

ผลของปัจจัยทางเคมีและกายภาพต่อคุณภาพของผลมะนาวที่เก็บแช่เย็นในบรรยากาศคักแปลง



นางสาว นกุล เพ็ญพ่าย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-231-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF PHYSICO-CHEMICAL FACTORS ON THE QUALITY OF LIME FRUITS
IN MODIFIED ATMOSPHERE COLD STORAGE



Miss Nukul Phenphayap

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Food Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-231-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของปัจจัยทางเคมีและกายภาพต่อคุณภาพของผลมะนาวที่เก็บแช่เย็นใน
บรรยากาศตัดแปลง


โดย นางสาวนุกูล เพ็ญพ่ายพ

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร


อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธีรพิทยากุล


อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง

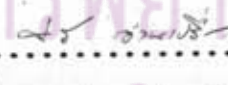
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

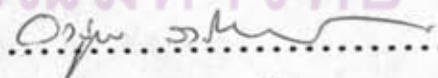

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ดAVOR วิชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธีรพิทยากุล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี อ่านเปรื่อง)


..... กรรมการ
(นางวารณี วารัญญานนท์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นกุล เพ็ญพ่าย : ผลของปัจจัยทางเคมีและกายภาพของผลมะนาวที่เก็บแช่เย็นในบรรยากาศ
ดัดแปลง (EFFECT OF PHYSICO-CHEMICAL FACTORS ON THE QUALITY OF LIME
FRUITS IN MODIFIED ATMOSPHERE COLD STORAGE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ชัยยุทธ
ธัญพิทยากุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.ปราณี อานเป็รื่อง, 105 หน้า.

จากการวัดอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีนของมะนาวไทย (*Citrus auratifolia* Swingle) ที่อุณหภูมิ 10 °ซ พบว่ามะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน มีอัตราการหายใจ เป็น 9.1, 8.7 และ 6.7 มล. O₂/ชม./กก. หรือ 11.0, 8.1 และ 6.7 มล. CO₂/ชม./กก. ตามลำดับ และจากการเก็บมะนาวในปริมาณประมาณ 200 กรัม ในภาชนะแก้วปิดสนิทซึ่งมีปริมาตรภายใน ประมาณ 2300 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 10 °ซ พบว่าความเข้มข้นของเอทิลีนในภาชนะบรรจุค่อนข้างต่ำ (0.2-0.4 ppm) ในช่วง 4-11 วัน และหลังจากนั้นจะเกิดการสะสมเพิ่มขึ้นเป็น 0.7-0.8 ppm ในช่วง 16-23 วัน พร้อมกับสีผิวของมะนาวเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลืองบางส่วน ต่อมาพบว่าเอทิลีนภายใน ภาชนะบรรจุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 1.8-2.2 ppm แต่เปอร์เซ็นต์สีเหลืองที่ผิวของมะนาวมิได้เพิ่มขึ้น มากนัก ขณะเดียวกันผิวของมะนาวบางส่วนเกิดสีน้ำตาลขึ้น และจากการศึกษาผลของปริมาณการบรรจุและ อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาวต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา โดยเก็บมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ในถุงพลาสติกชนิด HDPE ความหนา 0.35 มิลลิเมตร ขนาด 9 x 14 นิ้ว ใน ปริมาณการบรรจุ 430±5 กรัม, 645±5 กรัม และ 860±5 กรัม ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 10 °ซ ความชื้น-สัมพัทธ์ 85% พบว่าปริมาณการบรรจุที่ 430±5 กรัม จะเหมาะสมในการเก็บรักษามะนาวที่มีอายุการ เก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน โดยจะมีความเข้มข้นของออกซิเจนภายในถุง 8-9%, 9-12% และ 10-14% ตามลำดับ และมีคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงเป็น 3-5%, 3-4% และ 2-5% ตามลำดับ สำหรับเอทิลีนภายในถุงจะเป็น 0.4-2.4 ppm, 0.4-2.3 ppm และ 0.2-3.2 ppm ตามลำดับ เมื่อ เก็บเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ มะนาวจะเกิดการเน่าเสีย 23.52, 12.50 และ 0% ตามลำดับ และมี เอทธานอลสะสมอยู่ในน้ำมะนาวประมาณ 0.13-0.14% เป็นสาเหตุทำให้มะนาวมีคุณภาพในด้านกลิ่น รส ลดลง และผู้บริโภคมีการยอมรับ 60-75% สำหรับการบรรจุมะนาวในปริมาณ 645±5 กรัม และ 860±5 กรัม จะมีความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน ภายในถุงเป็น 3-7%, 2-11% และ 0.6-7.1 ppm ตามลำดับ มะนาวจึงเกิดการเน่าเสียเร็ว เนื่องจากเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ ออกซิเจน นอกจากนี้จากการศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวและสารดูดกาศเอทิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าการเก็บมะนาวในปริมาณการบรรจุ 430±5 กรัม พร้อมกับดูดกาศเอทิลีนภายในถุงจะช่วยชะลอการ สูญเสียคลอโรฟิลล์และการเน่าเสียของมะนาวได้ดีกว่าการดูดกาศเอทิลีนพร้อมกับคาร์บอนไดออกไซด์ และ การดูดกาศคาร์บอนไดออกไซด์เพียงอย่างเดียว โดยพบว่าภายในระยะเวลา 10 สัปดาห์ มะนาวจะไม่เกิด การเน่าเสียขึ้นเลย และเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ มะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยว 4 และ 6 เดือน จะเกิดการเน่าเสียถึงประมาณ 85-90% ในขณะที่มะนาวอายุการเก็บเกี่ยว 5 เดือน ยังคงมีการเน่าเสีย เพียง 0-4%

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

๑

NUKUL PHENPHAYAP : EFFECT OF PHYSICO-CHEMICAL FACTORS ON THE QUALITY OF LIME FRUITS IN MODIFIED ATMOSPHERE COLD STORAGE. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHAIYUTE THUNPITHAYAKUL, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSIST. PROF. PRANEE ANPRUNG, Ph.D., 105 PP.

The respiration rates of lime fruits (*Citrus auratifolia* Swingle), harvested after 4, 5 and 6 months from anthesis, kept at 10°C were determined and found to have a value of 9.1, 8.7 and 6.7 ml. O₂/hr/kg or 11.0, 8.1 and 6.7 ml. CO₂/hr/kg, respectively. Approximately 200 grams of lime fruits were stored at 10°C in a glass chamber with an average volume of 2300 ml. The ethylene concentration inside the chamber was found to be 0.2-0.4 ppm after 4-11 days and increased to 0.7-0.8 ppm after 16-23 days during which some parts of the fruit rind turned yellow. Finally, the ethylene concentration rose rapidly to 1.8-2.2 ppm as brown colour appeared on the fruit rind whereas there was little change in the original yellow area. To determine the appropriate packing weight, 430±5 grams, 645±5 grams and 860±5 grams of 4, 5 and 6 month-old lime fruits were stored in 0.35 mm. HDPE (High density polyethylene) bags 9x14 inches in size and kept at 10°C and RH 85%. It was found that the suitable amount of lime fruits for the storage of 4, 5 and 6 month-old lime fruits was 430±5 grams. The oxygen concentrations inside the bag were 8-9%, 9-12% and 10-14% while the carbondioxide concentrations were 3-5%, 3-4% and 2-5%, and the ethylene concentrations were 0.4-2.4 ppm, 0.4-2.3 ppm and 0.2-3.2 ppm for the respective 4, 5 and 6 month-old lime fruits. The spoilage of lime fruits after 12 weeks of storage were 23.55, 12.50 and 0% for the 4, 5 and 6 month-old lime fruits, respectively. Furthermore, it was shown that the ethanol contents in lime juice were about 0.13-0.14% which were the main causes for lowering the juice quality. On the other hand, the oxygen, carbondioxide and ethylene concentrations inside the bag with 645±5 grams and 860±5 grams of 4, 5 and 6 month-old lime fruits were 3-7%, 2-11% and 0.6-7.1 ppm, respectively which caused anaerobic respiration in the lime fruits. To study the effects of ethylene and carbondioxide absorbers on the keeping quality of lime fruits, 430±5 grams of lime fruits were packed and stored under the same conditions. It was shown that lime fruits with ethylene absorber could reduce chlorophyll loss and % spoilage better than those with ethylene and carbondioxide absorbers and carbondioxide absorber alone. After 16 weeks of storage, 4 and 6 month-old lime fruits showed a loss of 85-90% while there was only 0-4% spoilage in the 5 month-old samples.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา เทคโนโลยีการอาหาร
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต *Hana Koo*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *[Signature]*



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ธีญพิทยากุล อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราวณี อานเป็รื่อง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นในการวิจัย ตลอดจนความช่วยเหลือทุกด้าน จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ ภาควิชาชีวเคมี ที่กรุณาให้กาชเอทิสินมาตรฐาน และศูนย์พัฒนาและ บริการทางเครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ใช้เครื่อง วิเคราะห์ Gas chromatography ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พัชรี ปานกุล และ คุณวารุณี วารัญญานนท์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนบางส่วนในการวิจัยครั้งนี้ และสำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจที่ได้รับจากเพื่อน ๆ และพี่ ๆ ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้สำหรับผู้มีพระคุณยิ่งในชีวิตข้าพเจ้า บิดาและมารดา ผู้ซึ่งให้การอบรมสั่งสอน กำลังใจ และสนับสนุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด จนสำเร็จการศึกษา ข้าพเจ้าขอกราบ ขอบพระคุณท่านทั้งสองด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูป	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	5
2.1 พันธุ์มะนาว	5
2.2 คุณค่าทางอาหารของมะนาว	5
2.3 องค์ประกอบหลักของมะนาว	6
2.4 การเปลี่ยนแปลงภายหลังการเก็บเกี่ยว	7
2.4.1 การหายใจ	7
2.4.2 การสร้างเอทิลีน	8
2.4.2.1 ขั้นตอนการสังเคราะห์เอทิลีนในพืช	9
2.4.2.2 การทำงานของเอทิลีนในพืช	11
2.4.2.4 ผลของเอทิลีนต่อคุณภาพของผลไม้ตระกูลส้ม	12
2.4.3 การคายน้ำ	13
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของมะนาวขณะเก็บรักษา	14
2.5.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	14
2.5.2 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาพการเก็บรักษา	14
2.5.3 ความเข้มข้นของเอทิลีนในสภาพการเก็บ	15
2.5.4 อายุการเก็บเกี่ยวของมะนาว	15

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6	การเก็บมะนาวในภาชนะบรรจุประเภทฟิล์มพลาสติก	16
2.6.1	ปัจจัยที่มีผลต่อบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุ	16
2.6.1.1	ชนิดของฟิล์มพลาสติก	17
2.6.1.2	อุณหภูมิ	18
2.6.1.3	น้ำหนักของผลมะนาวต่อปริมาตรช่องว่าง ภายในภาชนะบรรจุ	18
3.	วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1	วัตถุประสงค์	19
3.2	สารเคมี	19
3.3	อุปกรณ์	20
3.4	วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.4.1	การเตรียมมะนาวและถุงที่ใช้บรรจุมะนาว	21
3.4.2	วัตถุประสงค์การหายใจและการสร้างเอทิลีนของมะนาวที่มี อายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 10 °ซ	21
3.4.3	ศึกษาผลของปริมาณการบรรจุและผลของอายุการเก็บเกี่ยว ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะที่เก็บรักษา	22
3.4.4	ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยวและสารดูดก๊าซเอทิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะที่เก็บรักษา	22
3.4.5	เกณฑ์การตัดสินคุณภาพของมะนาวที่เก็บรักษา	26
3.4.6	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	31
4.	ผลการทดลอง	32
4.1	ผลการวัตถุประสงค์การหายใจและการสร้างเอทิลีนของมะนาวที่มีอายุ การเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 10 °ซ	32
4.2	ผลการศึกษาผลของระดับปริมาณการบรรจุและอายุการเก็บเกี่ยวของ มะนาวต่อคุณภาพของมะนาวในขณะที่เก็บรักษา	37

ศูนย์วิจัยทรัพยากรพืช
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่	หน้า
4.3 ผลการศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยว และสารคูดกาซเอทิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา	54
5. วิจัยผลการศึกษาทดลอง	74
5.1 การวัดอัตราการหายใจและการสร้างเอทิลีนของมะนาวที่มีอายุการ เก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน ที่อุณหภูมิ 10 °ซ	74
5.2 ผลของระดับปริมาณการบรรจุ และอายุการเก็บเกี่ยวของมะนาวต่อ คุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา	75
5.3 ผลของอายุการเก็บเกี่ยวของมะนาวและสารคูดกาซเอทิลีน คาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของมะนาวในขณะเก็บรักษา	80
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	85
6.1 สรุปผลการทดลอง	85
6.2 ข้อเสนอแนะ	88
เอกสารอ้างอิง	89
ภาคผนวก ก	94
ภาคผนวก ข	98
ภาคผนวก ค	99
ประวัติผู้เขียน	105

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ราคาขายส่งมะนาวสวน 100 ผล/บาท ตลอดปี 2528-2530	2
2.1	อัตราการซึมผ่านฟิล์มพลาสติกของไอน้ำและก๊าซ	17
4.1	การหาอัตราการหายใจของมะนาวที่มีอายุการเก็บเกี่ยวแตกต่างกันที่อุณหภูมิ 10 °ซ	33
4.2	ระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน ภายในถุงบรรจุมะนาวในขณะที่เก็บรักษา	43
4.3	เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	44
4.4	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	45
4.5	ปริมาณกรดซิตริกในน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่เวลาต่าง ๆ กัน	48
4.6	ปริมาณไวตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่เวลาต่าง ๆ กัน	49
4.7	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดคือน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่เวลาต่าง ๆ กัน	50
4.8	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำมะนาว	53
4.9	ระดับความเข้มข้นของออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวในขณะที่เก็บรักษา	60
4.10	เปอร์เซ็นต์การเน่าเสียของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	61
4.11	เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของมะนาวที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	62
4.12	ปริมาณกรดซิตริกในน้ำมะนาว (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	65
4.13	ปริมาณไวตามินซีในน้ำมะนาว (มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) ที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน	66
4.14	ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อน้ำมะนาว	69

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แผนผังแสดงการหายใจของพืชโดยสังเขป ทั้งแบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน ...	7
2.2	การเจริญเติบโตและลักษณะการหายใจของผลไม้ประเภท Climacteric และ Non-Climacteric	8
2.3	ขั้นตอนการสร้างเอทิลีนในพืช	10
2.4	กระบวนการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในพืช	13
2.5	แผนภาพแสดงการแลกเปลี่ยนก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บผักผลไม้ในสภาพบรรยากาศที่เปลี่ยนแปลง	16
2.6	ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนที่บรรจุถั่วลิสงแล้วเก็บที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	18
3.1	มณฑลอายุการเก็บเกี่ยว 4, 5 และ 6 เดือน	23
3.2	เครื่องวิเคราะห์ Gas Chromatography	23
3.3	การวัดอัตราการหายใจของมะนาว	24
3.4	การเก็บมะนาวในถุง	24
3.5	สารสกัดก๊าซเอทิลีน	25
3.6	สารสกัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	25
4.1	ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุแก้วปิดสนิทที่เวลาต่าง ๆ กัน	34
4.2	ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในภาชนะบรรจุแก้วปิดสนิทที่เวลาต่าง ๆ กัน ...	35
4.3	ลักษณะมะนาวที่เก็บในภาชนะแก้วปิดสนิท เป็นเวลา 32 วัน	36
4.4	ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	38
4.5	ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	39

รูปที่	หน้า
4.6 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	40
4.7 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	41
4.8 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	42
4.9 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	42
4.10 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	46
4.11 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	47
4.12 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	47
4.13 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน .	51
4.14 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน .	52
4.15 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน .	52
4.16 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	55
4.17 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	56
4.18 ความเข้มข้นของออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	57
4.19 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	58
4.20 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	59
4.21 ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในถุงบรรจุมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	59
4.22 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	63
4.23 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	64
4.24 คะแนนสีผิวของมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน	64
4.25 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมะนาวอายุ 4 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน .	67
4.26 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมะนาวอายุ 5 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน .	68
4.27 ความเข้มข้นของเอทานอลในน้ำมะนาวอายุ 6 เดือน ที่เวลาต่าง ๆ กัน ..	68

รูปที่		หน้า
4.28	ลักษณะমনาวที่เก็บเป็นเวลา 6 สัปดาห์	70
4.29	ลักษณะমনาวที่เก็บเป็นเวลา 8 สัปดาห์	71
4.30	ลักษณะমনาวที่เก็บเป็นเวลา 10 สัปดาห์	71
4.31	ลักษณะমনาวที่เก็บเป็นเวลา 12 สัปดาห์	72
4.32	ลักษณะมนาวที่เก็บเป็นเวลา 16 สัปดาห์	72
4.33	ลักษณะการเนาเนื่องจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน	73



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย