การผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บแตงหอม *Cucumis melo* L.

นางสาวพีชยา ตันติเตมิท

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

PRODUCTION OF PINEAPPLE LEAF PAPER CONTAINING ACTIVE CARBON AS AN ACTIVE PACKAGING FOR SHELF LIFE EXTENSION OF MELONS *Cucumis melo* L.

Miss Peechaya Tantitamit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

490487

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บแตงหอม *Cucumis melo* L.
โดย	นางสาวพีชยา ตันติเตมิท
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประหัษฐ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ)

.....กรรมการ

(ดร. อนวัช สุวรรณกุล)

.....กรรมการ

(อาจารย์ นุชจรินทร์ เหลืองสะอาด)

พีชยา ตันติเตมิท : การผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์เพื่อยืดอายุการเก็บแตงหอม *Cucumis melo* L. (PRODUCTION OF PINEAPPLE LEAF PAPER CONTAINING ACTIVE CARBON AS AN ACTIVE PACKAGING FOR SHELF LIFE EXTENSION OF MELONS *Cucumis melo* L.) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทราวรรณ, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร.วรรณา ตุลยธัญ, 77 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์เพื่อยืดอายุการเก็บแตงหอม *Cucumis melo* L. การผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ทำโดยนำเยื่อใบสับปะรดที่ได้จากการต้มใบสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้น 3.6% (w/v) และล้างด้วยน้ำจนกระทั่ง น้ำล้างเยื่อมีค่า pH เป็น 6-7 เติมถ่านกัมมันต์ 0, 50, 150 และ 250% ของน้ำหนักเยื่อแห้ง และขึ้นรูปเป็นแผ่นเยื่อกระดาษด้วยวิธีการแตะเยื่อ จากนั้นนำไปศึกษาการดูดซับเอทิลีนที่มีความเข้มข้น 5 ppm พบว่ากระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ปริมาณมากขึ้น มีร้อยละการดูดซับเอทิลีนมากขึ้น ส่วนที่ 0% ไม่มีการดูดซับเอทิลีน เมื่อนำกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์มาทดสอบสมบัติทางกายภาพ พบว่าเมื่อมีปริมาณถ่านกัมมันต์มากขึ้นทำให้น้ำหนักมาตรฐานและความหนาของกระดาษมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่าความขาวสว่าง ดัชนีความต้านทานแรงฉีกขาดและดัชนีความต้านทานแรงดึงมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ส่งผลให้กระดาษมีความแข็งแรงลดลง เมื่อพิจารณาความสามารถในการดูดซับเอทิลีนและคุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษ พบว่ากระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ 150% เป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาใช้ในการยืดอายุแตงหอม ในการทดลองขั้นสุดท้ายเป็นการศึกษาผลของการใช้กระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ 150% ในการดูดซับก๊าซในระบบปิด การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของแตงหอมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 และ 10 องศาเซลเซียส เปรียบเทียบกับการใช้สารดูดซับเอทิลีนทางการค้า (Elecon®) ในการยืดอายุการเก็บแตงหอม ตัวอย่างควบคุม คือ แตงหอม ที่ไม่ใช้สารดูดซับเอทิลีน จากการทดลองพบว่ากระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์สามารถลดก๊าซเอทิลีนในระบบปิดได้ แต่มีความสามารถน้อยกว่าสารดูดซับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ ส่วนในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอมทั้ง 3 สภาวะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของค่าสี ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปกรดซิตริกและการทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษาที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ อย่างไรก็ตามการใช้กระดาษที่มีถ่านกัมมันต์มีแนวโน้มในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอมได้ดีกว่าตัวอย่างควบคุม ดังนั้นกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์จึงมีศักยภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอม

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา....2549..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4672357623 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: PINEAPPLE LEAF PAPER / ACTIVE CARBON / ACTIVE PACKAGING / MELON / ETHYLENE

PEECHAYA TANTITAMIT : PRODUCTION OF PINEAPPLE LEAF PAPER CONTAINING ACTIVE CARBON AS AN ACTIVE PACKAGING FOR SHELF LIFE EXTENSION OF MELONS *Cucumis melo* L. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. UBONRAT SIRIPATRAWAN, Ph.D., THESIS COADVISOR : ASSOC. PROF. VANNA TULYATHAN, Ph.D., 77 pp.

Pineapple leaf paper containing active carbon to be used as an active packaging for shelf life extension of fresh produces was developed. Pulping was done by cooking pineapple leaf with 3.6 % w/v sodium bicarbonate. The pineapple pulp was washed several times until the pH of the drained water was 6-7. The pineapple leaf paper containing active carbon was done by mixing pineapple leaf pulp with 0, 50, 150 and 250% w/w active carbon. Paper with 0% active carbon was used as control. It was found that the more the amount of active carbon, the higher the concentration of ethylene to be adsorbed, while control sample did not adsorb ethylene. Nevertheless, the physical properties (brightness, tear index and tensile index) of the active paper decreased with an increase in the amount of active carbon. The pineapple leaf paper containing 150% active carbon was found to be the optimum condition in term of paper forming ability and ethylene adsorbing quality. The pineapple leaf paper containing 150% active carbon, in comparison with commercial ethylene absorber (Elecon®), was then used to extend shelf life of melons stored at 30 and 10 °C. Control samples were melons without ethylene absorber. Ethylene and carbon dioxide concentration, changes in physical, chemical and sensory qualities of the melons were determined during the storage period. The results showed that pineapple leaf paper containing active carbon could adsorb ethylene produced by melons under close system. There were no significant difference in color, firmness, total soluble solids, titratable acidity, and sensory quality of the melons stored with pineapple leaf paper containing active carbon, Elecon® and control at both 30 and 10°C. However, pineapple leaf paper containing active carbon showed potential to extend shelf life of the melons.

The pineapple leaf paper containing active carbon has potential to be used as an active packaging for ethylene adsorbing to extend shelf life of fresh produce.

Department.....Food Technology.....Student's signature.....P. Pachanya.....

Field of study.....Food Technology.....Advisor's signature.....U. Sp.....

Academic year .....2006..... Co-advisor's signature.....V. Tulyathan.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบลรัตน์ สิริภัทรวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยธัญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้แนวทางในการทำวิจัยและชี้แนะแนวทางแก้ปัญหาตลอดจนช่วยเหลือติดต่อหาสถานที่ทำวิจัย นอกจากนี้ยังกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ กำลังใจในทุกด้านไม่เฉพาะในงานวิจัยเท่านั้น อีกทั้งยังคอยตรวจแก้ไขงานวิจัยและให้ความเมตตาตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. นินนาท ชินประหัษฐ์ ที่กรุณาเป็นประธานสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งกรุณาให้ความใส่ใจ คำแนะนำ ตรวจสอบ และชี้แนะแนวทางแก้ไข และขอกราบขอบพระคุณ ดร. อนวัช สุวรรณกุลและ อาจารย์ นุชจรินทร์ เหลืองสะอาด ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คอยให้คำปรึกษาพร้อมทั้งชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหารวมทั้งให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย และได้ตรวจสอบเล่มวิทยานิพนธ์ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนวิจัยในโครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและสถานที่ในการทำวิจัย ตลอดจนพี่ๆ น้องๆ ในฝ่ายเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวที่คอยให้คำปรึกษา แนะนำและให้ดูแลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ระดับปริญญาโทภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งเพื่อนๆ ระดับปริญญาตรี สำหรับน้ำใจที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งแรงกาย แรงใจ ตลอดจนความวิตกกังวลและเป็นห่วงเป็นใยมาตลอดระยะเวลา และขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ และผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือซึ่งผู้วิจัยมิได้กล่าวนาม ก็ขอได้รับความขอบคุณจากผู้วิจัยไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอบคุณ พี่สาว น้องสาว รวมทั้งญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆ ด้านแก่ข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
2.1 แตงหอม	2
2.2 เอทิลีน	9
2.3 บรรจุภัณฑ์แอคทีฟ (Active packaging)	10
2.4 ถ่านกัมมันต์	12
2.5 กระดาษ	14
2.6 กระดาษจากใบสับปะรด	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ผลิตกระดาษจากใบสับปะรด	21
3.2 ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์	23
3.3 ศึกษาการผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์	24
3.4 ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์	25
3.5 ศึกษาประสิทธิภาพของกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ ในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอม	25
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์การทดลอง	
4.1 ผลิตกระดาษจากใบสับปะรด	28
4.2 ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์	28
4.3 ศึกษาการผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์	30

บทที่ หน้า

4.4 ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์..... 38
4.5 ประสิทธิภาพของกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ในการยืดอายุการเก็บรักษาแตงหอม..... 39
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 56
รายการอ้างอิง..... 58
ภาคผนวก 64
ภาคผนวก ก..... 65
ภาคผนวก ข..... 69
ภาคผนวก ค..... 70
ภาคผนวก ง..... 71
ภาคผนวก จ..... 73
ภาคผนวก ฉ..... 74
ภาคผนวก ช..... 75
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างการใช้ ethylene absorber.....	11
2.2	สมบัติทางกายภาพของกระดาษสับปะรดที่กลุ่มแม่บ้านตำบลห้วยสัตว์ใหญ่ผลิตได้.....	18
4.1	ร้อยละการดูดซับเอทิลีนของถ่านกัมมันต์ปริมาณ 10, 20, 30 และ 40 กรัม.....	29
4.2	ร้อยละการดูดซับเอทิลีนของกระดาษที่มีถ่านกัมมันต์ปริมาณ 0, 50, 150 และ 250 % ของน้ำหนักเยื่อแห้ง.....	38
4.3	การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัส และความยอมรับโดยรวมของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส.....	54
4.4	การยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นรส รสหวาน เนื้อสัมผัส และความยอมรับโดยรวมของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส.....	55
ข.1	คุณสมบัติของถ่านกัมมันต์.....	69
ฉ.1	คุณสมบัติทางกายภาพของกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ปริมาณต่างๆ.....	74
ช.1	ปริมาณก๊าซเอทิลีน (ppm) ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	75
ช.2	ปริมาณก๊าซเอทิลีน (ppm) ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	75
ช.3	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	76
ช.4	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (%) ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	76

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างแตงหอมในกลุ่ม var. cantaloupensis	3
2.2	ตัวอย่างแตงหอมในกลุ่ม var. reticulates	4
2.3	ตัวอย่างแตงหอมในกลุ่ม var. inodorus	4
2.4	ตัวอย่างแตงหอมในกลุ่ม var. acidulous	5
2.5	การเจริญ (development) ของพืชหรือส่วนของพืชในระยะเวลาต่างๆ	6
3.1	ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากใบสับปะรดโดยวิธีแตะเยื่อ	22
3.2	ขั้นตอนการผลิตกระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์	24
4.1	กระดาษจากใบสับปะรด 80 แกรม	28
4.2	กระดาษจากใบสับปะรดที่มีถ่านกัมมันต์ 0% (AC 0%), 50% (AC 50%), 150% (AC 150%) และ 250% (AC 250%) ของน้ำหนักเยื่อแห้ง	30
4.3	น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษจากใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์	31
4.4	ความหนาของกระดาษจากใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์	32
4.5	ความขาวสว่างของกระดาษจากใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์	33
4.6	ดัชนีต้านทานแรงฉีกขาดของกระดาษจากใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์	33
4.7	ดัชนีต้านทานแรงดึงขาดของกระดาษจากใบสับปะรดที่แปรปริมาณถ่านกัมมันต์	34
4.8	ภาพถ่ายโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนที่กำลังขยาย 200 เท่า	36
4. 9	ภาพถ่ายโครงสร้างจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบแสกนที่กำลังขยาย 2000 เท่า	37
4.10	ปริมาณก๊าซเอทิลีนในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	40
4.11	ปริมาณก๊าซเอทิลีนในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	40
4.12	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	41
4.13	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบปิดของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส	41

รูปที่ หน้า

4.14 ค่า L ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 42

4.15 ค่า L ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 42

4.16 ค่า a* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 43

4.17 ค่า a* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 43

4.18 ค่า b* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 44

4.19 ค่า b* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 44

4.20 ค่า L ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 45

4.21 ค่า L ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 45

4.22 ค่า a* ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 46

4.23 ค่า a* ของเนื้อแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 47

4.24 ค่า b* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 47

4.25 ค่า b* ของเปลือกแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 48

4.26 ความแน่นเนื้อของแตงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 49

4.27 ความแน่นเนื้อของแตงหอมที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 49

4.28 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 50

4.29 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 51

4.30 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปของกรดซิตริกของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส..... 52

4.31 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ในรูปของกรดซิตริกของแตงหอมที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส..... 52

ก.1 เครื่อง Optron Brightness model 180..... 66

ก.2 เครื่อง Elmendorf Tearing Tester..... 67

ก.3 เครื่อง Strograph Tensile Tester 68