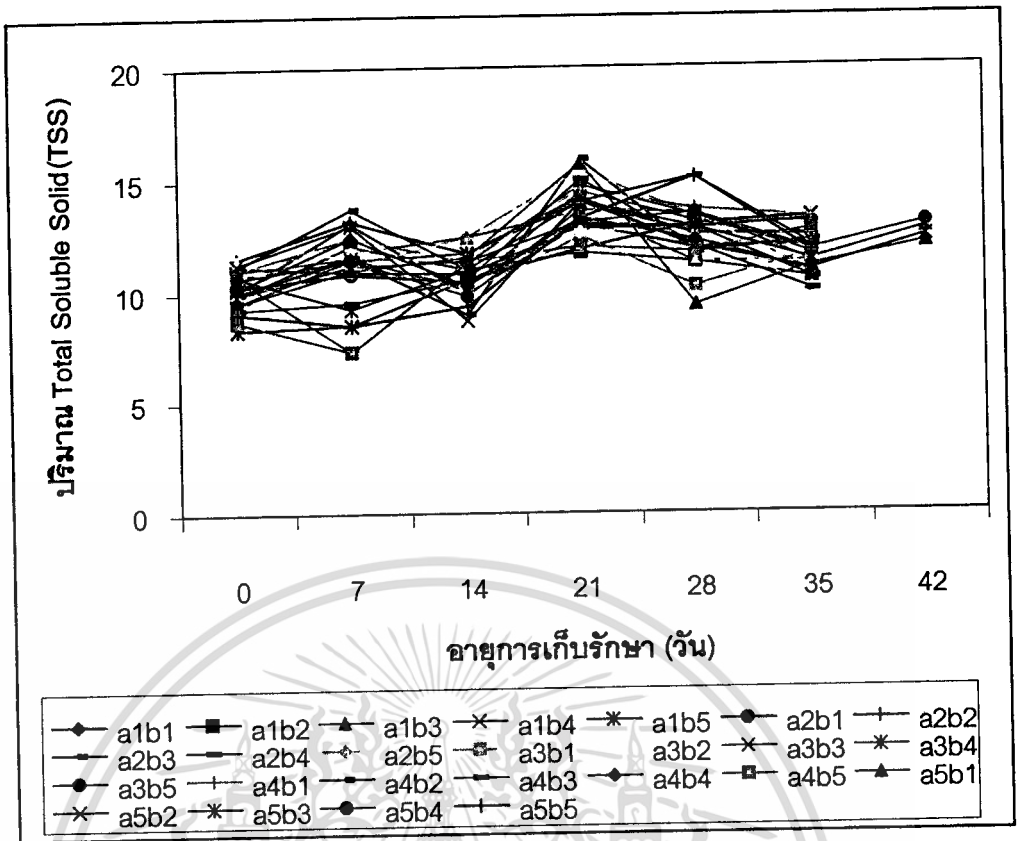
ปรากฏว่า โบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีปริมาณ TSS สูงสุด คือ 13.23 brix รองลงมาคือ โบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI และ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI ซึ่งมีปริมาณ TSS คือ 12.13 และ 12.00 brix ตามลำดับ ส่วนโบรมะกูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI มีปริมาณ TSS น้อยที่สุดคือ 10.93 brix ส่วนวิธีการอื่นๆ หมุดอายุการเก็บรักษา และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดมีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 2)



ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) ของไม้มะรุ็ดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

treatment combination	ปริมาณ TSS (brix) หลังการเก็บรักษา						
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 5:0 PSI	10.07a-c <sup>1</sup>	13.07ac <sup>1</sup>	9.87c-f <sup>1</sup>	13.0c-g <sup>1</sup>	12.80ab <sup>1</sup>	13.07a <sup>1</sup>	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	9.73a-c	12.07a-c	10.93a-e	11.73g	11.20b-d	10.47bc	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	9.27a-c	11.80a-d	11.73a-c	14.73a-d	11.20b-d	11.20a-c	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	10.60a-c	11.40a-e	13.00a	14.13a-g	11.87bc	12.07a-c	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	8.33c	8.53fg	10.53b-f	11.87fg	13.00ab	13.20a	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	10.20a-c	10.80c-e	10.40b-f	12.93c-g	11.87bc	12.00a-c	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	11.47a	13.13ab	11.73a-c	14.00a-g	12.53bc	12.40a-c	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	10.00a-c	11.53a-d	8.93ef	15.87a	11.73bc	12.13a-c	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	11.13ab	10.87b-e	10.80a-f	12.80c-g	12.80ab	10.53a-c	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	9.73a-c	11.13b-e	12.40ab	15.33a-c	13.33ab	10.80a-c	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	10.73a-c	11.67a-d	10.00c-f	12.40d-g	10.13cd	11.60a-c	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	11.40a	11.67a-d	11.20a-d	12.67c-g	12.53bc	10.00c	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 10:10 PSI	9.87a-c	11.13b-e	11.33a-d	13.07b-g	13.47ab	11.20a-c	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	10.93ab	11.47a-d	10.13b-f	14.40a-g	13.07ab	11.87a-c	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	10.67a-c	7.27g	11.20a-d	14.67a-e	13.33ab	11.60a-c	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	10.93ab	12.40a-c	11.33a-d	14.53a-f	13.60ab	13.20a	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	11.13ab	13.67a	10.93a-e	14.00a-g	15.07a	11.93a-c	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	9.20a-c	9.53d-f	10.47b-f	14.93a-d	12.00bc	10.00c	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	10.13a-c	12.40a-c	10.20b-f	13.20b-g	12.27bc	10.80a-c	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	8.67bc	7.33g	11.33a-d	12.00e-g	11.73bc	12.67ab	-
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	9.53a-c	11.00b-e	11.47a-d	15.73ab	9.33d	11.07a-c	12.00b <sup>1</sup>
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	11.27a	12.93a-c	8.67f	14.00a-g	12.00bc	10.87a-c	12.13b
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	10.67a-c	9.20e-g	10.93a-e	14.00a-g	12.80ab	11.67a-c	10.93c
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	9.53a-c	11.40a-e	9.73c-f	13.60a-g	13.47ab	11.80a-c	13.23a
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	9.00a-c	8.53fg	9.33d-f	13.20b-g	15.07a	11.73a-c	-

1/ ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ตามวิธีวิเคราะห์แบบ Duncan's multiple range test



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณ Total Soluble Solid ของมังงะกรุดภายหลังจากการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน

### 3. การเปลี่ยนแปลงสีใบด้านบนของใบมะกรูด

ในระหว่างการเก็บรักษาใบมะกรูดทุกๆ การทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองใบมะกรูดมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) (ตารางที่ 3)

ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) (ตารางที่ 3) ส่วนวิธีการอื่นๆ หมอดอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีใบด้านบนของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันที่อุณหภูมิ

14 องศาเซลเซียส

treatment combination	สีใบด้านบนของใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา						
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 5:0 PSI	GG137A	GG137A	GG137B	GG137B	GG137A	GG137A	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	GG137A	GG137B	GG137B	GG137A	GG137A	GG137A	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	GG137B	GG137B	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	GG137B	GG137B	GG137B	GG137B	GG137B	GG137A	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	GG137A	GG137B	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	GG137A	GG137B	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	GG137B	GG137B	GG137B	GG137B	GG137B	GG137A	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 10:10 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	GG137A	GG137B	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	GG137A	GG137B	GG137B	GG137B	GG137B	GG137B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	GG137A	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	GG137B	GG137A	GG137B	GG137B	GG137A	GG137A	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	GG137A	GG137B	GG137B	GG137A	GG137B	GG137B	-
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A	GG137A
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	GG137B	GG137B	GG137A	GG137B	GG137B	GG137A	GG137B
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	GG137B	GG137B	GG137A	GG137A	GG137B	GG137B	GG137B
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	GG137A	GG137A	GG137A	GG137B	GG137A	GG137A	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. การเปลี่ยนแปลงสีใบด้านล่างของใบมะกรูด

ในระหว่างการเก็บรักษาใบมะกรูดทุกๆ การทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองใบมะกรูดมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

**ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน**

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน**

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน**

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน**

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน**

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) (ตารางที่ 4)

**ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน**

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวซึ่งอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) (ตารางที่ 4) ส่วนวิธีการอื่นๆ หมดยุการเก็บรักษา

ตารางที่ 4 แสดงการเปลี่ยนแปลงสีใบบ้านล่างของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันใน

อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส

treatment combination	สีใบบ้านล่างของใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา						
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 5:0 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144A	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144A	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 10:10 PSI	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144A	YGG144B	YGG144A	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144A	-
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144B
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144A
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	YGG144B	YGG144A	YGG144B	YGG144B	YGG144B	YGG144A	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. คุณภาพของกลิ่นไอบะมรด

ในระหว่างการเก็บรักษาไอบะมรดทุกๆ การทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองไอบะมรดมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.88-5.00 คะแนนซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ปรากฏว่าไอบะมรดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.67-5.00 คะแนน (ภาพที่ 3)(ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ปรากฏว่าไอบะมรดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.75-4.58 คะแนน (ภาพที่ 3)(ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ปรากฏว่าไอบะมรดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.03-4.15 คะแนน (ภาพที่ 3)(ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ปรากฏว่าไอบะมรดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.07-4.07 คะแนน (ภาพที่ 3)(ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 35 วัน

ปรากฏว่าไอบะมรดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลองมีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.90-3.40 คะแนน (ภาพที่ 3)(ตารางที่ 5)

ภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน

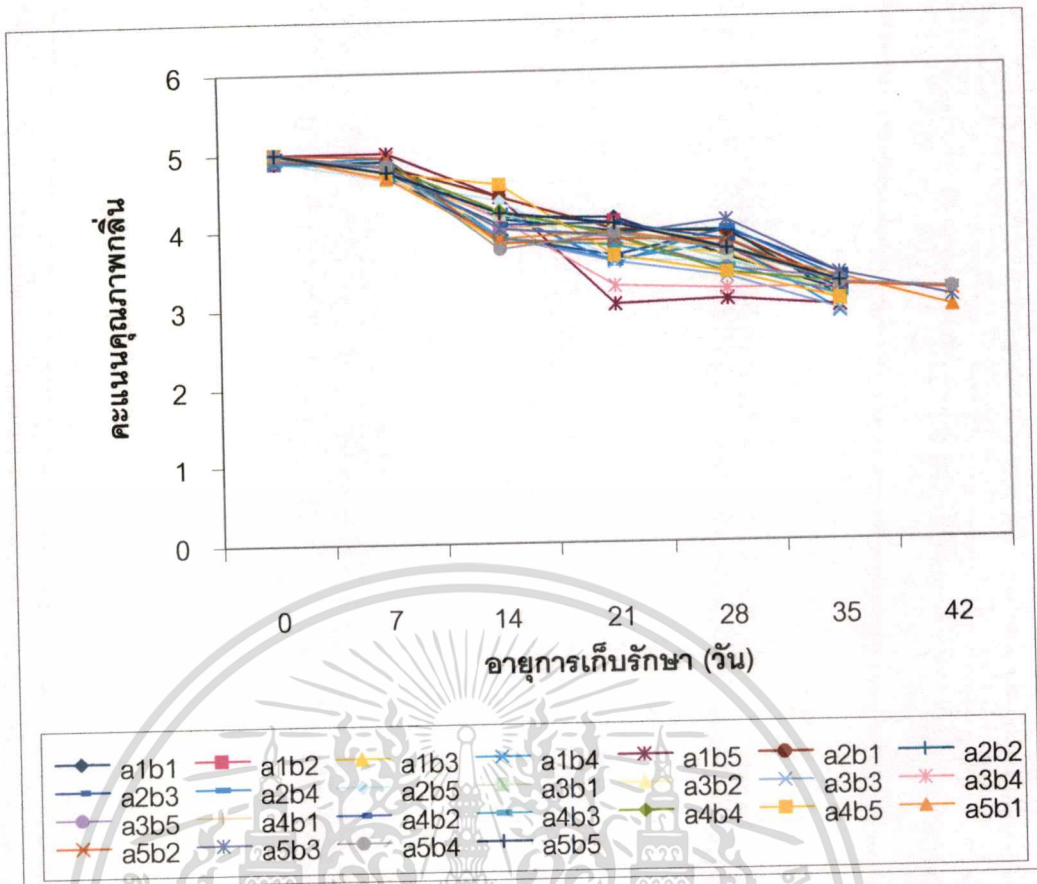
ปรากฏว่าไอบะมรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, ไอบะมรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, ไอบะมรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และไอบะมรดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีคะแนนคุณภาพของกลิ่นอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.94-3.19 คะแนน (ภาพที่ 3)(ตารางที่ 5) ส่วนวิธีการอื่นๆ มีกลิ่นแตกต่างไปจากกลิ่นมะมรดสดมาก จึงถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยคุณภาพกลิ่นของไบโอมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันที่อุณหภูมิ

14 องศาเซลเซียส

treatment combination	คะแนนเฉลี่ยคุณภาพกลิ่นของไบโอมะกรูดหลังการเก็บรักษา						
	0 วัน	7 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 5:0 PSI	5.00	4.77	4.17	4.15	3.62	3.17	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	4.90	4.83	4.00	4.08	3.72	3.03	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	5.00	4.73	3.83	3.80	3.65	3.07	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	4.88	4.93	3.92	3.58	3.77	2.90	-
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	5.00	5.00	4.42	3.03	3.07	2.97	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	5.00	4.83	4.43	3.98	3.93	3.23	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	4.90	4.90	4.15	3.97	3.97	3.07	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	5.00	4.73	3.92	3.65	3.97	3.40	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	5.00	4.67	4.25	3.53	3.98	3.32	-
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	4.92	4.67	4.38	3.58	3.53	3.21	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	5.00	4.67	4.20	3.93	3.57	3.09	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	5.00	4.73	4.00	4.05	3.77	3.04	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 10:10 PSI	5.00	4.82	3.90	3.57	3.35	2.93	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	5.00	4.82	4.15	3.25	3.20	3.21	-
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	4.93	4.83	4.02	3.88	3.47	3.30	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	5.00	4.67	4.22	4.05	3.70	3.26	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	5.00	4.77	4.05	4.05	3.83	3.17	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	4.90	4.83	3.88	3.77	3.50	3.11	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	5.00	4.83	4.25	3.90	3.41	3.25	-
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	5.00	4.77	4.58	3.65	3.42	3.05	-
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	5.00	4.68	3.88	3.97	3.73	3.32	2.94
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	5.00	4.93	3.82	3.85	3.82	3.23	3.15
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	4.92	4.83	4.00	3.92	4.07	3.39	3.08
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	5.00	4.83	3.75	3.93	3.70	3.26	3.19
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	5.00	4.77	4.22	4.07	3.73	3.29	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 แสดงคะแนนคุณภาพกลืนของใบมะกรูดภายหลังการเก็บรักษา 0, 7, 14, 21, 28, 35 และ 42 วัน

## 6. ลักษณะภายนอกของใบมะกรูด

ในระหว่างการเก็บรักษาใบมะกรูดทุกๆ การทดลองพบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองใบมะกรูดมีลักษณะภายนอกปกติ สีใบเขียวสด ใบและข้อใบไม่หลุดร่วง ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

### ภายหลังการเก็บรักษา 7 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในทุกๆ วิธีการทดลอง พบว่า มีลักษณะภายนอกปกติ สีใบเขียวสด ใบและข้อใบไม่หลุดร่วง ยังคงสภาพเช่นเดียวเหมือนใบมะกรูดสด

### ภายหลังการเก็บรักษา 14 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI พบว่าจะมีลักษณะภายนอกปกติ สีใบเขียวสด แต่ใบมะกรูดจะหลุดร่วงออกมาจากกิ่งมาก รอยต่อของใบมะกรูดจะแยกออกจากกันง่ายเมื่อโดนสัมผัส ส่วนวิธีการอื่นๆ ยังคงลักษณะภายนอกปกติเหมือนใบมะกรูดสด

### ภายหลังการเก็บรักษา 21 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 0 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI พบว่าจะมีลักษณะภายนอกปกติ สีใบเขียวสด แต่ใบมะกรูดจะหลุดร่วงออกมาจากกิ่งมาก รอยต่อของใบมะกรูดจะแยกออกจากกันง่ายเมื่อโดนสัมผัส ส่วนวิธีการอื่นๆ ยังคงลักษณะภายนอกปกติเหมือนใบมะกรูดสด

### ภายหลังการเก็บรักษา 28 วัน

ปรากฏว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 3 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, EA 6 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 9 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI พบว่ายังคงลักษณะภายนอกปกติเหมือนใบมะกรูดสด ส่วนวิธีการอื่นๆ พบว่าจะมีลักษณะภายนอกปกติ สีใบเขียวสด แต่

## 7. อายุการเก็บรักษา

การพิจารณาอายุการเก็บรักษาโดยใช้ผลการประเมินจากคุณภาพต่างๆ และลักษณะภายนอกพบว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาร่วมกับปริมาณ EA 12 เปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 42 วัน คือยังคงมีคุณภาพภายนอกและภายในอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนวิธีการอื่นๆ มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดเพียง 35 วัน เนื่องจากลักษณะภายนอกไม่เป็นที่ยอมรับ (ตารางที่ 6)



ตารางที่ 6 แสดงอายุการเก็บรักษาของใบมะกรูดที่อายุการเก็บรักษาต่างกันที่อุณหภูมิ

14 องศาเซลเซียส

treatment combination	อายุการเก็บรักษา (วัน)
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 5:0 PSI	35
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	35
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	35
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	35
EA 0 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	35
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	35
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	35
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	35
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	35
EA 3 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	35
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	35
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	35
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 10:10 PSI	35
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 15:5 PSI	35
EA 6 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	35
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	35
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	35
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	35
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	35
EA 9 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	35
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =5:0 PSI	42
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:5 PSI	42
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =10:10 PSI	42
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:5 PSI	42
EA 12 % + CO <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> =15:10 PSI	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- เเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสด พบว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นตามการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น หลังการเก็บรักษา 7 วัน มีค่าเฉลี่ย 2.05 เเปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 3.47 เเปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษาได้ 21 วัน เมื่อเก็บรักษาได้ 42 วัน เเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงถึง 6.42 เเปอร์เซ็นต์มีผลทำให้ใบมะกรูดแสดงอาการเหี่ยวเฉา ดังนั้นการสูญเสียน้ำหนักสดจึงมีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาใบมะกรูด

- ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) ในน้ำคั้นใบมะกรูดพบว่า ก่อนการเก็บรักษาใบมะกรูดมีค่า TSS เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 11.04 brix และ TSS จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นในทุกๆ วิธีการเก็บรักษา ในช่วง 7 - 35 วันหลังการเก็บรักษา ค่า TSS ของทุกๆ วิธีการอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการบริโภค

- การเปลี่ยนแปลงสีใบด้านบนของใบมะกรูด พบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองใบมะกรูดมีลักษณะสีใบด้านบนเป็นสีเขียวอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) ในช่วง 7-35 วัน พบว่า สีใบด้านบนเป็นสีเขียวอยู่ในช่วง Green Group 137 A (GG137A) ถึง Green Group 137 B (GG137B) ซึ่งสีด้านบนของใบยังมีสีลักษณะเหมือนกับใบมะกรูดที่เก็บมาจากต้นใหม่ ๆ

- การเปลี่ยนแปลงสีใบด้านล่างของใบมะกรูด พบว่า เมื่อเริ่มต้นการทดลองใบมะกรูดมีลักษณะสีใบด้านล่างเป็นสีเขียวอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) ในช่วง 7-35 วัน พบว่า สีใบด้านล่างเป็นสีเขียวอยู่ในช่วง Yellow Green Group 144 A (YGG144A) ถึง Yellow Green Group 144 B (YGG144B) ซึ่งสีด้านล่างของใบยังมีสีลักษณะเหมือนกับใบมะกรูดที่เก็บมาจากต้นใหม่ ๆ

- คุณภาพกลิ่นของใบมะกรูด พบว่า ในระหว่าง 1-14 วันหลังการเก็บรักษาคุณภาพกลิ่นของใบมะกรูดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และเริ่มลดลงตั้งแต่หลังการเก็บรักษาได้ 21 วัน โดยมีคะแนนคุณภาพกลิ่นของใบมะกรูด อยู่ในช่วง 3.03 - 4.15 คะแนน และภายหลังการเก็บรักษา 42 วัน คุณภาพกลิ่นของใบมะกรูดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากและไม่เป็นที่ยอมรับ

- อายุการเก็บรักษา พบว่า ใบมะกรูดที่เก็บรักษาที่ปริมาณ EA 12 เเปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 5 PSI : O<sub>2</sub> 0 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาที่ปริมาณ EA 12 เเปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI, ใบมะกรูดที่เก็บรักษาที่ปริมาณ EA 12 เเปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 10 PSI : O<sub>2</sub> 10 PSI และใบมะกรูดที่เก็บรักษาที่ปริมาณ EA 12 เเปอร์เซ็นต์ + CO<sub>2</sub> 15 PSI : O<sub>2</sub> 5 PSI มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด คือ 42 วัน ส่วนวิธีการอื่นๆ มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุดเพียง 35 วัน

## วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาใบมะกรูดโดยการให้ปริมาณสารดูดซับเอทิลีนและสัดส่วนของก๊าซ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 42 วัน โดยที่ใบมะกรูดที่เก็บรักษาในปริมาณ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  สัดส่วนที่สูงมีแนวโน้มให้อายุการเก็บรักษาสั้นกว่าใบมะกรูดที่เก็บรักษาในปริมาณ  $\text{CO}_2 : \text{O}_2$  สัดส่วนที่ต่ำกว่าอาจเนื่องมาจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงทำให้การถ่ายเทอิเล็กตรอนจาก NADH เกิดขึ้นไม่ได้ ในขณะที่เดียวกันการสร้าง ATP ก็ไม่อาจเกิดขึ้นได้หรือเกิดขึ้นไม่เพียงพอ การหายใจทั้งขบวนการถูกยับยั้ง และคาร์บอนไดออกไซด์ถ้ามีปริมาณมากสามารถยับยั้งบางขั้นตอนของขบวนการหายใจได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติขัดขวางการทำงานของเอทิลีนด้วย โดยเชื่อกันว่าคาร์บอนไดออกไซด์ไปแย่งที่ active site ของเอทิลีน ดังนั้นการลดปริมาณออกซิเจน และเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตออกไปได้ และการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำสามารถชะลอการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในผลผลิต จึงทำให้สามารถเก็บรักษาผลผลิตได้นานกว่าเก็บในอุณหภูมิปกติ (จริงแท้, 2541)

ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ในถุงที่เก็บรักษาใบมะกรูด จะมีความชื้นอยู่มาก อาจเนื่องมาจากการคายน้ำของใบมะกรูดและอุณหภูมิเย็นของตู้แช่ ซึ่งถ้าก่อนการเก็บรักษาไม่มีการทำความสะอาดผลผลิตก่อนปิดผนึกถุงก็จะมีโอกาสที่จะเกิดเชื้อราในถุงสูงมาก และทำให้ใบมะกรูดเน่าได้ง่ายด้วย

ภายหลังการเก็บรักษา 14 – 42 วัน จะเห็นว่าลักษณะภายนอกของใบมะกรูดจะมีผลทำให้ใบมะกรูดหลุดร่วงจากกิ่งง่าย และตรงช่วงระหว่างข้อของใบมะกรูดก็จะแยกออกจากกันง่ายมาก อาจเนื่องมาจากสภาพการคายน้ำของใบมะกรูดเกิดขึ้นมาก ทำให้บริเวณ Abscission zone พัฒนา ทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบได้ง่าย (สมบุญ , 2544)

## เอกสารอ้างอิง

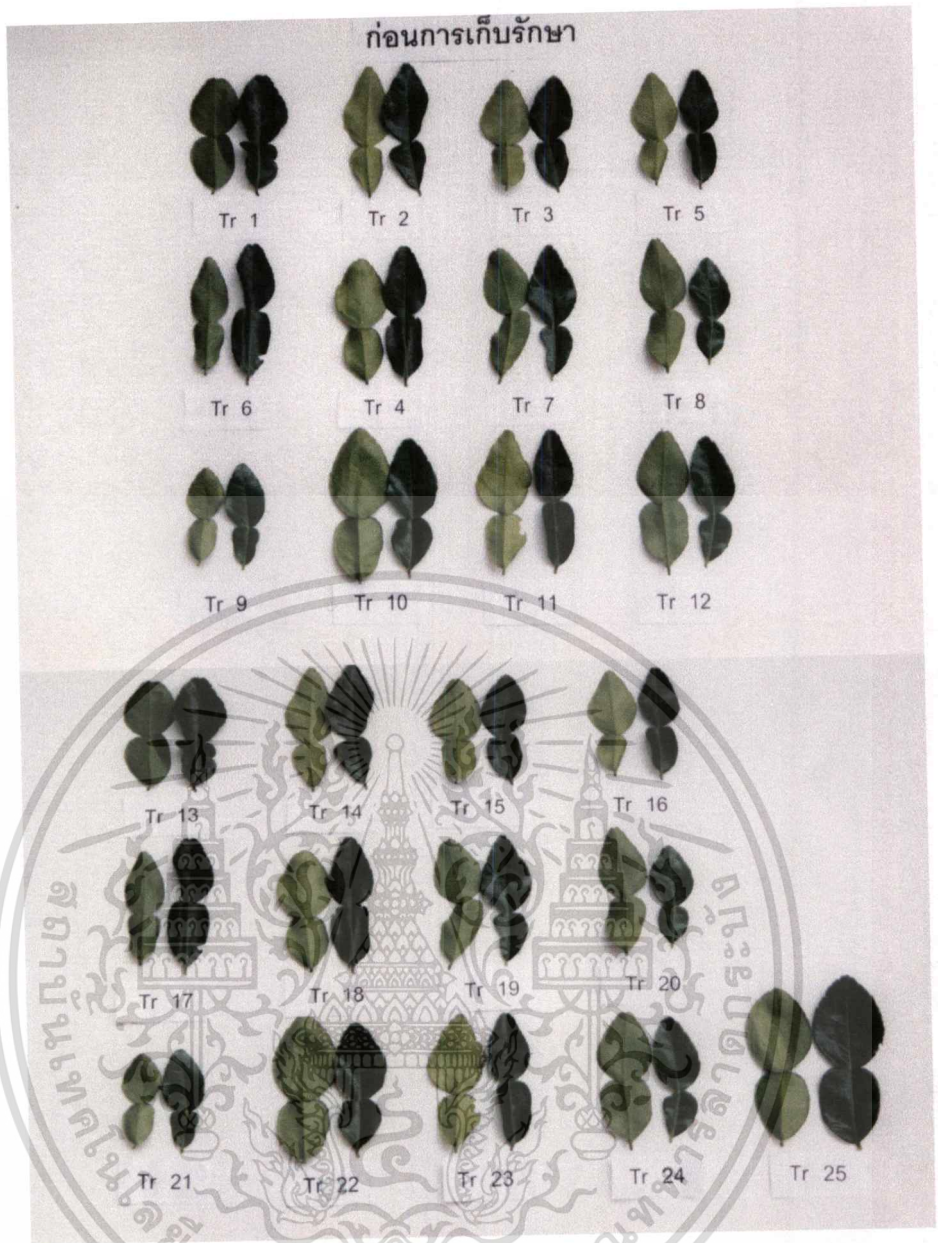
- กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์. 2532. "รายงานผลการศึกษาโครงการวิจัยตลาดพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ". กรุงเทพฯ. 1192น.
- จรัสแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396น.
- จันทนา โชคพาชื่น. 2543. "อิทธิพลสัดส่วน  $CO_2 : O_2$  ต่อพัฒนาการสุกและอายุการเก็บรักษากล้วยไข่". ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.
- จิรา ณ. นนงคายน. 2534. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผัก ผลไม้ และดอกไม้. แมสพับลิชชิง. กรุงเทพฯ. 272น.
- คณัย บุญยเกียรติ. 2535. การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- ธวัชชัย ชินวงศ์. 2541. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตสดทางพืชสวน. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันราชภัฏสุรินทร์. 642น.
- นิจศิริ เรืองรังษี. 2534. เครื่องเทศ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- นิจศิริ เรืองรังษี และ พะยอม ตันติวัฒน์. 2534. พืชสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 295น.
- นิทัศน์ พิษิตกุล, อัจฉราพร พันธุ์รักษ์วงศ์, ปราณีย์ นันทศรี และมัตถ์ ภูจันทร์. 2523. น้ำมันใบมะกรูด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 13(1) : 11-26
- พวรรณภา ย้วยล. 2542. "อิทธิพลของอายุและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาถั่วฝักยาว". ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 38น.
- พร้อมจิต ศรีลัมพ์, รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล, วงษ์สถิตย์ ชั่วกุล และ อาทร ژیวไพบูลย์. 2537. สมุนไพรและยาที่ควรรู้. คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- มงคล เกษรประเสริฐ. 2538. มะกรูด พืชตระกูลส้มสารพัดประโยชน์. กสิกร 58(4) : 293-296.
- ยุพัตสา คำดี. 2543. "อิทธิพลของระดับคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุและการเก็บรักษาข้าวโพดหวาน". ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาพืชสวน คณะบัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 49น.
- รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.
- วันดี กฤษณพันธ์. 2538. สมุนไพรสารพัดประโยชน์. ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

- สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2540. สมุนไพรกับวัฒนธรรมไทย ตอนที่ 1 ต้นไม้ตามทิศ. จัดพิมพ์เนื่องในงานชุมนุมแพทย์แผนไทยและสมุนไพรแห่งชาติครั้งที่ 1.
- สมชาย กล้าหาญ. 2543. วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน. ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 138น.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 237น.
- สายชล เกตุษา. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 364น.
- สุจีบังอร เข็มทอง. 2544. "การพัฒนาจุลยาก็กันยุงจากตะไคร้หอม มะกรูด เปลือกส้มเขียวหวาน และแกรนปอสา". วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาผลิตภัณฑ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สุวรรณี เพชรกลัด. 2541. "ผลของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ออายุการเก็บรักษาผักคะน้า". ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- Pantastico, Er.B. 1975. "Postharvest Physiology ,Handling and Utilization of Tropical and Subtropical and Vegetables" AVI Publishing CO.,Inc. Westport , Connecticut. 560p.
- Robert L. Shewfelt and Stanley E. Prussia. 1992. Postharvest Handling : a systems approach. San Diego : Academic Press. 358p.
- Zagory D. and Kuder , A.A. 1998. "Modified Atmosphere Packaging for Fresh Produce" J. Food Tech. 42(9) : 70.



## ภาคผนวก

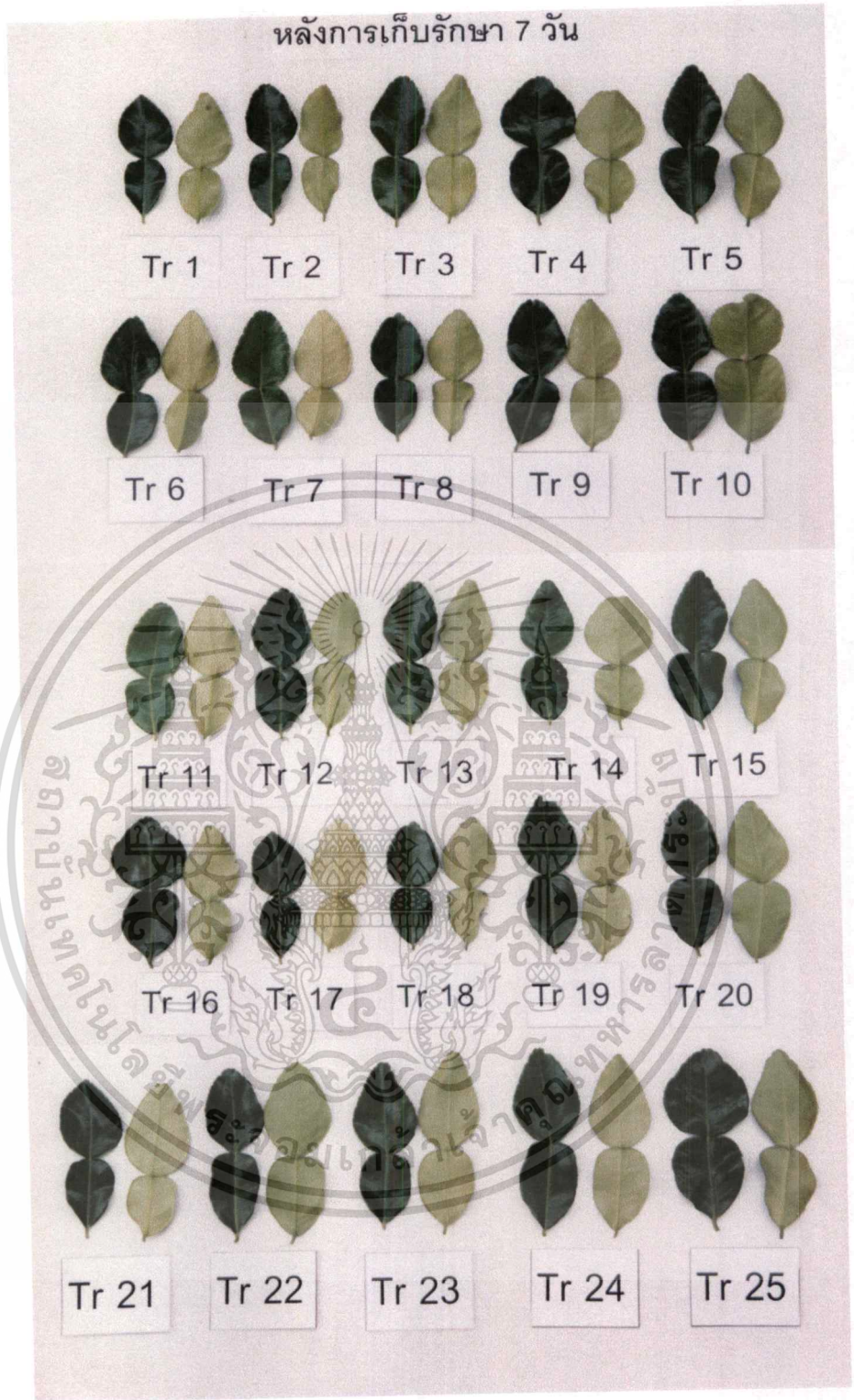
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 แสดงลักษณะใบมะกรูดก่อนการเก็บรักษา

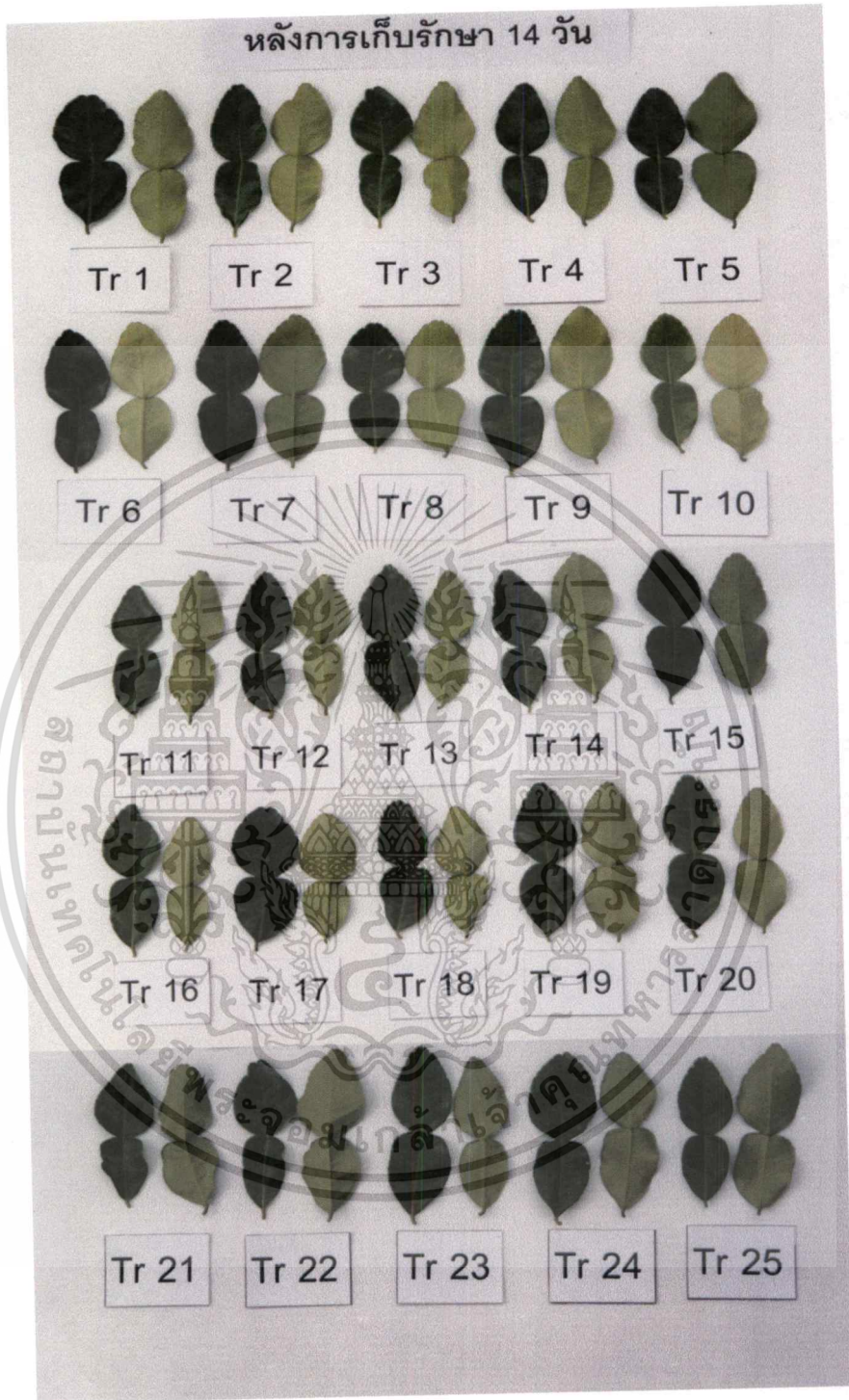
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการเก็บรักษา 7 วัน



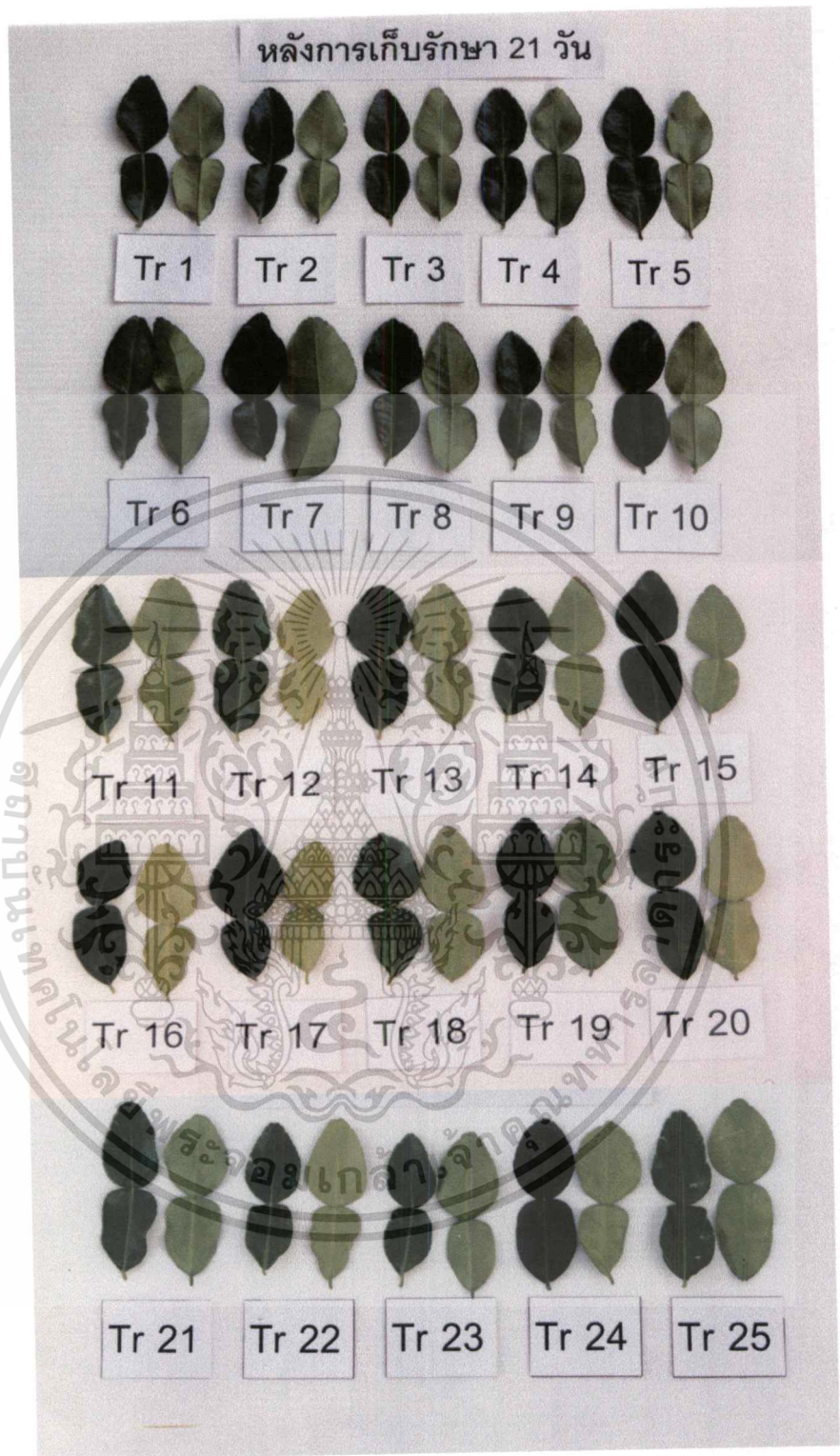
ภาพผนวกที่ 2 แสดงลักษณะใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 แสดงลักษณะใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา 14 วัน

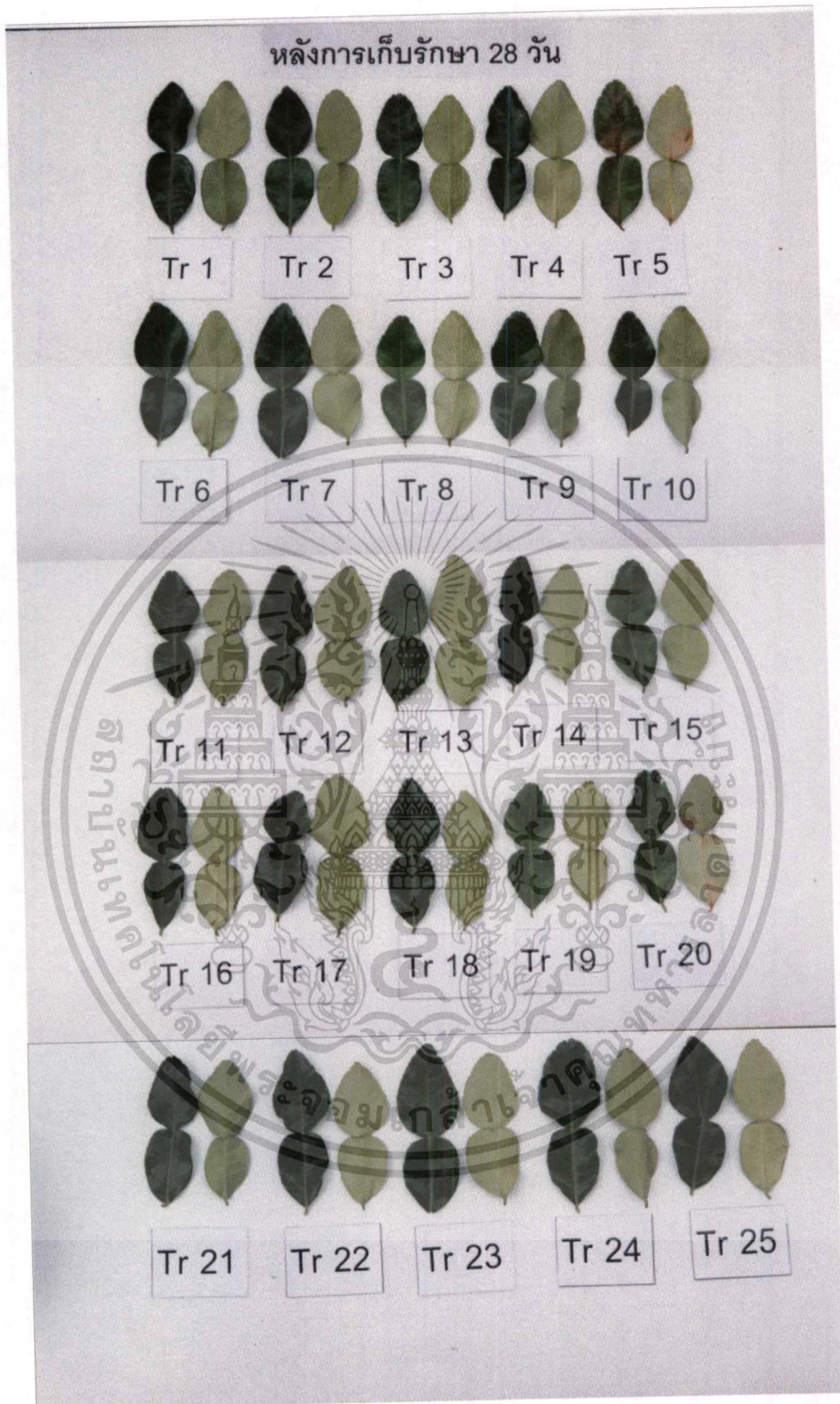
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 4 แสดงลักษณะใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา 21 วัน

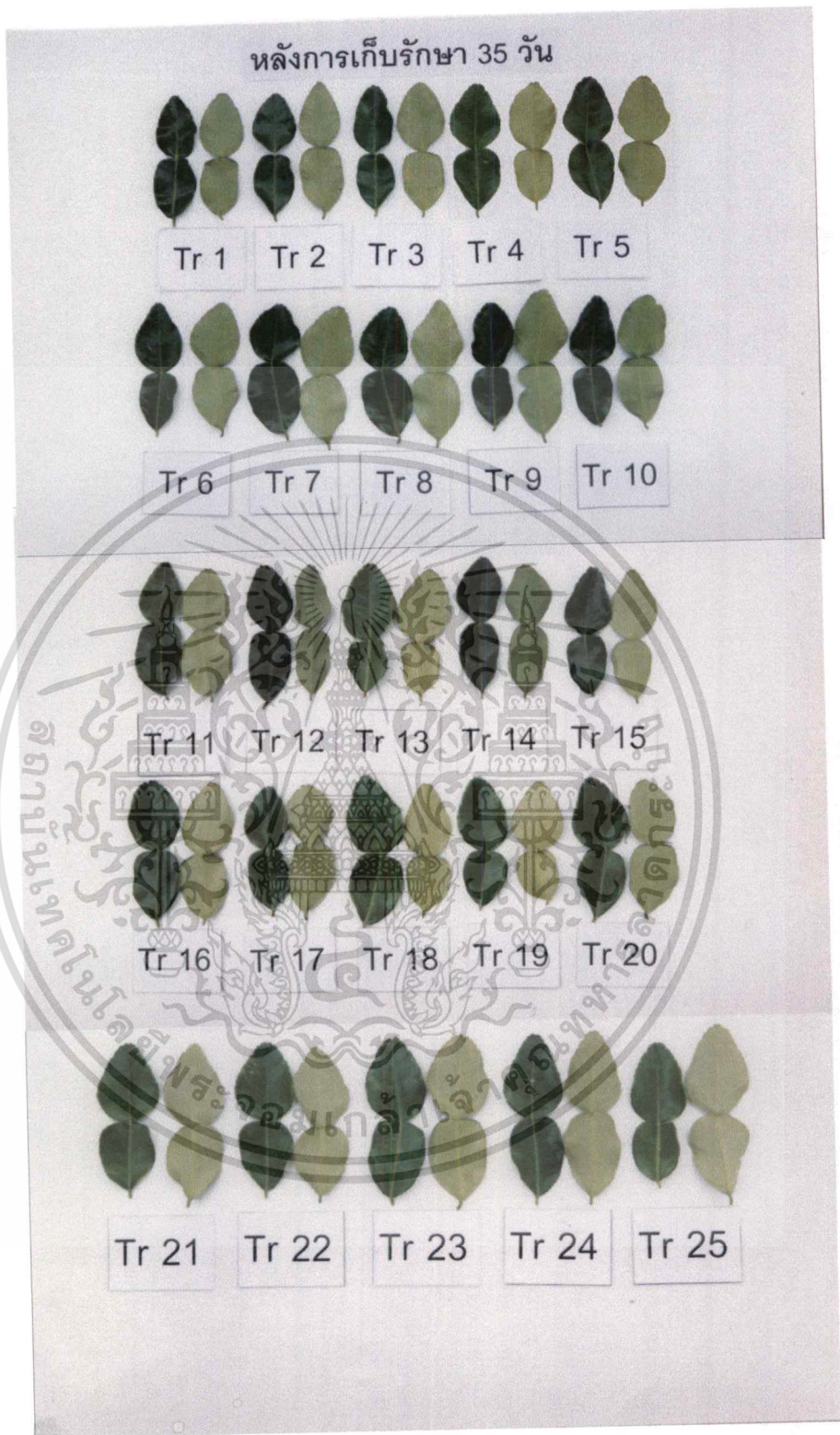
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการเก็บรักษา 28 วัน



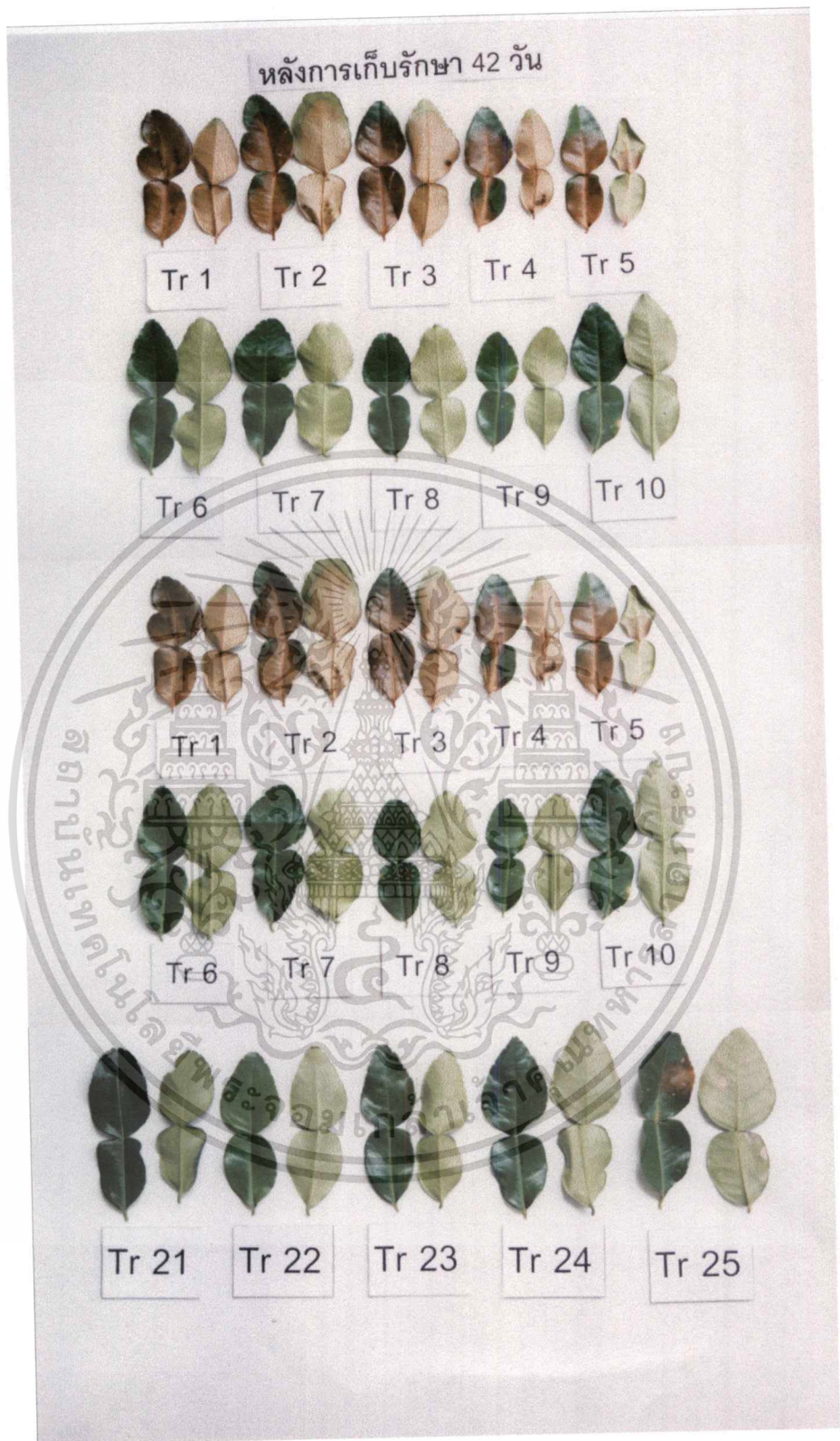
ภาพผนวกที่ 5 แสดงลักษณะใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 6 แสดงลักษณะใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา 35 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 7 แสดงลักษณะใบมะกรูดหลังการเก็บรักษา 42 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้