สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการใช้สารเคมีร่วมกับบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาถั่วพูและโหระพา

Effect of chemical treatment combined with packaging and storage temperature on shelf life of wing bean and sweet basil

นางสาว รุจิรา ตาปราบ

RCH
TP
A51
.E3
ร661ผ
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....131172
วัน,เดือน,ปี.....22 พ.ค. 2557

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2554

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.12602152
i.....

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เล่มนี้ สำเร็จได้ต้องขอบคุณ นางสาว สิญา สุขศรีทอง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ไว้ ณ ที่นี้ และการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้คณะอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

รุจิรา ตาปราบ

มิถุนายน 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการใช้สารเคมีร่วมกับบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิต่ออายุการเก็บรักษาถั่วพูและโหระพา

แหล่งเงินทุนวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยเงินรายได้ ปีงบประมาณ 2554 จำนวนเงิน 20,000 บาท
ระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554

ชื่อหน่วยงาน คณะอุตสาหกรรมเกษตร สจล.

ผู้ดำเนินการวิจัย นางสาว รุจิรา ตาปราบ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของสารเคลือบผิวจากเจลว่านหางจระเข้และกรดซิตริกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณภาพของถั่วพูเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C และ 10 °C พบว่าอุณหภูมิ 10 °C สามารถยืดอายุการเก็บและชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าที่อุณหภูมิ 4 °C การเคลือบด้วยเจลว่านหางจระเข้และการจุ่มกรดซิตริกสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาล การอ่อนตัวของเนื้อเยื่อและลดการสูญเสียน้ำหนักได้ ถั่วพูเก็บที่ 4 °C มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ในช่วง 1.26 – 2.84 เปอร์เซนต์และ 10 °C อยู่ในช่วง 3.86 – 5.26 เปอร์เซนต์ ถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 50 เปอร์เซนต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นสภาวะดีที่สุด สามารถเก็บรักษาได้นาน 16 วัน

ใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 2, 5 และ 10 เปอร์เซนต์ (w/v) และใบโหระพาล้างน้ำสะอาด (ตัวอย่างควบคุม) เป็นเวลา 1 นาทีเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการหายใจและ เปอร์เซนต์ การสูญเสียน้ำหนักของผักตัวอย่าง กรดซิตริกมีผลต่อการใช้ก๊าซออกซิเจนและเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเล็กน้อย ชะลอการเปลี่ยนสีและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จากการวัดความเป็นสีเขียว (a*) และวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในหน่วย SPAD value จากผลการทดลอง การเปลี่ยนสีแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ค่า a* เท่ากับ (-16) – (-36) จะมีค่า SPAD value ในช่วง 32-47 ใบโหระพามีสีเขียวเข้มถึงสีเขียวอ่อน และกลุ่มที่ 2 ค่า a* เท่ากับ 0.38 – (- 25) จะมีค่า SPAD value ในช่วง 29 – 58 ใบโหระพามีสีเขียวอ่อนจนถึงสีน้ำตาลคล้ำ สรุปได้ว่าใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาได้นาน 10 วัน โดยมีค่าของ a* เท่ากับ -16.21 และค่า SPAD value เท่ากับ 32.69

คำสำคัญ: ถั่วพู โหระพา กรดซิตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title Effect of chemical treatment combined with packaging and storage temperature on shelf- life of wing bean and sweet basil

Researcher Miss Ruchira Taprap

Faculty Agro-Industry, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

ABSTRACT

The effect of coating materials from aloe vera gel and citric acid with several concentrations, being stored at 4 °C and 10 °C, on quality of wing bean was studied. The result showed that storage of wing bean soaking with aloe vera gel and citric acid, kept at 10°C, could prolong shelf-life and retard the browning color of sample as compared with 4°C. The aloe vera gel and citric acid could slow down the color change in browning, firmness as well as the weight loss. The suitable condition was wing bean coated with aloe vera gel 50% concentration and kept at 10°C which could have 16 days of storage.

For sweet basil leaves, four groups of sample were treated as followed; basil leaves soaking with citric acid concentration of 2, 5 and 10% (w/v) and control sample soaked in clean water, soaking time 1 minute for every sample. The samples were kept in three conditions, 4°C 10°C and 15°C, during storage. The result revealed that temperature has effected on the respiration of vegetable and the weight loss. Citric acid has slightly effected on gas consumption and percent of weight loss but it could retard the change of leaf color as well as the chlorophyll degradation. From the value of a* and the chlorophyll content in SPAD value, the results can be divided into 2 groups. Group 1 has a* value from (-16) - (-36) with the SPAD value from 32 to 47. This group showed the color of leaves ranged from dark green to light green. Group 2 has a* value from (0.38) - (-25) with SPAD value from 29 to 58. The color of vegetable leaves was ranged from light green to dark brown. However, the result can be concluded that sweet basil leaves soaked in citric acid concentration 10%, kept at 15°C was the suitable condition and having 10 days of storage. At this condition, a* value and SPAD value of vegetable were -16.21 and 32.69, respectively.

Keywords: Wing bean, sweet basil, citric acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ i

สารบัญ ii

สารบัญตาราง iii

สารบัญภาพ iv

1. บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 1

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 ถั่วพู 2

2.2 โหระพา 2

2.3 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ 3

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 6

3.1 วัตถุดิบ 6

3.2 วัสดุและอุปกรณ์ 6

3.3 วิธีการทดลอง 6

4. ผลการทดลองและวิจารณ์ 9

4.1 ผลของอุณหภูมิ สารเคมีและการเคลือบผิวด้วยเจลว่านหางจระเข้ต่อคุณภาพของถั่วพู 9

4.2 ผลของกรดซิตริกต่อใบโหระพาในระหว่างการเก็บรักษา 14

5. สรุปผลการทดลอง 20

บรรณานุกรม 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 สารอาหารของถั่วพูจากฝักอ่อน 100 กรัม 2
ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของโหระพาส่วนที่กินได้ 100 กรัม 3
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางเคมีของกรดซิตริก 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดซิตริกในรูปผลึก Monohydrate 4
ภาพที่ 4.1 ปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงบรรจุถั่วพู ในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C และ (b) อุณหภูมิ 10 °C 9
ภาพที่ 4.2 เปอร์เซนต์ของการสูญเสียน้ำหนักของถั่วพูในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C และ (b) อุณหภูมิ 10 °C 11
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของถั่วพู เก็บรักษา ที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C และ (b) อุณหภูมิ 10 °C 12
ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของความแน่นเนื้อกับเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของถั่วพู 13
ภาพที่ 4.5 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของใบโหระพา ในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4°C (b) อุณหภูมิ 10 °C และ (c) อุณหภูมิ 15 °C 14
ภาพที่ 4.6 ค่า L* a* และ b* ของใบโหระพาในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C (b) อุณหภูมิ 10 °C และ (c) อุณหภูมิ 15 °C 16
ภาพที่ 4.7 ค่า SPAD value ของใบโหระพาในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C (b) อุณหภูมิ 10 °C และ (c) อุณหภูมิ 15 °C 18
ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD value กับค่าความเป็นสีเขียว (a*) 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ถั่วพูและโหระพาเป็นพืชที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย หัวถั่วพูถือว่าเป็นยาบำรุงกำลัง ถั่วพูมีคุณค่าทางอาหารสูงทั้งฟอสฟอรัสและวิตามิน ส่วนโหระพาเป็นพืชที่มีกลิ่นหอม นิยมนำมาประกอบอาหารหลากหลายชนิด ช่วยปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร นอกจากนี้ใบโหระพาช่วยรักษาโรคหวัด อาการปวดศีรษะและยังนิยมนำมาสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย จุดด้อยของผักคือเหี่ยวและใบเป็นสีน้ำตาลเร็วและผักยังมีการหายใจอยู่ตลอดเวลาทำให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากการสลายของตัวของคลอโลฟิลล์ การเกิดสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์และการสูญเสียน้ำ

การเคลือบผิวมีบทบาทต่อการชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของพืชผลที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด โดยที่สารเคลือบผิวสามารถชะลอการสุกและยืดอายุการเก็บรักษาผักผลไม้บางชนิดได้ดี ดังนั้นจึงมีการนำสารเคลือบผิวไปใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่สารเคลือบผิวที่ใช้ส่วนมากมีการผสมสารเคมีบางอย่าง เช่น สารฆ่าเชื้อราเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคลือบผิวหรือการใช้แว็กซ์ (wax) ที่มีสารมอร์ฟอลีน (Morpholine) ซึ่งเป็นตัวตั้งต้นของสารก่อมะเร็ง ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวที่สามารถบริโภคได้หรือสารเคลือบผิวที่ได้จากธรรมชาติน่าจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษา

การเกิดสีน้ำตาลมีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอล (phenol) วิธีการชะลอหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมีหลายวิธี และการนำมาล้างด้วยกรดเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาได้ โดยกรดที่นิยมใช้ได้แก่ กรดแอสคอร์บิค กรดซิตริก และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาก็เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการยืดอายุผักผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว เพราะอุณหภูมิมีผลต่อกระบวนการต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกของผัก อุณหภูมิต่ำช่วยให้เก็บรักษาได้นานมากขึ้น แต่อุณหภูมิที่ต่ำมากจนเกินไปก็อาจก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวได้โดยเฉพาะผักในเขตร้อน

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้เจลว่านหางจระเข้ซึ่งเป็นสารเคลือบผิวที่รับประทานได้และใช้กรดซิตริกที่มีฤทธิ์ในการยั้บยั้งจุลินทรีย์และลดการเกิดสีน้ำตาลของผักเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาถั่วพูและใบโหระพาร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและสารเคลือบผิวต่อปริมาณก๊าซในถุงบรรจุของถั่วพูและใบโหระพา
2. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของเจลว่านหางจระเข้และกรดซิตริกที่เหมาะสมต่อคุณภาพถั่วพูและใบโหระพาในระหว่างการเก็บรักษาควบคู่กับการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ
3. เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพได้แก่ สี ปริมาณคลอโรฟิลล์ ของถั่วพูและใบโหระพา

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาอุณหภูมิที่ 4 °C 10 °C และ 15 °C ระดับเข้มข้นของ ว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 25 50 และ 75 เปอร์เซนต์ และกรดซิตริกความเข้มข้น 0.05 0.5 2 5 และ 10 เปอร์เซนต์ ที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาถั่วพูและโหระพา รวมทั้งติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณ การใช้ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงคลอโรฟิลล์ และ การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ถั่วพู

ถั่วพูมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Psophocarpus tetragonolobus Linn.* อยู่ในวงศ์เดียวกับถั่วอื่นๆ เช่น ถั่วเขียว ถั่วแขก ถั่วฝักยาว ฯลฯ โดยถั่วพูมีชื่อเรียกหลายอย่าง ได้แก่ wing bean , princess bean (เพ็ญธิรัตน์, 2546) เป็นพืชล้มลุก ลำต้นเลื้อยได้ใบออกจากลำต้นแบบสลับใบย่อย 3 ใบ ใบรูปร่างตอนปลายและขอบใบแหลม ดอกเป็นดอกย่อยสีขาวอมม่วง ผลเป็นฝักแบนยาวมี 4 ปีก ตามความยาวของฝัก มีความยาวประมาณ 3-4 นิ้ว ภายในมีเมล็ดกลมเรียบเป็นมัน สีขาว น้ำตาลดำหรือเป็นจุด รากออกเป็นหัวมีปมอยู่ใต้ดิน แต่ละปมมีขนาดใหญ่ (สุธาทิพ, 2551) ประเทศไทยนิยมนำถั่วพูมาประกอบอาหารประเภทยำหรือกินสด โดยถั่วพูเต็มไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สารอาหารของถั่วพูจากฝักอ่อน 100 กรัม

สารอาหาร	ต่อ 100 กรัม
เถ้า (กรัม)	2.100
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	224.000
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	14.100
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	0.000
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	74.000
โปรตีน (กรัม)	5.850
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	0.272
น้ำ (กรัม)	76.850
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	45.000

ที่มา : สุธาทิพ, 2551

2.2 โหระพา

โหระพามีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ocimum basilicum Linn.* อยู่ในวงศ์ Labiatae ชื่อสามัญ Sweet Basil หรือ Thai Basil เป็นไม้ล้มลุก สูง 0.5-1 เมตร ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม กิ่งอ่อนสีม่วงแดง ใบรูปไข่หรือรูปรี กว้าง 3-4 เซนติเมตร ยาว 4-6 เซนติเมตร ปลายแหลม โคนมน ขอบเป็นฟันเลื่อยห่างๆ ดอกสีขาวหรือชมพูอ่อน ออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งยาว 7-12 เซนติเมตร กลีบดอกมีโคนเชื่อมกัน ปลายแยกเป็น 2 ส่วน เกสรตัวผู้ 4 อัน โหระพามีถิ่นกำเนิดแถบเอเชีย แอฟริกา ขึ้นดีในดินร่วนแดดจัด ออกดอกตลอดปีขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดหรือปักชำกิ่ง (สุธาทิพ, 2551) โหระพาเป็นพืชพื้นเมืองของอินเดีย แต่แพร่หลายทั้งในเอเชียและตะวันตก ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำสลัดที่คู่กับอาหารอิตาเลียน ประโยชน์ของโหระพา ใบสดมีน้ำมันหอมระเหย ขับลม แก้ท้องอืด ใช้เป็นอาหารและแต่งกลิ่นอาหาร เมล็ดเมื่อแช่น้ำจะพองเป็นเมือกใช้เป็นยาระบายเนื่องจากไปเพิ่มจำนวนกากอาหาร (สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร, 2554) โดยคุณค่าทางอาหารของโหระพาแสดงดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางอาหารของโหระพาส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ต่อ 100 กรัม
โปรตีน (กรัม)	3.3
ใยอาหาร (กรัม)	3.9
ไขมัน (มิลลิกรัม)	1
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	5.4
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	165
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	44
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	46
เหล็ก (มิลลิกรัม)	2.84
วิตามินซี (มิลลิกรัม)	22

ที่มา : เพ็ญธิรัตน์, 2546

2.3 การยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้

2.3.1 อุณหภูมิ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่ช่วยให้กระบวนการต่างๆ ทางชีวภาพช้าลงและยืดอายุการเก็บรักษา เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยยับยั้งการหายใจและกระบวนการเมตาบอลิซึมที่จะนำไปสู่การเสื่อมสภาพ แต่การที่ผลิตผลถูกเก็บรักษาในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางสรีระวิทยา เช่น การเกิดอาการสะท้านหนาว อาการที่พบคือ สีที่เปลือกนอกและภายในเปลี่ยนแปลง เนื้อภายในเกิดเป็นสีน้ำตาลดำ ฉ่ำน้ำและรสชาติผิดปกติและอาจมีการหายใจและการสร้างก๊าซเอทิลีนเพิ่มขึ้นด้วย สันนิษฐานว่าเกิดจากองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์หรือเยื่อหุ้มออแกเนลล์บางส่วนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงทำให้เกิดความไม่สมดุลย์ภายในเซลล์ ส่งผลให้เซลล์ตาย (จริงแท้, 2550)

2.3.2 การใช้สารเคมี

ผักหลังการเก็บเกี่ยวมีโอกาสที่จะปนเปื้อนจุลินทรีย์สูง ซึ่งการล้างด้วยน้ำสะอาดและเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำไม่เพียงพอต่อการยืดอายุการเก็บรักษา ดังนั้นการใช้สารเคมีในการล้างทำความสะอาดเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดก่อนทำการเก็บรักษาสามารถยืดอายุได้ (Isabelle et. al., 2008) กรดซิตริกเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเป็นกรดอ่อนใช้เพื่อการถนอมอาหารได้รับการยอมรับโดยทั่วไปว่ามีความปลอดภัยในการบริโภค สามารถเติมลงไปในอาหารได้ ไม่เกิดอันตรายและสามารถย่อยสลายได้ง่ายและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม พบได้ตามธรรมชาติโดยทั่วไปในผักและผลไม้ที่มีรสเปรี้ยว โดยเฉพาะพืชตระกูลมะนาว สับปะรดและส้มซึ่งมีสัดส่วนกรดซิตริกเป็นองค์ประกอบสูง สำหรับการบริโภคกรดซิตริกของโลกนั้นส่วนใหญ่กรดซิติกถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม 50 เปอร์เซนต์ ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป 20 เปอร์เซนต์ ใช้ในอุตสาหกรรมซักฟอกและทำความสะอาด 20

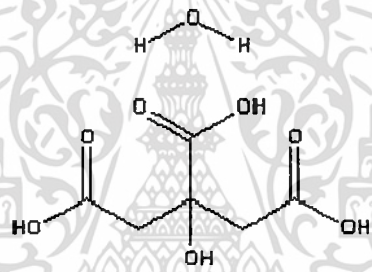
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซนต์ และใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง 10 เปอร์เซนต์ กรดซิตริกที่ผลิตในปัจจุบันอยู่ในรูปผลึก Monohydrate ($C_6H_8O_7.H_2O$) ดังแสดงในภาพที่ 2.4 มีคุณสมบัติทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 2.4 ซึ่งมีน้ำประกอบอยู่ 1 โมเลกุล มีสีใส ไม่มีกลิ่น มีรสเปรี้ยว

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางเคมีของกรดซิตริก

รายละเอียด	Anhydrous	Monohydrate
Molecular Weight	192.12	210.14
Specific Gravity	1.665	1.542
Melting Point	153 °C	70-75 °C
Boiling Point	-	175 °C

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2554



ภาพที่ 2.1 แสดงสูตรโครงสร้างของกรดซิตริกในรูปผลึก Monohydrate
ที่มา : ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์, 2555

2.3.3 การใช้สารเคลือบผิว

โดยธรรมชาติผลไม้จะมีสารประเภทไขเคลือบอยู่ที่ผิว ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำ เพิ่มประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียน้ำหนัก ตลอดจนควบคุมอัตราการหายใจ ลดความเสียหายและความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผักผลไม้ โครงสร้างของสารเคลือบผิวยังมีบทบาทต่อการยืดอายุการเก็บรักษามากกว่าความหนาของสารที่เคลือบบนผลิตผล สารที่มีการเรียงซ้อนกันของโมเลกุลอย่าง เป็นระเบียบ มีคุณภาพดีกว่าสารที่หนาแต่มีโครงสร้างไม่เป็นระเบียบ (นิธิยาและดนัย, 2548)

สารเคลือบผิวทำหน้าที่ปกคลุมและปิดช่องต่างๆ ตามธรรมชาติลดการสูญเสียน้ำและ การแลกเปลี่ยนก๊าซน้อยลง เมื่อผลไม้ถูกเก็บเกี่ยวระบบการลำเลียงน้ำจากพื้นดินถูกตัดขาด อีกทั้งยัง มีการสูญเสียน้ำในการหายใจ ทำให้ปริมาณน้ำในไซโตรพลาสซึมน้อยลง (Ben, 1969) การใช้สารเคลือบผิวสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำ ก่อให้เกิดบรรยากาศอิ่มตัวของไอน้ำส่วนที่ติดกับผลิตผล ช่วยควบคุมอัตราการหายใจโดยจะควบคุมการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเพิ่มความมันวาวซึ่งทำให้ลักษณะปรากฏดีขึ้นและสีผิวสวยงาม การเลือกใช้สารเคลือบผิว ในปริมาณที่เหมาะสมสามารถลดการสูญเสียน้ำ ชะลออัตราการหายใจ การสุกและการแพร่กระจายของสารระเหย ลดความเสียหายและความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลไม้ โดยผักผลไม้ที่มีไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลือบอยู่จะลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าผักผลไม้ที่ไม่มีไขเคลือบอยู่ (Hagenmaier and Shaw, 1992) การใช้สารเคลือบผิวควรเลือกชนิดและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมกับผักผลไม้แต่ละชนิด เช่น การเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นต่ำหรือเคลือบผิวบางเกินไป จะลดการคายน้ำและจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้น้อย ส่วนความเข้มข้นสูงหรือเคลือบหนาเกินไป นอกจากจะสิ้นเปลืองสารแล้วยังจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซมากเกินไปอาจจะทำให้เนื้อเยื่อขาดก๊าซออกซิเจนเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ก๊าซออกซิเจน มีผลทำให้เกิดกลิ่นและรสชาติผิดปกติ (Arthey, 1975) ปัจจุบันสารเคลือบผิวที่ใช้มีส่วนประกอบของสารเคมีบางอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคลือบผิว ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ว่านหางจระเข้ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดการใช้สารเคมี

ว่านหางจระเข้ที่ปลูกในไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aloe barabadensis mill.* และมีชื่ออื่นๆ เรียกแตกต่างกันออกไป ในประเทศไทยทางภาคเหนือเรียกว่า ว่านไฟไหม้ ภาคกลางเรียก หางจระเข้ เป็นพืชยืนต้นซึ่งประกอบด้วย 400 สายพันธุ์ที่แตกต่างกันแต่ *Aloe barabadensis* เป็นสายพันธุ์ที่นิยมในการนำมาศึกษามากที่สุด โดยมีลักษณะเป็นไม้พุ่มใบหนาและยาวมีสีเขียว ใบยาวประมาณ 30 นิ้ว โคนใบใหญ่ ปลายใบแหลมและมีหนามแหลมตามริมครีบใบ เนื้อเยื่อภายในใบเป็นวุ้น ใบคลี่ออกรอบโคนต้นพื้นดินเล็กน้อย ก้านดอกจะแทงขึ้นมาจากกลางต้นเป็นก้านแข็ง สูงราว 2 ฟุต สีแดงอมเหลืองออกดอกเป็นช่อ (Bozzi et al., 2007) ผลิตภัณฑ์ของว่านหางจระเข้แบ่งออกได้เป็นน้ำยางและเจลว่านหางจระเข้ โดยน้ำยางมีสีเหลืองและรสขม เป็นของเหลวที่ไหลซึมออกมาจาก pericyclic tubules ในส่วนนอกผิวของใบ ส่วนประกอบสำคัญของ น้ำยางคือ อนุพันธ์ของไฮดรอกซี่แอนทราซีน (hydroxyanthracene) และมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย ส่วนเจลว่านหางจระเข้มีลักษณะเป็นเจลใสไม่มีสีอยู่ในใบสด ประกอบด้วยน้ำมากกว่า 98 เปอร์เซนต์และโพลีแซคคาไลด์ (polysaccharide) (Bozzi et al., 2007) และนิยมนำส่วนของเจลไปใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย

นักวิจัย Saks and Barkai-Golan (1995) ทำการศึกษาผลของการใช้เจลว่านหางจระเข้กับ ผล grapefruit พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรค 4 ชนิด ได้แก่ *Penicillium digitaum P. expansum Botrytis cinerea* และ *Alternaria alt ernate* นักวิจัย Castillo et al., (2010) ได้ทำการเคลือบผิวองุ่นด้วยเจลว่านหางจระเข้ พบว่ามีอัตราการหายใจลดน้อยลง มีความแน่นเนื้อมากกว่าตัวอย่างควบคุมในเวลาเก็บรักษาที่เท่ากันและสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของราและยีสต์ได้และ รักษา (2545) พบว่ามะนาวเคลือบด้วยเจลว่านหางจระเข้มีอายุการเก็บรักษานานกว่ามะนาวที่เคลือบด้วยส่วนของเปลือก โดยมะนาวที่เคลือบด้วยเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 30 เปอร์เซนต์ มีอายุการเก็บรักษา 42 วัน สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักและชะลอการเปลี่ยนแปลงสีที่เปลือกมะนาวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ว่านหางจระเข้ *Aloe barabadensis* จากซอยเพชรเกษม 77 กรุงเทพฯ

ใบโหระพา จากตลาดสดสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ

ถั่วพู จากตลาดสดสำโรง จังหวัดสมุทรปราการ

3.2 วัสดุและอุปกรณ์

ตู้ควบคุมอุณภูมิ (Incubator) Accuplus รุ่น i250-DS

เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน(Checkpoint Handheld Gas Analyser) PBI-Dansensor America Inc.

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer) รุ่น TX-plus

ถุงพลาสติกชนิด Low Density Polyethylene (LDPE) ความหนา 0.2 มิลลิเมตร ขนาด 8 x 12 นิ้ว

คลอโรฟิลล์มิเตอร์ (Chlorophyll Meter) Minolta chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 Plus

เครื่องวัดสี (Color meter) Minolta CR-400 บริษัท Konica Minolta Sensing, Inc.

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

เลือกถั่วพูที่มีลักษณะสดเนื้อสัมผัสกรอบไม่เหี่ยวมีสีเขียวเข้ม ไม่มีรอยแมลงกัดกินหรือมีบาดแผล นำมาล้างน้ำประปาให้สะอาดและทิ้งให้แห้ง 5 นาที ก่อนนำไปทำการทดลอง

เลือกใบโหระพาที่มีลักษณะใบสดสีเขียวไม่เหี่ยว ใบมีความสมบูรณ์ไม่มีรอยแมลงกัดกินหรือมีบาดแผล นำมาล้างน้ำประปาให้สะอาดให้สิ่งสกปรกออกให้หมด ทิ้งให้แห้ง 5 นาทีก่อนนำไปทำการทดลอง

3.3.2 การเตรียมสารเคลือบผิวจากว่านหางจระเข้และสารเคมี

เลือกใบว่านหางจระเข้ที่มีลักษณะสดสีเขียวไม่มีการเหี่ยวของใบ ล้างน้ำทำความสะอาดเศษดินและสิ่งสกปรกออกให้หมด นำไปปอกเปลือก ล้างทำความสะอาดและหั่นเป็นชิ้น จากนั้นนำวุ้นที่ได้เข้าเครื่องปั่นความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 3 นาที แยกตะกอนด้วยผ้าขาวบางจะได้ เจลว่านหางจระเข้ 100 เปอร์เซนต์ นำเจลว่านหางจระเข้ผสมกับน้ำสะอาดให้ได้ความเข้มข้น 25, 50 และ 75 เปอร์เซนต์ (v/v) (ดัดแปลงจาก จิตตา, 2552)

นำกรดซิตริกละลายกับน้ำสะอาดให้มีความเข้มข้น 0.05, 0.5, 2, 5 และ 10 เปอร์เซนต์ (w/v)

3.3.3 ศึกษาอุณหภูมิ สารเคมีและสารเคลือบผิวที่มีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงพลาสติกและการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของถั่วพู

นำถั่วพูแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 100 ± 3 กรัม

กลุ่มที่ 1 บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก (ตัวอย่างควบคุม)

กลุ่มที่ 2 จุ่มลงในเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 25 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งประมาณ 5-10 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 3 จุ่มลงในเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 50 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งประมาณ 5-10 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

กลุ่มที่ 4 จุ่มลงในเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 75 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งประมาณ 5-10 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

กลุ่มที่ 5 จุ่มลงในกรดซิตริกความเข้มข้น 0.05 เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งประมาณ 5-10 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

กลุ่มที่ 6 จุ่มลงในกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5 เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งประมาณ 5-10 นาที บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

สัดส่วนของถั่วพูต่อสารเคลือบผิวคือ ถั่วพู 600 กรัมต่อสารเคลือบผิว 3 ลิตรแต่ละกลุ่มนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C และ 10 °C สุ่มตัวอย่างตรวจและบันทึกผลการทดลองดังนี้

1. ตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

วัดผลทุก 3 วันของการเก็บรักษา โดยใช้เครื่องวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และ ก๊าซออกซิเจน เสียบเข็มที่จุดกึ่งกลางถุง ค่าที่อ่านได้เป็นเปอร์เซนต์ของก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุง

2. เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนทำการเก็บรักษา หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักทุก 3 วัน ในหน่วยกรัม คำนวณเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักดังนี้

$$\text{เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3. วัดค่าความแน่นเนื้อ

วัดผลทุก 3 วัน โดยใช้หัววัดWarner-Bratzler Blade ความเร็วในการตัด 10 มิลลิเมตรต่อนาที ความหนาใบมีด 3 มิลลิเมตร ค่าแรงเฉือนที่วัดได้หน่วยเป็นนิวตัน (Krebbers et al., 2010)

3.3.4 ศึกษาอุณหภูมิและสารเคมีที่มีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงพลาสติกและ การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของใบโหระพา

นำโหระพาจากข้อ 3.5.1.2 แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 25 ± 3 กรัม

กลุ่มที่ 1 บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก (ตัวอย่างควบคุม)

กลุ่มที่ 2 จุ่มทั้งต้นลงในกรดซิตริกความเข้มข้น 2 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 5-10 นาทีบรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

กลุ่มที่ 3 จุ่มทั้งต้นลงในกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1 นาที ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 5-10 นาทีบรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่ 4 จุ่มทั้งต้นลงในกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ เป็นเวลา 1นาที
ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง 5-10 นาทีบรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้วปิดผนึก

สัดส่วนของใบโหระพาต่อสารเคลือบผิวคือ ใบโหระพา 400 กรัมต่อสารเคลือบผิว 3 ลิตร แต่ละกลุ่มนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C สุ่มตัวอย่างตรวจและบันทึกผลการทดลองดังนี้

1. เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก

ชั่งน้ำหนักเริ่มต้นก่อนทำการเก็บรักษา หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักทุก 3 วัน ในหน่วยกรัม คำนวณเป็นเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักดังนี้

$$\text{เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

2. วัดปริมาณคลอโรฟิลล์

ใช้เครื่องวัดคลอโรฟิลล์มิเตอร์วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในหน่วย SPAD value ตรวจวัด ใบโหระพาจำนวน 15 ใบ ใน 1 ใบวัด 5 จุด เฉลี่ยค่าที่วัดได้บันทึกผลทุก 3 วัน

3. วัดสี

ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดสี โดยทำการปรับมาตรฐานเครื่องด้วยแผ่นเทียบมาตฐานสีขาวและเลือกเป็นระบบ CIE ที่ประกอบด้วยตัวแปรค่าสี L* a* b* ทำการตรวจวัดใบโหระพาจำนวน 15 ใบ ใน 1 ใบวัด 5 จุด เฉลี่ยค่าที่วัดได้บันทึกผลทุก 3 วัน

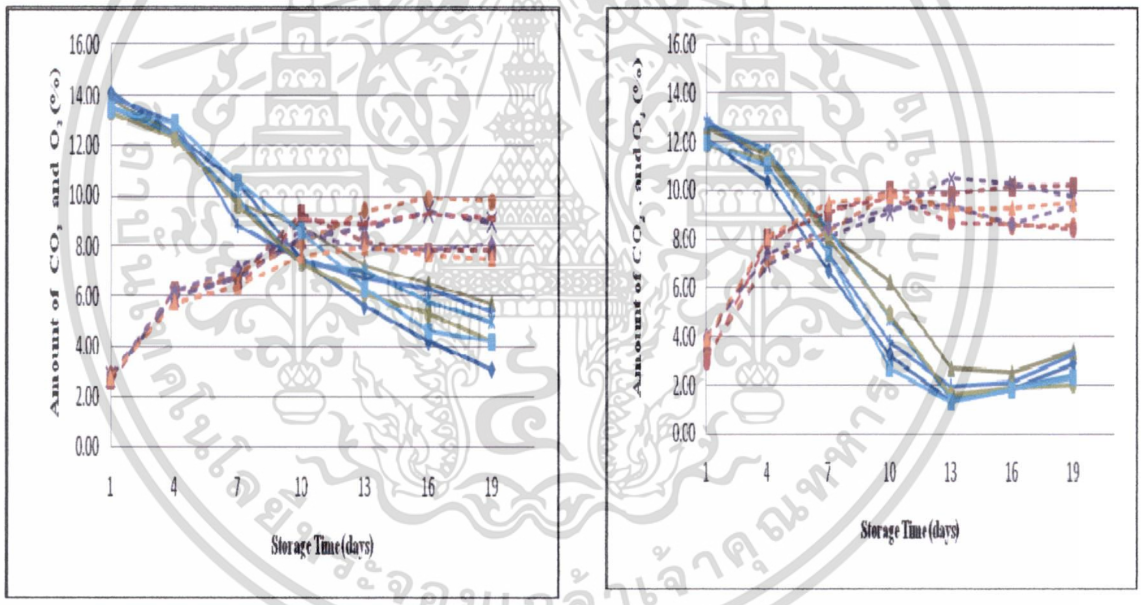
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของอุณหภูมิ สารเคมีและการเคลือบผิวด้วยเจลว่านหางจระเข้ต่อคุณภาพของถั่วพู

4.1.1 ปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของถั่วพูเก็บที่ 4 °C และ 10 °C

จากการตรวจวัดปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงที่บรรจุผักตัวอย่าง พบว่าเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณก๊าซออกซิเจนลดลงเนื่องจากถูกใช้ในการหายใจและปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นเนื่องจากถูกปลดปล่อยออกมา จากภาพที่ 4.1 วันแรกของการเก็บรักษามีปริมาณก๊าซออกซิเจนอยู่ในช่วง 11.93 - 14.13 เปอร์เซนต์ เมื่อถึงวันที่ 10 พบว่ามีปริมาณลดลงอยู่ในช่วง 2.70 - 8.80 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 4 °C ถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 25 เปอร์เซนต์ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนมากที่สุด (8.80 เปอร์เซนต์) และถั่วพูจุ่มกรดซิตริก 0.05 เปอร์เซนต์ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด (7.32 เปอร์เซนต์) ที่อุณหภูมิ 10 °C พบว่าถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 25 เปอร์เซนต์ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนมากที่สุด (6.28 เปอร์เซนต์) และถั่วพูจุ่มกรดซิตริก 0.5 เปอร์เซนต์ มีปริมาณก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด (2.70 เปอร์เซนต์) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในวันแรกของการเก็บรักษามีค่าอยู่ในช่วง 2.63 - 4.01 เปอร์เซนต์



(a) (b)

ภาพที่ 4.1 ปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงบรรจุถั่วพู ในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C และ (b) อุณหภูมิ 10 °C

O_2 Control ( ),O_2 Aloe Vera 25% ( ), O_2 Aloe Vera 50% ( ), O_2 Aloe Vera 75% ( ), O_2 Citric Acid 0.05% ( ), O_2 Citric Acid 0.5% ( ), CO_2 Control (CO_2 Aloe Vera 25% ( ), CO_2 Aloe Vera 50% ( ), CO_2 Aloe Vera 75% (CO_2 Citric Acid 0.05% ( ), CO_2 Citric Acid 0.5% ( )

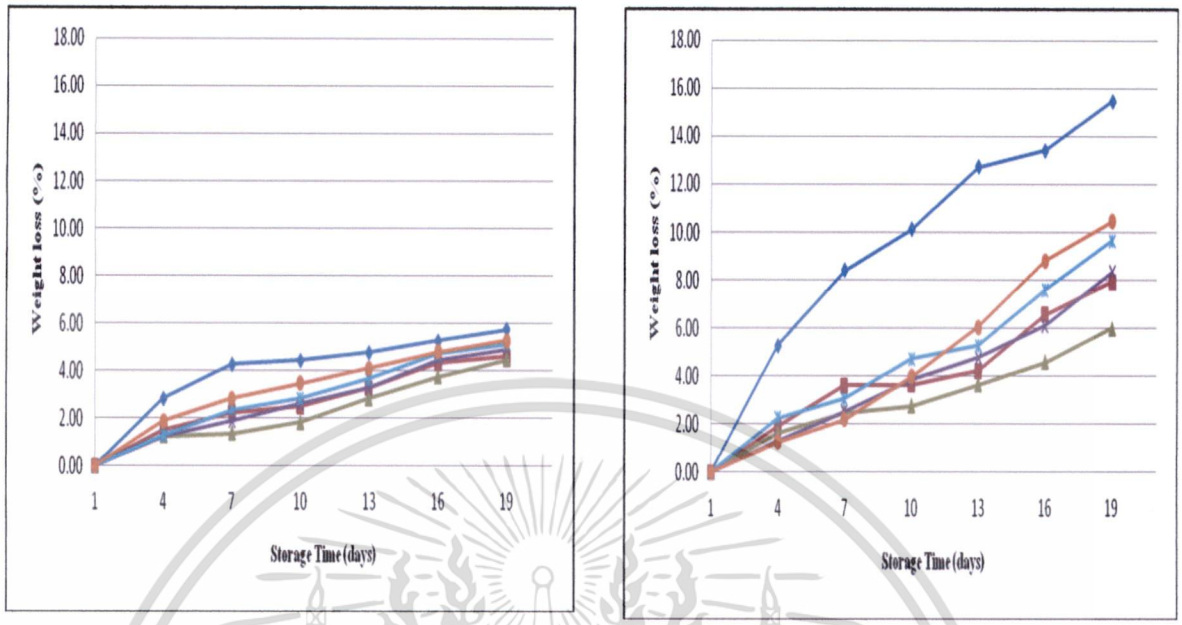
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาพบว่ามีปริมาณ เพิ่มมากขึ้นอยู่ในช่วง 7.63 - 10.04 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิ 4 °C ตัวอย่างควบคุม มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด (9.34 เปอร์เซนต์) ถั่วพูจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซนต์ มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด (7.63 เปอร์เซนต์)ที่อุณหภูมิ 10 °C ตัวอย่างควบคุมมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด (10.04 เปอร์เซนต์) และถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 25 เปอร์เซนต์ มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด (9.10 เปอร์เซนต์) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณก๊าซที่ใช้ในการหายใจของทั้งสองอุณหภูมิจากจุดตัดระหว่างปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจุดตัดนี้แสดงถึงจุดที่ก๊าซมีปริมาณเท่ากันจนถึงจุดสมดุลย์ ที่อุณหภูมิ 4 °C มีจุดตัดอยู่ในวันที่ 10 ในขณะที่ 10 °C มีจุดตัดอยู่ในวันที่ 7 เห็นได้ว่าการเก็บรักษาที่ 4 °C ช่วยให้มีการหายใจช้ากว่าที่ 10 °C และถ้าเก็บรักษาถั่วพูต่อไปอีกจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า ก๊าซออกซิเจนส่งผลให้ถั่วพูเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน และเสื่อมเสียเร็วมากยิ่งขึ้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเจลว่านหางจระเข้และกรดซิตริก พบว่าการเคลือบผิวด้วยว่านหางจระเข้ช่วยลดการใช้ก๊าซดีกว่ากรดซิตริก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Martinez-Romero et al., (2006) ได้ศึกษาการเคลือบผิวเชอร์รี่หวานด้วยว่านหางจระเข้ที่ผสมกับน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:3 ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 °C และ 20 °C พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 °C มีอัตราการหายใจต่ำกว่าที่อุณหภูมิ 20 °C

4.1.2 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของถั่วพู

สำหรับเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของถั่วพู พบว่าตัวอย่างควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนัก มากที่สุดและถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 50 เปอร์เซนต์ สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดตลอดระยะเวลา การเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.2 พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C ตัวอย่างควบคุมสูญเสียน้ำหนัก 4.44 เปอร์เซนต์ และถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 50 เปอร์เซนต์ สูญเสียน้ำหนัก 1.84 เปอร์เซนต์ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C ตัวอย่างควบคุมสูญเสียน้ำหนัก 10.21 เปอร์เซนต์ และถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 50 เปอร์เซนต์ สูญเสียน้ำหนัก 2.75 เปอร์เซนต์ เมื่อระยะเวลาการเก็บผ่านไป 10 วัน การสูญเสียน้ำหนักของถั่วพูมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เนื่องจากถั่วพูเป็นผลิตผล สดที่ต้องมีการหายใจและคายน้ำอยู่ตลอดเวลา การเก็บรักษาที่ 4 °C สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของถั่วพูได้ดีกว่า 10°C เนื่องจากอุณหภูมิต่ำช่วยชะลอกระบวนการเมทาบอลิซึมของผลผลิต การที่ถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้มีการสูญเสียน้ำน้อยกว่าการจุ่มกรดซิตริกเพราะ ว่านหางจระเข้ทำหน้าที่เป็นตัวเคลือบผิวปิดช่องต่างๆ ทำให้การสูญเสียน้ำเกิดขึ้นได้ยาก สอดคล้องกับการทดลองของ Martinez-Romero et al., (2006) ได้ศึกษาการเคลือบผิวเชอร์รี่หวานด้วยเจลว่านหางจระเข้ พบว่าเชอร์รี่หวานที่เคลือบผิวด้วยเจลว่านหางจระเข้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าเชอร์รี่หวาน ที่ไม่ได้เคลือบผิว นักวิจัย Kaynas and Ozelkok (1999) ทำการเคลือบผิวแตงกวาโดยการจุ่มลงใน เซมเปอร์เฟรซ พบว่าการใช้สารเซมเปอร์เฟรซความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซนต์ สามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าความเข้มข้น 0.8 เปอร์เซนต์การเคลือบผิวที่มีความเข้มข้นต่ำจะลดการสูญเสียน้ำหนักได้น้อยแต่ถ้าใช้ความเข้มข้นที่สูงเกินไปจะทำให้เนื้อเยื่อขาดก๊าซออกซิเจนทำให้ผลิตผลเสื่อมเสียได้เร็วยิ่งขึ้น (Arthey, 1975)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) (b)

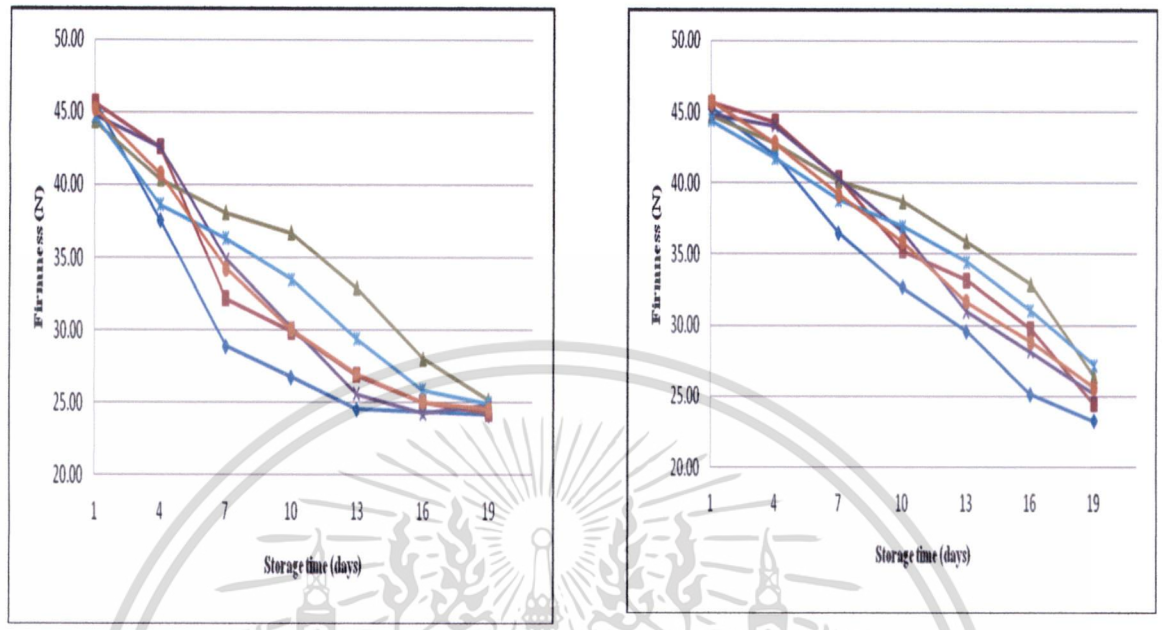
ภาพที่ 4.2 เปอร์เซนต์ของการสูญเสียน้ำหนักของถั่วพูในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C และ (b) อุณหภูมิ 10 °C

Control ( ), Aloe Vera 25% ( ), Aloe Vera 50% ( ), Aloe Vera 75% ( ), Citric Acid 0.05% ( ), Citric Acid 0.5% ( )

4.1.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของถั่วพู

ภาพที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของถั่วพูที่ 4 °C และ 10 °C ด้วยเครื่องมือวัดเนื้อสัมผัส พบว่ามีแนวโน้มลดน้อยลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ตัวอย่างควบคุมมีความแน่นเนื้อน้อยที่สุดและถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 50 เปอร์เซนต์ มีความแน่นเนื้อมากที่สุด ในวันแรกของการเก็บรักษาถั่วพูมีความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 44.35-45.71 นิวตัน เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน อุณหภูมิ 4 °C และ 10 °C ตัวอย่างควบคุมมีความแน่นเนื้อ 26.72 และ 32.66 นิวตัน ตามลำดับ ถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 50 เปอร์เซนต์ มีความแน่นเนื้อ 36.67 และ 38.71 นิวตัน ตามลำดับ ความแน่นเนื้อของถั่วพูมีค่าลดน้อยลงเนื่องจากผนังเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง โดยตัวเชื่อมระหว่าง ผนังเซลล์คือ เพคตินถูกเปลี่ยนรูปจากรูปที่ไม่ละลายน้ำเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ โดยการทำงานของเอนไซม์เพคตินเมธิลเอสเทอเรส (Pectin methyl esterase) และโพลิกาแลคทูโรเนส (Polygalacturonase) (Sila et al., 2008) ทำให้ผนังเซลล์เริ่มเกาะตัวกันอย่างหลวมๆ และหลุดออกจากกันเป็นผลให้เนื้อเยื่ออ่อนตัว การเก็บรักษาที่ 10 °C มีความแน่นเนื้อมากกว่า 4 °C เพราะที่ 4 °C ถั่วพูเกิดการช้ำของการสะท้านหนาวและเนื้อเยื่ออ่อนตัว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ali et al., (2010) ทำการทดลองเคลือบ ผิวมะเขือเทศด้วย Gum Arabic และวัดค่าความแน่นเนื้อ พบว่าเมื่อเวลาเก็บรักษามากขึ้นจะทำให้ความแน่นเนื้อลดน้อยลง โดยมะเขือเทศที่ไม่ได้เคลือบผิวมีความแน่นเนื้อลดลงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



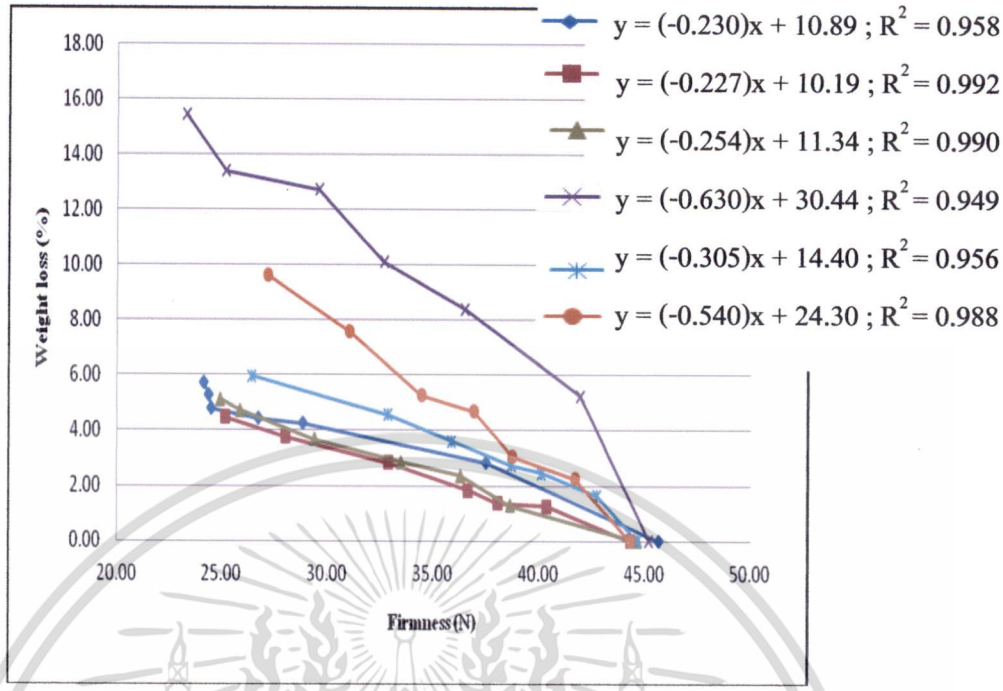
(a) (b)

ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของถั่วพู เก็บรักษา ที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C และ (b) อุณหภูมิ 10 °C Control ( ), Aloe Vera 25% ( ), Aloe Vera 50% ( ), Aloe Vera 75% ( ), Citric Acid 0.05% ( ), Citric Acid 0.5% ( )

4.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นเนื้อกับเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของถั่วพู

เมื่อนำผลการทดลองที่ดีที่สุดของการเคลือบผิวด้วยว่านหางจระเข้และจุ่มกรดซิตริกเทียบกับตัวควบคุมของทั้งสองอุณหภูมิเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความแน่นเนื้อกับเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก (ภาพที่ 4.4) พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นลักษณะเส้นตรง ค่าความชันของกราฟติดลบและ ค่า R Square (R^2) ของทุกกลุ่มตัวอย่างการทดลองมีค่าประมาณ 0.9 แสดงว่าความแน่นเนื้อและเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักมีความสัมพันธ์กันอย่างมาก จากกราฟแสดงให้เห็นว่าเมื่อเปอร์เซนต์ การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ความแน่นเนื้อลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของความแน่นเนื้อกับเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของถั่วพู
4 °C Control ( ), 4 °C Aloe Vera 50% ( ), 4 °C Citric Acid 0.05% ( ),
10 °C Control ( ),10 °C Aloe Vera 50% ( ), 10 °C Citric acid 0.05% ( )

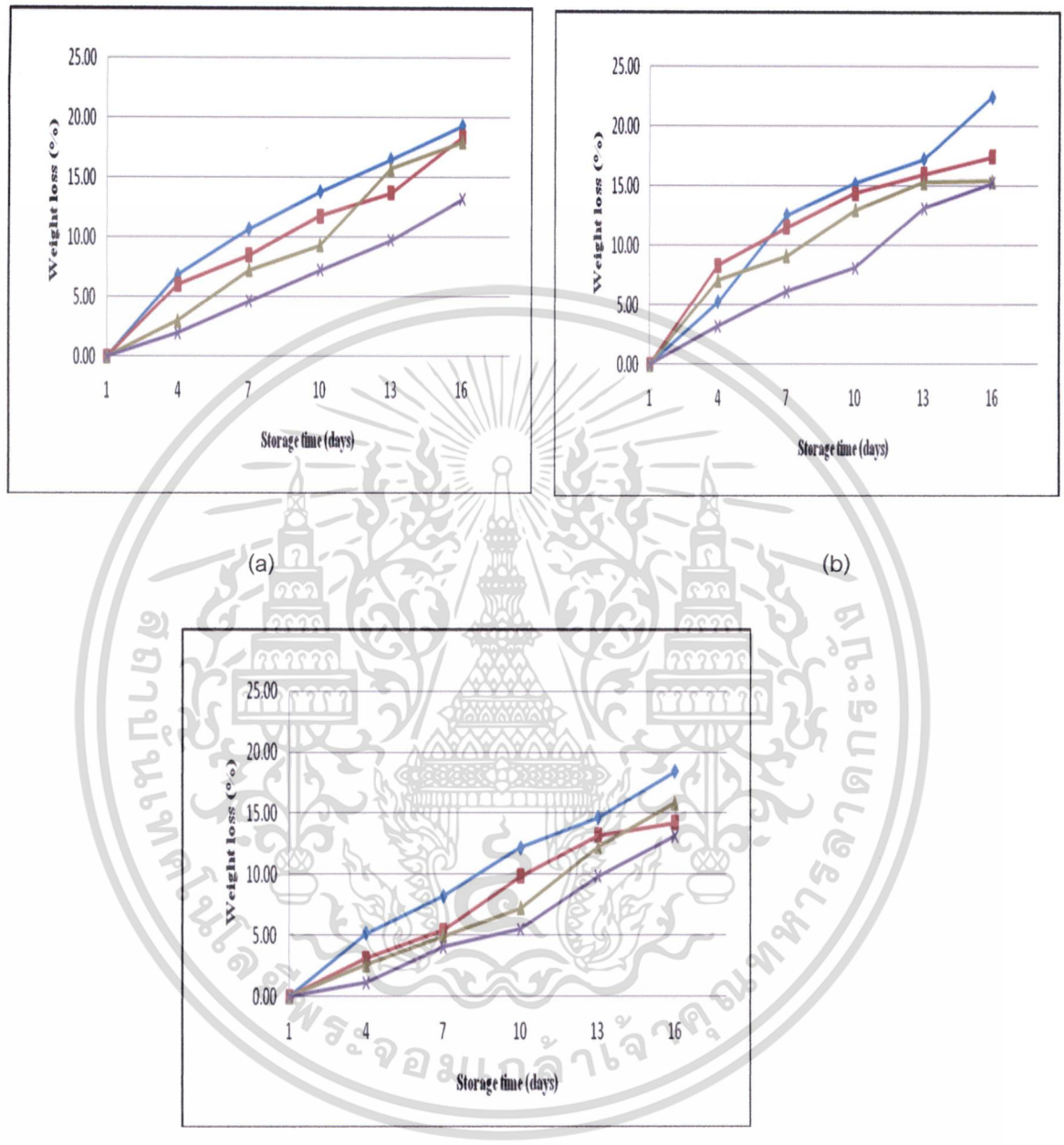
4.2. ผลของกรดซิตริกต่อใบโหระพาในระหว่างการเก็บรักษา

4.2.1 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของใบโหระพา

เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของใบโหระพา เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C แสดงในภาพที่ 4.5 พบว่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษานาน 16 วัน และที่อุณหภูมิต่ำจะลดการสูญเสียน้ำของใบโหระพาได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูง ตัวอย่างควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดและการล้างด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ สูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดทุกอุณหภูมิการเก็บรักษา ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C ตัวอย่างควบคุมสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด (13.79%, 15.24% และ 12.21% ตามลำดับ) รองลงมาคือ ใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 2 เปอร์เซนต์ (11.78%, 14.40% และ 9.87% ตามลำดับ) ใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซนต์ (9.30%, 12.98% และ 7.26% ตามลำดับ) และใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ (7.21%, 8.11% และ 5.54% ตามลำดับ) การสูญเสียน้ำเป็นผลมาจากการหายใจและการสูญเสียน้ำที่ปากใบของโหระพา ทำให้เซลล์เหี่ยวโดยอุณหภูมิต่ำลดการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าที่อุณหภูมิสูงและการล้างด้วยกรดซิตริกช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ สอดคล้องกับการทดลองของ Artemio et al., 2002 ทำการเก็บรักษาใบปอกระเจาที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่ามีร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเมื่อเวลามากขึ้น วันที่ 3 ของการเก็บรักษาอุณหภูมิ 1 °C มีการสูญเสียน้ำหนัก 1 เปอร์เซนต์ในขณะที่ 30 °C สูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก 3 เปอร์เซนต์ และ การทดลองของประสิทธิ์ (2550) พบว่าลำไยแช่กรดซิตริกมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด และถ้าเพิ่ม เวลาในการแช่นานมากขึ้นจะมีแนวโน้มสูญเสียน้ำหนักน้อยลง



ภาพที่ 4.5 เปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักของใบโหระพา ในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4°C (b) อุณหภูมิ 10 °C และ (c) อุณหภูมิ 15 °C

Control (—◆—), citric acid 2% (—■—), citric acid 5% (—▲—), citric acid 10% (—✕—)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงสีของใบโหระพาระหว่างการเก็บรักษา

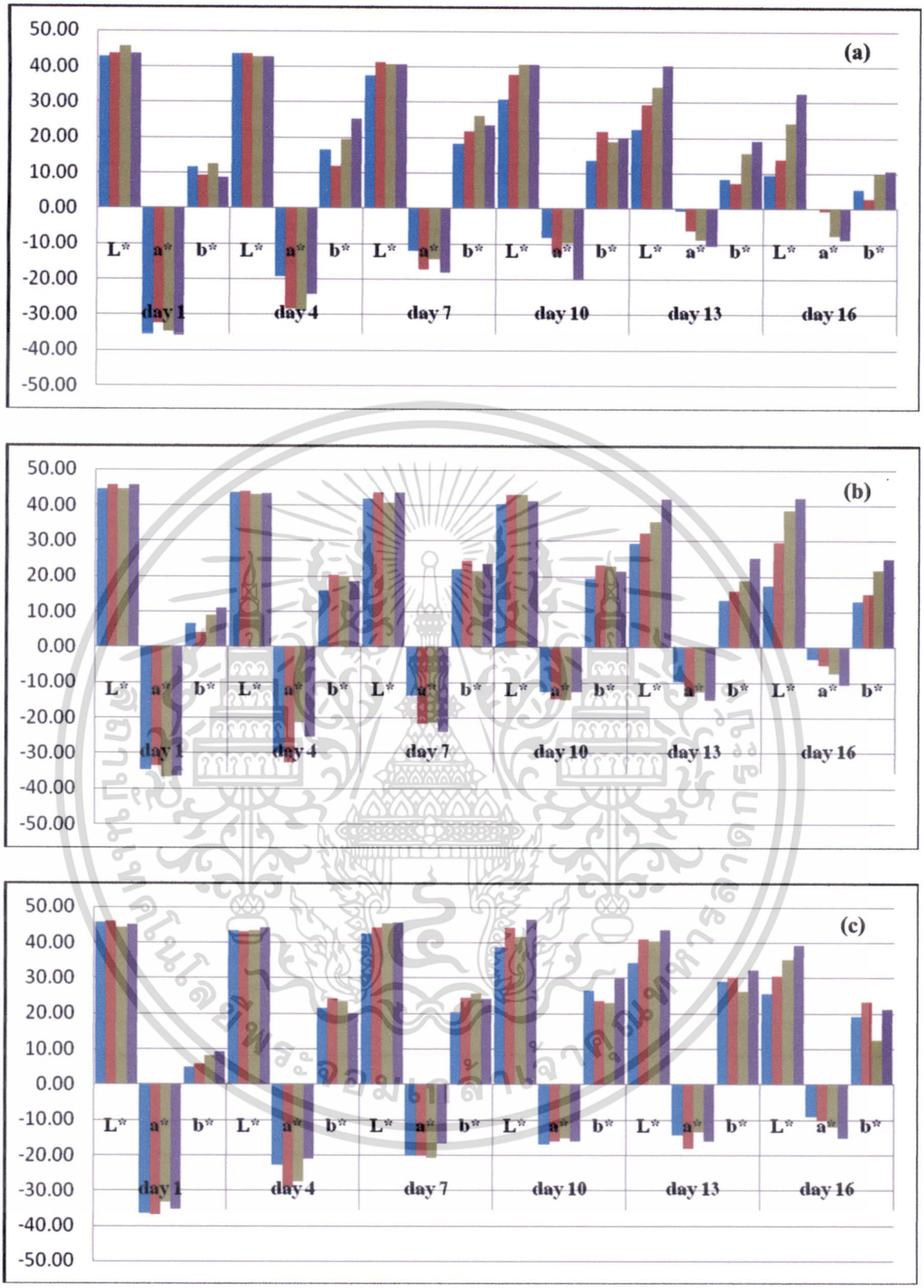
จากการทดลองวัดสีด้วยเครื่อง Minolta CR-400 โดยรายงานผลเป็นค่า L* a* b* โดยค่า L* บอกถึงความสว่างมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 0 เป็นสีที่มืดที่สุด ค่า L* เท่ากับ 100 เป็นสี ที่สว่างที่สุด ค่า a* บอกถึงความเป็นสีเขียว-สีแดง มีค่า -60 ถึง 60 ถ้าค่า a* เป็นบวกแสดงว่าเป็นสีแดง ค่า a* เป็นลบแสดงความเป็นสีเขียว และค่า b* บอกความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน มีค่า -60 ถึง 60 ถ้าค่า b* เป็นบวกแสดงว่าเป็นสีเหลือง ค่า b* เป็นลบแสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน ถ้าค่า a* และ b* เข้าใกล้ 0 จะมีสีคล้ำมากขึ้น (Kanthamoon, 2011) จากการทดลองพบว่าค่า L* a* b* มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น นั่นหมายถึงใบโหระพาจากที่มีสีเขียวจะมีสีคล้ำมากขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาสอดคล้องกับระดับคะแนนลักษณะทางกายภาพ

จากภาพที่ 4.6 ค่า L* มีการลดลงอย่างต่อเนื่องทุกอุณหภูมิ โดยที่ 15 °C มีการเปลี่ยนแปลงค่าL* ช้าที่สุด รองลงมาคือ 10 °C และ 4 °C ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิต่ำทำให้ใบโหระพาเกิดสีน้ำตาลได้เร็วยิ่งขึ้น โดยที่ 15 °C ในวันสุดท้ายใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ มีค่า L* มากที่สุดรองลงมาคือ กรดซิตริกความเข้มข้น 5 และ 2 เปอร์เซนต์ และตัวควบคุมตามลำดับ

ค่า a* มีแนวโน้มลดลงเข้าใกล้ 0 เป็นการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลคล้ำ โดยทุกอุณหภูมิ ค่า a* ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาเก็บรักษา การเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C ในวันที่ 1 ค่า a* อยู่ในช่วง (-32.48) – (-36.87) เมื่อเวลาผ่านไป 16 วัน ค่า a* เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง (-8.65) – 0.38, (-3.29) – (-10.53) และ (-9.16) – (-15.16) ตามลำดับ การเก็บรักษาใบโหระพาในอุณหภูมิที่แตกต่างกันพบว่าอุณหภูมิ 15 °C เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า a* น้อยกว่าการเก็บรักษาที่ 4 °C และ 10 °C

ส่วนค่า b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงแรก แสดงให้เห็นว่าโหระพาเปลี่ยนจากสีเขียวเป็น สีเหลืองและค่า b* ลดลงในช่วงหลังแสดงให้เห็นว่าโหระพาเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาลคล้ำ วันที่ 7 ของการเก็บรักษาที่ 4°C 10°C และ 15°C ค่า b* เพิ่มขึ้นจากช่วง 4.10 – 12.54 ไปเป็น 18.15 – 26.12 และในวันสุดท้ายคือวันที่ 16 ลดลงอยู่ในช่วง 3.00 – 24.94 สอดคล้องการทดลองของ ธีรศักดิ์ (2545) ได้ทำการวัดสีของผักกาดหอมตัดแต่งพร้อมบริโภคพบว่าผักกาดหอมเปลี่ยนเป็น สีน้ำตาลเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะบริเวณรอยตัดและก้านใบจะเกิดสีน้ำตาลมากกว่าบริเวณอื่นๆ และการทดลองของ Castaner et al., (1996) รายงานว่าผักกาดหอมห่อเมื่อเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สีของก้านผักกาดหอมห่อจะเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีน้ำตาลคล้ำมากขึ้นและค่า L* ที่วัดได้มีค่า ลดลงและค่า a* มีค่าเพิ่มขึ้นนั้นสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การเกิดสีน้ำตาลของผักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ค่า L* a* และ b* ของใบโหระพาในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C
(b) อุณหภูมิ 10 °C และ (c) อุณหภูมิ 15 °C
Control ( ), Citric acid 2% ( ), Citric acid 5% ( ), Citric acid 10% ( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

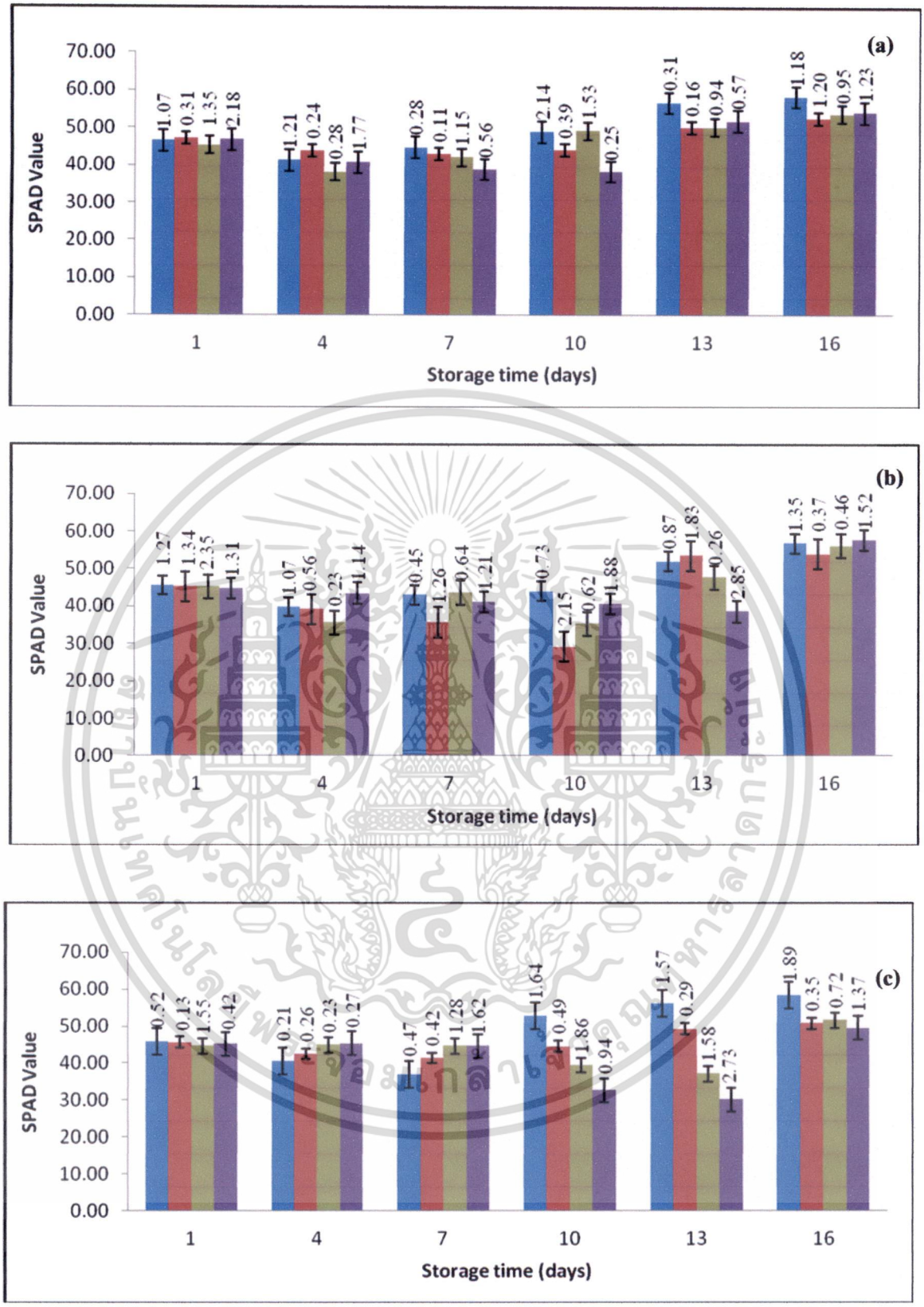
4.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบโหระพา

ติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบโหระพาเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C โดยใช้เครื่อง Minolta chlorophyll meter : SPAD-502 สามารถวัดผลได้รวดเร็ว ไม่เป็นการทำลายเนื้อเยื่อพืชและผลที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับการวิเคราะห์คลอโรฟิลล์โดยการใช้สารเคมี สายัณห์และสุภาณี (2545) ทำการศึกษาการใช้เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์เพื่อประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์ของลองกองและเงาะ พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกันกับค่าที่วัดได้จากคลอโรฟิลล์มิเตอร์อย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดลองแสดงในภาพที่ 4.7 พบว่าในวันแรกของการเก็บรักษาทุกกลุ่มการทดลองมีค่า SPAD value อยู่ในช่วง 45.2-47.1 ในวันที่ 7 มีค่า SPAD value ลดลงอยู่ในช่วง 35.72-44.79 และในวันที่ 16 มีค่า SPAD value เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 49.50-58.40 จากผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิ 15 °C สามารถชะลอการลดลงของคลอโรฟิลล์ได้ดีที่สุดรองลงมาคือ อุณหภูมิ 10 °C และ 4 °C ตามลำดับ การนำใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ ทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงช้าที่สุดรองลงมาคือ กรดซิตริกความเข้มข้น 5 และ 2 เปอร์เซนต์ และกลุ่มตัวอย่างควบคุมตามลำดับ

สอดคล้องกับงานวิจัยของ จารุณี (2551) พบว่าหน่อไม้ดองที่เติมกรดซิตริกป้องกันการเกิด สีน้ำตาลได้ดีกว่าหน่อไม้ดองที่ไม่ได้เติมกรดซิตริก ในงานทดลองนี้พบว่าการที่ค่า SPAD value ลดลงในช่วงแรกนั้นเป็นเพราะว่ามีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์จากสีเขียวไปเป็นเหลืองของแซนโทฟิลล์ (xanthophylls) แต่ในช่วงหลังของการเก็บรักษา คลอโรฟิลล์ได้เสื่อมสลายและสูญเสียอะตอมของแมกนีเซียมซึ่งอยู่กลางโมเลกุลในโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ถูกแทนที่ด้วยอะตอมของไฮโดรเจน 2 อะตอม และถูกเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟตินที่มีสีเขียวมะกอก จึงทำให้ SPAD value มีค่าสูงขึ้นในช่วงหลังของการเก็บรักษา โดยค่าที่วัดได้ในช่วงหลังนั้นไม่ใช่ค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์แต่เป็นค่าของปริมาณ ฟีโอไฟตินที่ดูดกลืนช่วงความยาวคลื่นเดียวกันกับคลอโรฟิลล์ (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2551) ทำให้ค่า SPAD value ที่วัดได้ในช่วงหลังมีค่าเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ ณัฐชัยและวาริช (2550) ทำการวัดใบโหระพาเก็บที่ 10 °C เป็นเวลา 7 วันด้วย SPAD-502 พบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงในช่วง 2 วันแรกและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 7

131172

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

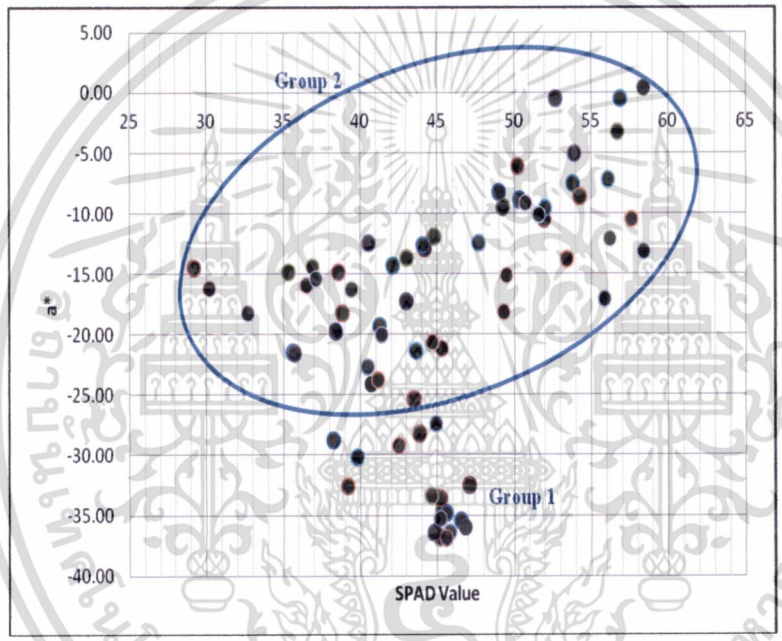


ภาพที่ 4.7 ค่า SPAD value ของใบโหระพาในระหว่างเก็บรักษาที่ (a) อุณหภูมิ 4 °C (b) อุณหภูมิ 10 °C และ (c) อุณหภูมิ 15 °C

Control ( ), Citric acid 2% ( ), Citric acid 5% ( ), Citric acid 10% ( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่า a* ทุกอุณหภูมิจากผลการทดลองมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับค่า SPAD value ที่ทำการตรวจวัดด้วยเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์เพื่อหาความสัมพันธ์ พบว่าสามารถแบ่งเป็นกลุ่มได้ 2 กลุ่ม ดังแสดงในภาพที่ 4.8 ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ช่วง a* เท่ากับ (-16) – (-36) จะมีค่า SPAD value ในช่วง 32-47 อธิบายได้ว่าเมื่อ SPAD value ลดลงค่าของ a* ก็เพิ่มขึ้นด้วย นั่นคือเมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงค่าความเป็นสีเขียวก็ลดลงตามไปด้วย กลุ่มที่ 2 ช่วง a* เท่ากับ 0.38 – (- 25) จะมีค่า SPAD value ในช่วง 29.16 - 58 อธิบายได้ว่าเมื่อ SPAD value มากขึ้นค่าของ a* ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย กล่าวคือปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงแล้วเปลี่ยนเป็นฟีโอไฟตินทำให้ความเป็นสีเขียวน้อยลงจนเป็นสีน้ำตาลคล้ำ



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า SPAD value กับค่าความเป็นสีเขียว (a*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปผลการทดลอง

5.1 ผลของอุณหภูมิ สารเคมีและเจลว่านหางจระเข้ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของถั่วพู

จากการทดลองเก็บรักษาถั่วพูโดยแบ่งเป็น 6 ตัวอย่างการทดลอง ได้แก่ ถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ 25 50 และ 75 เปอร์เซนต์ (v/v) ถั่วพูจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 0.05 และ 0.5 เปอร์เซนต์ (w/v) และล้างน้ำประปา (ตัวอย่างควบคุม) เป็นเวลา 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C และ 10 °C พบว่าที่อุณหภูมิ 4 °C มีการหายใจช้าลง และมีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก 4-6 เปอร์เซนต์ ในขณะที่ 10 °C มีเปอร์เซนต์สูญเสียน้ำหนัก 4-16 เปอร์เซนต์ ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา การเก็บที่ 4 °C ส่งผลให้ถั่วพูเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นอาการของการสะท้านหนาวเมื่อเทียบในระยะเวลาการเก็บรักษา ที่เท่ากันกับอุณหภูมิ 10 °C เจลว่านหางจระเข้ช่วยชะลอการหายใจ ลดเปอร์เซนต์สูญเสียน้ำหนัก และชะลอการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อได้ดีกว่ากรดซิตริกส่งผลให้มีความแน่นเนื้อมากกว่าตัวอย่างควบคุม โดยความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักกับความแน่นเนื้อสรุปได้ว่า เมื่อเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นค่าความแน่นเนื้อจะลดน้อยลงโดยความสัมพันธ์มีลักษณะเป็นเส้นตรง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9 ทางด้านลักษณะทางกายภาพเมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาในขณะที่ถั่วพู ยังมีระดับคะแนน 5 ของทั้งสองอุณหภูมิพบว่าที่ 4 °C มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักอยู่ในช่วง 1.26 – 2.84 เปอร์เซนต์ และ 10 °C อยู่ในช่วง 3.86 – 5.26 เปอร์เซนต์

ถั่วพูเคลือบเจลว่านหางจระเข้ความเข้มข้น 50 เปอร์เซนต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °C เป็นสภาวะดีที่สุด สามารถเก็บรักษาได้นาน 16 วัน มีเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก 4.57 เปอร์เซนต์ โดยที่ถั่วพูยังมีลักษณะแข็งกรอบ สีเขียวสด ผิวเป็นมันเงา

5.2 ผลของอุณหภูมิและสารเคมีต่อคุณภาพของใบโหระพาในระหว่างการเก็บรักษา

จากการทดลองเก็บรักษาใบโหระพาโดยแบ่งเป็น 4 ตัวอย่างการทดลอง ได้แก่ ใบโหระพา จุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 2 5 และ 10 เปอร์เซนต์ (w/v) และล้างน้ำประปา (ตัวอย่างควบคุม) เป็นเวลา 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C 10 °C และ 15 °C พบว่าทุกอุณหภูมิมีการลดลงของก๊าซออกซิเจนและเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักใกล้เคียงกัน แต่ในระยะเวลาเก็บรักษาเท่ากันที่อุณหภูมิ 15°C มีการเปลี่ยนแปลงสีและปริมาณคลอโรฟิลล์ช้าที่สุด รองลงมาคือ 10 °C และ 4 °C ตามลำดับ โดยใบโหระพาจะมีการเปลี่ยนสีจากสีเขียวเข้มไปเป็นสีเขียวอ่อนและสีน้ำตาลคล้ำตามลำดับ จากการวัดความเป็นสีเขียว (a*) และวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ (SPAD value) สามารถแบ่งการเปลี่ยนสีได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 ค่า a* เท่ากับ (-16) – (-36) จะมีค่า SPAD value ในช่วง 32-47 โหระพามีสีเขียวเข้มถึงสีเขียวอ่อน และกลุ่มที่ 2 ค่า a* เท่ากับ 0.38 – (- 25) จะมีค่า SPAD value ในช่วง 29.16 – 58 โหระพามีสีเขียวอ่อนจนถึงสีน้ำตาลคล้ำ โดยกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ มีผลช่วยลดการใช้ก๊าซออกซิเจน ลดเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนสีและการลดลงของปริมาณ คลอโรฟิลล์ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ กรดซิตริกความเข้มข้น 5 และ 2 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ

ใบโหระพาจุ่มกรดซิตริกความเข้มข้น 10 เปอร์เซนต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 °C เป็นสภาวะ ที่เหมาะสมในยืดอายุการเก็บรักษา สามารถเก็บได้นาน 10 วันโดยที่มีค่าของ a* เท่ากับ -16.21 และค่า SPAD เท่ากับ 32.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จารุณี จึงสถาปัตย์ชัย. 2551. ผลของกรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และปริมาณออกซิเจนต่อการเกิด สีน้ำตาลของหน่อไม้ดองในระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ และ วาริช ศรีละออง. 2550. การเปลี่ยนแปลงของ oil gland ในระหว่างการเกิดอาการสะท้านหนาวในใบโหระพา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 38: 185-188.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ประสิทธิ์ จันตัน. 2550. ผลของโอโซนและกรดซิตริกต่ออายุการเก็บรักษาผลลำไยพันธุ์ดอ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

เพ็ญธิรัตน์ อัครผลสุวรรณ. 2546. การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักผลไม้สดเพื่อการแปรรูป. เข้าถึงได้จาก http://actech.agritech.doae.go.th/techno/other/post%20harvest.htm (5 สิงหาคม 2553)

สายัณห์ สดุดี และ สุภาณี ชนะวีรวรรณ. 2545. การใช้เครื่องมือ SPAD-502 เพื่อประเมินปริมาณ คลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนในใบของลองกองและเงาะ. วารสารสงขลานครินทร์. 24: 9-14.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. 2551ก. บทความพิเศษถั่วพู. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน, กรุงเทพฯ.

สุธาทิพ ภมรประวัติ. 2551ข. ใหระพาคุณค่าที่มากกว่าความอร่อย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์หมอชาวบ้าน, กรุงเทพฯ.

Ali, A., M. Maqbool, S. Ramachandran, and P.G. Alderson. 2010. Gum Arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology. 58: 42-47.

Anonymous. 1986. Chlorophyll meter SPAD-502 instruction manual. Minolta Co., Ltd. Japan.

Artemio, Z., T. Jr, K. Ose, K. Chachin, and Y. Ueda. 2002. Effects of storage temperature on postharvest quality of jute leaves (*Corchorus olitorius* L.). Postharvest Biology and Technology. 26: 329-338.

Arthey, V.D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London.

Ben, Y.S. 1969. Gas exchange, transpiration and the commercial deterioration in storage of orange fruit. Journal of the American Society for Horticultural Sciences. 94: 524-528.

Bozzi, A., C. Perrin, S. Austin, and F.A. Vera. 2007. Quality and authenticity of commercial aloe vera gel powders. Journal of Food Chemistry. 103: 22-30.

Castillo, S., D. Navarro, P.J. Zapata, F. Guillen, D. Valero, M. Serrano, and D. Martinez-Romero. 2010. Antifungal efficacy of *Aloe vera in vitro* and its use as a preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. Postharvest Biology and Technology. 57: 183-188.

Hagenmaier, R., and P.E. Shaw. 1992. Gas permeability of fruit coating waxes. Journal of the American Society for Horticultural Sciences. 117: 105-109.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kanthamoon, W. 2011. Optical property. Available : http://202.44.47.77/tam/SubjectsbyWASAN/673349%20Properties%20of%20Bio%20Material%20and%20Food/lession5_Optical%20Property.pdf (accessed 19 February 2011)

Kaynas, K., and IS. Ozelkok,. 1999. Effect of semperfresh on postharvest behavior of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and summer squash (*Cucurbita pepo* L.) fruits. International Society for Horticultural Science. 492: 213-220.

Krebbers, B., A. M. Matser, M. Koets, and R.W. Van den Berg. 2010. Quality and storage-stability of high-pressure preserved green beans. Journal of Food Engineering. 54: 27-33.

Litao P., and Y. Jiang. 2006. Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut chinese water chestnut. Food Chemistry. 94: 535-540.

Martinez-Romero, D., N. Alburqerque, J.M. Valverde, F. Guillen, S. Cactillo, D. Valero, and M. Serrano. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment : A new edible coating. Postharvaest Biology and Technology. 39: 93-100.

Saks, Y. and R. Barkai-Golan. 1995. Aloe vera gel activity against plant pathogenic fungi. Postharvest Biology and Technology. 6: 159-165.

Sila, D.N., T. Duvetter, A.D. Roeck, I. Verlent, C. Smout, G.K. Moates, B.P. Hills, K.K. Waldron, M. Hendrickx, and A.V. Loey. 2008. Texture changes of processed fruits and vegetables: potential use of high-pressure processing. Trends in Food Science and Technology. 19: 309-319.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้