ผลของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench

นางสาวนวลนภา เจริญรวย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-53-2813-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE AND CHITOSAN ON POSTHARVEST SHELF LIFE AND QUALITY OF OKRA PODS *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench

Miss Nuanapa Charoenruay

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Botany

Department of Botany
Faculty of Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2005
ISBN 974-53-2813-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench
โดย	นางสาวนวลนภา เจริญรวย
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์นันทนา อังกินันทน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กระบวน วัฒนปรีชานนท์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. รัฐ พิชญางกูร)

..... กรรมการ
(ดร. พันธ์พิมพ์ วอนขอพร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นวลนภา เจริญรวย : ผลของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE AND CHITOSAN ON POSTHARVEST SHELF LIFE AND QUALITY OF OKRA PODS *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ, 141 หน้า. ISBN 974-53-2813-8.

ผลของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่ออายุการเก็บรักษา และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียว โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 0.10 0.25 0.50 0.75 1.00 2.00 3.00 และ 4.00 และไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0 5 10 20 50 และ 100 ppm และเก็บรักษาที่ 2 อุณหภูมิ คือ 9 องศาเซลเซียส และ 18 องศาเซลเซียส พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส แคลเซียมคลอไรด์ระดับความความเข้มข้นร้อยละ 0.50 สามารถรักษาน้ำหนักของฝัก และลักษณะที่ปรากฏภายนอกได้ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ และสีของฝัก (ค่า a) ได้ สำหรับผลของไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของฝักกระเจี๊ยบเขียว พบว่า ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ไคโตซานระดับความเข้มข้น 20 ppm ช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า ไคโตซานสามารถรักษาน้ำหนักของฝักได้ดี และไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา นอกจากนี้ ยังพบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว หรือ ไคโตซานเพียงอย่างเดียว สามารถรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของฝักกระเจี๊ยบเขียวทั้งที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และ 18 องศาเซลเซียส ได้ดีกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา	พฤกษศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2548	

4572338623 : MAJOR BOTANY

KEY WORD : OKRA/CALCIUM CHLORIDE/CHITOSAN/POSTHARVEST/QUALITY

NUANAPA CHAROENRUAY : EFFECTS OF CALCIUM CHLORIDE AND CHITOSAN ON POSTHARVEST SHELF LIFE AND QUALITY OF OKRA PODS *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. THESIS ADVISOR : DR. KANOGWAN SERAYPHEAP, 141 pp. ISBN 974-53-2813-8

Effects of calcium chloride ($CaCl_2$) and chitosan on postharvest shelf life and quality of okra pods (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) were investigated. Okra pods were immersed in calcium chloride at 0, 0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 2.00, 3.00 and 4.00 % (v/w) solution and chitosan solution at 0, 5, 10, 20, 50 and 100 ppm then stored at 9°C and 18°C. Results showed that 0.50 % $CaCl_2$ can maintain % of initial weight and overall appearance when stored at 9°C. Pods treated with 0.25 % $CaCl_2$ resulted in retained firmness and color (a value). Pods treated with 20 ppm chitosan had the highest firmness during 9°C of storage. Chitosan can also preserve % of initial weight of pods stored at 18°C. In addition, 5 and 10 ppm chitosan exhibited no disease infection throughtout the storage. Moreover, it was found that calcium chloride treatment and chitosan treatment of okra pods can maintain better postharvest quality of okra pods during 6 days of storage at 9°C and 9 days at 18°C than the combined application of calcium chloride and chitosan

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department	Botany	Student's signature.....
Field of study	Botany	Advisor's signature.....
Academic year	2005	

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำต่าง ๆ ตลอดการทำวิจัย และตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นันทนา อังกินันทน์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กระบวน วัฒนปรีชานนท์ อาจารย์ ดร. รัฐ พิชญางกูร และ ดร. พันธ์พิมพ์ วอนขอพร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ทุนสนับสนุนวิทยานิพนธ์และกลุ่มวิทยานิพนธ์เพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ และทุนรัชดาภิเษกสมโภชน์ ที่มอบทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. รัฐ พิชญางกูร ที่เอื้อเฟื้อไคโตซานในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดทั้งคำแนะนำและวิธีการใช้ต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องวัดสี และเจ้าหน้าที่แผนกงานวิจัยพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่อง Gas Chromatography ตลอดจนคำแนะนำต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณฐปนา บางยี่ขัน คุณสหัช จันทนาอรพินท์ ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณปิยะศักดิ์ สุนทรประภัสสร์ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการบรรจุฝักกระเจี๊ยบเขียวก่อนการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น

ขอขอบคุณ คุณมลิวรรณ นาคขุนทด คุณปิยวัชช นิติกุล คุณสุดารัตน์ บ่ายเจริญ คุณศุภาลัย ไชยสุต คุณรุ่งนภา อินทปิ่น คุณลออรัตน์ เวชกุล และคุณพิศาล อ่อนแสง สำหรับความช่วยเหลือ และกำลังใจที่มีให้กันตลอดมา

กราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้อง ที่ให้กำลังใจ ความห่วงใย ตลอดจนการสนับสนุนและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ
กิตติกรรมประกาศ……ฉ
สารบัญ……ช
สารบัญตาราง……ญ
สารบัญรูปภาพ……ด
บทที่
1. บทนำ……1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……1
วัตถุประสงค์……2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……2
2. การตรวจเอกสาร……3
ลักษณะคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการส่งออก……4
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์……4
พันธุ์และแหล่งพันธุ์……5
สภาพแวดล้อมที่เหมาะต่อการเจริญเติบโต……5
อายุการเก็บเกี่ยว……6
วิธีการเก็บเกี่ยว……6
การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวภายหลังการเก็บเกี่ยว……6
ไคติน – ไคโตซาน……9
ความสัมพันธ์ของแคลเซียมคลอไรด์และกระบวนการสุกของผลไม้……16
อิทธิพลร่วมของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่อคุณภาพของผล.20
3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย……22
พืชทดลอง……22
วัสดุอุปกรณ์……22
สารเคมี……22
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย……23

บทที่ หน้า

4. ผลการทดลอง.....26
1. ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและการตอบสนอง
ทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว.....26
1.1น้ำหนักของฝัก.....26
1.2 เปอร์เซนต์ของการเกิดโรค.....27
1.3 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก.....27
1.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ.....28
1.5 ความแน่นเนื้อ.....28
1.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ.....29
1.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี.....29
1.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด.....30
1.9 การเปลี่ยนแปลงค่า L.....31
1.10 การเปลี่ยนแปลงค่า a.....31
1.11 การเปลี่ยนแปลงค่า b.....32
2. ศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทาง
สรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว.....43
2.1น้ำหนักของฝัก.....43
2.2 เปอร์เซนต์ของการเกิดโรค.....43
2.3 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก.....44
2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ.....44
2.5 ความแน่นเนื้อ.....45
2.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ.....45
2.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี.....46
2.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด.....46
2.9 การเปลี่ยนแปลงค่า L.....47
2.10 การเปลี่ยนแปลงค่า a.....47
2.11 การเปลี่ยนแปลงค่า b.....48

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

3. ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารละลายไคโตซาน
ต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว.....59
3.1 น้ำหนักของฝัก.....59
3.2 เปอร์เซนต์การเกิดโรค.....59
3.3 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก.....60
3.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ.....60
3.5 ความแน่นเนื้อ.....61
3.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ.....61
3.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี.....62
3.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด.....62
3.9 การเปลี่ยนแปลงค่า L.....63
3.10 การเปลี่ยนแปลงค่า a.....63
3.11 การเปลี่ยนแปลงค่า b.....64
3.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้.....64
3.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี.....64
3.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย.....65
3.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน.....66
3.16 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ.....66
5. อภิปรายผลการทดลอง.....83
6. สรุปผลการทดลอง.....89
รายการอ้างอิง.....91
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก.....101
ภาคผนวก ข.....107
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....141

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..108

2 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……108

3 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (disease infection (%)) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……109

4 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……109

5 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……110

6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส…….....35

7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส…….....35

8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส…….....36

9 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส…….....36

ตารางที่ หน้า

10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……...110
11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……111
12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..111
13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……112
14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..112
15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……113
16 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..113
17 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..114
18 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……114
19 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..115
20 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……...115
21 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..116

ตารางที่ หน้า

22 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……...116
23 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……117
24 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (disease infection (%) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……117
25 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส…….....118
26 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……118
27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส…….51
28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส…….....51
29 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……52
30 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส…….....52
31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……119
32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส…….....119
33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……120

ตารางที่ หน้า

34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..120
35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……121
36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..121
37 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..122
38 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ……122
39 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..123
40 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ……123
41 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส…….. 124
42 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ……124
43 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลาย ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……...125
44 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลาย ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……125
45 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (disease infection (%))ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับ ความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……126

ตารางที่ หน้า

46 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....126
47 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....127
48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....127
49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....128
50 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....128
51 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....129
52 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....129
53 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....130
54 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....130
55 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....131

ตารางที่ หน้า

56 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น0.50 % ร่วมกับสารละลาย ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……...131
57 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลาย ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..132
58 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ……..132
59 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……133
60 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ……..133
61 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……134
62 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ……..134
63 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……135
64 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลาย ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……135
65 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลาย ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..136

ตารางที่ หน้า

66 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……136
67 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..137
68 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……137
69 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..138
70 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……138
71 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..139
72 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……139
73 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..140

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

1 องค์ประกอบหลักของผนังเซลล์และการยึดเกาะของแคลเซียมไอออน……...16
2 การยึดเกาะระหว่าง phospholipid และ phospholipid กับโปรตีนบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์โดยแคลเซียมไอออน……...17
3 การขาดแคลเซียมส่งผลให้เกิด physiological disorders ในผักและผลไม้……18
4 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……33
5 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..33
6 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ……34
7 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……..34
8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……37
9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……37
10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……..38
11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……38

ภาพที่ หน้า

12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....39
13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....39
14 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....40
15 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....40
16 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....41
17 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....41
18 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....42
19 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....42
20 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....49
21 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....49
22 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....50
23 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....50

ภาพที่ หน้า

24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……53
25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……53
26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……54
27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……54
28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……55
29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……55
30 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……56
31 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……56
32 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……57
33 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส……57
34 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส……58

ภาพที่ หน้า

35 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซาน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....58
36 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....68
37 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....68
38 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....69
39 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....69
40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....70
41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....70
42 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....71
43 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....71

ภาพที่ หน้า

44 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....72
45 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....72
46 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....73
47 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....73
48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....74
49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียว ที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....74
50 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส 75
51 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....75
52 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส 76
53 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....76

ภาพที่ หน้า

54 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....77
55 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....77
56 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....78
57 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....78
58 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....79
59 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....79
60 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....80
61 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....80
62 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....81
63 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....81

ภาพที่ หน้า

64 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส.....82
65 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส.....82

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กระเจี๊ยบเขียว หรือ กระเจี๊ยบมอญ (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) เป็นพืชผักส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538) ในปี 2545 มีการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวสดแช่เย็น ปริมาณ 3,572 ตัน มูลค่า 314.7 ล้านบาท โดยมีญี่ปุ่นเป็นตลาดหลักในการรับซื้อ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร, 2547) ลักษณะและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการส่งออก คือ ฝักควรมี 5 เหลี่ยม ไม่คดงอ ฝักอ่อนสด เส้นใยน้อย ความยาวฝัก 5-10 ซม. มีสีเขียวสม่ำเสมอทั้งฝัก ปราศจากโรคแมลง และรอยตำหนิ (ฉันทนา สีผึ้ง, 2544) กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ตลอดปี ยกเว้นบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำและช่วงแสงสั้น เช่น ภาคเหนือในฤดูหนาวจะทำให้แคระแกรน ออกดอกเร็ว (ฉันทนา สีผึ้ง, 2544) แหล่งปลูกกระเจี๊ยบเขียวที่สำคัญ ได้ อำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม อำเภอเมือง อำเภอดำเนินสะดวก อำเภอโพธาราม อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี อำเภอเมือง อำเภอด่านมะขามเตี้ย อำเภอเลาขวัญ อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี อำเภออู่ทอง อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอไชโย อำเภอวิเศษชัยชาญ อำเภอโพธิ์ทอง จังหวัดอ่างทอง (สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543)

ปัญหาที่สำคัญภายหลังการเก็บเกี่ยวของกระเจี๊ยบเขียวคือ มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากการเก็บเกี่ยวในระยะฝักอ่อน (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538; เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, 2543; สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543) ซึ่งมีอัตราการหายใจและการเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึมสูง ทำให้สูญเสียคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว โดยฝักจะเหี่ยว เหนียว และมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Baxter and Waters, 1990) นอกจากนี้ยังไวต่ออาการสะท้านหนาว (chilling injury) เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10°C (Lamont, 1999; Perkins-Veazia and Collin, 1992) โดยฝักจะมีลักษณะฉ่ำน้ำ ขอบฝักมีสีดำ และเกิดรอยบุ๋มบริเวณผิวของฝัก ลักษณะที่เกิดขึ้นเหล่านี้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นการป้องกันการสูญเสียคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียวในระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่งที่จะลดการเกิดลักษณะทางกายภาพที่ไม่พึงประสงค์ดังกล่าวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 7-10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % จะมีอายุการเก็บรักษา 7-10 วัน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) นอกจากนี้มีแนวคิดในการนำเอาแคลเซียมคลอไรด์มาใช้ช่วยยืดอายุการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว เพราะแคลเซียมมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของพืช เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ

สารประกอบเพคติน ทำให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรง (Saftner et al., 1998) ลดการเน่าเสีย (Conway et al., 1994) ชะลอการเสื่อมสภาพ (อนันต์ จิตรธรรม, 2542) รักษาความแน่นเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Garcia et al., 1996) ชะลอการสุก (Wills et al., 1977) และลดการเกิดอาการสะท้านหนาว (อนันต์ จิตรธรรม, 2542; Chaplin and Scott, 1980; Ilker and Morris, 1975) ของผลิตผลได้ นอกจากแคลเซียมคลอไรด์แล้วยังมีการใช้ไคโตซานซึ่งเป็นสารธรรมชาติมีบทบาทในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรด้วยเช่นกัน โดยสามารถใช้เคลือบบนผิวผักและผลไม้ได้ ไคโตซานมีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ใสปราศจากสีและกลิ่น สามารถช่วยลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน ทำให้บรรยากาศภายในมีการเปลี่ยนแปลงน้อย และมีการเปลี่ยนแปลงสีช้าลง (ภาวดี เมธะคานนท์, 2543; สถิตย์ พูลทรัพย์, 2542)

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้ จึงมุ่งหาความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว และศึกษาผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซานที่มีต่ออายุการเก็บรักษาและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว อันจะเป็นประโยชน์ในการลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว ตลอดจนเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานที่มีต่ออายุการเก็บรักษาและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียว
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซานที่มีต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในทางการค้า เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียว ซึ่งอาจนำไปสู่การลดความเสียหายภายหลังการเก็บเกี่ยว
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อนำไปใช้พัฒนาหาวิธีที่เหมาะสมในการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว และนำไปประยุกต์ใช้กับผลิตผลทางการเกษตรชนิดอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย โดยมีตลาดหลักคือประเทศญี่ปุ่น ซึ่งนิยมบริโภคกระเจี๊ยบเขียวมาก เนื่องจากเป็นพืชที่มีผลดีต่อสุขภาพ ประเทศไทยเริ่มปลูกกระเจี๊ยบเขียวเพื่อส่งออกต่างประเทศตั้งแต่ปี 2524 พื้นที่ปลูกปัจจุบันในประเทศประมาณ 2,500 ไร่ แหล่งปลูกกระเจี๊ยบเขียวที่สำคัญได้แก่ เขตหนองแขม กรุงเทพฯ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี อำเภอนครชัยศรี อำเภอกำแพงแสน อำเภอบางเลน อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี อำเภอกระทุ่มแบน อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทราสาคร อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอสามโก้ จังหวัดอ่างทอง อำเภอพระพุทธบาท จังหวัดสิงห์บุรี (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538) การส่งออกกระเจี๊ยบเขียวส่วนใหญ่เป็นการส่งออกฝักสด โดยร้อยละ 95 ของปริมาณการส่งออก ส่งไปยังญี่ปุ่น (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538)

ปริมาณและมูลค่าการส่งออกกระเจี๊ยบเขียวปี 2542-2545

ปริมาณ : ตัน มูลค่า : ล้านบาท

รายการ	2542		2543		2544		2545	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1. สดแช่เย็น	3,000	201	2,496	148.3	3,328	253.2	3,572	314.7
2. สุกแช่แข็ง	581	34	462	34.8	892	61	-	-
รวม	3,581	234	2,958	183.1	4,220	314.2	3,572	314.7

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร (2547)

นอกจากประเทศไทยแล้ว ฟิลิปปินส์เป็นประเทศที่ส่งออกกระเจี๊ยบเขียวฝักสดแช่เย็นเป็นจำนวนมาก ส่วนจีนเป็นประเทศที่ส่งออกกระเจี๊ยบเขียวสุกแช่แข็งที่สำคัญ ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่นำเข้ากระเจี๊ยบเขียว 1 ใน 3 ของปริมาณบริโภคทั้งหมด โดยจะพิถีพิถันต่อขนาดและคุณภาพโดยลักษณะที่สำคัญคือ ฝักกระเจี๊ยบเขียวต้องมีขนาดเท่ากัน ไม่โค้งงอ ขนาดบรรจุหีบห่อที่นิยมคือขนาด 100 กรัม หรือมี 10 ฝัก (สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543)

ลักษณะคุณภาพของกระเจี๊ยบเขียวเพื่อการส่งออก (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538 ; สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543)

ประเภท	ลักษณะ
กระเจี๊ยบเขียวสดแช่เย็น	ฝักอ่อนสด มีเส้นใยน้อย ปราศจากโรคแมลงหรือรอยตำหนิ รูปร่างฝัก 5 เหลี่ยม ตรงไม่คดงอ ฝักมีสีเขียวสม่ำเสมอทั้งฝัก ความยาวฝัก 5-12 ซม.
กระเจี๊ยบเขียวสุกแช่แข็ง	ฝักอ่อนสด มีเส้นใยน้อย ปราศจากโรคแมลงหรือรอยตำหนิ ฝักเป็น 5 เหลี่ยม สีเขียว ความยาวฝัก 5-9 ซม.
กระเจี๊ยบเขียวประป๋อง	ฝักอ่อนสดอายุ 2-3 วันหลังจากผสมเกสร ปราศจากโรคแมลงหรือตำหนิจากโรคแมลง สีเขียว ความยาวฝัก 2.5-5 ซม. รูปร่างฝักมีจำนวน 8 เหลี่ยม

คนไทยบริโภคกระเจี๊ยบเขียวมานานแล้วเพราะเป็นผักพื้นบ้าน ปลูกง่าย สามารถปลูกได้ตลอดปีและมีราคาไม่สูง ฝักที่นำมาบริโภคมีความยาว 4-9 เซนติเมตร เป็นขนาดที่มีคุณภาพดี อ่อน ไม่มีเส้นใย สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายชนิด ตั้งแต่รับประทานเป็นผักจิ้ม ชุบแป้งทอด ยำต่าง ๆ ประกอบอาหารอื่น ๆ เช่น แกงเลียง แกงจืด เป็นต้น (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538) กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักที่มีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะวิตามินซีและแคลเซียม (Salunkhe and Kadam, 1998) นอกจากนี้ยังมีสารจำพวกกัม (gum) และเพคติน (pectin) ในปริมาณสูง ทำให้มีลักษณะเป็นเมือก ช่วยลดอาการโรคกระเพาะ ลำไส้อักเสบ ป้องกันหลอดเลือดตีบตัน รักษาความดันโลหิตให้ปกติ บำรุงสมอง เป็นยาระบายที่ดี และมีสารช่วยขับพยาธิตัวจี๊ดได้ดี ชาวญี่ปุ่นนิยมบริโภคกระเจี๊ยบเขียวมาก เพราะเชื่อว่าเป็นผักที่มีคุณค่าอาหารสูงให้ผลดีต่อสุขภาพ รวมทั้งช่วยบรรเทาโรคได้หลายโรคดังกล่าว (สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเจี๊ยบเขียว หรือ กระเจี๊ยบมอญ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench หรือ *Hibiscus esculentus* Linn. มีชื่อสามัญว่า okra หรือ lady's finger หรือ gumbo (Nonnecke, 1989) เป็นพืชที่จัดอยู่ในสกุล Malvaceae กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชยืนต้นมีอายุประมาณ 1 ปี มีระบบรากแก้ว ลำต้นตั้งตรงและแข็งแรง ความสูงประมาณ 0.80-2.50 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพความสมบูรณ์ของดิน ใบขึ้นเรียงสลับกันตามลำต้น ดอก เป็นดอกเดี่ยว เกิดที่ตำแหน่งของซอกใบ โดยดอกแรกจะเกิดที่ข้อที่ 6-8 กลีบดอกมีสีเหลือง 5 กลีบ บริเวณกลางดอกมีสีม่วง ขนาดของดอกที่บานเต็มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-7 เซนติเมตร ดอกกระเจี๊ยบเขียวเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีทั้ง

ผสมตัวเองและผสมข้าม เมื่อดอกผสมติดเป็นฝักอ่อนกลีบดอกจะฝ่อและร่วงไปภายใน 3-4 วัน ฝักเกิดบริเวณซอกใบโดยเริ่มติดฝักตั้งแต่ระดับข้อที่ 6-8 ฝักมีรูปร่างเรียวเป็นร่องตามยาว ปลายฝักแหลม ฝักกระเจี๊ยบเขียวมีทั้งชนิดกลมและเหลี่ยม จำนวนเหลี่ยมมีตั้งแต่ 5-9 เหลี่ยม ความยาวฝักมีขนาดตั้งแต่ 4-20 เซนติเมตรขึ้นอยู่กับพันธุ์ ฝักอ่อนที่ใช้ในการบริโภคมีความยาว 7.5-12.5 เซนติเมตร เมล็ดมีรูปร่างกลมขนาดใกล้เคียงกับเมล็ดถั่วเขียว เมล็ดภายในฝักเรียงเป็นแถวตามแนวยาวของฝักในแนวสันเหลี่ยม โดยเมล็ดจะติดอยู่กับส่วนของเนื้อเยื่อที่ทำให้เกิดลักษณะเป็นเมือก เมล็ดอ่อนมีสีขาวและเมื่อแก่จะมีสีเทา ในหนึ่งฝักจะมีเมล็ดอยู่ประมาณ 80-200 เมล็ด (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538)

พันธุ์และแหล่งพันธุ์

กระเจี๊ยบเขียวมีพันธุ์ต่าง ๆ มากมาย มีความแตกต่างกันทั้งความสูงของต้น ความยาวของฝัก และสีฝัก โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกเพื่อการส่งออกฝักสดและแช่แข็ง ลักษณะฝักควรมี 5 เหลี่ยม สีเขียวเข้ม ผิวฝักมันละเอียด มีเส้นใยน้อย ลำต้นเตี้ย และให้ผลผลิตสูง

พันธุ์กระเจี๊ยบเขียวที่ปลูกในปัจจุบัน (วรรณภา, 2544) มีดังนี้

1. พันธุ์ Hit 9701 เป็นพันธุ์นำเข้ามาจากประเทศอินเดีย เกษตรกรในภาคกลางนิยมปลูกพันธุ์นี้มาก เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานโรคใบด่างไวรัส (Yellow Vein mosaic virus) ฝักมี 5 เหลี่ยม สีเขียวเข้มสม่ำเสมอ ฝักมีเส้นใยน้อย ผิวมันละเอียด ไม่มีหนาม ออกดอกเร็ว ผลผลิตสูง น้ำหนักดี เก็บได้นาน เป็นที่ยอมรับของบริษัทผู้ส่งออกและตลาดต่างประเทศ เหมาะสำหรับส่งออกและแช่แข็ง

2. พันธุ์ลูกผสมรุ่นที่ 1 ทั้งจากประเทศญี่ปุ่นและประเทศอินเดีย เป็นพันธุ์ที่ฝักอ่อนมีคุณสมบัติที่ตลาดญี่ปุ่นนิยมมาก มีลักษณะฝักสีเขียวเข้ม ฝักมี 5 เหลี่ยมชัดเจน ต้นแข็งแรง ผลผลิตสูง

3. พันธุ์ผสมเปิดจากต่างประเทศ เช่น พันธุ์ 'Clemson' และพันธุ์ 'Spineless' ลักษณะฝักกลมป้อม พันธุ์ 'Dwarf Green' ลักษณะฝักเรียวยาว เป็นพันธุ์ที่มี 8 เหลี่ยม สีเขียวปานกลาง นิยมใช้ในการบรรจุกระป๋อง

สภาพแวดล้อมที่เหมาะต่อการเจริญเติบโต

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชผักที่เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน ในเขตอบอุ่นเจริญเติบโตที่อุณหภูมิระหว่าง 18-35 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของต้นและให้ฝักที่มีคุณภาพดี จึงเป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดปีในประเทศไทย (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538) ขึ้นได้ดีในดินเกือบทุกชนิด แต่ไม่ชอบดินที่มีน้ำขังแฉะหรือระบายน้ำยาก และดินที่เป็นกรดจัด ความเป็นกรดและด่างควรอยู่ระหว่าง 6.0-7.0 (Lamont, 1999)

อายุการเก็บเกี่ยว

กระเจี๊ยบเขียวเป็นพืชที่โตเร็ว เมื่อปลูกอายุได้ 30-40 วัน ต้นจะเริ่มสร้างดอกที่บริเวณซอกใบ ตำแหน่งข้อที่ 6-8 ของลำต้น หลังจากนั้นประมาณ 10 วัน ดอกจะบานและใช้เวลา 1 วัน กลีบดอกจึงเหี่ยวและร่วงหลุดไป หลังดอกบาน 5 วัน ฝักจะมีขนาดยาว 6-10 ซม. ซึ่งฝักในช่วงอายุนี้จะมีคุณภาพดีที่สุด ปริมาณเส้นใยน้อยทำให้ไม่มีเสี้ยน ปริมาณวิตามินซีและเพคตินในรูปของแคลเซียมเพคเตทค่อนข้างสูง ทำให้ฝักกรอบไม่เหนียว ฝักกระเจี๊ยบเขียวโตเร็วมากโดยเฉพาะในสภาพอากาศร้อนจะมีขนาดยาวเพิ่มขึ้นวันละ 1-3 ซม. เกษตรกรจึงจำเป็นต้องเก็บฝักทุกวัน และไม่ควรปล่อยให้ฝักที่พร้อมเก็บเกี่ยวหลงเหลืออยู่ เนื่องจากต้นจะส่งอาหารมาเลี้ยงฝักที่คงอยู่ก่อนทำให้ผลผลิตต่ำ การเก็บฝักที่มีคุณภาพดีใช้เวลาประมาณ 1 ½ - 2 เดือน ฝักที่แตกยอดใหม่จะเริ่มหมด โดยสังเกตได้จากการมีกิ่งแขนงใหม่ หลังจากนั้นสามารถเก็บผลผลิตได้อีก 2-3 เดือน นอกจากนี้ฝักที่เก็บจากลำต้นจะมีคุณภาพดีกว่าฝักที่เก็บจากกิ่งแขนง (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538 ; สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543)

วิธีการเก็บเกี่ยว

การเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียวปกติทำในช่วงเช้า โดยเกษตรกรใช้มีดหรือกรรไกรตัดที่ขั้วฝักยาวประมาณ 1 ซม. ทีละฝักและควรตัดใบตรงข้อที่เก็บฝักออกเพื่อให้แสงแดดส่องบริเวณลำต้นที่มีฝักอ่อนที่ยังไม่ได้เก็บให้มีสีเขียวเข้ม การตัดขั้วเกษตรกรจะระมัดระวังให้รอยตัดตรง ไม่ให้เป็นรอยปากฉลาม ซึ่งจะขีดข่วนหรือทำให้ฝักอื่นเสียหายเมื่ออยู่ในภาชนะบรรจุ ฝักที่เก็บแล้ว นำเข้าร่มทันที ไม่พรมน้ำ หรือรดฝักกระเจี๊ยบเขียว ภายหลังเก็บเกี่ยวแล้วควรขนส่งโดยเร็ว (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538 ; สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543)

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวภายหลังการเก็บเกี่ยว

ผักและผลไม้เมื่อเก็บเกี่ยวออกมาจากต้นแล้วยังมีกระบวนการเมทาบอลิซึมต่าง ๆ เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ได้แก่ การหายใจ การคายน้ำ การสุก การชราภาพ ตลอดจนกระบวนการป้องกันตนเอง นอกจากนี้ยังมีศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ รวมทั้งแมลงและสัตว์อื่น ๆ คอยเข้าทำลาย ทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้นาน ดังนั้น การเก็บรักษาจึงมีเป้าหมายเพื่อยืดอายุผลผลิตออกไปให้นานที่สุด โดยการปฏิบัติด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อชะลอเมทาบอลิซึมของผลิตผลและชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น องค์ประกอบของบรรยากาศ และปัจจัยอื่น ๆ รอบผลผลิตให้เหมาะสม เพื่อให้ผลผลิตยังคงมีคุณภาพดีใกล้เคียงกับเมื่อเก็บมาจากต้นใหม่ ๆ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544)

กระเจี๊ยบเขียวเป็นผักที่จัดอยู่ในกลุ่มของ non-climacteric fruit (Kader, 1992) มีอายุการเก็บรักษาที่สั้น เนื่องจากเก็บเกี่ยวในระยะฝักอ่อน (กองส่งเสริมพืชสวน, 2538; เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, 2543; สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์, 2543) ทำให้มีอัตราการหายใจและการเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึมที่ค่อนข้างสูง โดยที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีอัตราการหายใจอยู่ที่ 124-137 mL CO_2/kg.hr (440 Btu/ton/24 hrs) ซึ่งจะทำให้สูญเสียคุณภาพได้อย่างรวดเร็ว โดยฝักจะเหี่ยว เหนียว และมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Baxter and Water, 1990)

การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวกระเจี๊ยบเขียวมีอยู่หลายวิธี คือ

1. การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (low temperature storage)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเก็บรักษาผลิตผล เพราะการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในผลิตผลตลอดจนกระบวนการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ มีอัตราผันแปรตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงอัตราปฏิกิริยาหรือการเจริญเติบโตก็สูง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เร็วขึ้นและส่งผลให้ผลิตผลมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) สำหรับกระเจี๊ยบเขียว ภาวะที่เหมาะต่อการเก็บรักษาคือ ที่อุณหภูมิ 7-10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % สามารถเก็บได้นาน 7-10 วัน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) ถ้าเก็บที่อุณหภูมิสูงจะทำให้ฝักเหนียว ฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเน่าได้ (Cantwell and Suslow, 2002) นอกจากนี้กระเจี๊ยบเขียวยังมีความไวต่ออาการสะท้านหนาว (chilling injury) โดยฝักจะมีลักษณะฉ่ำน้ำ ขอบฝักมีสีดำ และเกิดรอยบุ๋มบริเวณผิวฝัก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส (Lamont, 1999; Perkins-Veazie and Collins, 1992)

2. การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (controlled atmosphere storage)

เป็นการเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศให้แตกต่างไปจากบรรยากาศปกติซึ่งประกอบด้วยไนโตรเจน 78.08 เปอร์เซนต์ ออกซิเจน 20.95 เปอร์เซนต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซนต์ การควบคุมสภาพบรรยากาศ จะทำการลดปริมาณก๊าซออกซิเจนให้น้อยลง และเพิ่มปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้อัตราการหายใจของผลผลิตลดลง ลดกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ให้ช้าลง ลดการสังเคราะห์และการทำงานของก๊าซเอทิลีน รวมทั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย การเก็บรักษาโดยวิธีควบคุมสภาพบรรยากาศจะให้ประสิทธิภาพดี เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ และความชื้นเหมาะสม นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต พันธุ์ อายุทางสรีรวิทยา ส่วนประกอบของก๊าซ และระยะเวลาในการเก็บรักษา (ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2535)

Baxter and Waters (1990) ทดลองเก็บฝักกระเจี๊ยบเขียวในสภาพบรรยากาศที่ประกอบด้วยออกซิเจน 5 % คาร์บอนไดออกไซด์ 0 % ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้น 90-93 % พบว่าฝักมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง รักษาปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids) และปริมาณคลอโรฟิลล์ได้ดี มีความหนืดของเมือกสูงกว่าในสภาพบรรยากาศปกติ แต่มีอัตราการเกิดโรคต่ำ ปริมาณเส้นใยและความเหนียวของฝักน้อยกว่าในสภาพบรรยากาศปกติ กระเจี๊ยบเขียวเมื่อเก็บ

รักษาที่อุณหภูมิ 8-12 องศาเซลเซียส ควบคุมบรรยากาศให้มีออกซิเจน 3-5 % และคาร์บอนไดออกไซด์ 0 % พบว่าฝักมีคุณภาพพอใช้ได้ แต่ยังไม่มีการนำไปใช้ในทางการค้า (จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) Cantwell and Suslow (2002) รายงานว่าในสภาพบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ 4-10 % สามารถรักษาสีของฝักให้เขียวอยู่ได้ ลดการเปลี่ยนสีและการเน่า ถ้าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่า 10 % จะทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติ ส่วนความเข้มข้นของออกซิเจน 3-5 % สามารถลดอัตราการหายใจได้

3. การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง (modified atmosphere storage) โดยการบรรจุหีบห่อ (packaging)

ผลิตผลทางการเกษตรเมื่อเก็บเกี่ยวมาแล้วยังมีกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ เช่น การหายใจ การคายความร้อน การคายน้ำ และการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาต่าง ๆ การเลือกใช้ภาชนะบรรจุที่มีประสิทธิภาพ จะช่วยลดกระบวนการดังกล่าวให้เกิดช้าลง เมื่อนำผลิตผลที่มีคุณภาพสูงบรรจุใส่ในภาชนะบรรจุจะช่วยรักษาคุณภาพที่ดีของผลิตผลให้คงอยู่ได้นานขึ้น ปัจจุบันมีการใช้แผ่นพลาสติกห่อผลผลิตกันมากขึ้น ซึ่งช่วยในการป้องกันและรักษาผลิตผลให้อยู่ได้นาน โดยแผ่นพลาสติกจะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลผลิต (นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ, 2548)

ญาวดี ศรีเมฆ (2545) ทดลองเก็บฝักกระเจี๊ยบเขียวในถุงฟิล์มพลาสติก 4 ชนิด คือ high-density polyethylene (HDPE), low-density polyethylene (LDPE), OPP20/DL/L-LDPE50 (OPP) และ NY15/PE20/L-LDPE75 (NY) ที่อุณหภูมิ 10 และ 14 องศาเซลเซียส พบว่า ในถุง HDPE สามารถเก็บรักษาฝักได้ 12 วัน ทั้ง 2 อุณหภูมิ ในถุง LDPE สามารถเก็บรักษาฝักได้ 12 วัน ที่ 10 องศาเซลเซียส ในถุง OPP สามารถเก็บได้ 9 วัน ที่ 10 องศาเซลเซียส โดยฝักกระเจี๊ยบเขียวทั้งหมดที่บรรจุในถุงฟิล์มมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดฝัก น้ำหนักและปริมาณน้ำ น้อยกว่าชุดควบคุม ปริมาณวิตามินซีของฝักที่บรรจุในถุงมีปริมาณลดลงช้ากว่าชุดควบคุม ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นในถุงฟิล์มตลอดระยะเวลาที่เก็บรักษา โดยถุงฟิล์ม HDPE มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุดและอัตราการเพิ่มขึ้นต่ำที่สุด เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช (2534) ศึกษาภาชนะบรรจุฝักกระเจี๊ยบเขียว 3 วิธี พบว่า ฝักที่บรรจุใส่ถาดโฟมหุ้มพลาสติก PVC แล้วใส่กล่องกระดาษลูกฟูก เก็บที่ 10 องศาเซลเซียส ยังคงความสดและมีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าฝักที่บรรจุใส่ถุงตาข่ายไนล่อนแล้วใส่กล่องกระดาษลูกฟูก และฝักที่บรรจุใส่กล่องกระดาษลูกฟูกโดยตรง ที่ อุณหภูมิ 10 และ 15 องศาเซลเซียส Poubol et al (2000) ทดลองเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวในถุงพลาสติกมีรู 4 แบบ คือ ถุง polyethylene 4 รู, ถุง polyethylene 12 รู, ถุง polypropylene 4 รู และ ถุง polypropylene 12 รู ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่บรรจุในถุง polypropylene 4 รู มีลักษณะที่ปรากฏภายนอกดีที่สุดและการสูญเสียน้ำหนักสดต่ำกว่าชุดทดลองอื่น ๆ และมีอายุการเก็บรักษาจาก 6 เป็น 10 วัน Perkins-Veazie and Collins (1992) พบว่ากระเจี๊ยบเขียวเก็บที่ 3 องศาเซลเซียส

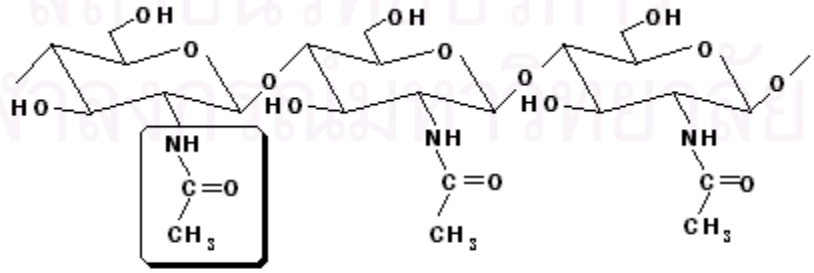
ในถุง HDPE ความหนา 12.7 ไมครอน เกิด chilling injury น้อยกว่าชุดที่เก็บในกล่องพลาสติก ส่วนกระเจี๊ยบเขียวเก็บที่ 12.5 องศาเซลเซียส ในถุง HDPE มีการเน่าเสียมากและมีลักษณะที่ปรากฏภายนอกลดลงกว่าที่เก็บในกล่องพลาสติก

4. การจุ่มในสารเคมี (chemical control)

Aderiye (1985) ศึกษาผลของ ascorbic acid ที่ความเข้มข้น 250 และ 500 ppm และ Tween-20 ความเข้มข้น1,000 ppm เก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส พบว่า ฝักกระเจี๊ยบเขียวที่จุ่มใน Tween-20 เกิดสีดำภายใน 2-4 วันของการเก็บรักษา ขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่จุ่มใน ascorbic acid เกิดการเสื่อมสภาพหลังจาก 20 วันของการเก็บรักษา การสูญเสียน้ำหนักลดลงน้อยที่สุดในกลุ่มที่จุ่มใน ascorbic acid นอกจากนี้ยังพบว่ากระเจี๊ยบเขียวที่จุ่มใน ascorbic acid ความเข้มข้น 500 ppm สามารถรักษาความแน่นเนื้อและความเขียวของฝักกระเจี๊ยบเขียวได้

ไคติน – ไคโตซาน

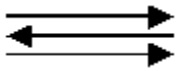
ไคติน (chitin) มีชื่อทางเคมีว่า Poly (N-acetylglucosamine) จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรต มีโครงสร้างและองค์ประกอบคล้ายคลึงกับเซลลูโลส สามารถพบได้ทั่วไปในผนังเซลล์ของจุลชีพจำพวกเห็ดรา และยีสต์ นอกจากนี้ยังพบได้ในเปลือกแข็งภายนอกที่หุ้มตัวของสัตว์ที่มีลักษณะเป็นข้อปล้องทั้งหมด เช่น แมลง แมง กุ้ง ปู ฯลฯ ในปริมาณสูง สัตว์จำพวกหอย และหมึกก็มีสารไคตินอยู่เช่นกัน โดยพบมากในแกนในของหมึก ส่วนของเปลือกหอยก็สามารถพบได้บ้าง แต่มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก (รัฐ พิชญางกูร, 2543)ไคตินในธรรมชาติเกิดจากการที่สิ่งมีชีวิตนำโมเลกุลของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine มาสังเคราะห์ต่อกันเป็นสายยาวขนาดต่าง ๆ สามารถละลายได้ในกรดอนินทรีย์ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน แต่ไม่ละลายในด่างเจือจาง แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์อื่น ๆ



โครงสร้างทางเคมีของไคติน

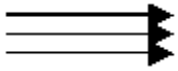
ไคตินที่ได้จากแต่ละแหล่ง มีโครงสร้างและสมบัติแตกต่างกัน โดยแบ่งตามลักษณะการเรียงตัวของเส้นใยได้ 3 กลุ่ม คือ

- แบบอัลฟา

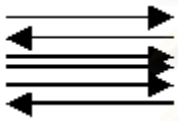


มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกัน มีความแข็งแรงสูง ได้แก่ ไคตินจากเปลือกกุ้ง และกระดองปู

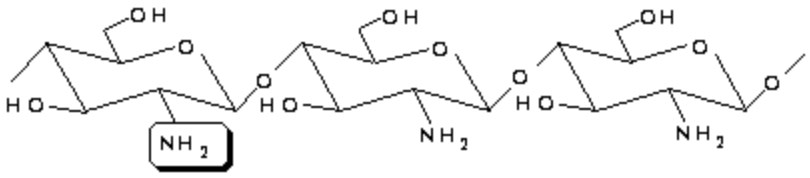
- แบบเบตา



มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในทิศทางเดียวกัน จึงจับกันได้ไม่ค่อยแข็งแรง มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากแกนปลาหมึก

- แบบแกมมา

มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะที่ไม่แน่นอน (สวนทางกันและสลับทิศทางเดียวกัน) มีความแข็งแรงรองจากแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากเห็ดรา และพืชชั้นต่ำ
(สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)

ไคโตซาน (chitosan) มีชื่อทางเคมีว่า Poly (N-glucosamine) เป็นอนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine (deacetylation) ออกตั้งแต่ 50 % ขึ้นไป การเกิดไคโตซานขึ้นอยู่กับปริมาณของการเกิดปฏิกริยาการกำจัดหมู่อะซิติล ซึ่งวัดจากค่าระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (degree of deacetylation) การทำปฏิกริยาการกำจัดหมู่อะซิติลคิดเป็นหน่วยร้อยละ (percentage of degree of deacetylation, % DD) ถ้า % DD เกินกว่า 50 % ขึ้นไป สามารถใช้ polymer นั้นทำให้เกิดอนุพันธ์ที่ละลายในกรดอินทรีย์ได้ นั่นคือ การลดลงของหมู่อะซิติลในไคตินเป็นการเพิ่มหมู่อะมิโน ซึ่งจะเพิ่มสมบัติการเป็นสารที่มีประจุเป็นบวกบน polymer ทำให้เกิดสภาพของการเป็นไคโตซานเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นโครงสร้างของไคโตซานต่างจากไคตินตรงหน่วยที่เป็น glucosamine ในสาย polymer เพิ่มมากเกินกว่า 50 % ขึ้นไป (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)



โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน

ไคโตซานจะมีคุณภาพและคุณสมบัติแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเทคนิคและขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนการผลิตไคติน-ไคโตซาน

เปลือกกุ้ง (Shrimp Biowaste)

↓

กระบวนการแยกโปรตีน (Deproteination)
ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เจือจาง

↓

กระบวนการแยกแร่ธาตุ (Decalcification)
ด้วยสารละลายกรดเกลือเจือจาง

↓

ไคติน (Chitin)

↓

กระบวนการดึงหมู่อะซิทิล (Deacetylation)
ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น

↓

ไคโตซาน (Chitosan)

ไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine และ glucosamine อยู่ในสายโพลีเมอร์เดียวกัน ซึ่ง % deacetylation มีผลต่อสมบัติและการทำงานของไคโตซาน นอกจากนี้น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานบอกถึงความยาวของสารไคโตซาน ซึ่งมีผลต่อความหนืด โดยไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ดังนั้นการนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์จะต้องพิจารณาทั้ง เปอร์เซนต์การเกิด deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล

คุณสมบัติที่สำคัญของไคตินและไคโตซาน

1. เป็นวัสดุทางชีวภาพ (biomaterial) ที่มีความเข้ากันได้ทางชีวภาพ (biocompatibility) และเป็นสารที่มีส่วนร่วมในกิจกรรมทางชีวภาพ (bioactivity) อีกทั้งยังย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ (biodegradable) จึงปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

2. ไคโตซานเป็นสารโพลิเมอร์ที่มีประจุบวก สารละลายไคโตซานมีความเหนียว และความใส

3. ไคตินไม่สามารถละลายน้ำและในสารอินทรีย์ทั่ว ๆ ไป ส่วนไคโตซานสามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์หลายชนิดแล้วเปลี่ยนกลับคืนสภาพเดิมได้

4. สามารถขึ้นรูปได้หลายแบบ เช่น เจล เม็ด เส้นใย colloid และสารเคลือบ เป็นต้น มีหมู่อะมิโน และหมู่ไฮดรอกซิล สามารถจะทำปฏิกิริยาทางเคมีเพื่อที่จะเปลี่ยนให้เป็นสารอื่น ๆ ได้มากมาย

(สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)

การใช้ไคตินและไคโตซานเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลผลิตทางการเกษตร

จากงานวิจัยหลาย ๆ ฉบับ พบว่า ไคโตซานซึ่งเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติถูกนำมาใช้ในการรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลทางการเกษตรหลายชนิด โดยนำมาเคลือบผิวของผักและผลไม้ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ๆ ใสปราศจากสีและกลิ่น ช่วยลดอัตราการหายใจ การผลิตก๊าซเอทิลีน ทำให้กระบวนการภายในมีการเปลี่ยนแปลงผิวน้อย และผลิตผลจะทนทานต่อสภาวะกรดได้ดีขึ้น (สถิต พูลทรัพย์, 2542) นอกจากนี้ไคโตซานสามารถกระตุ้นให้พืชสร้างเอนไซม์ไคติเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายไคติน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ของเชื้อราจึงทำให้เกิดความต้านทานโรค เมื่อนำมาเคลือบผิวผลิตผล จะช่วยลดการเกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวได้ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ, 2548)

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานชนิดที่ละลายในกรดและละลายในน้ำต่อคุณภาพของสตรอเบอร์รี่ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 87-90 พบว่าไคโตซานชนิดที่ละลายในกรดความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถชะลออัตราการหายใจและการสุกของสตรอเบอร์รี่ การตรวจสอบคุณภาพด้านรสชาติ พบว่าผลที่ไม่ได้เคลือบผิว ผลที่เคลือบด้วยไคโตซานที่ละลายในกรดความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และผลที่จุ่มน้ำ มีรสชาติดีที่สุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่ผลที่จุ่มในกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 0.5 ผลที่เคลือบด้วยไคโตซานที่ละลายในน้ำความเข้มข้นร้อยละ 1.0 และ 1.5 มีรสชาติดีที่สุดในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา แต่ผลที่เคลือบด้วยไคโตซานที่ละลายในน้ำความเข้มข้นร้อยละ 1.0 สามารถรักษาระดับของรสชาติที่ดีที่สุดจนถึงวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ขณะที่ผลที่เคลือบไคโตซานที่ละลายในกรดความเข้มข้นร้อยละ 1.0 มีรสชาติดีที่สุดในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ผลสตรอเบอร์รี่ในทุกชุดทดลองมีอายุการเก็บรักษา 12 วัน ยกเว้นผลที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีอายุการเก็บรักษาเพียง 8 วัน (กมลวรรณ ชูชีพ, 2543) ปัทมา วิศาลนิตน์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาความเข้มข้นของไคโตซาน 60 ppm 80 ppm และ 100 ppm จุ่มเป็นเวลา 2 นาที แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน พบว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 100 ppm ทำให้สตรอเบอรี่มีระดับการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคมากที่สุด และมี

แนวโน้มในการเกิดโรค และความรุนแรงในการเกิดโรคต่ำที่สุด Ghaouth et al. (1991) ศึกษาผลของไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 % (w/v) เปรียบเทียบกับ fungicide ที่มีต่อคุณภาพของสตรอเบอรี่ พบว่า สตรอเบอรี่ที่เคลือบด้วยไคโตซานแล้วเก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียส มีความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดสูง และอัตราการสังเคราะห์แอนโทไซยานินต่ำกว่า fungicide หรือกลุ่ม non-treat การเน่าเสียของผลสตรอเบอรี่ในกลุ่มของไคโตซานและ fungicide พบว่าไม่แตกต่างกัน ส่วนไคโตซานที่ 1.5 % สามารถลดอัตราการหายใจได้ดีกว่าที่ 1.0 % Hen et al. (2004) ศึกษาผลของไคโตซาน 3 ชนิดคือ chitosan, chitosan containing 5 % Gluconal ®CAL และ chitosan containing 0.2 % DL-∝-tocopheryl acetate ต่อคุณภาพและคุณค่าทางอาหารของสตรอเบอรี่และราสเบอรี่ เก็บที่ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 88 หรือ -23 % พบว่าไคโตซานทั้ง 3 ชนิด ลดการเน่าเสีย และการสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเปลี่ยนสี pH และ titratable acidity ของสตรอเบอรี่และราสเบอรี่ที่ 2 องศาเซลเซียสได้ ที่ -23 % พบว่าไคโตซานทั้ง 3 ชนิด สามารถลด drip loss และรักษาคุณภาพของสตรอเบอรี่และราสเบอรี่ได้ นอกจากนี้ chitosan containing 5 % Gluconal ®CAL และ chitosan containing 0.2 % DL-∝-tocopheryl acetate สามารถเพิ่มปริมาณของแคลเซียมและวิตามินอีได้ทั้งผลสดและผลแช่แข็งของสตรอเบอรี่และราสเบอรี่

การศึกษาผลของการเก็บรักษามังคุดที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1.5 % และ 2.0 % (w/v) เก็บรักษาที่ 4, 13 และ อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 พบว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซาน สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก อัตราการหายใจ และลักษณะต่าง ๆ รวมทั้งการเน่าเสียภายในผลได้ดีกว่ามังคุดที่ไม่ได้เคลือบ มังคุดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษา 24 วัน โดยแสดงอาการสะท้านหนาว และที่อุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษา 15 วัน เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่ามังคุดที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซานไม่มีความแตกต่างด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น สีเปลือก สีเนื้อมังคุด รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคเมื่อเทียบกับมังคุดที่ได้ไม่ได้เคลือบ (ชัยรัตน์ นันทภัทร์ และคณะ, 2543)

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0 0.5 1 และ 1.3 % ต่อคุณภาพการเก็บรักษาของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่บรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูก เก็บที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85-90 พบว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.3 % มีผลในการลดอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การสูญเสียน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ และชะลอการสุกของมะม่วงได้จนถึงวันที่ 25 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถลดการเกิดโรคภายหลังการเก็บเกี่ยวของมะม่วงได้ (วิษณุ นิยมเหลา และคณะ, 2546) นอกจากนี้ วิเชียร เลี่ยมนาค (2541) ได้ศึกษาเคลือบผิวมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และเขียวเสวยด้วยไคโตซานความเข้มข้น

0.25 0.50 0.75 และ 1.00 % (w/v) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95) และ 25 องศาเซลเซียส (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90) พบว่าการเคลือบผิวมะม่วงด้วยไคโตซานความเข้มข้นตั้งแต่ 0.50 % ขึ้นไป ช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงสีผิวของมะม่วงทั้ง 2 พันธุ์ได้ มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 0.75 และ 1.00 % และเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ผลเกิดการสุกที่ผิดปกติ โดยสีผิวยังคงมีสีเขียว แต่เนื้อภายในมีสีเหลืองซีด นิ่มและมีกลิ่นหมัก ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม ส่วนผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส ทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงสีผิวเล็กน้อยและเมื่อนำมาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าชุดที่เคลือบด้วยไคโตซาน 0.5 % มีการสุกเกิดขึ้นได้แต่สีผิวของผลยังมีสีเขียวอยู่ ในขณะที่ชุดที่เคลือบด้วยไคโตซาน 0.75 และ 1.00 % เกิดการสุกที่ผิดปกติเช่นเดียวกับที่พบในผลที่เคลือบผิวแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สำหรับผลมะม่วงพันธุ์เขียวเสวยที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน 0.50 0.75 และ 1.00 % แล้วเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าความแน่นเนื้อมีค่าลดลงต่ำกว่าการยอมรับในแง่รับประทานผลดิบภายใน 6 วัน แต่เมื่อเก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน พบว่าไคโตซานที่ความเข้มข้นข้างต้น สามารถชะลอการลดลงของความแน่นเนื้อและการเกิดโรคได้ดีกว่าชุดทดลองอื่น ๆ การศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซาน ที่น้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ (Low, Medium และ High Molecular Weight) ความเข้มข้น 2 % เก็บรักษาที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85-90 พบว่า การเคลือบด้วยไคโตซานชนิด Low และ Medium Molecular Weight สามารถชะลออัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี (L value) และการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของมะม่วงได้ ส่วนการเคลือบด้วยไคโตซานชนิด High Molecular Weight สามารถชะลอการสูญเสียวิตามินซี และมีการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผลมากที่สุด และการเคลือบด้วยไคโตซานทั้ง 3 ชนิด ทำให้มะม่วงมีอายุการเก็บรักษาเท่ากัน (สุดคนึง พึ่มชัย และคณะ, 2546)

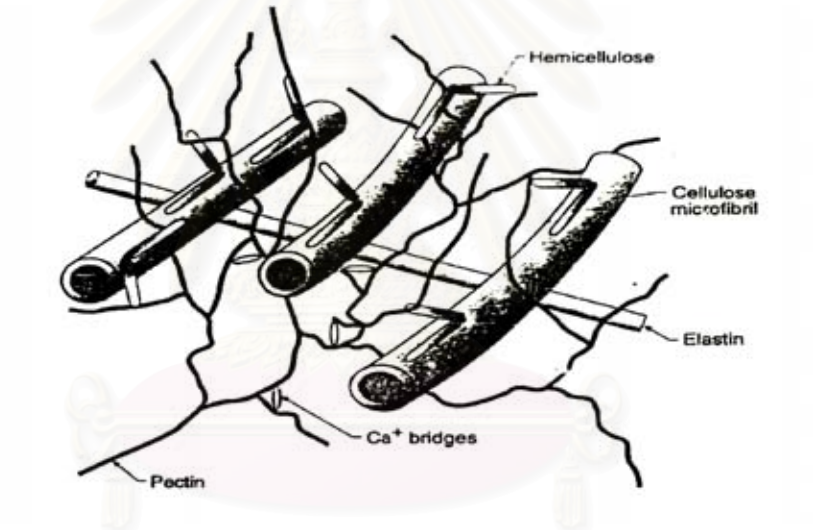
การศึกษาการเคลือบผิวลิ้นจี่ด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้น 0 1 2 และ 3 % ห่อด้วย plastic film แล้วเก็บรักษาที่ -1 องศาเซลเซียส พบว่า ไคโตซานสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักและคุณภาพของรสชาติได้ นอกจากนี้ยังมีปริมาณของ TSS ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้ และปริมาณวิตามินซี ที่สูง และยังสามารถระงับการเพิ่มขึ้นของ polyphynol oxidase (PPO) และ peroxidase (POD) activity อีกด้วย (Dong et al., 2004) Jiang และคณะ (2005) ศึกษาบทบาทของการเคลือบผิวลิ้นจี่ด้วยไคโตซานต่อการเกิดเปลือกสีน้ำตาลและอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องโดยใช้ไคโตซานที่ 2 g/ 100 g solution เก็บที่ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 เป็นเวลา 20 วัน จากนั้นนำมาเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80-90 เป็นเวลา 18 ชั่วโมง พบว่า ไคโตซานช่วยชะลอการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานิน ชะลอ PPO activity ชะลอการเปลี่ยนสีของเปลือก และคุณภาพต่อการบริโภค รักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และปริมาณกรดให้คงที่

นอกจากนี้ Jiang and Li (2001) ศึกษาความเข้มข้นของไคโตซานที่ 0.5 1.0 และ 2.0 % เก็บที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ที่มีต่อคุณภาพของลำไย พบว่า ไคโตซานช่วยลดอัตราการหายใจ การสูญเสียน้ำหนัก ชะลอการเพิ่มของ PPO activity การเปลี่ยนสี และคุณภาพในการบริโภค นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถยับยั้งการเน่าของลำไยระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย การศึกษาผลของไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5.0 และ 10.0 mg/ml ที่มีผลต่อ brown rot คุณภาพและการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของลูกพีช พบว่าไคโตซานทั้ง 2 ความเข้มข้น สามารถลดการเกิด brown rot และชะลอการเกิดโรคได้เมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ยังให้ผลน้อยกว่า prochloraz (fungicide) ลูกพีชที่เคลือบด้วยไคโตซานมีปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ และปริมาณวิตามินซี ที่สูงกว่า prochloraz หรือชุดควบคุม ลูกพีชที่เคลือบด้วยไคโตซานมีอัตราการหายใจต่ำ การผลิตเอทิลีน และ malondialdehyde (MDA) มีน้อย มี superoxide dismutage (SOD) activity ที่สูง และความสมบูรณ์ของเมมเบรนที่ดีเมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Li and Yu, 2000) ไพรัตน์ โสภโณดร และคณะ (2536) พบว่า สารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 (w/v) สามารถยืดระยะเวลาการเปลี่ยนสีผิวของมะนาวได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเวลา 24 วัน และ 56 วัน เมื่อเก็บรักษามะนาวที่อุณหภูมิห้อง และ 11 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มนตรี กลิ่นระรวย (2546) ศึกษาผลของสารเคลือบผิวไคโตซานความเข้มข้น 0 0.5 1.0 และ 1.5 % ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพการเก็บรักษาฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ โดยเก็บที่ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85-90 พบว่า ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 % สามารถลดอัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทิลีนของผลฝรั่งได้ ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 % สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ การเพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในผล และมีคะแนนคุณภาพการยอมรับของผู้บริโภคได้ดีที่สุด การศึกษาผลของไคโตซานที่ความเข้มข้น 1.0 และ 1.5 % (w/v) ที่มีต่อคุณภาพของแตงและพริกยักษ์ ที่อุณหภูมิ 13 และ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 พบว่า ไคโตซานสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักได้ทั้งแตงและพริกยักษ์ที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ แต่ถ้าหากเพิ่มความเข้มข้นของไคโตซานจาก 1.0 % เป็น 1.5 % จะสามารถรักษาน้ำหนักได้ดีขึ้น นอกจากนี้ไคโตซานยังช่วยลดอัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี การเหี่ยว และการเกิดโรคได้ (Ghaouth et al., 1991) Ghaouth et al. (1992) ศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อคุณภาพของมะเขือเทศ เมื่อเก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียส พบว่า มะเขือเทศที่เคลือบด้วยไคโตซานความเข้มข้น 2 % สามารถลดอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 1 % นอกจากนี้ยังรักษาความแน่นเนื้อ มีปริมาณ titratable acidity ที่สูง ลดการเน่าเสีย และยับยั้งการเปลี่ยนสีได้ดีกว่าชุดควบคุม การเคลือบผลสาเก *(Artocarpus altilis* (Parks.) Fosb.) ด้วยไคโตซาน สามารถชะลอการนิ่มของผลให้ช้าลง และสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงแป้งไปเป็นน้ำตาล (Worrell et al., 2002)

ความสัมพันธ์ของแคลเซียมคลอไรด์และกระบวนการสุกของผลไม้

แคลเซียมเป็นธาตุอาหารรองที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยพืชสามารถดูดแคลเซียมไปใช้ได้ในรูปของ divalent cation (Ca^{2+}) (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2544; White and Broadley, 2003) ส่วนใหญ่พบแคลเซียมในผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ในเนื้อเยื่อบางชนิดมีปริมาณแคลเซียมมากกว่า 10 % ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อการเจริญเติบโตของพืช (Hirchi, 2004)

แคลเซียมมีความสำคัญต่อโครงสร้างและหน้าที่ของผนังเซลล์ โดยจับกับ pectic acid ในผนังเซลล์ กลายเป็น calcium-pectate ทำให้ผนังเซลล์ยึดเกาะกันแข็งแรงมากขึ้นและรักษาความสมบูรณ์ของเซลล์ได้ (ภาพที่ 1) (Fry, 2001; Conway et al., 1997)

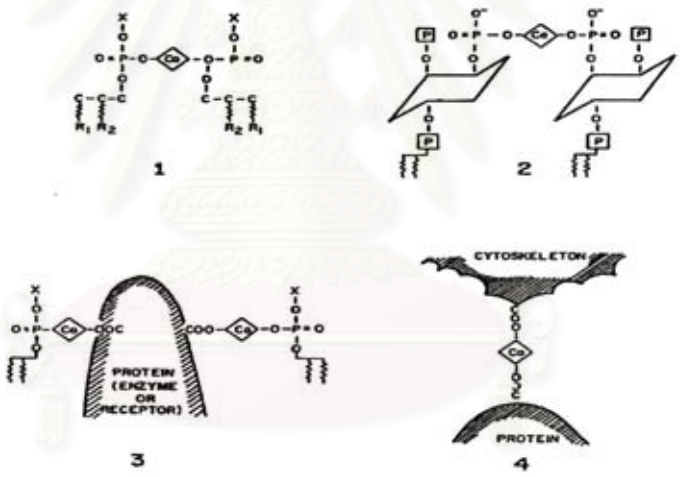


ภาพที่ 1 องค์ประกอบหลักของผนังเซลล์และการยึดเกาะของแคลเซียมไอออน (Nilsen and Orcutt, 1996)

กระบวนการสุกของผลิตผลเกิดจากการสลายตัวของผนังเซลล์แคลเซียมสามารถควบคุมกระบวนการสุกของผลไม้ได้ โดยการชะลอการสลายตัวของผนังเซลล์ซึ่งแคลเซียมมีบทบาทสำคัญต่อ cell –to- cell adhesion ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตผล ผลิตผลที่ได้รับแคลเซียม สามารถรักษาความแน่นเนื้อ (Saftner and Conway, 1998) และ cell –to- cell contact ในขณะที่ผลที่ไม่ได้รับแคลเซียมระหว่างการเก็บรักษาผนังเซลล์จะเกิดการขยายตัวและแยกออกจากกัน (Poovaiah et al., 1988; Serrano et al., 2002) นอกจากนี้ แคลเซียมในเนื้อเยื่อถ้ามีปริมาณสูงขึ้นจะทำให้เกิดการสุกช้าลง โดยจะเห็นได้จากการที่ผลไม้มีอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีนลดลง (มนตรี กลิ่นระรวย,

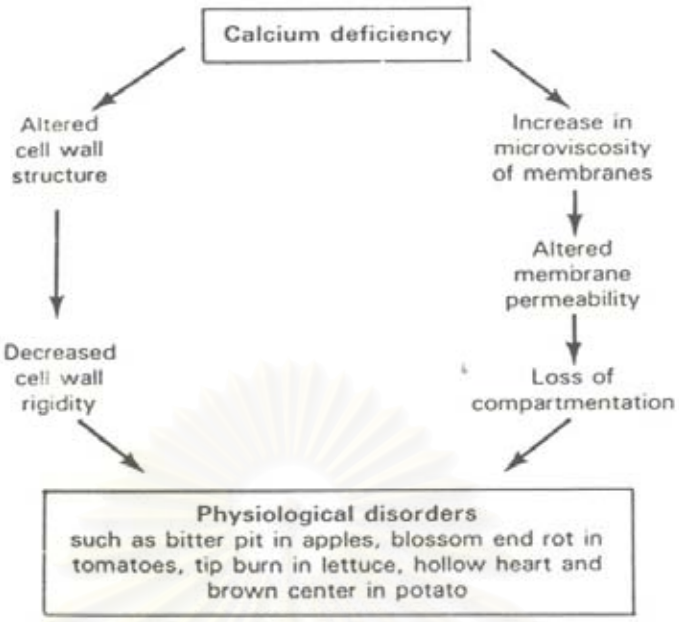
2543) และการนิ่มของผลช้าลง (Burns and Preesy, 1987) แต่ถ้าปริมาณ cell wall middle lamella (CW-ML) ลดลง จะกระตุ้นการผลิตเอทิลีนและการทำงานของเอนไซม์ polygalacturonase นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า การสูญเสียแคลเซียมที่เชื่อมหรือละลายอยู่ระหว่าง CW-ML หรือแคลเซียมใน cytoplasm ทำให้กระบวนการ metabolism เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งนำไปสู่การชราภาพของเนื้อเยื่อ (Rigney and Wills, 1981) แต่ถ้าหากแคลเซียมในเนื้อเยื่อมีปริมาณสูงพอ จะทำให้สามารถป้องกันอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น bitter pit ได้ โดยทำให้เกิดการสะสมของแคลเซียมบริเวณ CW-ML (Ferguson, 1984)

นอกจากนี้แคลเซียมยังมีบทบาทในการรักษาสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ (Picchioni et al., 1998) โดยเชื่อมโยงระหว่างหมู่ phosphate และ carboxyl ของ phospholipid ที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์สามารถรักษาการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่าง ๆ ได้ (ภาพที่ 2) (Hanson, 1984)



ภาพที่ 2 การยึดเกาะระหว่าง phospholipid (1 และ 2) และ phospholipid กับโปรตีนบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ (3 และ 4) โดยแคลเซียมไอออน (Izumi and watada, 1994)

การขาดแคลเซียมเป็นสาเหตุให้เกิดลักษณะที่ผิดปกติทางด้านสรีรวิทยา (physiological disorders) ในผักและผลไม้ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพ (senescence) และการสูญเสียคุณภาพขึ้นอยู่กับผลิตผลแต่ละชนิด เช่น bitter pit ในแอบเปิ้ล blossom-end rot ในมะเขือเทศ เป็นต้น (ภาพที่ 3) (Poovaiah, 1986) ลักษณะที่ผิดปกติดังกล่าว เกี่ยวข้องกับการสวนทางกันระหว่าง การลำเลียงแคลเซียมไปยังผล และความต้องการสารอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Ho and Adams, 1989)



ภาพที่ 3 การขาดแคลเซียมส่งผลให้เกิด physiological disorders ในผักและผลไม้ (Poovaiah, 1986)

แคลเซียมมีผลต่อการควบคุมการหายใจ โดยควบคุมการเข้าออกของสารผ่านเยื่อหุ้มต่าง ๆ (Klein et al., 1997) หรือเกิดจากกิจกรรมของ mitochondria ในการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารพวก phosphate หรือวัตถุดิบในการหายใจ เช่น malate ไม่ให้ผ่านเข้าไปใน tonoplast และ plasmalemma ได้ จึงลดอัตราการหายใจสูงสุด (climacteric rise) ของผลิตผลได้ (Garcia et al., 1996) การรักษาสภาพของเซลล์โดยการให้แคลเซียมจากภายนอก ทำให้อัตราการหายใจลดลงได้เช่นกัน ถ้าระดับของแคลเซียมในเนื้อเยื่อมีระดับสูงพอที่จะเพิ่มความสามารถในการเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ การให้แคลเซียมอาจลดอัตราการหายใจ โดยการรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ แต่ถ้าระดับแคลเซียมมีอยู่ในปริมาณที่สูงพอที่จะสามารถรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ การให้แคลเซียมจากภายนอก อาจมีผลเล็กน้อยต่ออัตราการหายใจ (Burn and Evenson, 1986) นอกจากนี้การให้แคลเซียมจากภายนอกยังสามารถลดอัตราการผลิตเอทิลีนในแอบเปิ้ล (Conway and Sams, 1987) และชะลอในลูกแพร์โดยการspray ที่ต้น (Gerasopoulos and Richardson, 1999) เนื่องจากกระบวนการผลิตเอทิลีน มีความสัมพันธ์กับการสุกและการชราภาพของเซลล์ และการให้แคลเซียมจากภายนอกสามารถชะลอการชราภาพของเซลล์ได้ โดยเพิ่มความแข็งแรง และรักษาสมรรถภาพของเยื่อหุ้มและลดความหนืด (microviscosity) ของเยื่อหุ้ม จึงทำให้ผลิตผลมีการผลิตเอทิลีนลดลง (Ben-Arie et al., 1982; Lieberman and Wang, 1982)

ภายหลังการเก็บเกี่ยว ผลิตผลต่าง ๆ มักมีการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น โดยเฉพาะสีเขียว ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ กลไกการสลายตัวอาจเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase

(จริงแท้ ศิริพานิช, 2544) มีงานวิจัยพบว่า แคลเซียมสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวในใบกะหล่ำปลี (Cheour et al., 1992) มะม่วง (Sumtharalingam, 1996) แอบเปิ้ล (Siddiqui and Bangerth, 1993) เนื่องจากแคลเซียมสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase ได้ (Poovaiah et al., 1988) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fergon (1984) และ Lester (1996) พบว่า ถ้าปริมาณของแคลเซียมในผักและผลไม้มีปริมาณเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้สามารถลดการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์ได้

ในทางปฏิบัติ สามารถนำแคลเซียมมาใช้กับผลไม้ได้ทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยว การนำแคลเซียมมาใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว ทำโดยการฉีดพ่นระหว่างฤดูกาลเพาะปลูก แต่ปัญหาในการใช้แคลเซียมในช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวคือ ถ้าใช้มากเกินไปหรือแคลเซียมมีความเข้มข้นสูงเกินไป อาจมีผลทำให้ใบและผลเกิดความเสียหาย และการฉีดพ่นในแปลงปลูกยังเสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลามาก และยังได้ผลไม่แน่นอน สำหรับการนำแคลเซียมมาใช้หลังการเก็บเกี่ยว ทำได้โดยการจุ่ม (dip) การจุ่มร่วมกับการใช้ความดัน (pressure infiltration) การจุ่มภายใต้สภาวะสุญญากาศ (vacuum infiltration) โดยปล่อยให้แคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) แทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อผลทางเลนติเซล (lenticel) หรือรอยแตก (cracks) ต่าง ๆ ของเนื้อเยื่อชั้น epidermis พบว่า ปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ผลิตผลมีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น (Sam et al., 1993; Yuen, 1993) ปริมาณของแคลเซียมไอออนในเนื้อเยื่อจะเพิ่มมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของผลิตผล สภาพของแคลเซียมในผล อุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของสารละลายแคลเซียมระหว่างการใช้ ความเข้มข้นของแคลเซียมในสารละลาย ระดับในการ vacuum หรือ pressure และระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่ม (Poovaiah, 1986; Rangan, 1995)

มีรายงานว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์สามารถยืดอายุหลังการเก็บเกี่ยวในผลไม้หลายชนิดทั้ง non-climacteric และ climacteric fruit Garcia et al. (1996) ศึกษาผลของแคลเซียมต่อคุณภาพของ Spanish strawberry (*Fragaria x Ananassa* cv. Tudla) พบว่า แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 1 % สามารถเพิ่มปริมาณแคลเซียมของผล ควบคุมการเน่าเสีย รักษาความแน่นเนื้อ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ แต่ไม่มีผลต่อรสสัมผัส นอกจากนี้ แคลเซียมยังสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของสตรอเบอร์รี่ (*Fragaria ananassa* Dutch cv. Sequoia) จาก 3 วันเป็น 21 วัน โดยปราศจากการเข้าทำลายของโรค ซึ่งจะส่งผลถึงลักษณะที่ปรากฏภายนอก (Souza et al, 1999) รุ่งนภา อินทปิ่น (2547) ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของเงาะพันธุ์โรงเรียน โดยจุ่มเป็นเวลา 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 % สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในเปลือกและเนื้อเงาะได้ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลคงเหลือมากที่สุด

เพชรพนา สงวนวงษ์วิจิตร(2541) ศึกษาผลของการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลแตงแคนตาลูปพันธุ์ซันเลดี้ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส พบว่า การจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทำให้มีการสะสมปริมาณของแคลเซียมในส่วนเปลือก ส่วนต่อระหว่างเปลือกกับเนื้อ และส่วนเนื้อในผลแตงแคนตาลูป และมีความแน่นเนื้อในส่วนเปลือก และส่วนเนื้อสูงกว่าแตงแคนตาลูปที่ไม่ได้ผ่านการจุ่ม นอกจากนี้ ผลแตงแคนตาลูปที่ผ่านการจุ่มในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ สามารถยืดอายุการวางจำหน่ายได้ถึง 20 วัน เมื่อเทียบกับผลแตงแคนตาลูปที่ไม่ได้ผ่านการจุ่มซึ่งมีอายุในการวางจำหน่ายเพียง 15 วัน Serrano et al. (2002) ศึกษาผลของการขาดแคลเซียมต่อการเกิดลักษณะของ glassiness และความแน่นเนื้อในแตง พบว่า ถ้าแตงขาดแคลเซียมจะปรากฏอาการของ glassiness ในวันที่ 34 และ 35 ของการเก็บรักษา นอกจากนี้ หากขาดแคลเซียม จะทำให้แตงมีความแน่นเนื้อลดลงเมื่อเทียบกับ control Chardennet et al. (2003) พบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ที่ใช้ในการ infiltration มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการเก็บรักษาเป็นลักษณะเส้นตรง โดย $CaCl_2$ infiltration มีผลทำให้ ผลมีปริมาณแคลเซียมสูงขึ้น โดยปริมาณแคลเซียมในเนื้อเยื่อ และ cell wall สูงที่สุดในเดือนที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา หลังจาก treat ด้วย 2 % $CaCl_2$ และยังช่วยรักษาความแน่นเนื้อของ “Golden Delicious” apple

นอกจากนี้ การใช้แคลเซียมคลอไรด์ยังมีผลต่อการลดการเกิด chilling injury ในผลไม้ได้ โดย อนันต์ จิตรธรรม (2542) ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์ต่ออาการสะท้านหนาวของผลละมุดพันธุ์มะกอก พบว่า การแช่ผลละมุดในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นเวลา 30 นาทีสามารถลดอาการสะท้านหนาวที่ผิวผล และยังช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผลละมุดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ได้ดี Siddiqui and Bangerth (1996) พบว่า การเก็บรักษาผลิตผลที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้ผลสูญเสีย rigidity ส่งผลให้ middle lamella เกิดการสลายตัว และทำให้ cell แยกออกจากกัน โดยปกติการเพิ่ม cell wall – bound Ca ระหว่างการเก็บรักษา จะช่วยลดการแยกตัวของ cell แคลเซียมยังช่วยลดความไวต่อ enzymatic hydrolysis ของ cell wall โดยยับยั้ง PG และ PME activity (Poovaiah et al., 1988; Wu et al., 1993; Jauneau et al., 1994) ซึ่งเกิดจากแคลเซียมไปจับกับโมเลกุลของผนังเซลล์ (Jarvis, 1984)

อิทธิพลร่วมของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่อคุณภาพของผล

มีรายงานการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซาน เพื่อรักษาคุณภาพของผลผลิต Kang and Yu (2003) ศึกษาผลของไคโตซานและแคลเซียมคลอไรด์ที่มีผลต่อ enzyme activity ของ Yangshan peach ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่า chitosan ที่ระดับความเข้มข้น 1

% ร่วมกับ แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 % มีผลในการยับยั้ง polyphynol oxidase peroxidase และ ascorbic acid oxidase activity และช่วยชะลอการชราภาพของผล peach ได้ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า 1 % chitosan coating + polyethylene (PE) package, 1 % chitosan coating + 0.5 % $CaCl_2$ coating + PEpackage และ 1 % chitosan coating + 0.5 % $CaCl_2$ coating + PEpackage + intermittent warming มีผลในการยับยั้ง polyphenol oxidase, peroxidase (POD), ascorbic acid oxidase (ASA-POD) และ polygalacturonase (PG) activity และยังช่วยลดการเพิ่มขึ้นของ soluble pectin substance แต่ใน 1 % chitosan coating + 0.5 % $CaCl_2$ coating + PEpackage + intermittent warming จะเห็นผลมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ (Ruoyi et al., 2005)

รุ่งนภา อินทปิ่น (2547) ศึกษาผลของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่อคุณภาพของเงาะพันธุ์โรงเรียน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่า สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด และการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในเปลือกเงาะได้ ส่วนสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 20 ppm สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีขนไปเป็นสีน้ำตาลได้โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ช่วยลดอัตราการหายใจของผลเงาะได้

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่า มีการนำแคลเซียมคลอไรด์ และไคโตซาน มาใช้ร่วมกัน เนื่องจากทั้งแคลเซียมคลอไรด์ และไคโตซาน ต่างก็มีคุณสมบัติในการรักษาคุณภาพของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว เพราะฉะนั้น หากนำทั้งแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานมาใช้ร่วมกัน ก็น่าจะเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลให้ดียิ่งขึ้นกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์หรือไคโตซานเพียงอย่างเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย

พืชทดลอง

กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ Hit 9701 ฝักอายุ 5 วัน หลังจากดอกบาน จากกลุ่มผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว (เพื่อการส่งออก) หมู่ที่ 1 บ้านดอนขุนวิเศษ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยคัดเลือกฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ไม่เป็นโรค ไม่มีบาดแผลหรือรอยช้ำ ฝักมีสีเขียวสม่ำเสมอ และมีความยาวของฝักใกล้เคียงกัน ในช่วงความยาว 8-10 ซม. มาใช้ในการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

เครื่องชั่ง Mettler Toledo รุ่น PG503-S (ทศนิยม 3 ตำแหน่ง) เครื่องชั่ง Mettler Toledo รุ่น AG285 (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) เครื่องวัดสี (Minolta รุ่น DP-100) เครื่องวัดความแน่นเนื้อ (Fruits Hardness Tester Model FHR-1 ของ Nippon Optical Work CO., Ltd.- Tokyo, Japan) เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Hand Refractometer รุ่น N-1E ของบริษัท Atago) เครื่องวัด Gas Chromatography (Shimadzu รุ่น GC-8A) ตู้อบ (hot air oven) เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (Refrigerated Centrifuge; Hettich Universal 32R)เครื่อง spectrophotometer, pH 'ISE' conductivity meter (Denver Instrument Model 250) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Growth Chamber Cabinet model GS-1000CL) ตู้แช่แข็งสำหรับเก็บตัวอย่าง (Deep Freezer) อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส ตู้เย็นอุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ตู้ดูดควัน เขียง พร้อมมีด โกร่งบดยา ผ้าขาวบาง บีกเกอร์ กรวยแก้ว ขวดรูปชมพู่ กระบอกตวง กระดาษกรอง Whatman NO. 4 โหลเก็บก๊าซ หลอดเก็บก๊าซหรือขวดน้ำเกลือพร้อมจุกปิดและเข็มฉีดยา ตะกร้าพลาสติกขนาด 20 x 30 ตะแกรงกรองเส้นใย (Retsch; Type ASTM ขนาด 0.180 mm) บิวเรต แท่นให้ความร้อน (hot plate) หลอดหยด ปิเปต แท่งแก้ว กระป๋องใส่น้ำขนาด 14 นิ้ว เทอร์โมมิเตอร์

สารเคมี

calcium chloride ($CaCl_2$) chitosan (oligomer, 80 % degree of deacetylation) acetone 85% น้ำเกลืออิ่มตัว 2,6-dichlorophenol indophenol sodium salt hydrate (DI) metaphosphoric acid (HPO_3) ascorbic acid (vitamin C) sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) sodium hydroxide (NaOH) hydrochloric acid (HCl) 100 % 2-propanol 70 % 2-propanol

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานที่มีต่อการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียว

1.1 <u>ทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของแคลเซียมคลอไรด์</u>

1.1.1 ในการทดลองใช้กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ Hit 9701 จากกลุ่มผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว (เพื่อการส่งออก) หมู่ที่ 1 บ้านดอนขุนวิเศษ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทำการคัดเลือกฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ไม่เป็นโรค ไม่มีบาดแผลหรือรอยช้ำ ฝักมีสีเขียวสม่ำเสมอ และมีความยาวของฝักใกล้เคียงกัน ในช่วงความยาว 8-10 ซม. มาทำการทดลอง โดยล้างในน้ำสะอาด 2 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที และแช่ในน้ำยาล้างผัก (St. Andrews) เป็นเวลา 10 นาที วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 10 ฝัก

1.1.2 นำฝักกระเจี๊ยบเขียวมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0 0.10 0.25 0.50 0.75 1 2 3 และ 4 % (w/v) ระยะเวลาในการจุ่ม 5 นาที บรรจุฝักกระเจี๊ยบเขียวลงในตะกร้าพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และ 18 องศาเซลเซียส

1.1.3 บันทึกการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ ดังนี้

1.1.3.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดโดยเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.1.3.2 การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของฝัก (ญาวดี ศรีเมฆ, 2545) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.1.3.3 การเปลี่ยนแปลงสีฝัก โดยใช้เครื่องวัดสี (Colorimeter) Minolta รุ่น DP-100 รายงานผลเป็นค่า L, a และ b (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.1.3.4 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

1.1.3.5 อายุการเก็บรักษา โดยพิจารณาจากการเน่าเสีย การเหี่ยว และการเปลี่ยนแปลงสีของฝัก

1.2 <u>ทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของไคโตซาน</u>

วิธีการทดลองและการเก็บข้อมูลเหมือนกับข้อ 1.1 โดยใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 0 5 10 20 50 และ 100 ppm แทนสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0 0.10 0.25 0.50 0.75 1 2 3 และ 4 % (w/v)

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> ศึกษาผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซานในการยืดอายุการเก็บรักษาและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว

2.1 ในการทดลองใช้กระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ Hit 9701 จากกลุ่มผู้ปลูกกระเจี๊ยบเขียว (เพื่อการส่งออก) หมู่ที่ 1 บ้านดอนขุนวิเศษ อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ทำการคัดเลือกฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ไม่เป็นโรค ไม่มีบาดแผลหรือรอยช้ำ ฝักมีสีเขียวสม่ำเสมอ และมีความยาวของฝักใกล้เคียงกัน ในช่วงความยาว 8-10 ซม. มาทำการทดลอง โดยล้างในน้ำสะอาด 2 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที และแช่ในน้ำยาล้างผัก (St. Andrews) เป็นเวลา 10 นาที วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 70 ฝัก โดยแบ่งชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (แช่ในน้ำ)

ชุดการทดลองที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.1

ชุดการทดลองที่ 3 ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.2

ชุดการทดลองที่ 4 ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.1 ผสมกับ ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.2

ชุดการทดลองที่ 5 แช่ที่ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.1 ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วแช่ที่ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.2

ชุดการทดลองที่ 6 แช่ที่ความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.2 ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วแช่ที่ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองตอนที่ 1.1

บรรจุฝักกระเจี๊ยบเขียวลงในตะกร้าพลาสติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และ 18 องศาเซลเซียส

2.2 บันทึกผลการทดลองเหมือนกับข้อ 1.1 และบันทึกผลเพิ่มเติมดังนี้

2.2.1 การเปลี่ยนแปลง Water Content (Aderiye, 1985) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS) วัดโดยใช้เครื่อง Hand Refractometer รุ่น N-1E ของบริษัท Atago (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (Askar and Treptow, 1993) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (Gould, 1977) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ (Askar and Treptow, 1993) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดคลอโรฟิลล์ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 645 และ 663 นาโนเมตร (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจ โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography (Shimadzu รุ่น GC-8A) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (ดัดแปลงจาก Kalapathy and Proctor, 2001) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

2.2.8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ ด้วยเครื่อง Fruits Handness Tester (FHR-1) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก)

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ผลการทดลองและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพ และการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว

จากการศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.10 0.25 0.50 0.75 1.00 2.00 3.00 และ 4.00 ระยะเวลาในการแช่ 5 นาที แล้วบรรจุลงในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากเก็บรักษาดังนี้

1.1 น้ำหนักของฝัก

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ทุกระดับความเข้มข้นมีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นสูงกว่าชุดการทดลองควบคุม ในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 มีน้ำหนักของฝักสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ โดยมีค่าเท่ากับ 87.370 และ 83.117 % ตามลำดับ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีน้ำหนักของฝักต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา น้ำหนักของฝักกระเจี๊ยบเขียวเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นในวันที่ 4 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 4) (ตารางที่ 1 ภาคผนวก ข)

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นสูงที่สุดในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีค่าเท่ากับ 97.609 และ 95.069 % ตามลำดับ รองลงมาคือ ชุดการทดลองควบคุมและชุดที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ในวันที่ 3 6 และ 9 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวมีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 5) (ตารางที่ 2 ภาคผนวก ข)

1.2 เปอร์เซนต์ของการเกิดโรค

การเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองไม่พบการเกิดโรค

การเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และ 1.0 พบการเกิดโรคตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยพบเพียง 5 % ส่วนชุดการทดลองที่เหลือพบการเกิดโรคในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ยกเว้นกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 ไม่พบการเกิดโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา วันที่ 9 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 3 ภาคผนวก ข)

1.3 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก

ในวันแรกของการทดลองการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอก เท่ากับ 9 โดยฝักมีสีเขียวสด ปราศจากโรคและตำหนิ วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลง ฝักเริ่มมีรอยและตำหนิ ในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าชุดการทดลองอื่น คือ 7 และ 6 คะแนน ตามลำดับ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 4 ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4 และ 5 ตามลำดับ ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ ลักษณะฝักเริ่มเหี่ยว เกิดรอย และจุดสีน้ำตาลตามบริเวณผิวฝัก (ภาพที่ 6) (ตารางที่ 4 ภาคผนวก ข)

ในวันแรกของการทดลองการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอก เท่ากับ 9 โดยฝักมีสีเขียวสด ปราศจากโรคและตำหนิ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 7 เพราะฝักเริ่มเหี่ยว วันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 3 และ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและในชุดที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.10 0.25 0.5 0.75 และ 1.0 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5 ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ (ภาพที่ 7) (ตารางที่ 5 ภาคผนวก ข)

1.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และชุดการทดลองควบคุม มีปริมาณน้ำคงเหลือมากที่สุด คือ 90.231 และ 90.256 % ตามลำดับ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 และ 3 มีปริมาณน้ำคงเหลือน้อยที่สุด คือ 89.271 และ 89.058 % ตามลำดับ สำหรับกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 มีปริมาณน้ำคงเหลือน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 4 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 6)

ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำของฝักไม่แตกต่างกัน โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีปริมาณน้ำคงเหลือมากที่สุดคือ 88.018 % ส่วนกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณน้ำคงเหลือน้อยที่สุดคือ 85.866 % อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ตารางที่ 7)

1.5 ความแน่นเนื้อ

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลง โดยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุม มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดคือ 6.350 N ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุดคือ 5.590 N ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีความแน่นเนื้อสูงที่สุดคือ 6.154 N ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และ 3 มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุดคือ 5.664 และ 5.672 N ตามลำดับ โดยความแน่นเนื้อของกระเจี๊ยบเขียวในวันที่ 4 6 และ 8 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 8)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลง โดยวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดคือ 6.898 N ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุดคือ 6.268 N และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 9)

1.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุดคือ 0.04014 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ต่ำที่สุดคือ 0.01924 mg/g fresh weight วันที่ 8 ของการเก็บรักษา ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุดคือ 0.05005 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ต่ำที่สุดคือ 0.03124 mg/g fresh weight โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในวันที่ 4 8 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 8) (ตารางที่ 10 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุด ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของกระเจี๊ยบเขียวตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 9) (ตารางที่ 11 ภาคผนวก ข)

1.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงที่สุดคือ 0.01907 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีต่ำที่สุดคือ 0.01220 mg/g fresh weight วันที่ 4 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงที่สุดคือ 0.01235 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และชุดการทดลองควบคุม มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีต่ำที่สุดคือ 0.00350 และ 0.00364 mg/g fresh weight ตามลำดับ และในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มของปริมาณคลอโรฟิลล์บีเพิ่มขึ้นจนถึงสิ้นสุดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอ

ไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงที่สุดคือ 0.02229 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีต่ำที่สุดคือ 0.01060 mg/g fresh weight ปริมาณคลอโรฟิลล์บี ในวันที่ 2 4 8 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 10) (ตารางที่ 12 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีปริมาณค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 3 และ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงที่สุดคือ 0.01650 0.01628 และ 0.01638 mg/g fresh weight ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดการทดลองควบคุม ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ต่ำที่สุดคือ 0.00842 mg/g fresh weight และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 11) (ตารางที่ 13 ภาคผนวก ข)

1.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด สูงที่สุดคือ 0.05247 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ต่ำที่สุดคือ 0.02273 mg/g fresh weight และปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด สูงที่สุดคือ 0.07233 mg/g fresh weight ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 0.75 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ต่ำที่สุดคือ 0.04351 และ 0.04347 mg/g fresh weight ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในวันที่ 4 8 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 12) (ตารางที่ 14 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 2 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด สูงที่สุดคือ 0.05201 mg/g fresh weight เมื่อเทียบกับชุดการทดลองควบคุม ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ต่ำที่สุดคือ 0.02886 mg/g fresh weight และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 13) (ตารางที่ 15 ภาคผนวก ข)

1.9 การเปลี่ยนแปลงค่า L

ค่า L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสี ถ้าค่ามากแสดงว่าผลผลิตมีความสว่างมาก กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า L ลดลงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนในวันที่ 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงค่า L ค่อนข้างคงที่ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีค่า L ต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า L ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 14) (ตารางที่ 16 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า L สูงที่สุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีค่า L สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มีค่า L ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า L ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 15) (ตารางที่ 17 ภาคผนวก ข)

1.10 การเปลี่ยนแปลงค่า a

ค่า a เป็นค่าที่แสดงถึงผลผลิตมีสีออกเขียวในกรณีค่า a เป็นลบ และแสดงว่าผลผลิตมีสีออกแดงในกรณีค่า a เป็นบวก โดยค่าที่ห่างจาก 0 มากแสดงถึงค่าสีเขียวหรือสีแดงมาก กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า a ลดลง โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1 มีค่า a สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีค่า a ต่ำที่สุด ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่า a สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีค่า a ต่ำที่สุด โดยค่า a ในวันที่ 2 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 16) (ตารางที่ 18 ภาคผนวก ข)

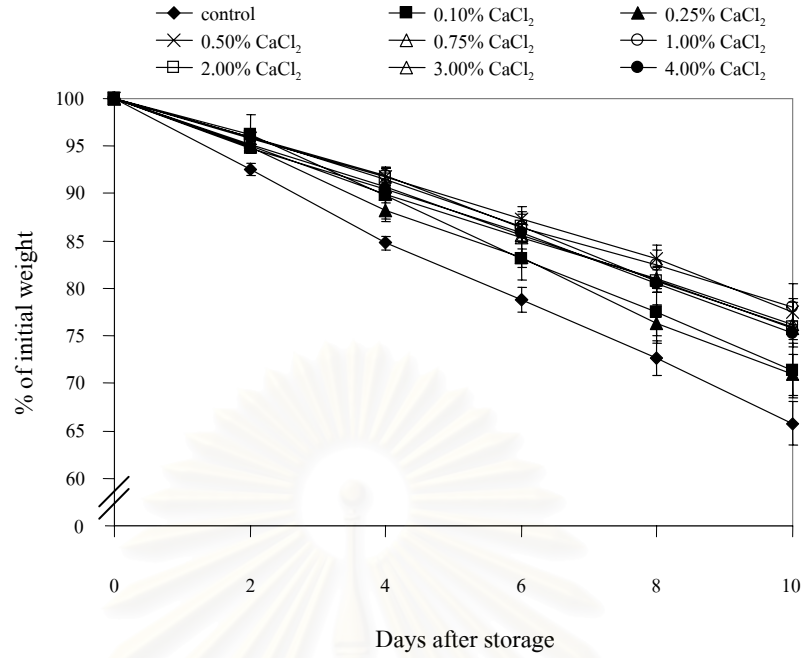
กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า a สูงขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีค่า a สูงที่สุดคือ 18.00 ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่า a ต่ำที่สุดคือ 13.60 และค่า a มีแนวโน้มลดลงในวันที่ 9 และคงที่ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยค่า a ในวันที่ 0 6 12 และ 15 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 17) (ตารางที่ 19 ภาคผนวก ข)

1.11 การเปลี่ยนแปลงค่า b

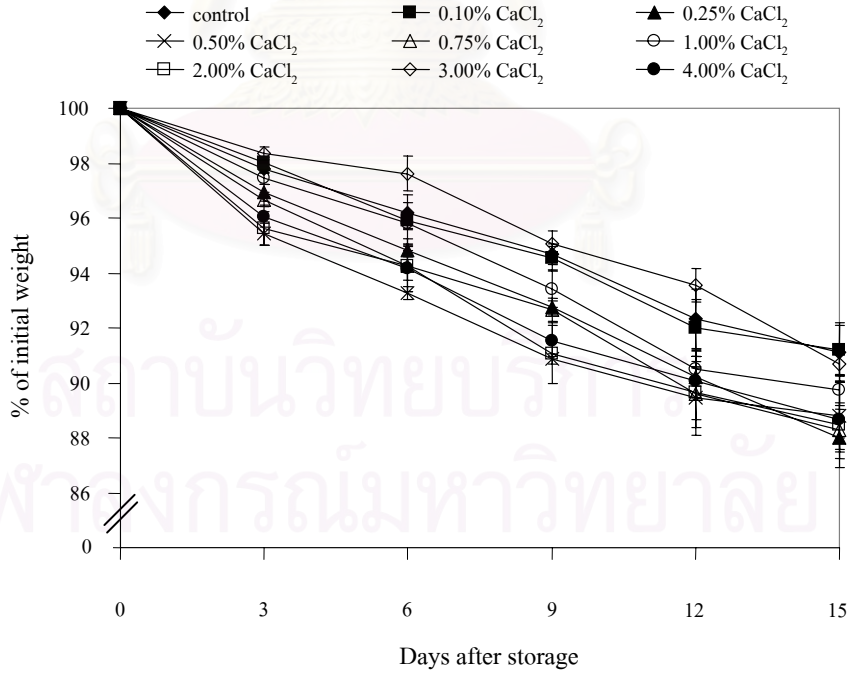
ค่า b เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน ในกรณีค่า b เป็นลบ และช่วงสีเหลือง ในกรณีค่า b เป็นบวก ค่าที่ห่างจาก 0 มาก แสดงถึงค่าสีเหลืองหรือน้ำเงินมากขึ้น กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า b ลดลง โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีค่า b สูงที่สุดคือ 18.66 ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และ 4 มีค่า b ต่ำที่สุดคือ 15.41 และ 15.26 ตามลำดับ ซึ่งค่า b มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 18) (ตารางที่ 20 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า b เพิ่มขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีค่า b สูงที่สุดคือ 29.08 ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่า b ต่ำที่สุดคือ 19.94 ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีค่า b สูงที่สุดคือ 24.17 ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่า b ต่ำที่สุดคือ 18.10 โดยการเปลี่ยนแปลงค่า b ในวันที่ 0 6 และ 12 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 19) (ตารางที่ 21 ภาคผนวก ข)

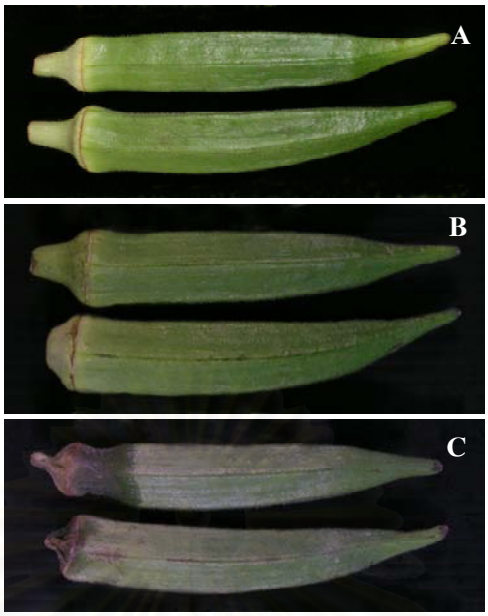
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 5 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 6 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส (A = วันที่ 0, 9 คะแนน, B = วันที่ 2, 7 คะแนน, C = วันที่ 4, 5 คะแนน)

ภาพที่ 7 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส (A = วันที่ 0, 9 คะแนน, B = วันที่ 6, 7 คะแนน, C = วันที่ 9, 5 คะแนน)

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Water content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	89.802±0.158^{aB}	90.097±0.176^{abB}	90.256±0.095^{aAB}	89.809±0.206^{abB}	90.826±0.107^{aA}	89.906±0.382^{abB}
$CaCl_2$ 0.10 %	89.305±0.211^{abA}	89.954±0.092^{abA}	89.625±0.105^{abcA}	89.381±0.283^{abcA}	89.777±0.203^{abA}	89.808±0.464^{abA}
$CaCl_2$ 0.25 %	89.184±0.224^{bA}	89.989±0.101^{abA}	89.779±0.177^{abA}	89.909±0.341^{aA}	89.734±0.277^{abA}	89.064±0.457^{bA}
$CaCl_2$ 0.50%	89.449±0.129^{abA}	90.115±0.075^{aA}	89.825±0.116^{abA}	88.983±0.148^{cdA}	89.314±0.389^{bA}	87.113±0.872^{cB}
$CaCl_2$ 0.75 %	89.410±0.157^{abB}	90.048±0.074^{abAB}	90.231±0.266^{aAB}	89.777±0.210^{abcB}	90.014±0.531^{abAB}	90.713±0.210^{aA}
$CaCl_2$ 1.00 %	89.479±0.054^{abAB}	89.510±0.230^{bAB}	89.924±0.130^{abAB}	89.018±0.354^{bcdB}	89.987±0.420^{abA}	89.313±0.310^{abAB}
$CaCl_2$ 2.00 %	89.504±0.190^{abAB}	89.636±0.267^{abA}	89.271±0.364^{bcAB}	88.407±0.304^{dBC}	87.352±0.503^{cC}	87.454±0.433^{cC}
$CaCl_2$ 3.00 %	89.086±0.099^{bA}	89.536±0.270^{abA}	89.058±0.334^{cA}	89.571±0.148^{abcA}	89.172±0.492^{bA}	88.491±0.685^{bcA}
$CaCl_2$ 4.00 %	89.166±0.213^{bB}	90.026±0.169^{abA}	89.590±0.231^{abcAB}	90.056±0.176^{aA}	90.159±0.138^{abA}	89.950±0.264^{abA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Water content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	87.576±0.315^{aAB}	85.866±0.971^{bB}	88.662±0.441^{aA}	87.788±0.318^{aA}	87.120±0.644^{abAB}	88.410±0.286^{aA}
$CaCl_2$ 0.10 %	87.036±0.617^{aAB}	87.819±0.474^{abAB}	88.051±0.505^{aA}	85.980±0.695^{aB}	87.231±0.711^{abAB}	87.655±0.532^{aAB}
$CaCl_2$ 0.25 %	87.920±0.396^{aA}	86.687±0.605^{abA}	87.169±1.051^{aA}	87.537±0.644^{aA}	88.855±0.744^{aA}	88.920±0.651^{aA}
$CaCl_2$ 0.50%	86.970±0.721^{aA}	87.109±0.799^{abA}	88.185±0.288^{aA}	87.632±0.481^{aA}	87.189±0.941^{abA}	87.831±0.558^{aA}
$CaCl_2$ 0.75 %	86.955±0.343^{aA}	87.613±0.234^{abA}	86.999±1.099^{aA}	87.680±0.917^{aA}	88.396±0.628^{abA}	88.055±0.957^{aA}
$CaCl_2$ 1.00 %	87.277±0.580^{aA}	87.375±0.499^{abA}	86.593±0.492^{aA}	87.313±0.802^{aA}	85.817±1.166^{bA}	86.878±1.366^{aA}
$CaCl_2$ 2.00 %	86.865±0.550^{aA}	86.617±0.673^{abA}	87.081±0.486^{aA}	86.955±1.027^{aA}	87.391±0.245^{abA}	86.229±0.557^{aA}
$CaCl_2$ 3.00 %	86.898±0.867^{aA}	87.167±0.493^{abA}	86.796±0.464^{aA}	87.102±0.903^{aA}	86.893±1.497^{abA}	87.358±1.568^{aA}
$CaCl_2$ 4.00 %	87.070±0.624^{aB}	88.018±0.314^{aAB}	87.576±0.680^{aAB}	88.392±0.323^{aAB}	86.895±0.523^{abB}	88.783±0.414^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 8 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Firmness (N) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	6.154±0.078^{aAB}	6.039±0.071^{bAB}	6.350±0.1260^{aA}	6.154±0.120^{aAB}	5.868±0.147^{bBC}	5.696±0.097^{aC}
$CaCl_2$ 0.10 %	6.268±0.090^{aA}	6.227±0.067^{abA}	6.154±0.094^{abcAB}	5.827±0.067^{abcBC}	5.745±0.176^{bC}	6.080±0.160^{aABC}
$CaCl_2$ 0.25 %	6.276±0.074^{aA}	6.170±0.132^{abA}	6.023±0.041^{abcdAB}	5.729±0.034^{bcC}	5.843±0.121^{bBC}	5.696±0.078^{aC}
$CaCl_2$ 0.50%	6.072±0.138^{aA}	6.064±0.028^{bA}	5.770±0.171^{cdA}	5.884±0.184^{abcA}	5.884±0.189^{bA}	5.598±0.147^{aA}
$CaCl_2$ 0.75 %	6.072±0.085^{aAB}	6.187±0.076^{abA}	5.974±0.134^{abcdAB}	5.664±0.069^{cB}	5.925±0.067^{bAB}	5.868±0.248^{aAB}
$CaCl_2$ 1.00 %	6.162±0.051^{aA}	6.170±0.079^{abA}	6.260±0.163^{abA}	5.876±0.144^{abcAB}	5.966±0.157^{bAB}	5.655±0.224^{aB}
$CaCl_2$ 2.00 %	6.301±0.104^{aA}	6.227±0.093^{abA}	5.868±0.067^{bcdB}	5.901±0.104^{abcB}	5.696±0.051^{bB}	5.696±0.173^{aB}
$CaCl_2$ 3.00 %	6.023±0.103^{aABC}	6.326±0.152^{abA}	5.590±0.122^{dD}	5.672±0.106^{cCD}	5.876±0.159^{bBCD}	6.097±0.100^{aAB}
$CaCl_2$ 4.00 %	6.301±0.078^{aAB}	6.424±0.108^{aA}	6.178±0.214^{abcAB}	6.023±0.016^{abB}	6.513±0.119^{aA}	6.121±0.090^{aAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

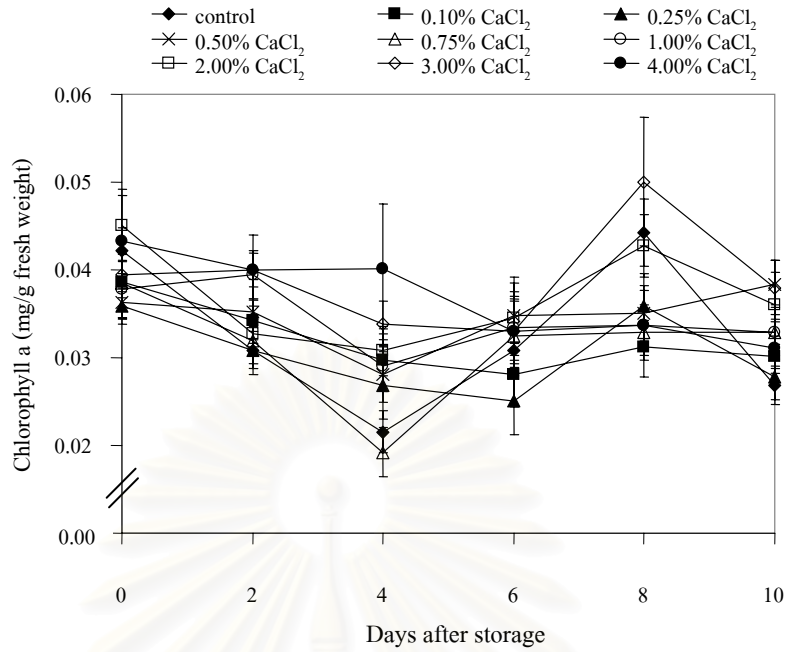
*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 9 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

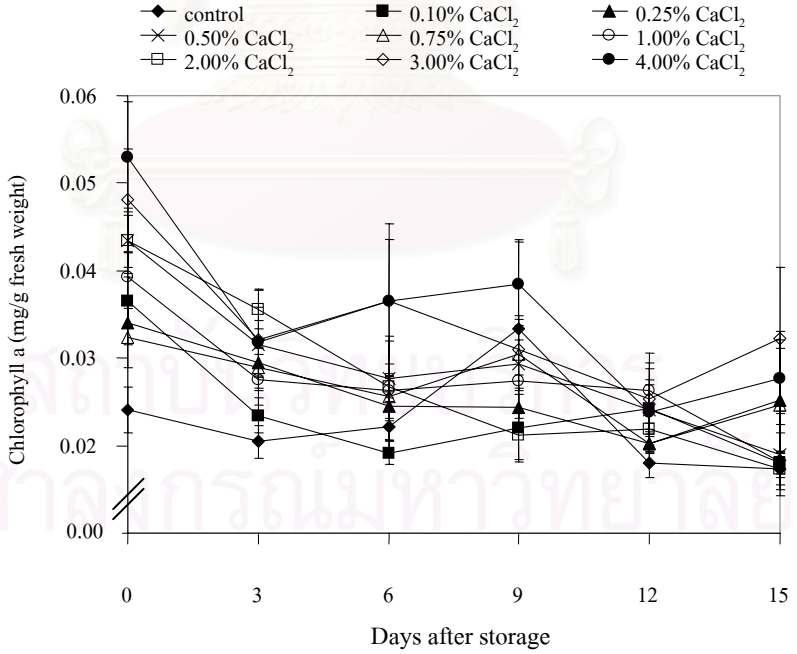
Treatment	Firmness (N) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.497±0.045^{aAB}	6.661±0.078^{abA}	6.424±0.117^{aABC}	6.178±0.214^{abBC}	6.072±0.047^{abC}	6.358±0.110^{abABC}
$CaCl_2$ 0.10 %	6.342±0.205^{aAB}	6.710±0.076^{abA}	6.334±0.082^{aAB}	6.309±0.104^{abB}	6.358±0.093^{aAB}	6.162±0.105^{abB}
$CaCl_2$ 0.25 %	6.734±0.035^{aA}	6.898±0.146^{aA}	6.326±0.213^{aB}	6.154±0.047^{abBC}	5.794±0.075^{bC}	5.868±0.132^{bC}
$CaCl_2$ 0.50%	6.489±0.128^{aA}	6.685±0.135^{abA}	6.383±0.084^{aA}	6.375±0.052^{abA}	6.268±0.151^{aA}	6.317±0.188^{abA}
$CaCl_2$ 0.75 %	6.473±0.190^{aAB}	6.603±0.119^{abcA}	6.432±0.128^{aAB}	5.990±0.096^{bB}	5.966±0.149^{abB}	6.285±0.218^{abAB}
$CaCl_2$ 1.00 %	6.554±0.031^{aA}	6.366±0.021^{bcA}	6.456±0.067^{aA}	6.170±0.170^{abA}	6.219±0.188^{aA}	6.236±0.130^{abA}
$CaCl_2$ 2.00 %	6.579±0.062^{aA}	6.407±0.113^{bcAB}	6.317±0.130^{aAB}	6.546±0.077^{aA}	6.285±0.092^{aAB}	6.203±0.112^{abB}
$CaCl_2$ 3.00 %	6.603±0.173^{aA}	6.464±0.119^{bcAB}	6.481±0.076^{aAB}	6.473±0.097^{aAB}	6.121±0.155^{abB}	6.522±0.192^{aAB}
$CaCl_2$ 4.00 %	6.587±0.043^{aA}	6.268±0.165^{cABC}	6.505±0.019^{aAB}	6.178±0.133^{abABC}	6.048±0.088^{abC}	6.138±0.182^{abBC}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

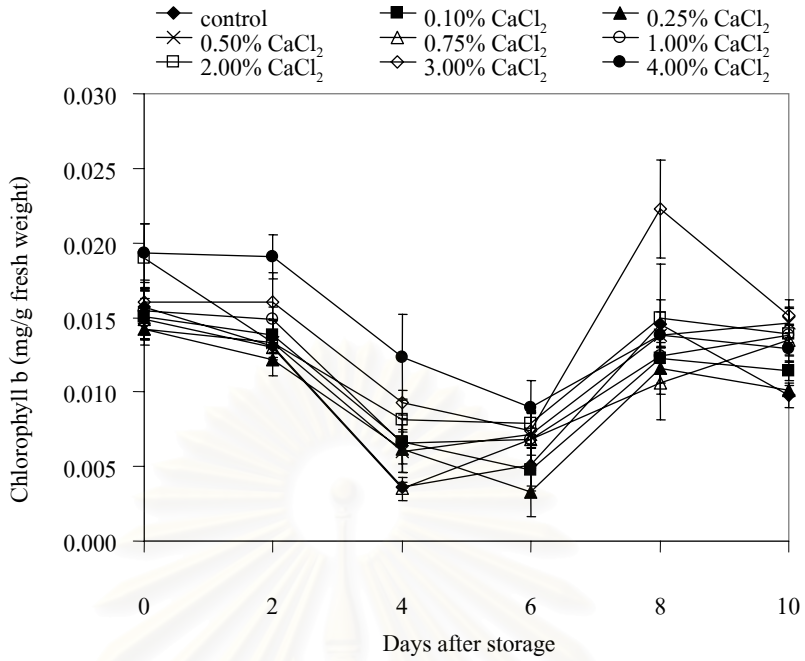
*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)



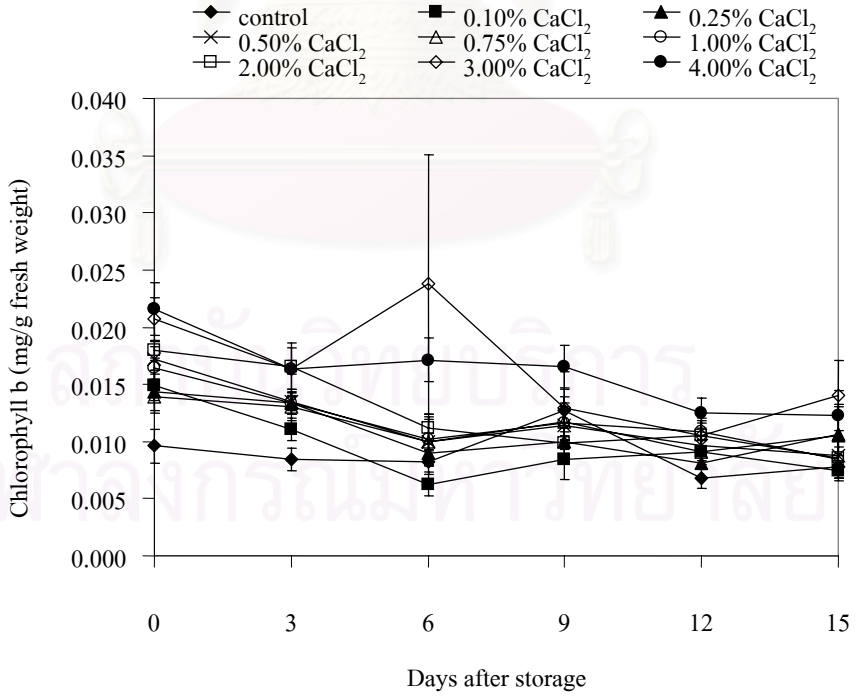
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



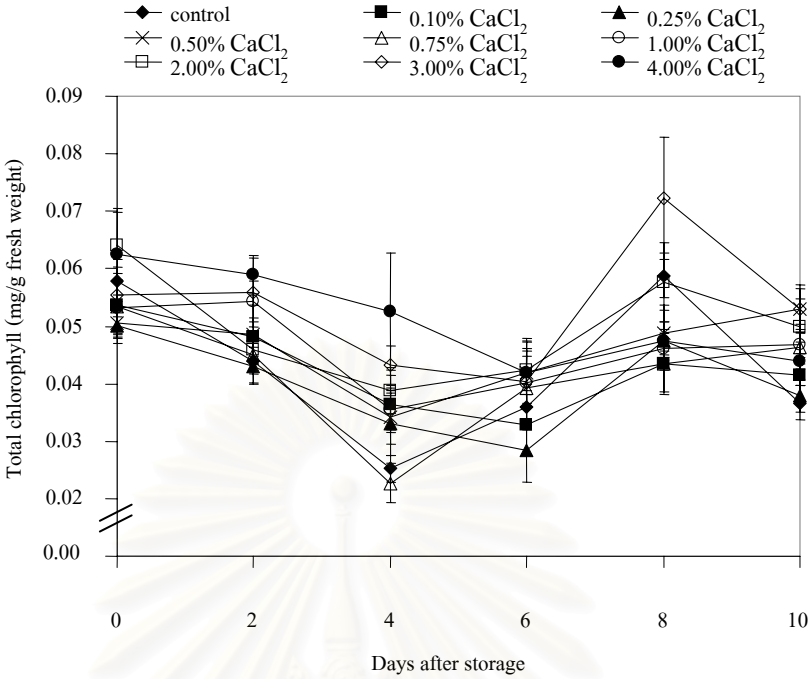
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



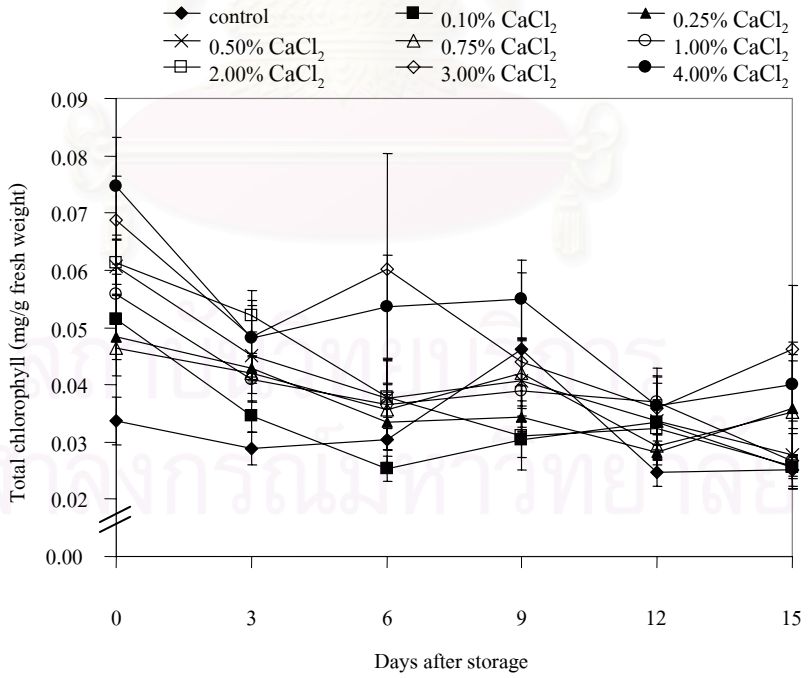
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



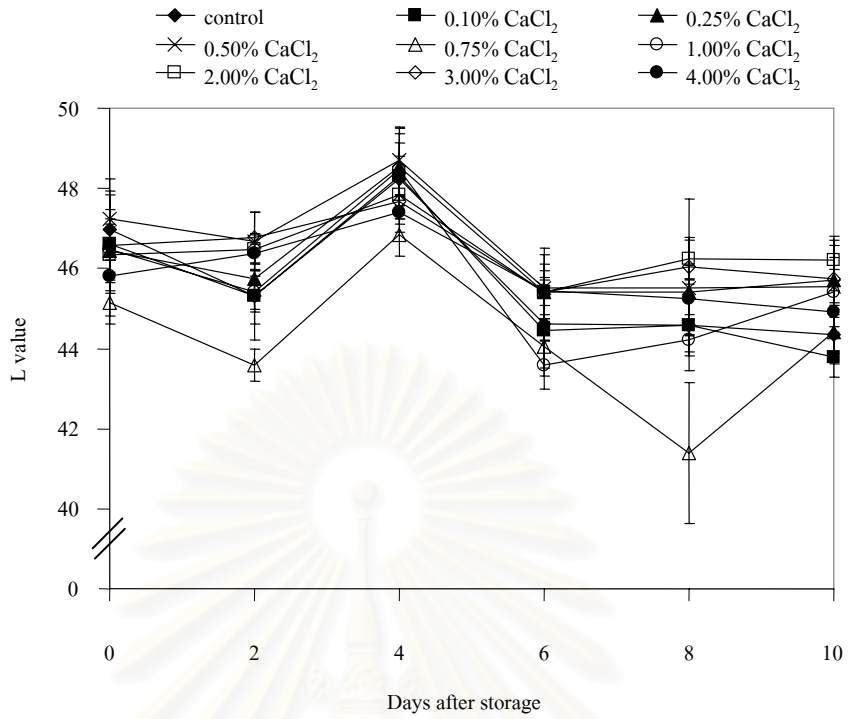
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



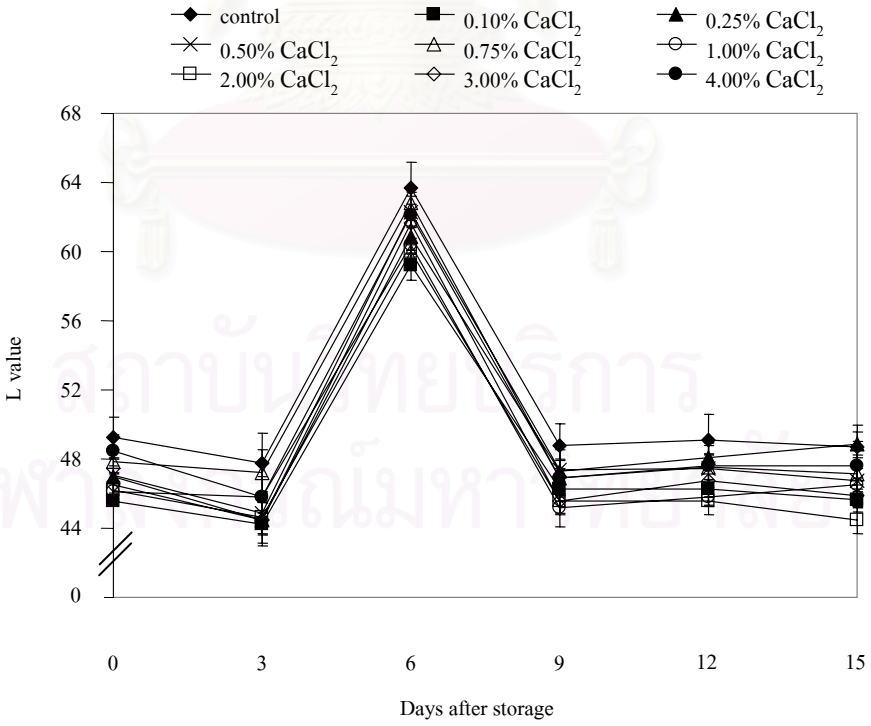
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



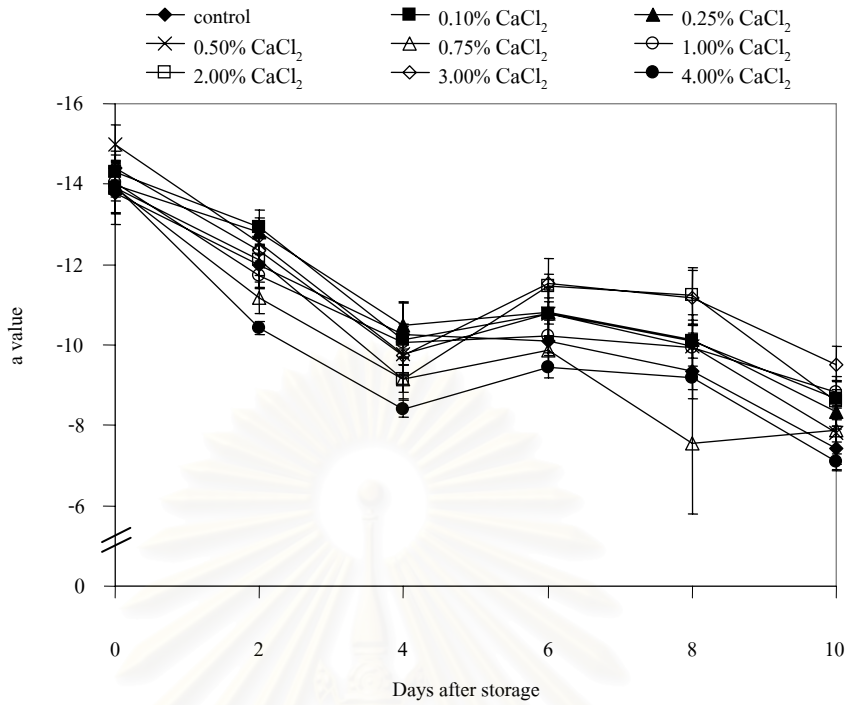
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



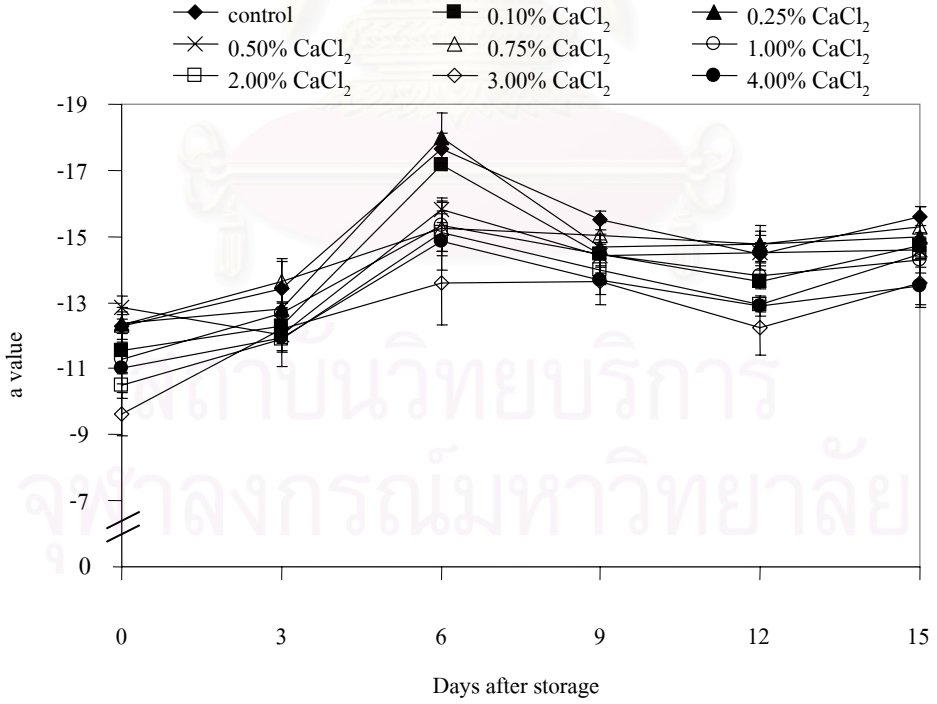
ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



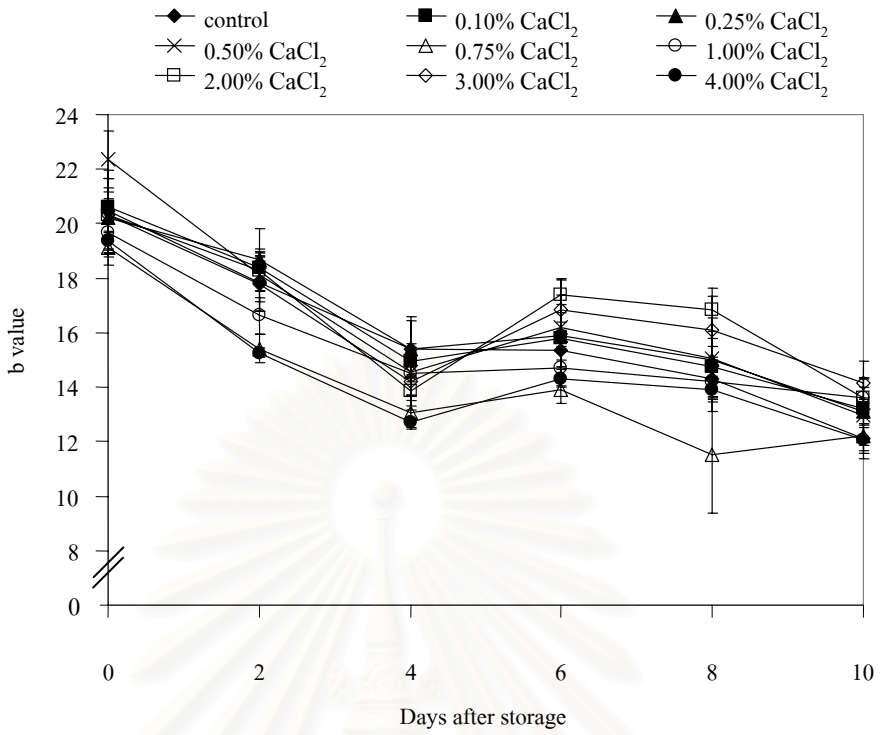
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



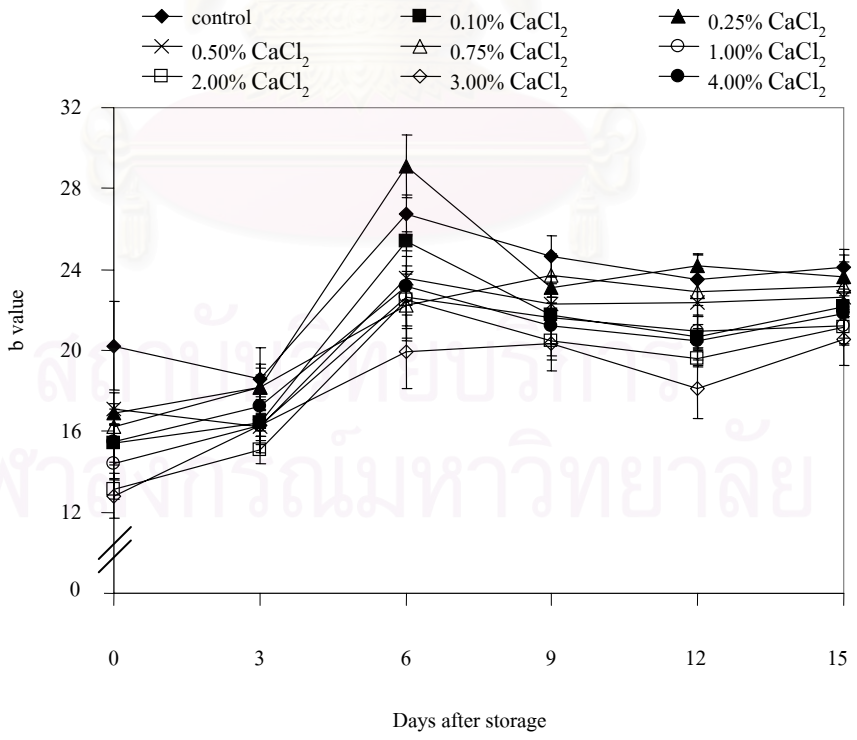
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

2. ศึกษาผลของสารละลายไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว

จากการศึกษาผลของสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 10 20 50 และ 100 ppm ระยะเวลาในการแช่ 5 นาที แล้วบรรจุลงในตะกร้าพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการเก็บรักษาดังนี้

2.1 น้ำหนักของฝัก

การเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศา เซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น ลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา วันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ แต่อย่างไรก็ตาม น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 20) (ตารางที่ 22 ภาคผนวก ข)

การเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่ากระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นลดลงมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นสูงที่สุดคือ 96.853 % ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นต่ำที่สุดคือ 94.306 % น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น ในวันที่ 3 และ 15 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 21) (ตารางที่ 23 ภาคผนวก ข)

2.2 เปอร์เซนต์การเกิดโรค

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ไม่พบการเกิดโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm เกิดโรคในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และ % การเกิดโรคสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับ

สารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 50 ppm และชุดการทดลองควบคุม เกิดโรคในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา โดยเปอร์เซนต์การเกิดโรคไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 24 ภาคผนวก ข)

2.3 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก

ในวันแรกของการทดลองเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกเท่ากับ 9 โดยฝักมีสีเขียวสด ปราศจากโรคและตำหนิ วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลง เพราะฝักเริ่มมีรอยและตำหนิ วันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 50 ppm มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน และสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 5 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ เพราะฝักเริ่มเหี่ยว เกิดรอยและจุดสีน้ำตาลบริเวณผิวฝัก (ภาพที่ 22) (ตารางที่ 25 ภาคผนวก ข)

ในวันแรกของการทดลองเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกเท่ากับ 9 โดยฝักมีสีเขียวสด ปราศจากโรคและตำหนิ วันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 7 เพราะฝักเริ่มเหี่ยว วันที่ 9 12 และ 15 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 5 ซึ่งเป็นคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ (ภาพที่ 23) (ตารางที่ 26 ภาคผนวก ข)

2.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณน้ำคงเหลือมากที่สุดในวันที่ 2 4 และ 6 ของการเก็บรักษา คือ 90.253 89.907 และ 90.100 % ตามลำดับ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณน้ำคงเหลือน้อยที่สุดในวันที่ 2 4 และ 6 ของการเก็บรักษา คือ 89.541 89.091 และ 89.388 % ตามลำดับ ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณน้ำคงเหลือมากที่สุด คือ 90.678 % และกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณน้ำคงเหลือน้อยที่สุด คือ 89.027 % โดยปริมาณน้ำคงเหลือของฝักกระเจี๊ยบเขียวในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 27)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า มีปริมาณน้ำคงเหลือของฝักเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่

ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณน้ำคงเหลือมากที่สุด คือ 87.577 % ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีปริมาณน้ำคงเหลือน้อยที่สุด คือ 85.215 % อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำคงเหลือของฝักกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 28)

2.5 ความแน่นเนื้อ

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลง โดยวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีความแน่นเนื้อสูงที่สุด คือ 6.350 N เมื่อเปรียบเทียบกับกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุม ซึ่งมีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด คือ 5.794 N และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 29)

การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีควาแน่นเนื้อสูงที่สุด คือ 6.726 N ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด คือ 6.326 N อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของกระเจี๊ยบเขียวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 30)

2.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ต่ำที่สุด วันที่ 4 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุด ในขณะที่ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ต่ำที่สุด โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 24) (ตารางที่ 31 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณ

คลอโรฟิลล์เอ ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 25) (ตารางที่ 32 ภาคผนวก ข)

2.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงลดลงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุม มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ต่ำที่สุด และปริมาณคลอโรฟิลล์บี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุม มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ต่ำที่สุด โดยปริมาณคลอโรฟิลล์บี ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 26) (ตารางที่ 33 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ต่ำที่สุด ในวันที 15 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุม ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์บี ต่ำที่สุด โดยปริมาณคลอโรฟิลล์บี ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 27) (ตารางที่ 34 ภาคผนวก ข)

2.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงลดลงในวันที 4 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 28) (ตารางที่ 35 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 3 ของการเก็บรักษา

กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุด ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตาม ปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 29) (ตารางที่ 36 ภาคผนวก ข)

2.9 การเปลี่ยนแปลงค่า L

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า L ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีค่า L สูงที่สุด ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา รองลงมาคือ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm ส่วนกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีค่า L ต่ำที่สุด ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า L ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 30) (ตารางที่ 37 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีค่า L สูงที่สุด และการเปลี่ยนแปลงค่า L ลดลงในวันที่ 9 12 และ 15 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า L ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 31) (ตารางที่ 38 ภาคผนวก ข)

2.10 การเปลี่ยนแปลงค่า a

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า a ลดลง ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีค่า a สูงที่สุด ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีค่า a ต่ำที่สุด โดยการเปลี่ยนแปลงค่า a ในวันที่ 0 และ 6 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 32) (ตารางที่ 39 ภาคผนวก ข)

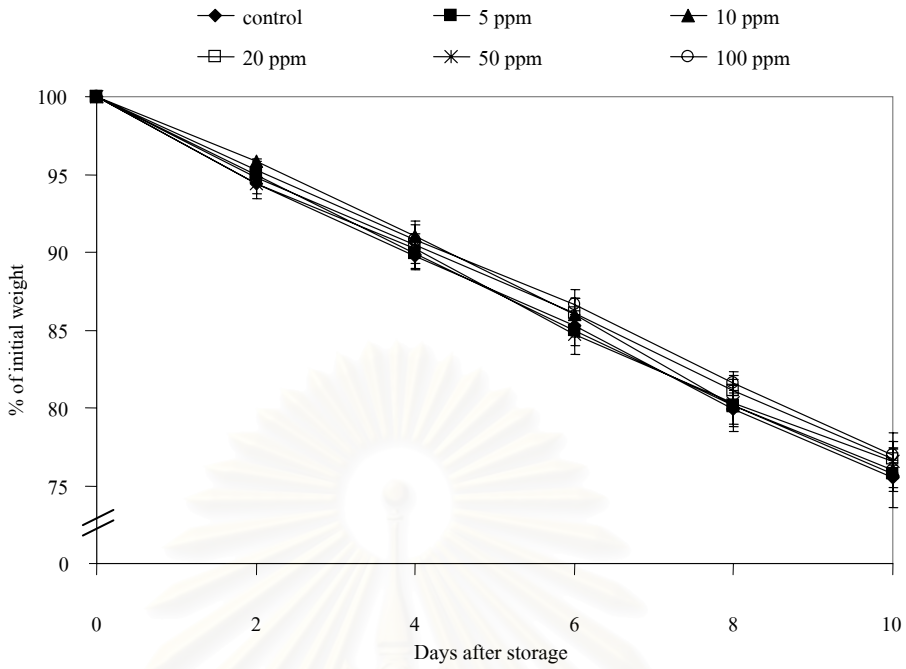
กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า a ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีค่า a สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกระเจี๊ยบในชุดการทดลองควบคุม ซึ่งมีค่า a ต่ำที่สุด ในวันที่ 6 9 และ 12 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีค่า a สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า a ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 33) (ตารางที่ 40 ภาคผนวก ข)

2.11 การเปลี่ยนแปลงค่า b

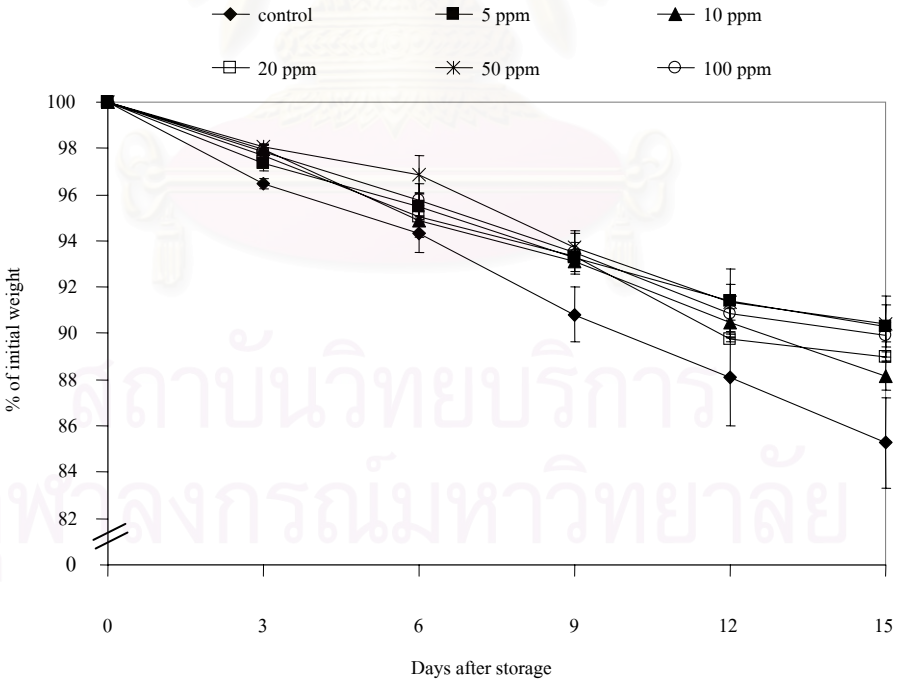
กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า b ลดลงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา วันที่ 4 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm มีค่า b สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีค่า b ต่ำที่สุด กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm มีค่า b สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีค่า b ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า b ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 34) (ตารางที่ 41 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า b เพิ่มขึ้นในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm มีค่า b สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 6 9 12 และ 15 ของการเก็บรักษา รองลงมาคือ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า b ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 35) (ตารางที่ 42 ภาคผนวก ข)

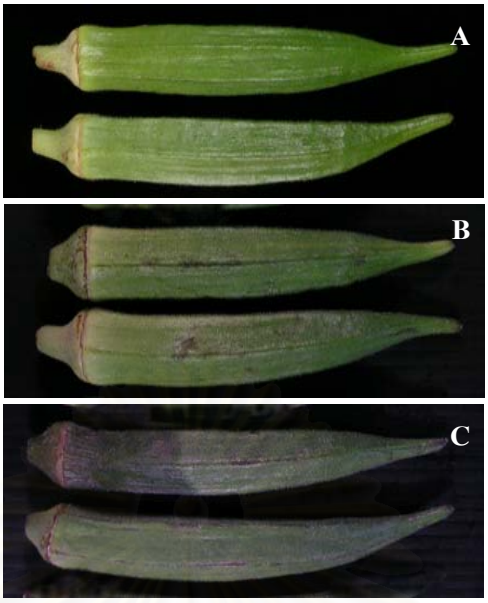
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



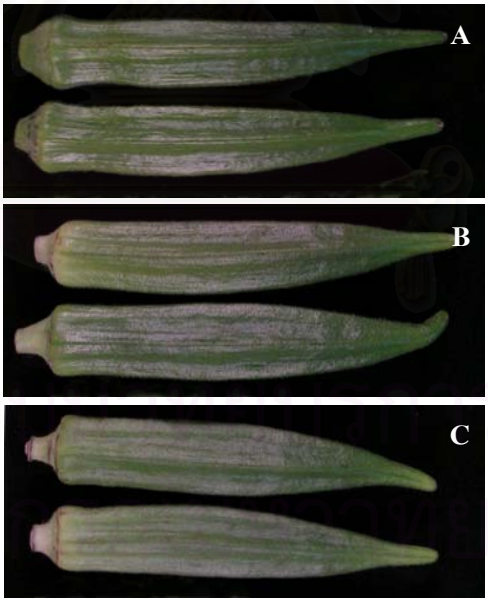
ภาพที่ 20 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 21 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 22 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส (A = วันที่ 0, 9 คะแนน, B = วันที่ 2, 7 คะแนน, C = วันที่ 4, 4.5 คะแนน)



ภาพที่ 23 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส (A = วันที่ 0, 9 คะแนน, B = วันที่ 6, 7 คะแนน, C = วันที่ 15, 5 คะแนน)

ตารางที่ 27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Water content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	89.476±0.068^{abA}	89.541±0.186^{aA}	89.091±0.216^{aA}	89.388±0.128^{aA}	89.479±0.239^{bcA}	89.561±0.276^{aA}
Chitosan 5 ppm	89.481±0.096^{abA}	89.965±0.312^{aA}	89.603±0.360^{aA}	89.869±0.165^{aA}	89.681±0.370^{abcA}	89.095±0.616^{aA}
Chitosan 10 ppm	89.852±0.188^{aA}	89.775±0.191^{aA}	89.732±0.313^{aA}	90.007±0.450^{aA}	90.297±0.134^{abA}	89.500±0.417^{aA}
Chitosan 20 ppm	89.418±0.275^{abA}	90.074±0.158^{aA}	89.849±0.273^{aA}	89.651±0.344^{aA}	90.376±0.390^{abA}	90.027±0.446^{aA}
Chitosan 50 ppm	89.381±0.164^{abC}	90.253±0.194^{aAB}	89.907±0.146^{aB}	90.100±0.051^{aB}	90.678±0.249^{aA}	90.284±0.174^{aAB}
Chitosan 100 pm	89.056±0.160^{bA}	89.623±0.310^{aA}	89.535±0.322^{aA}	89.673±0.360^{aA}	89.027±0.421^{cA}	89.844±0.259^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Water content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	87.674±0.571^{aA}	87.315±0.691^{aA}	88.152±0.742^{aA}	86.875±0.518^{abA}	86.122±0.823^{aA}	86.860±1.190^{aA}
Chitosan 5 ppm	87.929±0.304^{aA}	85.914±0.765^{abB}	86.917±0.599^{aAB}	86.590±0.441^{bAB}	87.794±0.902^{aAB}	86.870±0.199^{aAB}
Chitosan 10 ppm	87.155±0.463^{aAB}	85.895±0.383^{abB}	86.800±0.603^{aAB}	88.626±1.075^{aA}	88.389±0.604^{aA}	88.486±0.460^{aA}
Chitosan 20 ppm	87.294±0.451^{aA}	85.215±0.838^{bA}	86.847±0.736^{aA}	86.982±0.597^{abA}	87.028±0.906^{aA}	86.380±0.608^{aA}
Chitosan 50 ppm	87.563±0.816^{aAB}	87.557±0.519^{aAB}	86.723±0.619^{aB}	88.868±0.192^{aA}	88.010±0.244^{aAB}	88.002±0.561^{aAB}
Chitosan 100 pm	86.684±0.660^{aA}	87.288±0.394^{aA}	87.334±0.497^{aA}	88.344±0.549^{abA}	87.658±0.651^{aA}	88.395±0.870^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 29 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Firmness (N) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	6.285±0.130 ^{aA}	6.195±0.180 ^{abAB}	5.958±0.072 ^{aAB}	5.794±0.246 ^{cB}	6.023±0.083 ^{aAB}	6.056±0.082 ^{aAB}
Chitosan 5 ppm	6.211±0.042 ^{aA}	6.129±0.039 ^{bA}	5.917±0.103 ^{aA}	5.917±0.102 ^{bcA}	5.901±0.127 ^{aA}	5.925±0.305 ^{aA}
Chitosan 10 ppm	6.326±0.021 ^{aA}	6.113±0.115 ^{bA}	6.031±0.177 ^{aA}	5.876±0.126 ^{cA}	5.884±0.163 ^{aA}	6.072±0.280 ^{aA}
Chitosan 20 ppm	6.350±0.097 ^{aA}	6.260±0.034 ^{abAB}	5.786±0.199 ^{aC}	6.350±0.041 ^{aA}	5.884±0.114 ^{aBC}	5.892±0.174 ^{aBC}
Chitosan 50 ppm	6.448±0.147 ^{aA}	6.334±0.041 ^{abAB}	6.121±0.101 ^{aBC}	5.982±0.055 ^{abcC}	5.892±0.099 ^{aC}	5.901±0.066 ^{aC}
Chitosan 100 pm	6.227±0.100 ^{aAB}	6.456±0.082 ^{aA}	5.892±0.195 ^{aB}	6.293±0.051 ^{abAB}	6.285±0.232 ^{aAB}	5.941±0.230 ^{aAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

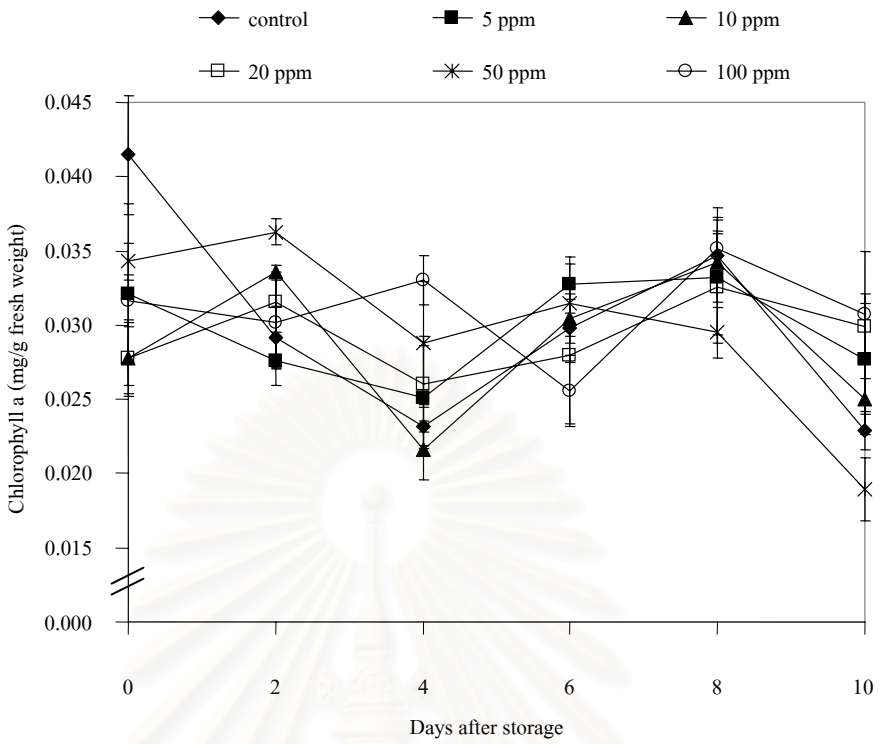
*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 30 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

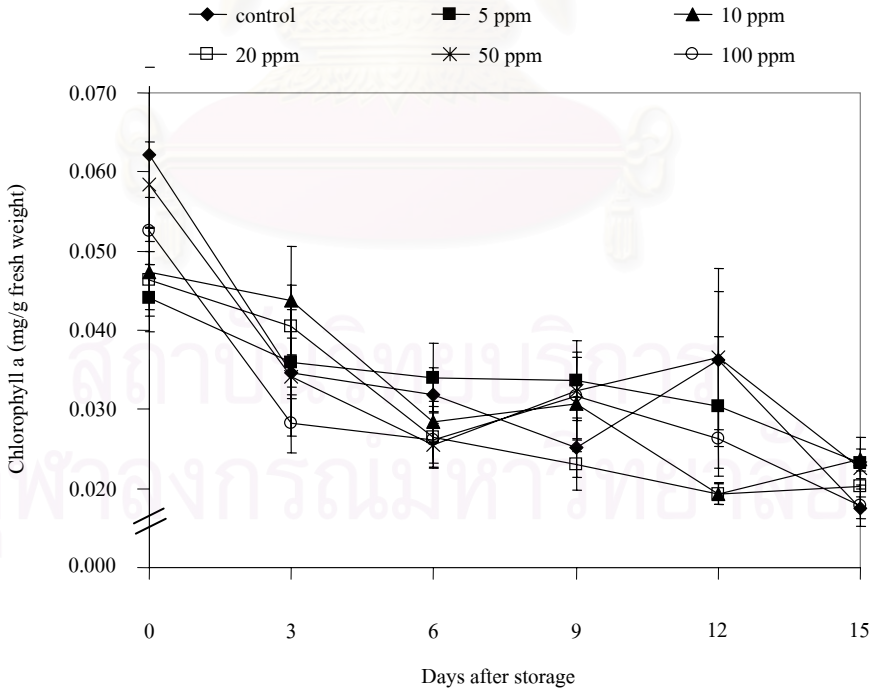
Treatment	Firmness (N) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	6.620±0.091 ^{aA}	6.579±0.137 ^{abA}	6.334±0.122 ^{aA}	6.285±0.076 ^{aA}	6.113±0.179 ^{abcA}	6.227±0.273 ^{aA}
Chitosan 5 ppm	6.440±0.183 ^{aA}	6.579±0.076 ^{abA}	6.415±0.090 ^{aA}	6.456±0.216 ^{aA}	5.933±0.094 ^{bcB}	5.925±0.175 ^{aB}
Chitosan 10 ppm	6.612±0.034 ^{aA}	6.726±0.123 ^{aA}	6.415±0.124 ^{aAB}	6.293±0.137 ^{aAB}	6.211±0.074 ^{abcAB}	6.007±0.305 ^{aB}
Chitosan 20 ppm	6.546±0.103 ^{aA}	6.326±0.131 ^{bA}	6.489±0.098 ^{aA}	6.301±0.008 ^{aA}	6.448±0.144 ^{aA}	5.901±0.179 ^{aB}
Chitosan 50 ppm	6.710±0.101 ^{aA}	6.603±0.129 ^{abA}	6.268±0.121 ^{aAB}	6.089±0.091 ^{aB}	6.383±0.226 ^{abAB}	6.031±0.128 ^{aB}
Chitosan 100 pm	6.505±0.133 ^{aA}	6.464±0.039 ^{abA}	6.473±0.147 ^{aA}	6.162±0.139 ^{aAB}	5.876±0.112 ^{cB}	6.031±0.105 ^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

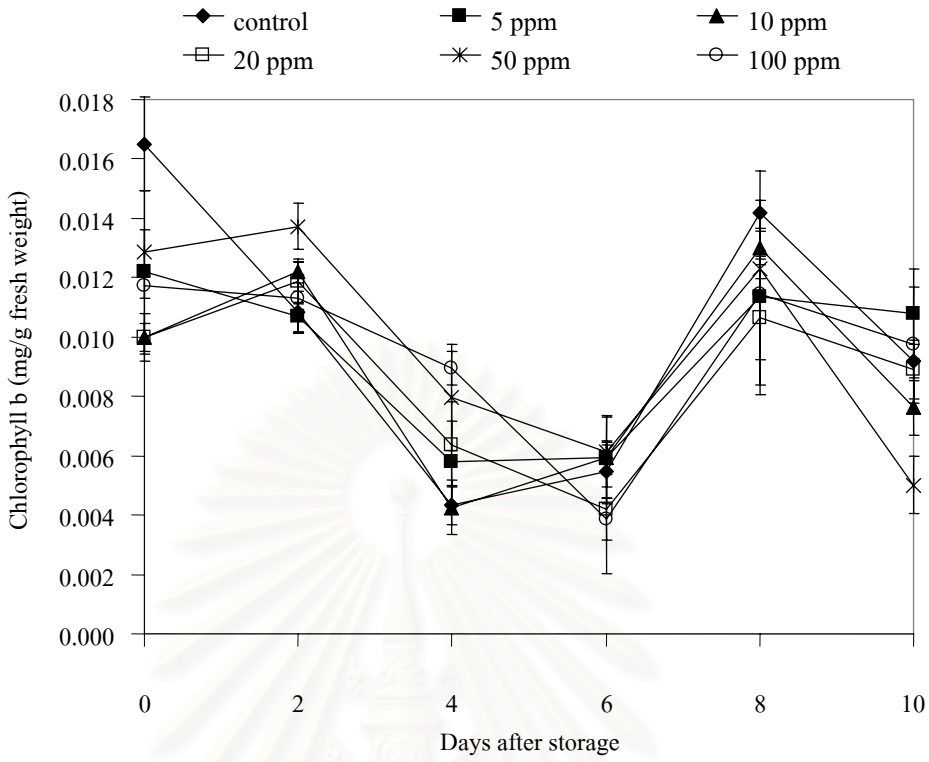
*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)



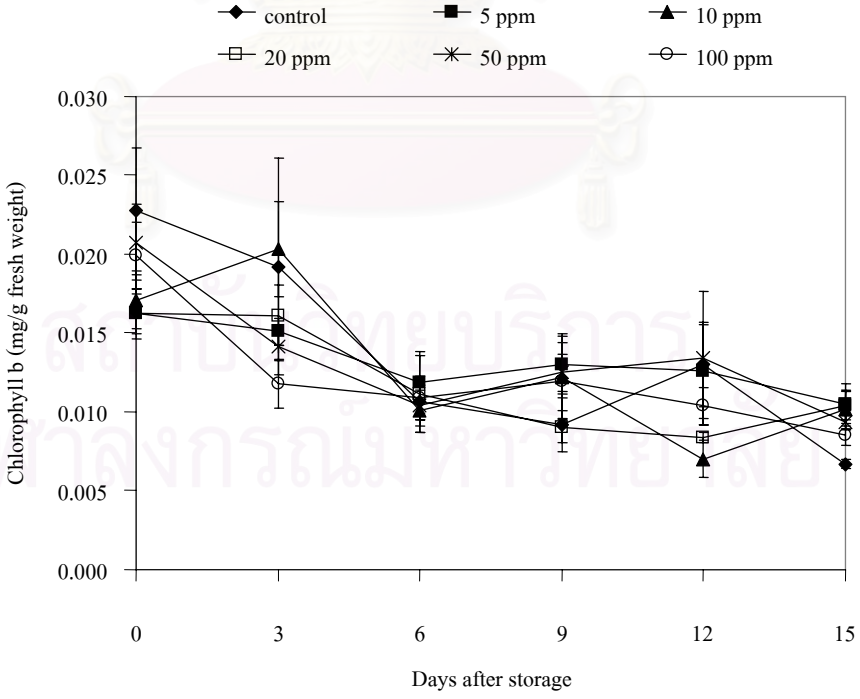
ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



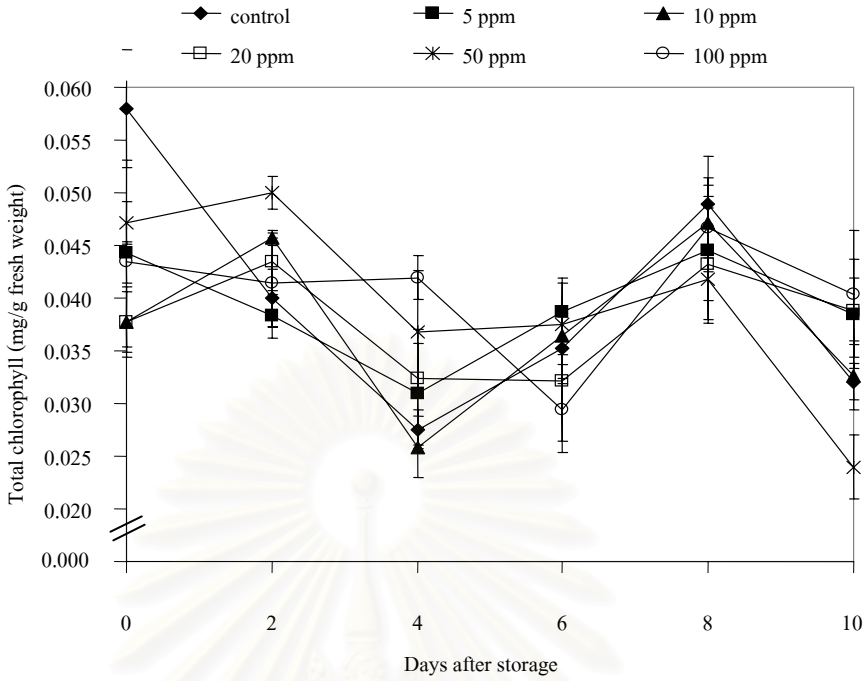
ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



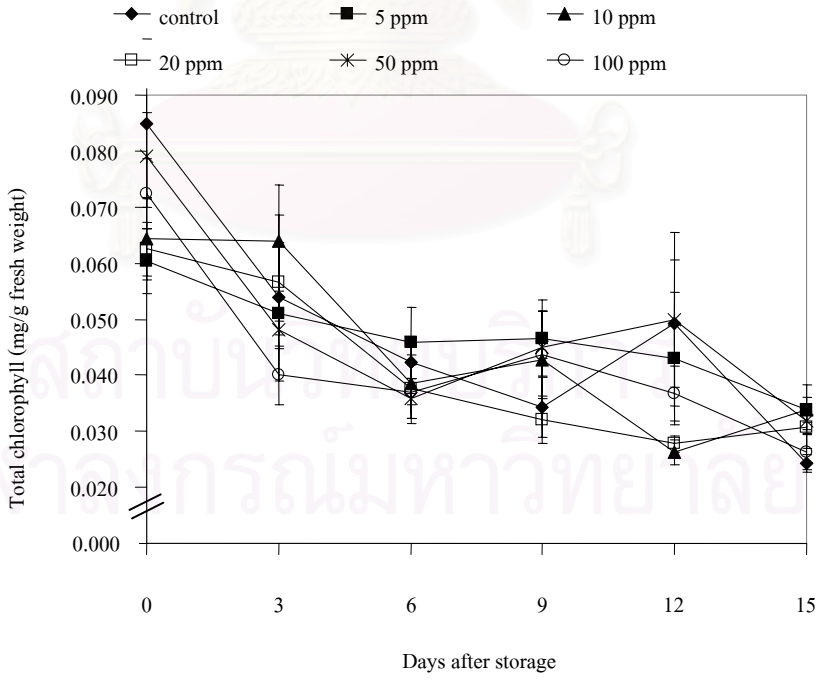
ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



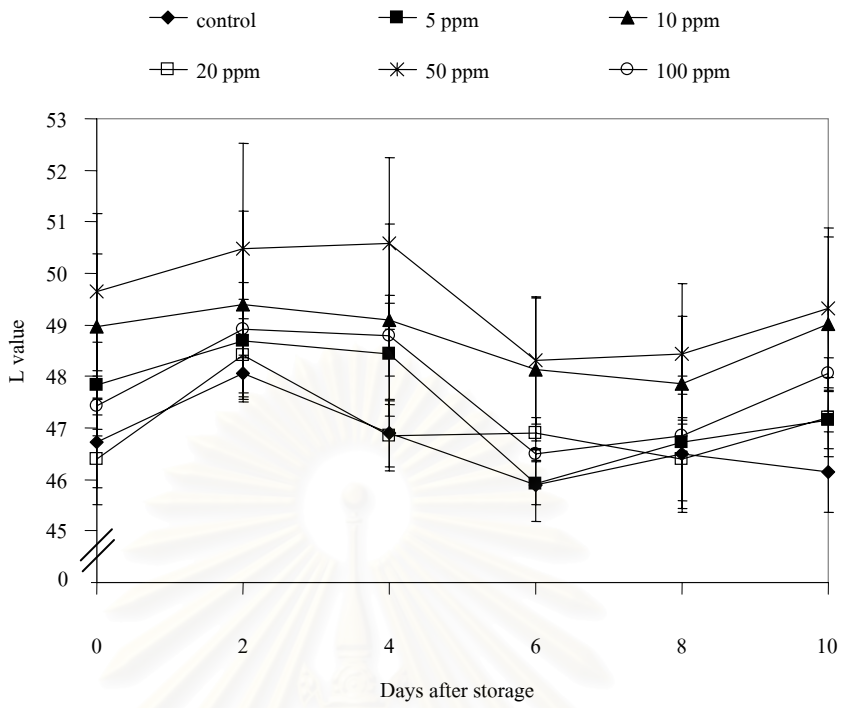
ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



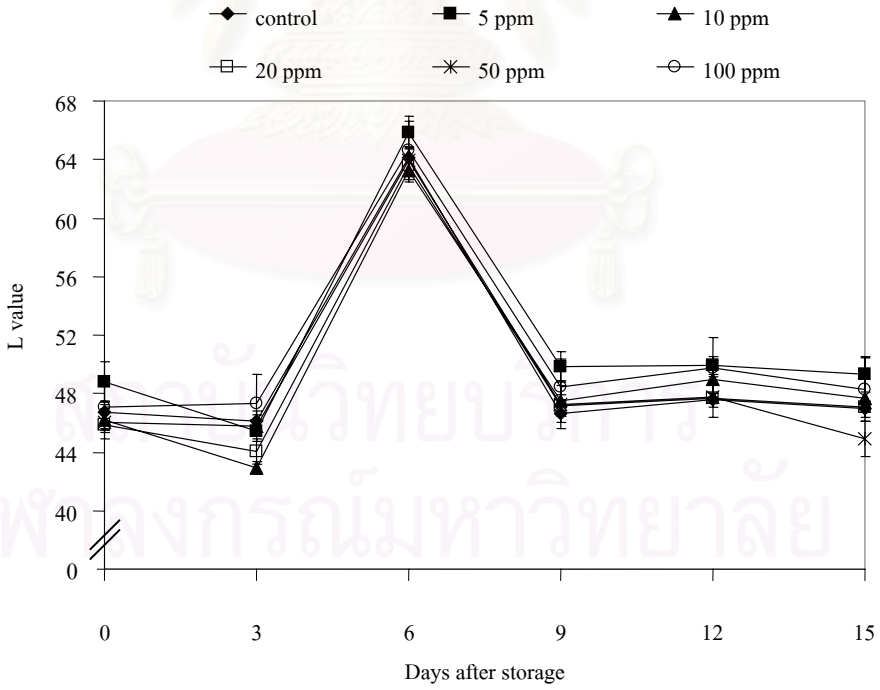
ภาพที่ 28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



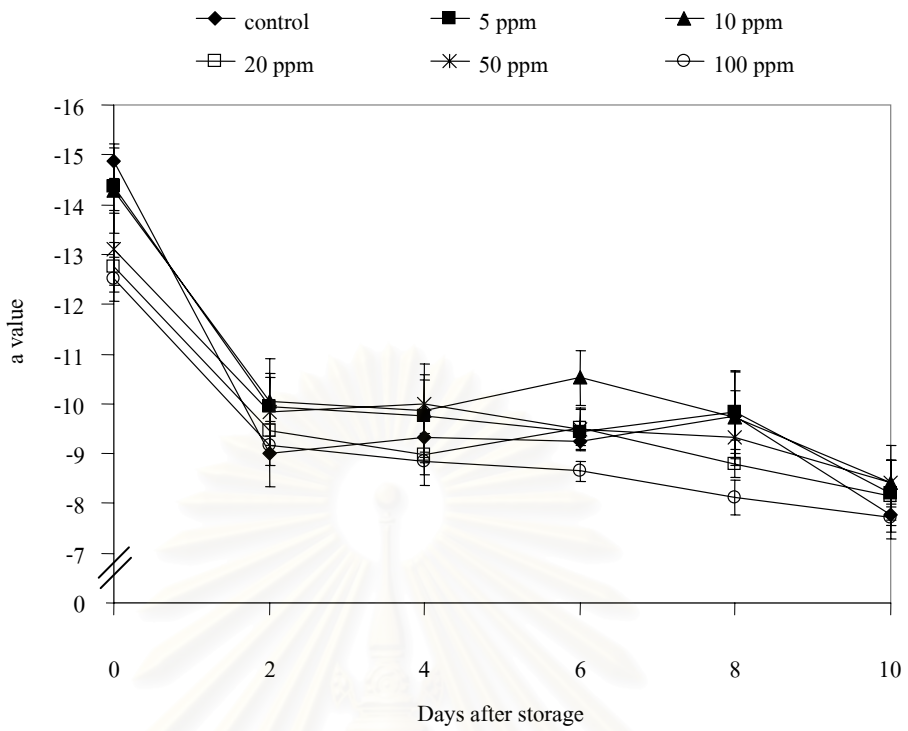
ภาพที่ 29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



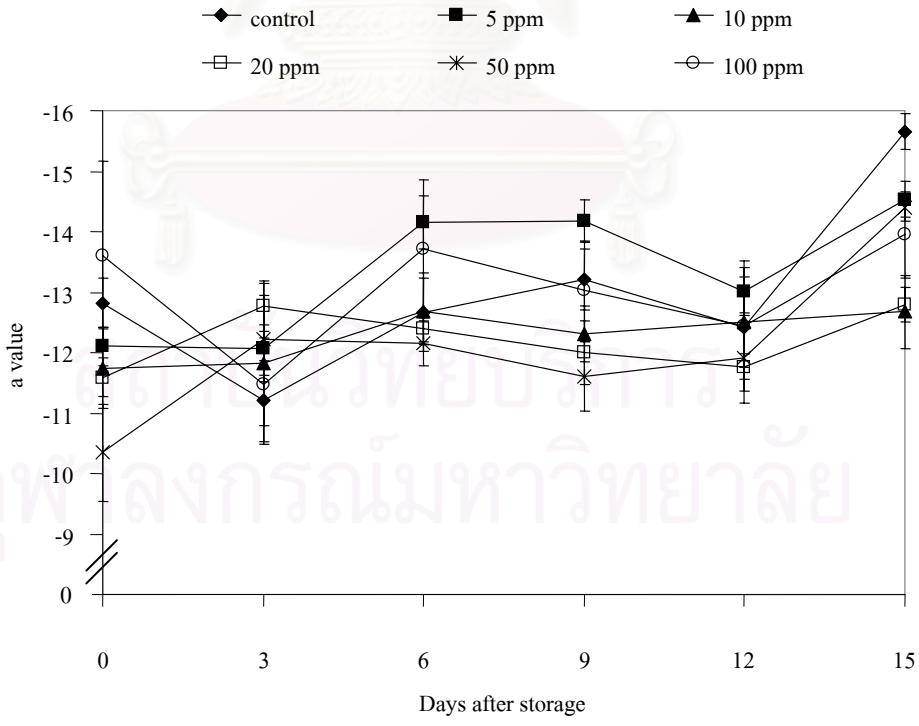
ภาพที่ 30 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



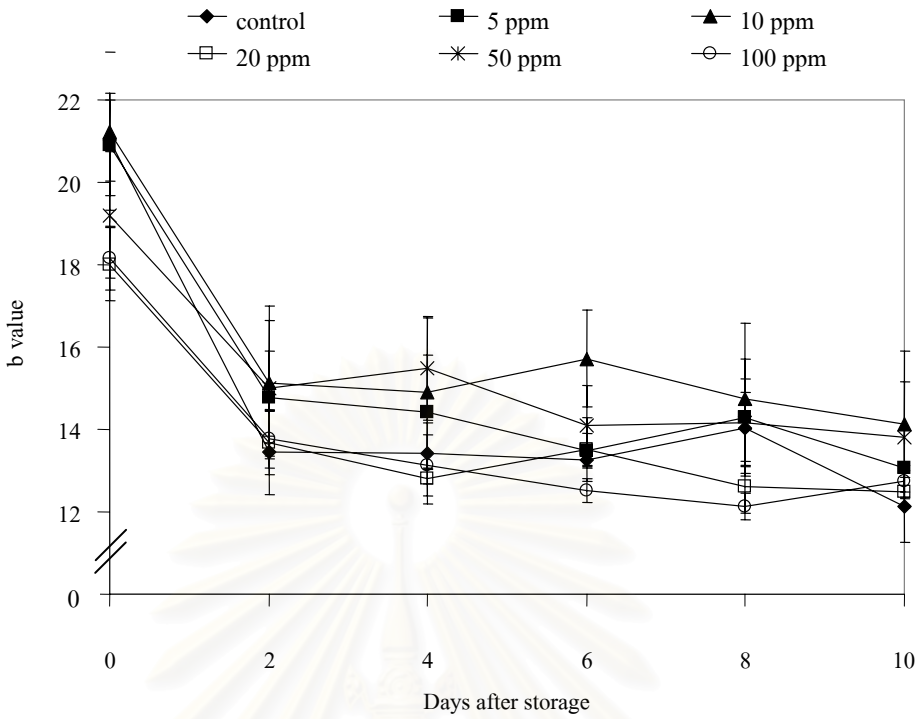
ภาพที่ 31 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



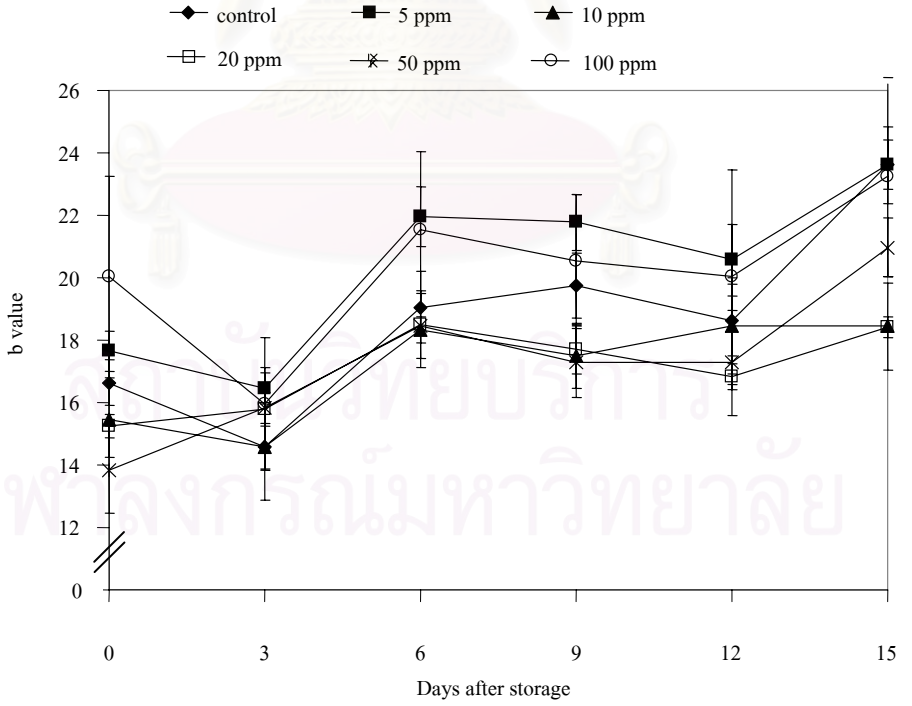
ภาพที่ 32 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 33 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 34 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 35 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

3. ศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับสารละลายไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของกระเจี๊ยบเขียว

จากการศึกษาผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส และผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่าฝักกระเจี๊ยบเขียวมีการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 น้ำหนักของฝัก

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 4 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นในวันที่ 4 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 36) (ตารางที่ 43 ภาคผนวก ข)

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มของน้ำหนักฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นสูงกว่ากระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 3 6 และ 9 ของการเก็บรักษา โดยมีค่าเท่ากับ 95.786 93.485 และ 92.411 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้นในวันที่ 3 6 9 และ 12 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 37) (ตารางที่ 44 ภาคผนวก ข)

3.2 เปอร์เซนต์การเกิดโรค

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองไม่พบการเกิดโรค

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองยกเว้นกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวเกิดโรคตั้งแต่วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวเกิดโรคตั้งแต่วันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมเกิดโรคในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา และพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียว มีเปอร์เซนต์การเกิดโรคสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางที่ 45 ภาคผนวก ข)

3.3 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก

ในวันแรกของการทดลองที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกเท่ากับ 9 โดยฝักมีสีเขียวสด ปราศจากโรคและตำหนิ วันที่ 2 ของการเก็บรักษา ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลง เพราะฝักเริ่มมีรอยและตำหนิ โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับสารละลายไคโตซาน มีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยมีคะแนนเท่ากับ 7.5 ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 4 6 8 และ 10 ของการเก็บรักษา วันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้ (ภาพที่ 38) (ตารางที่ 46 ภาคผนวก ข)

ในวันแรกของการทดลองที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ฝักกระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกเท่ากับ 9 โดยฝักมีสีเขียวสด ปราศจากโรคและตำหนิ ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 7 เพราะฝักเริ่มเหี่ยว วันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 7 คะแนน กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้คือ 5 คะแนน ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 39) (ตารางที่ 47 ภาคผนวก ข)

3.4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ

ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตาม

ด้วยสารละลายไคโตซาน มีปริมาณน้ำคงเหลือมากที่สุด คือ 90.493 และ 90.453 % ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % วันที่ 4 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีปริมาณน้ำคงเหลือมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ส่วนในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา พบว่า กระเจี๊ยบเขียวในทุกชุดการทดลองมีปริมาณน้ำคงเหลือใกล้เคียงกัน คือประมาณ 87 % (ภาพที่ 40) (ตารางที่ 48 ภาคผนวก ข)

ปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวในทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำค่อนข้างคงที่และเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีปริมาณน้ำคงเหลือสูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณน้ำคงเหลือต่ำที่สุด กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียว มีปริมาณน้ำคงเหลือสูงที่สุด ในวันที่ 6 9 และ 12 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำคงเหลือของฝักกระเจี๊ยบเขียวในวันที่ 0 3 9 และ 12 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 41) (ตารางที่ 49 ภาคผนวก ข)

3.5 ความแน่นเนื้อ

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลง โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีความแน่นเนื้อสูงที่สุด คือ 6.522 N ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับสารละลายไคโตซาน มีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด คือ 6.080 N อย่างไรก็ตาม ความแน่นเนื้อตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 42) (ตารางที่ 50 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อลดลง โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีความแน่นเนื้อสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ความแน่นเนื้อตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 43) (ตารางที่ 51 ภาคผนวก ข)

3.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 และลดลงในวันที่ 4 และ 6 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว

และกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 44) (ตารางที่ 52 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลง โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ในวันที่ 0 3 และ 6 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 45) (ตารางที่ 53ภาคผนวก ข)

3.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บีของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียสมีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงที่สุด คือ 0.02050 mg/g fresh weight และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 46) (ตารางที่ 54 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บีของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลง โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับสารละลายไคโตซาน มีปริมาณคลอโรฟิลล์บี สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ และในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี ในวันที่ 3 6 และ 9 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 47) (ตารางที่ 55 ภาคผนวก ข)

3.8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงที่สุดคือ 0.06541 mg/g fresh weight และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 48) (ตารางที่ 56 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มลดลง โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของ

การเก็บรักษา และการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 49) (ตารางที่ 57 ภาคผนวก ข)

3.9 การเปลี่ยนแปลงค่า L

ค่า L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสี ถ้าค่ามากแสดงว่าผลผลิตมีความสว่างมาก กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า L ลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีค่า L สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 0 2 และ 4 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงค่า L ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 50) (ตารางที่ 58 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า L ค่อนข้างคงที่ โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีค่า L สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับสารละลายไคโตซานมีค่า L ต่ำที่สุด กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวมีค่า L สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา โดยค่า L ในวันที่ 0 6 และ 9 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 51) (ตารางที่ 59 ภาคผนวก ข)

3.10 การเปลี่ยนแปลงค่า a

ค่า a เป็นค่าที่แสดงถึงผลผลิตมีสีออกเขียว ในกรณีค่า a เป็นลบ และแสดงว่าผลผลิตมีสีออกแดง ในกรณีค่า a เป็นบวก โดยค่าที่ห่างจาก 0 มากแสดงถึงค่าสีเขียวหรือสีแดงมาก กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า a ลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียว มีค่า a สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีค่า a ต่ำที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีค่า a ต่ำที่สุดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา (ภาพที่ 52) (ตารางที่ 60 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า a ค่อนข้างคงที่ โดยกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีค่า a สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 0 6 และ 9 ของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงค่า a มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 53) (ตารางที่ 61 ภาคผนวก ข)

3.11 การเปลี่ยนแปลงค่า b

ค่า b เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน ในกรณีค่า b เป็นลบ และช่วงสีเหลือง ในกรณีค่า b เป็นบวก ค่าที่ห่างจาก 0 มากแสดงถึงค่าสีเหลืองหรือน้ำเงินมากขึ้น กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่า b ลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวมีค่า b สูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีค่า b ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงค่า b ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 54) (ตารางที่ 62 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า b ค่อนข้างคงที่ โดยกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีค่า b สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา รองลงมาคือกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุม การเปลี่ยนแปลงค่า b ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 55) (ตารางที่ 63 ภาคผนวก ข)

3.12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 4 6 และ 10 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 4.4 °Brix อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 (ภาพที่ 56) (ตารางที่ 64 ภาคผนวก ข)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มลดลง โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซาน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 57) (ตารางที่ 65 ภาคผนวก ข)

3.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 6.727 mg/100g ส่วนกระเจี๊ยบ

เขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซานมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุดคือ 3.636 mg/100g อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % วันที่ 10 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุด ส่วนกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณวิตามินซีต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 58) (ตารางที่ 66 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และลดลงในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม ปริมาณวิตามินซีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 59) (ตารางที่ 67 ภาคผนวก ข)

3.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ มีปริมาณเส้นใยสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 1.5837 % ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับสารละลายไคโตซาน มีปริมาณเส้นใยสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 1.8675 % อย่างไรก็ตาม กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณเส้นใยต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 60) (ตารางที่ 68 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใยตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวมีปริมาณเส้นใยสูงที่สุดคือ 1.6131 % ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับสารละลายไคโตซานมีปริมาณเส้นใยต่ำที่สุดคือ 1.1700 % ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีปริมาณเส้นใยสูงที่สุดคือ 1.6559 % ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณเส้นใยต่ำที่สุดคือ 1.3230 % อย่างไรก็ตาม ปริมาณเส้นใยในวันที่ 3 และ 12 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 61) (ตารางที่ 69 ภาคผนวก ข)

3.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีปริมาณเพคตินสูงที่สุดคือ 2.2121 % ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวมีปริมาณเพคตินต่ำที่สุดคือ 1.3384 % ในวันที่ 10 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวมีปริมาณเพคตินสูงที่สุดคือ 2.8929 % ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีปริมาณเพคตินต่ำที่สุดคือ 1.0294 % อย่างไรก็ตาม ปริมาณเพคตินในวันที่ 6 และ 10 ของการเก็บรักษา มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 62) (ตารางที่ 70 ภาคผนวก ข)

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคตินค่อนข้างคงที่ โดยในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีปริมาณเพคตินสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 1.5559 % ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวมีปริมาณเพคตินต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ คือ 0.9351 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 63) (ตารางที่ 71 ภาคผนวก ข)

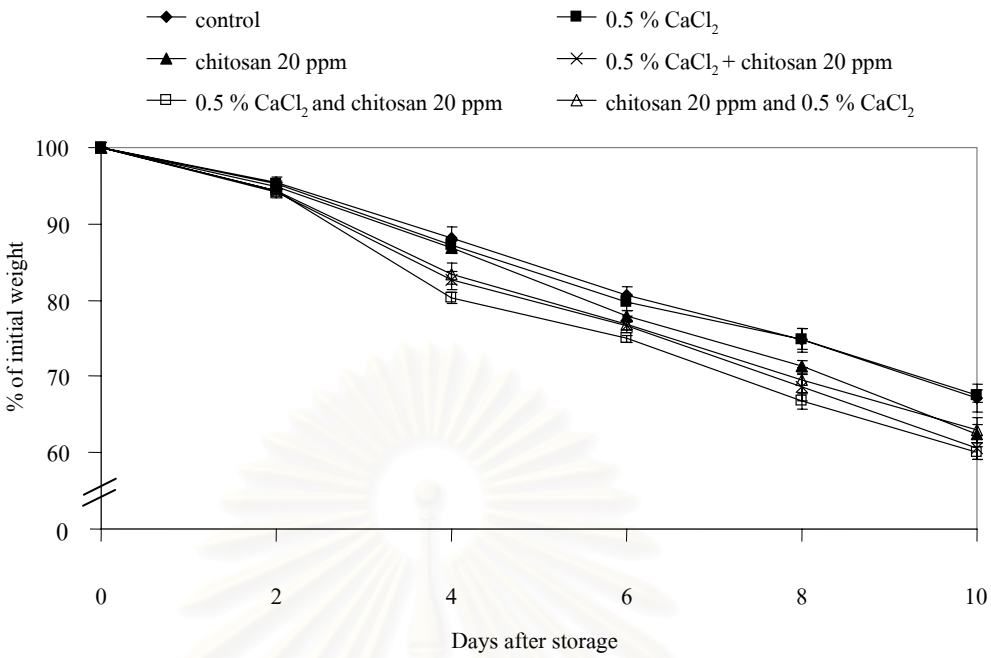
3.16 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ

กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานก่อนและตามด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีอัตราการหายใจสูงที่สุดคือ 231.545 mg CO_2/kg.hr ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซานมีอัตราการหายใจต่ำที่สุดคือ 164.424 mg CO_2/kg.hr อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 64)(ตารางที่ 72 ภาคผนวก ข)

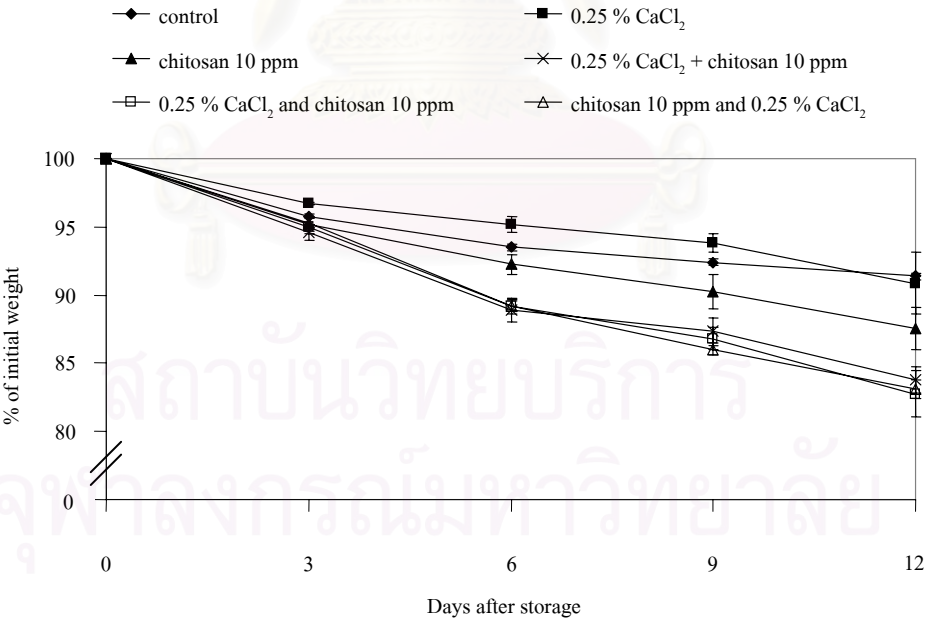
กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซานมีอัตราการหายใจสูงที่สุดคือ 310.439 mg CO_2/kg.hr ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีอัตราการหายใจต่ำที่สุดคือ 143.117 mg CO_2/kg.hr ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานเพียงอย่างเดียวมีอัตราการหายใจสูงที่สุดคือ 256.311 mg CO_2/kg.hr ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยสารละลายไคโตซานมีอัตราการหายใจต่ำที่สุดคือ

148.465 mg CO_2/kg.hr อย่างไรก็ตาม อัตราการหายใจของกระเจี๊ยบเขียวในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษามีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ภาพที่ 65) (ตารางที่ 73 ภาคผนวก ข)

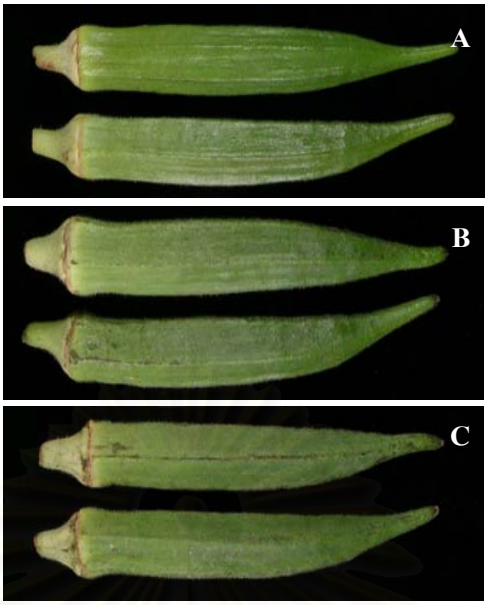
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



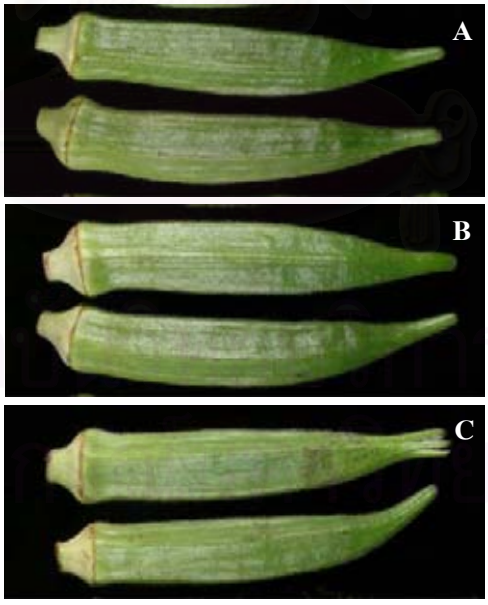
ภาพที่ 36 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



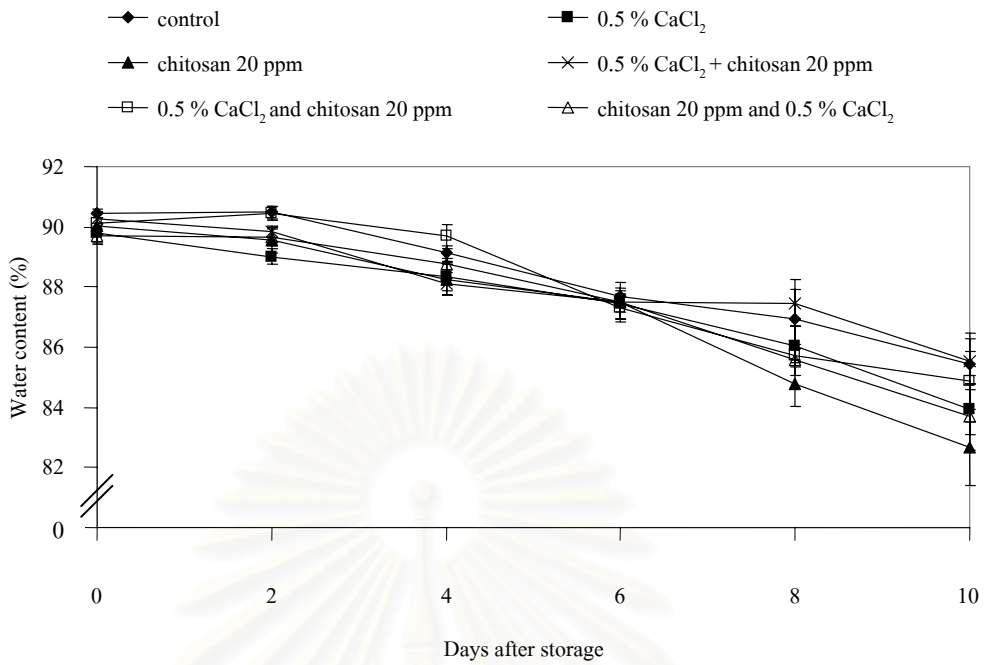
ภาพที่ 37 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



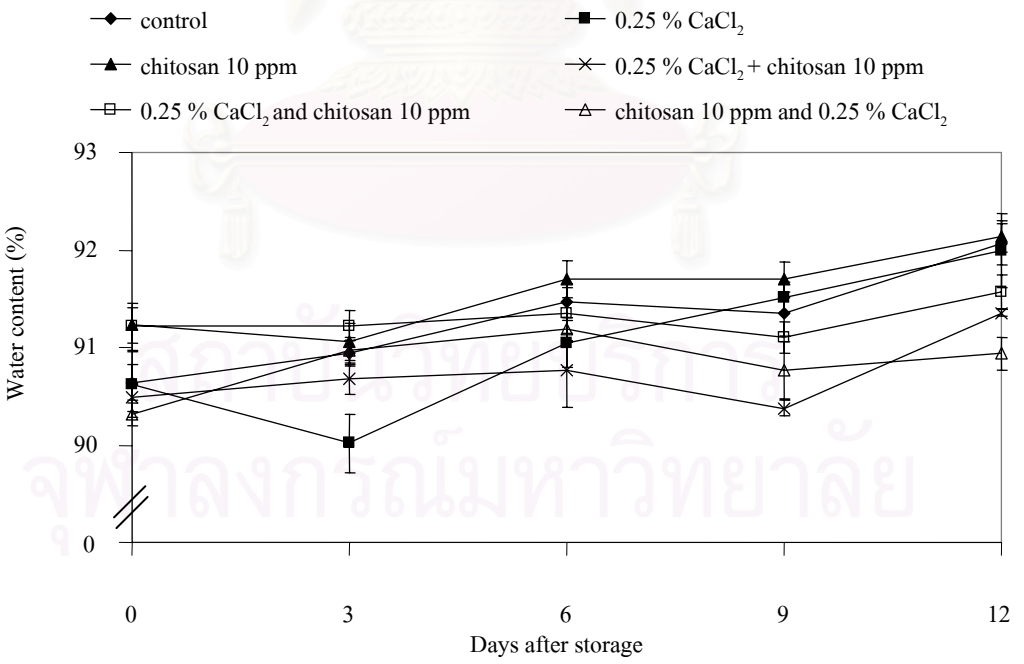
ภาพที่ 38 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส (A = วันที่ 0, 9 คะแนน, B = วันที่ 2, 7 คะแนน, C = วันที่ 6, 5 คะแนน)



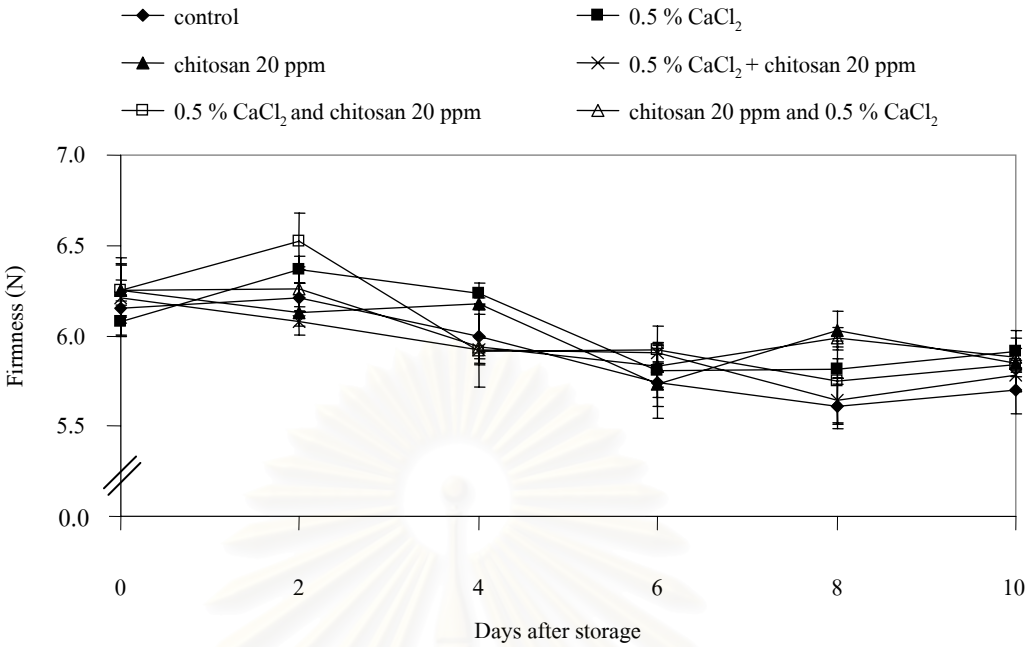
ภาพที่ 39 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส (A = วันที่ 0, 9 คะแนน, B = วันที่ 3, 7 คะแนน, C = วันที่ 9, 4 คะแนน)



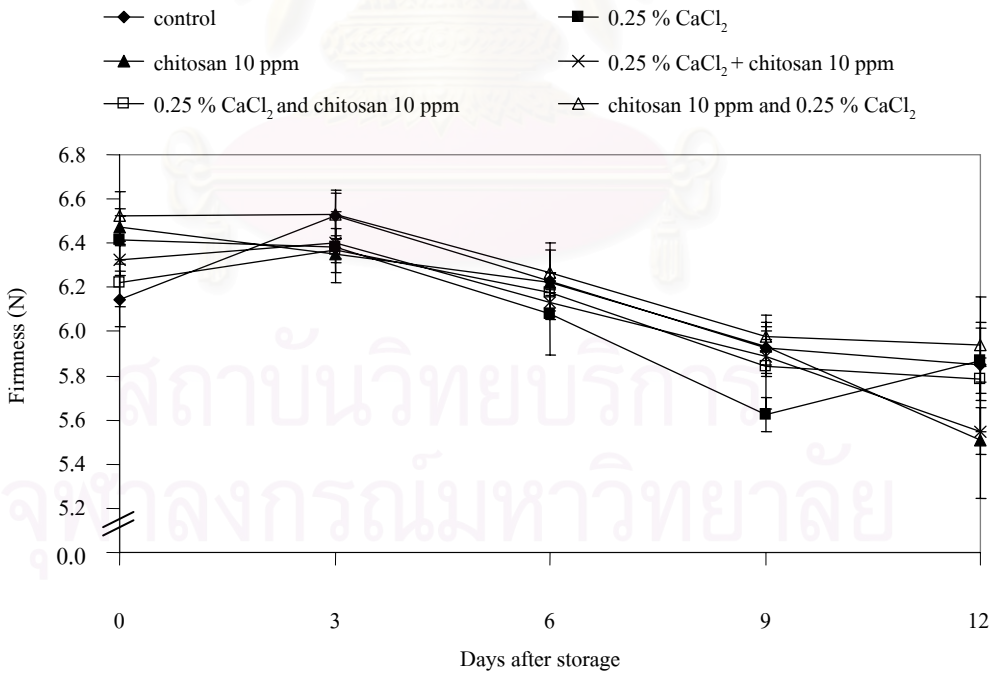
ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



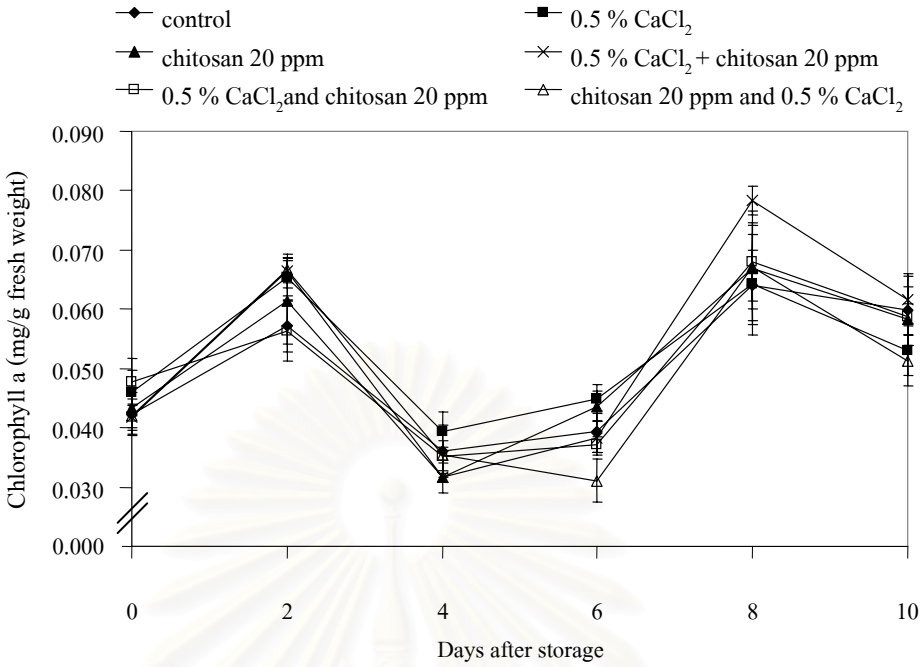
ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



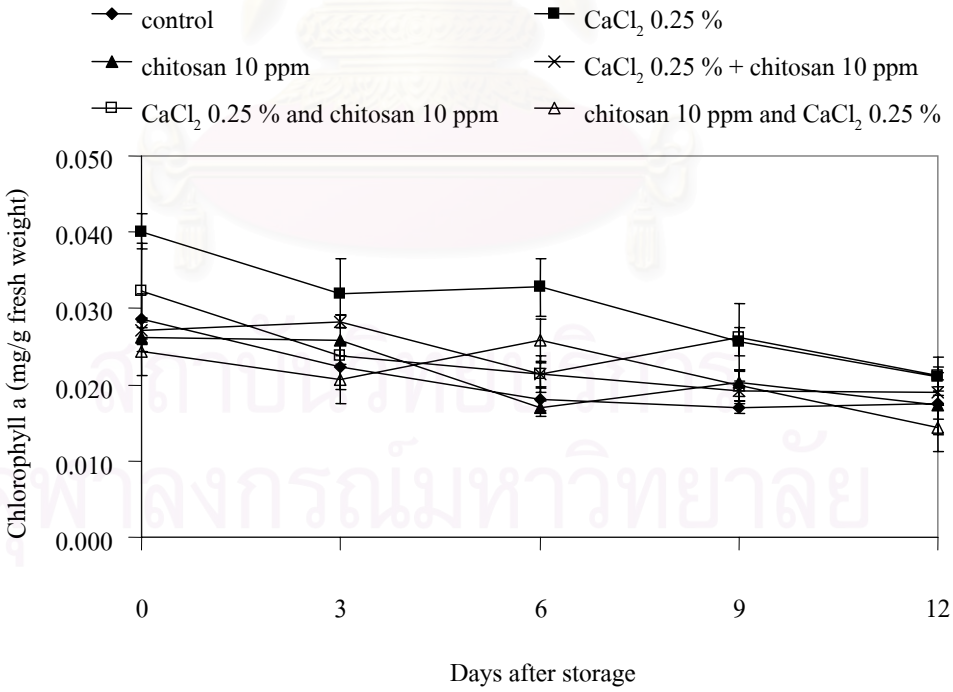
ภาพที่ 42 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



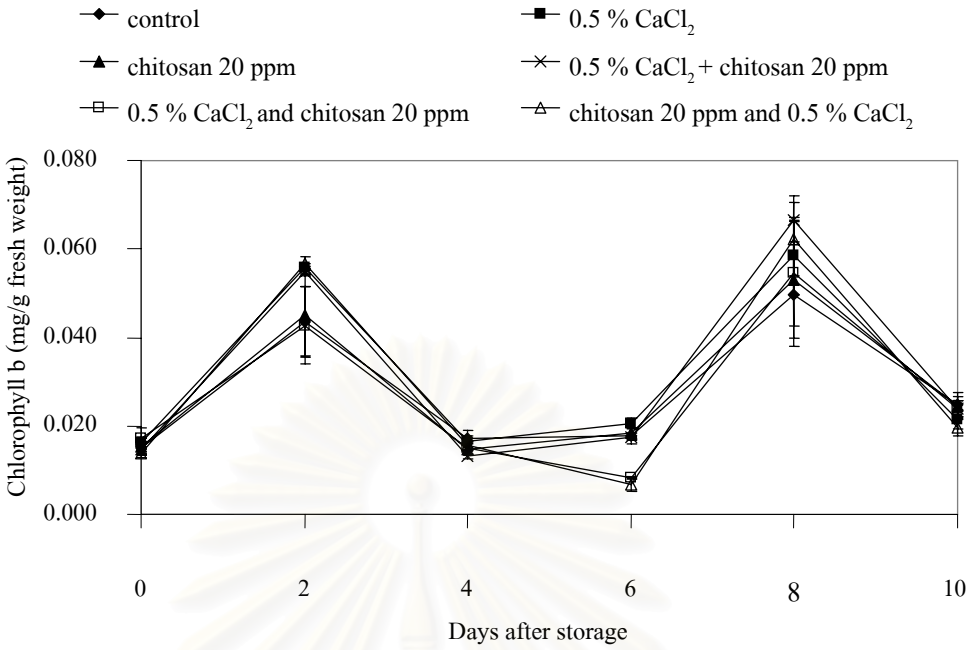
ภาพที่ 43 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



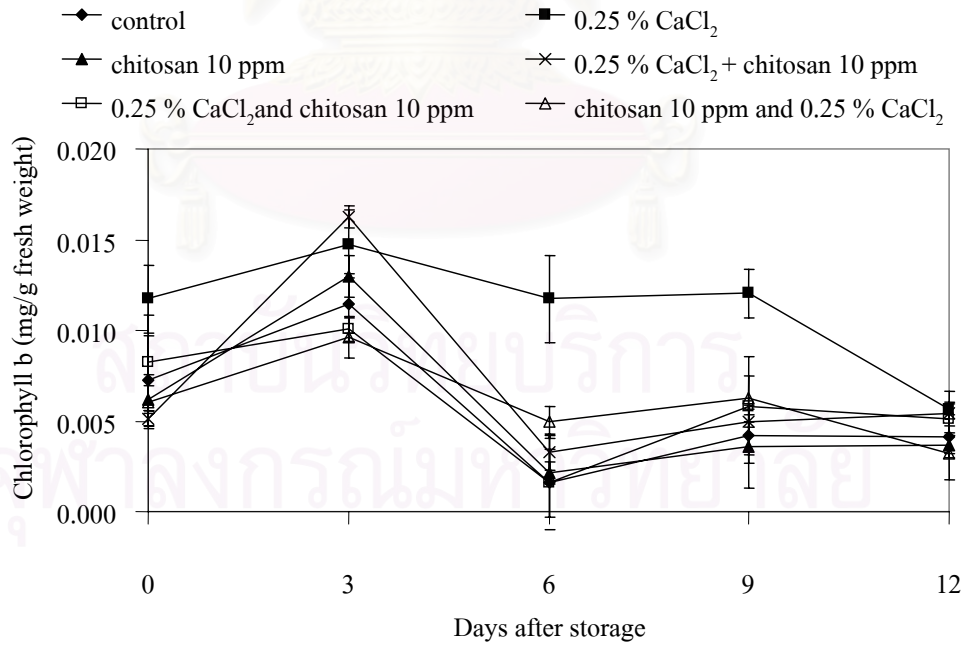
ภาพที่ 44 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



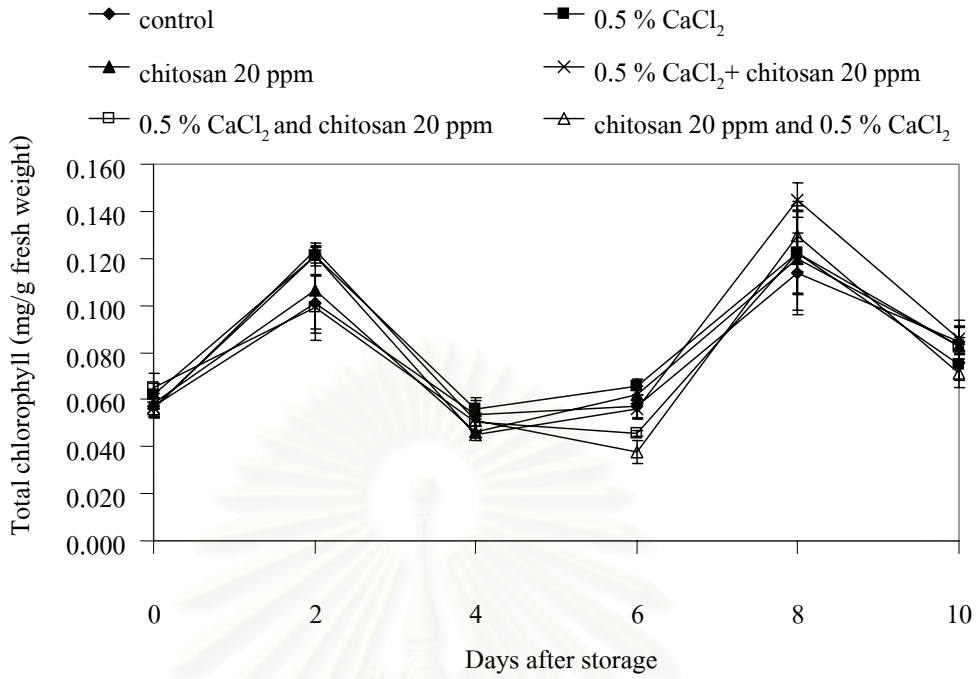
ภาพที่ 45 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



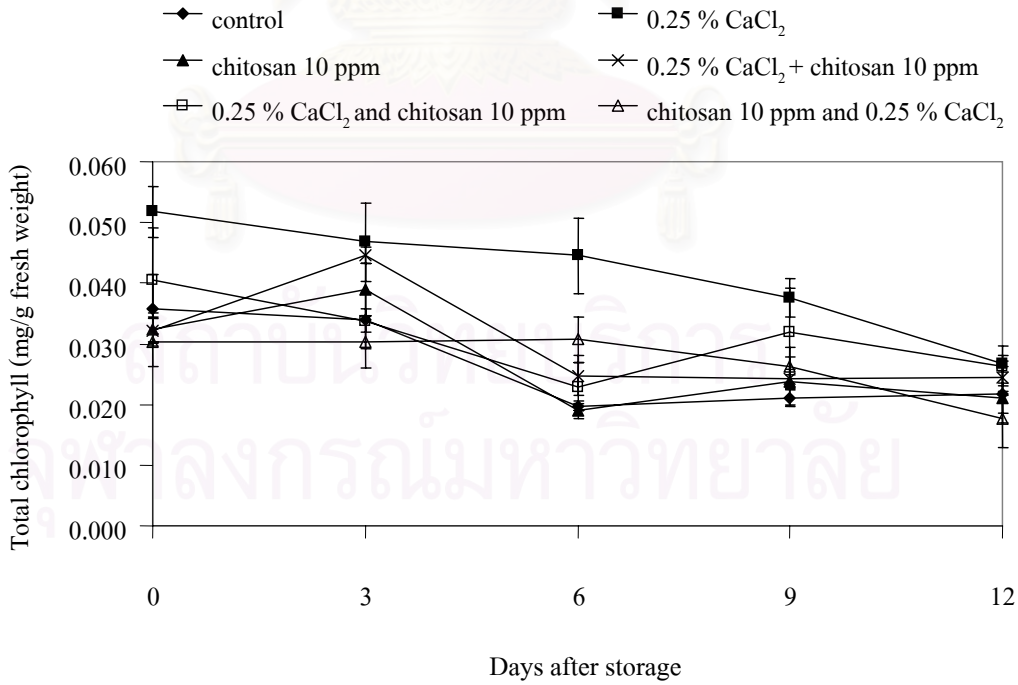
ภาพที่ 46 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



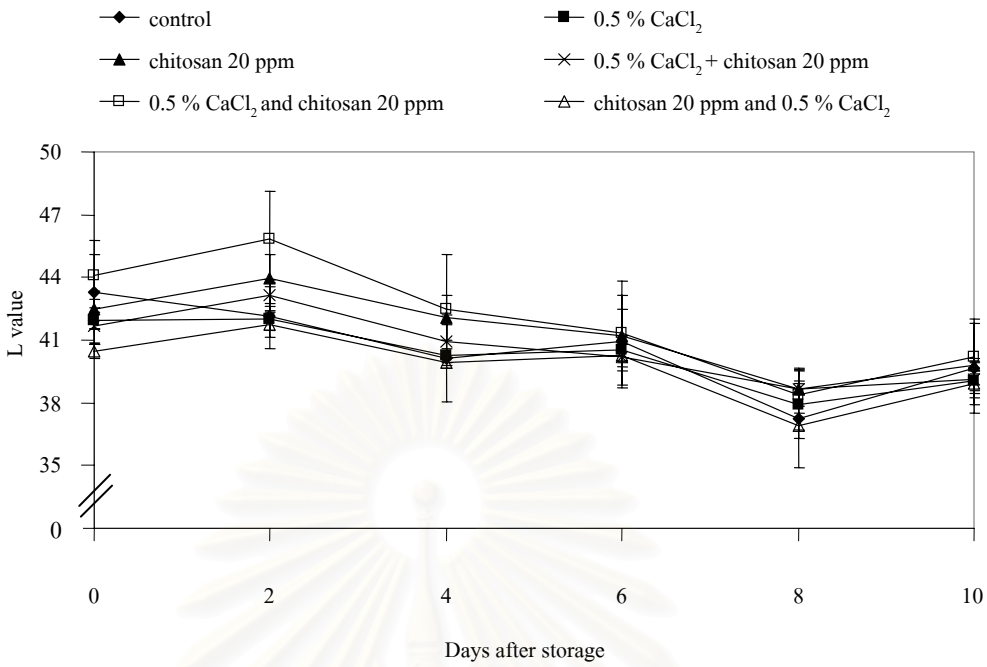
ภาพที่ 47 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



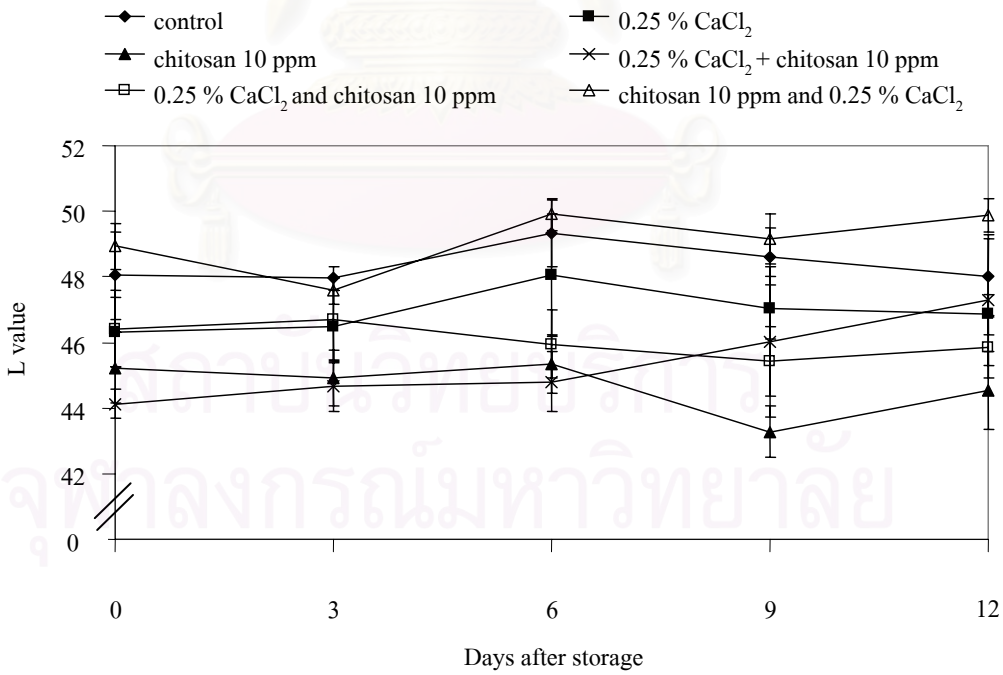
ภาพที่ 48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



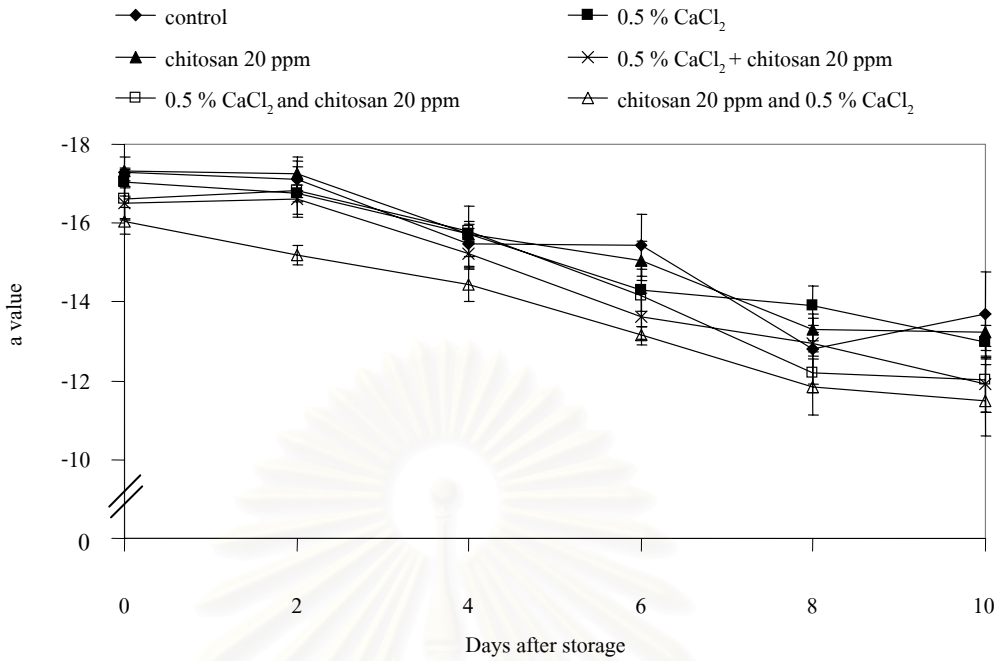
ภาพที่ 49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



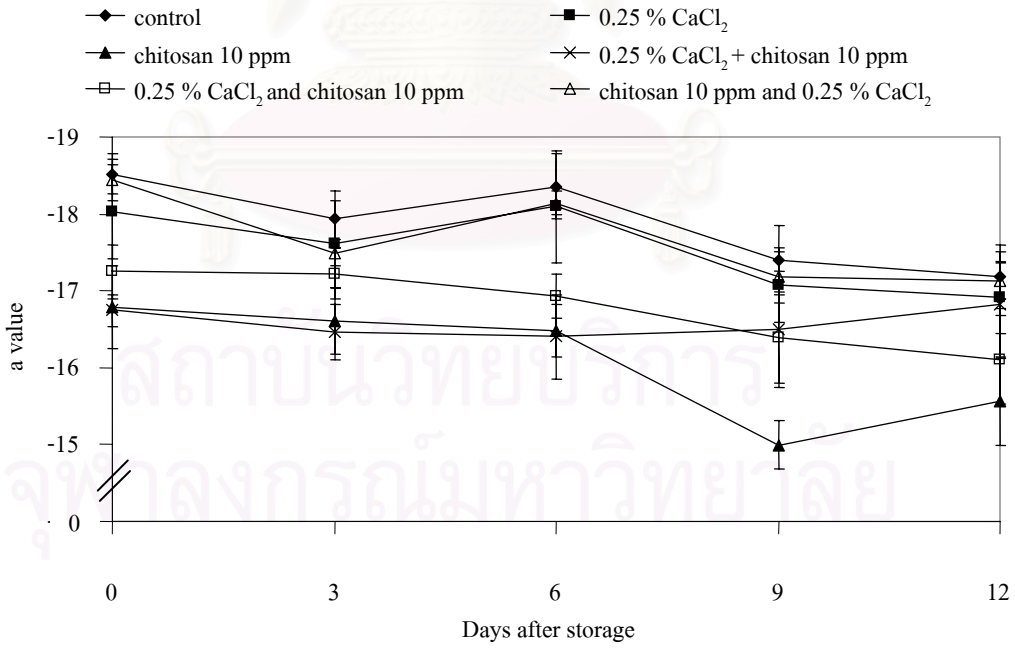
ภาพที่ 50 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



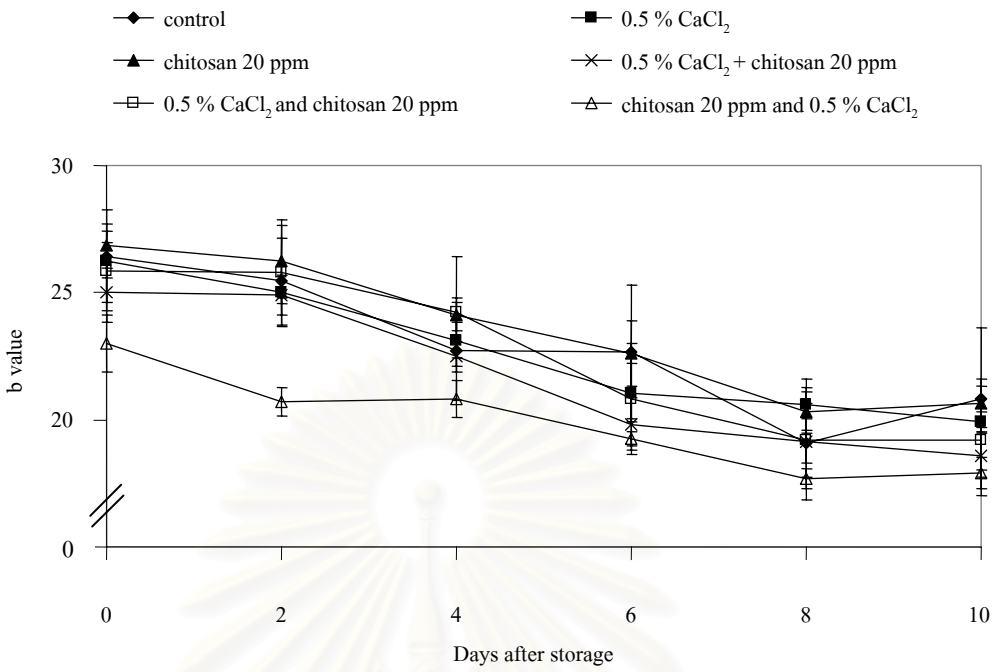
ภาพที่ 51 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



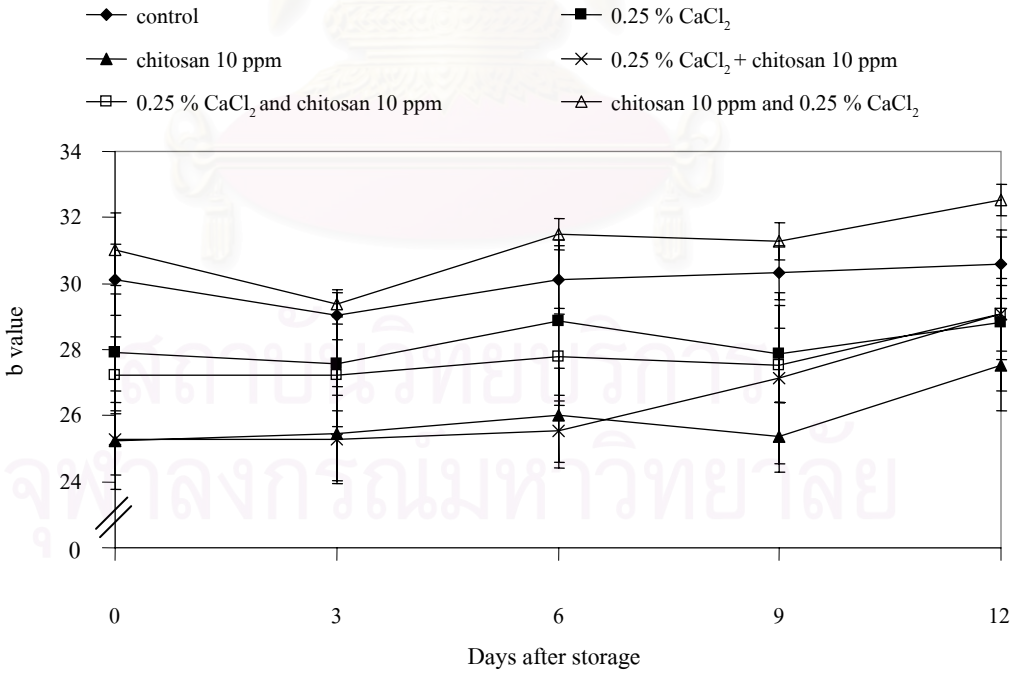
ภาพที่ 52 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



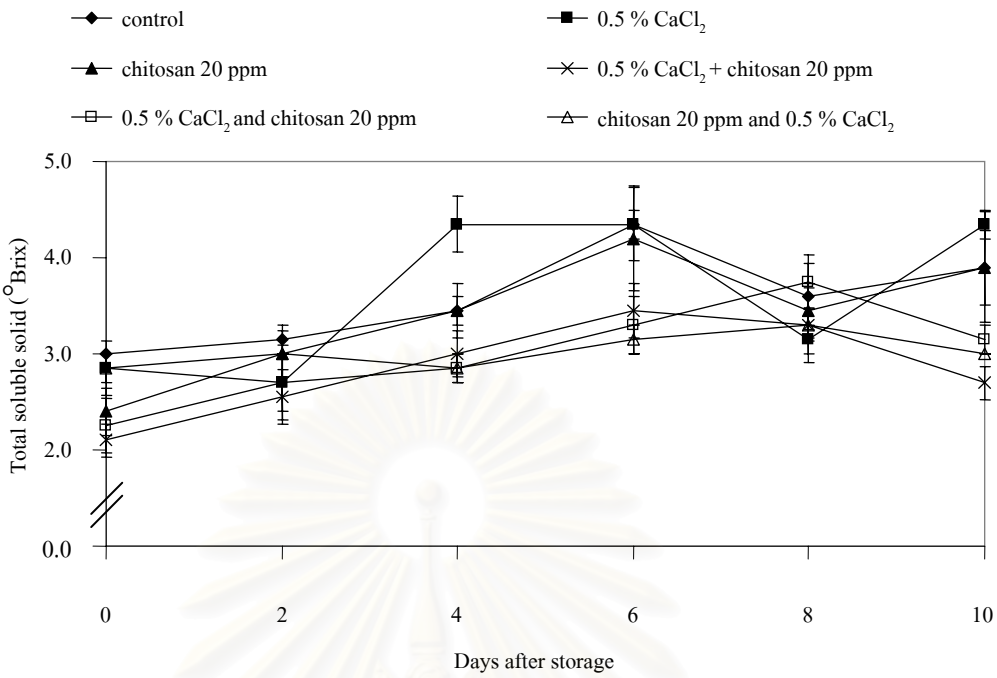
ภาพที่ 53 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



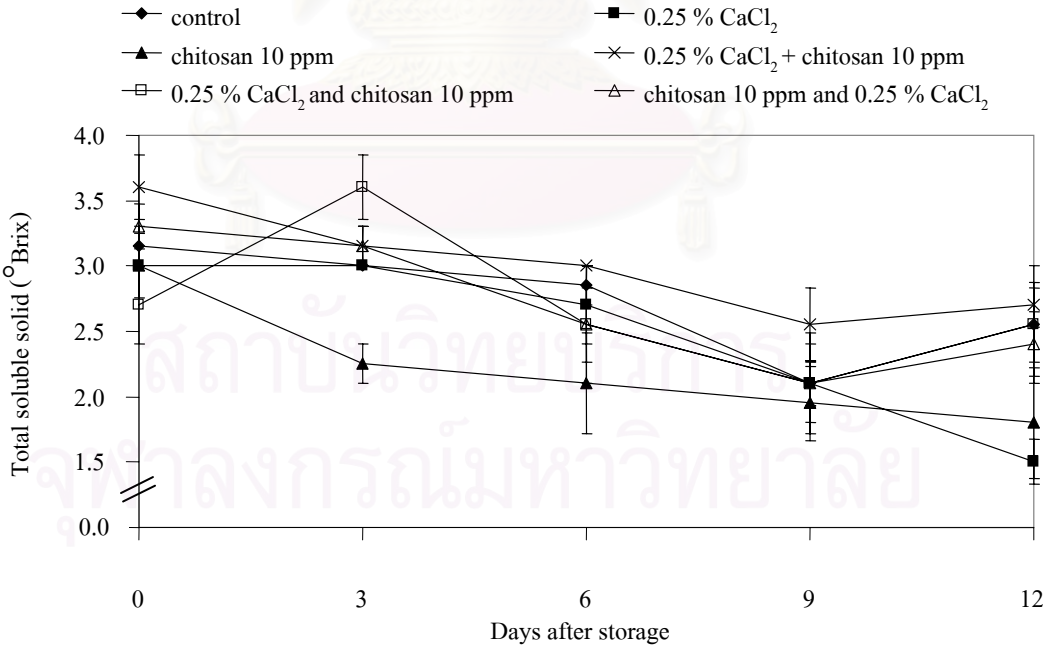
ภาพที่ 54 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



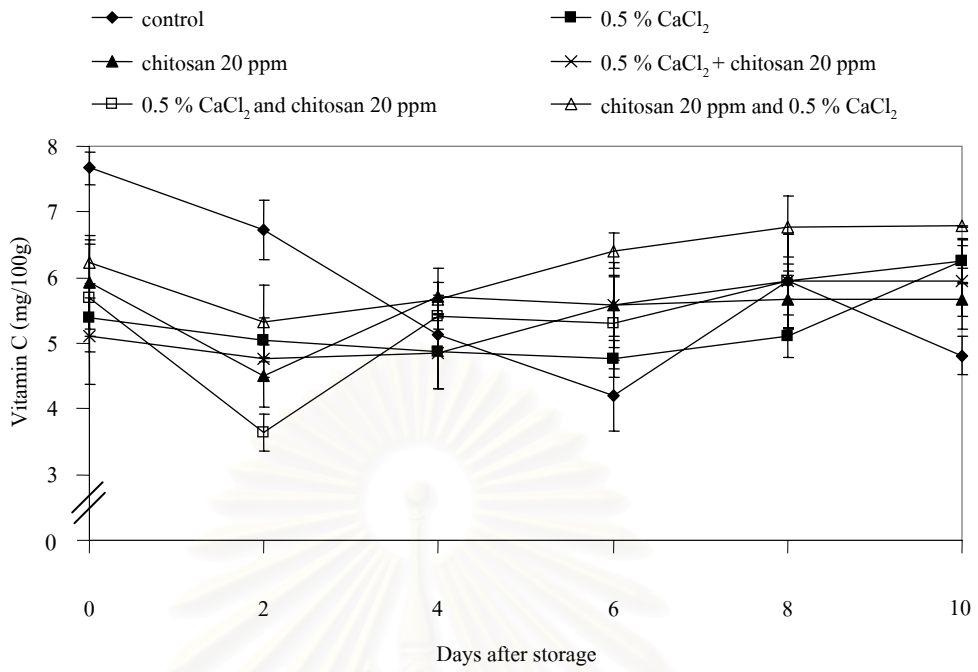
ภาพที่ 55 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



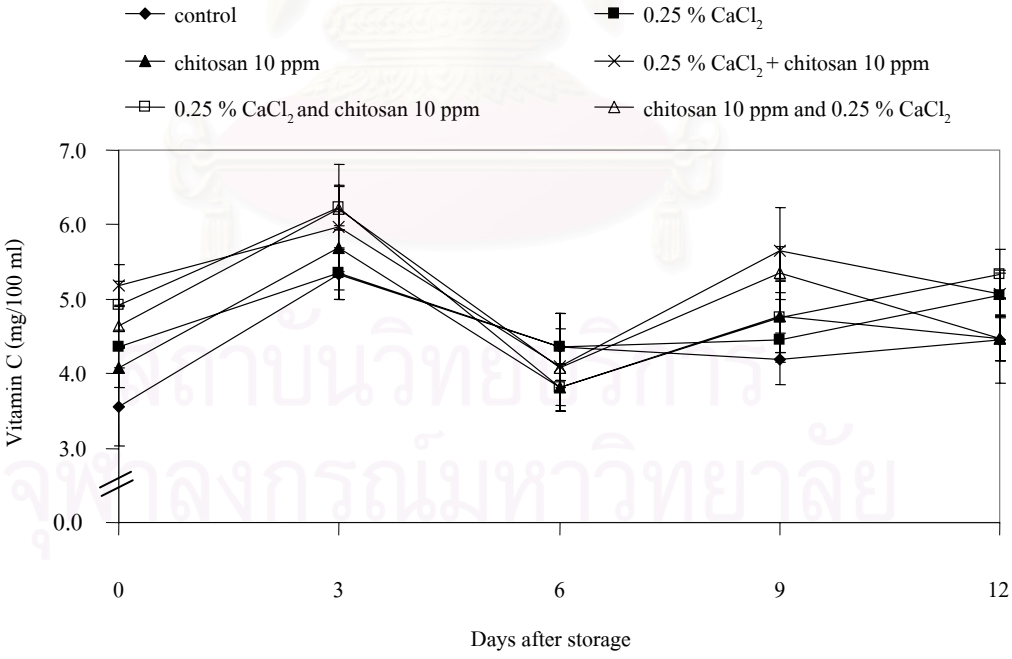
ภาพที่ 56 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



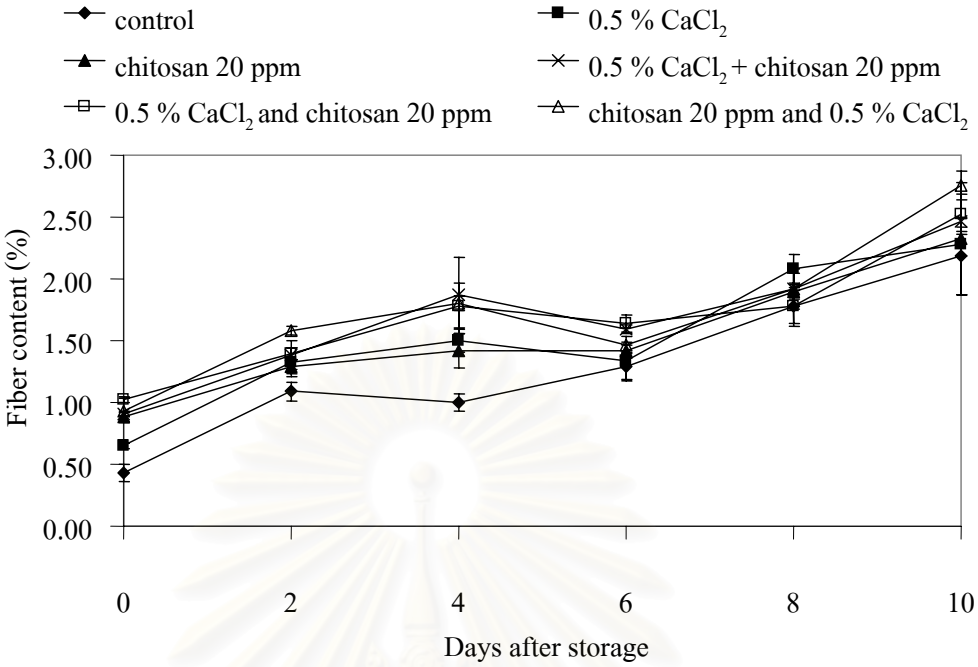
ภาพที่ 57 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



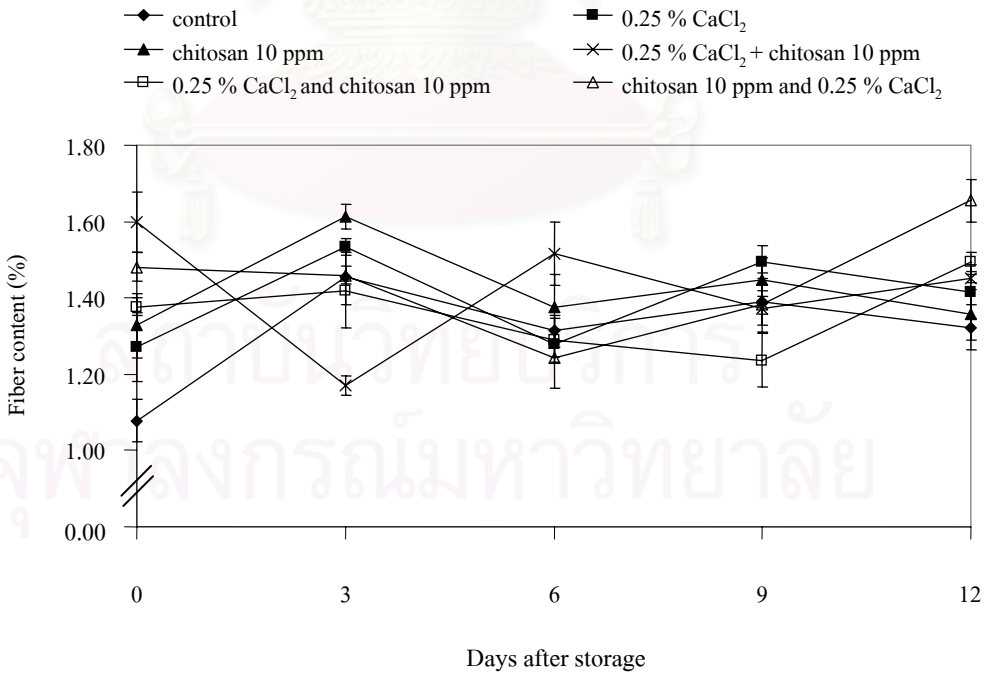
ภาพที่ 58 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



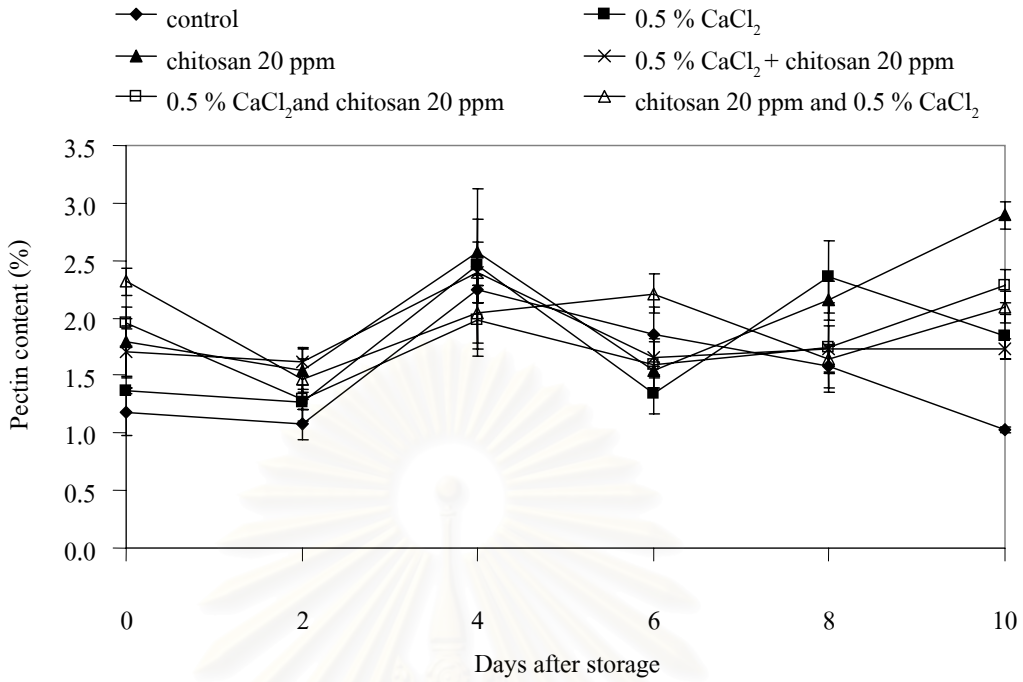
ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



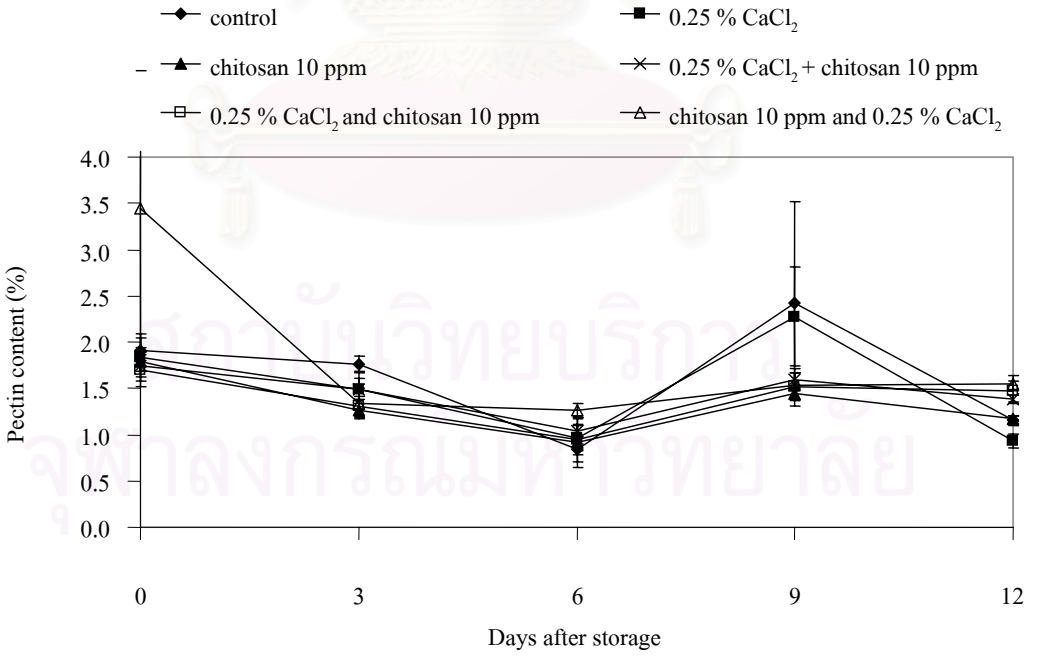
ภาพที่ 60 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



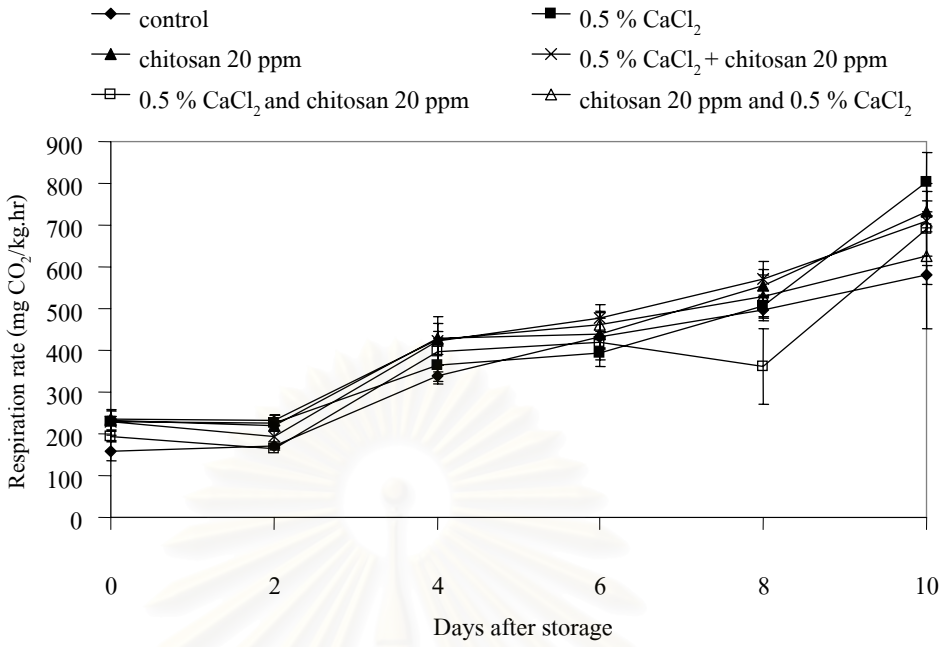
ภาพที่ 61 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



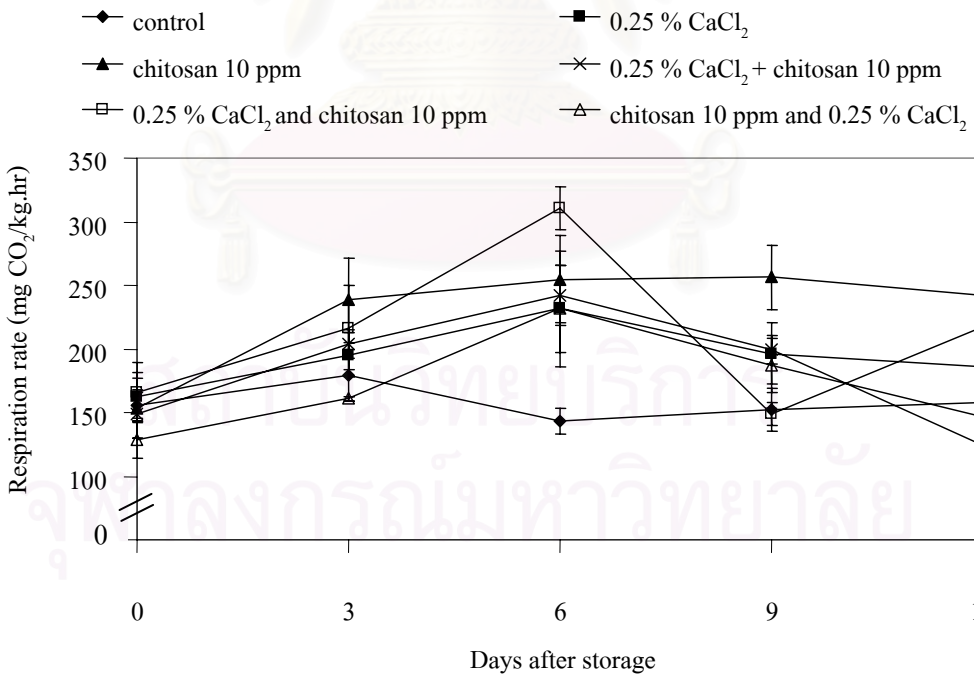
ภาพที่ 62 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 63 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 64 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 65 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

5.1 ผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียว

ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้วจะเกิดการสูญเสียน้ำได้ตลอดเวลา ซึ่งอาจสูญเสียถึง 70 % และการสูญเสียน้ำนี้จะทำให้คุณภาพต่าง ๆ ของผลผลิตลดลง เช่น ทำให้รูปร่าง ลักษณะ และรสชาติของผลผลิตเปลี่ยนแปลงไป การสูญเสียน้ำออกจากผลขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาดของผล (sizing) จำนวนปากใบ lenticel trichome ชั้นของสารเคลือบผิว (boundary layer cuticle) และบาดแผลต่าง ๆ เมื่อเกิดการสูญเสียน้ำ ฝักกระเจี๊ยบเขียวจะเหี่ยว เกิดรอยจีบบริเวณผิวฝัก เนื่องจากฝักกระเจี๊ยบเขียวมีปากใบ (ญาวดี ศรีเมฆ, 2545) ซึ่งเป็นทางที่น้ำจากภายในฝักระเหยออกสู่บรรยากาศรอบนอกได้ จากการศึกษาพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์หลังการเก็บเกี่ยวสามารถรักษาน้ำหนักของฝักระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้น มีน้ำหนักของฝักสูงกว่าชุดการทดลองควบคุมตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยเฉพาะสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 มีน้ำหนักของฝักสูงที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีน้ำหนักของฝักสูงที่สุดเมื่อเทียบกับชุดการทดลองควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในผลเงาะ (รุ่งนภา อินทปิ่น, 2547) และผลฝรั่ง (มนตรี กลิ่นระรวย, 2543) พบว่า การให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีผลทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง มีรายงานว่า แคลเซียมมีบทบาทสำคัญในการควบคุม guard cell turgor และ stomatal aperture (Ward et al., 1995) โดยการเพิ่มขึ้นของแคลเซียมอิออน สามารถชักนำให้เกิดการปิดของปากใบได้ (Lee et al., 1999) หรือแคลเซียมไปมีผลให้แรงดันเต่งสูงขึ้น ทำให้ช่องว่างระหว่างเซลล์มีขนาดเล็กลง และแคลเซียมยังมีผลทำให้ osmotic potential มีค่าลดลง จึงส่งผลให้ water permeability ลดลง (Robson et al., 1989; Saftner and Conway, 1998) หรืออาจเกิดจาก แคลเซียมช่วยลดการผ่านเข้าออกของน้ำออกจากเซลล์ (Garcia et al, 1996) ดังนั้น กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ จึงมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง

จากผลการศึกษาพบว่า กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส มีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้จนถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยกระเจี๊ยบ

เขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 มีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกสูงที่สุด ส่วนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า มีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ยังไม่มีรายงานโดยตรงถึงผลของการใช้แคลเซียมคลอไรด์ต่อคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอก แต่จากการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ยิ่งสูง มีผลทำให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกยิ่งต่ำ อาจเป็นเพราะว่า ความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ที่สูงเกินไป จะก่อให้เกิดอันตรายกับเซลล์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการเกิด salt stress มีผลไปเร่งให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ขึ้นได้ (Lester, 1996) จากผลการศึกษาพบว่า แคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 1 % ขึ้นไป จะทำให้บริเวณผิวฝักของกระเจี๊ยบเขียวเกิดรอยไหม้สีดำขึ้นกระจายทั่วทั้งฝัก จึงมีผลให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกลดลงมากกว่ากระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 1 %

แคลเซียมคลอไรด์มีผลต่อการเน่าเสียของผักและผลไม้ เมื่อใช้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว มีผลทำให้ระดับของแคลเซียมในเนื้อเยื่อเพิ่มมากขึ้น และพบว่าผลผลิตมีความต้านทานโรคได้ดีขึ้น ในผลสตรอเบอร์รี่ที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ สามารถควบคุมการเน่าเสีย และยืดอายุการเก็บรักษาจาก 3 วันเป็น 21 วัน โดยปราศจากการเข้าทำลายของโรค (Garcia et al., 1996) จากผลการศึกษาพบว่า ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ไม่พบการเข้าทำลายของโรค ส่วนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลอง ยกเว้นกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีการเข้าทำลายของโรค ทั้งนี้อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ไม่สามารถยับยั้งการเกิดโรคได้

ปริมาณน้ำคงเหลือในฝักกระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มลดลง เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น เนื่องมาจาก ฝักกระเจี๊ยบเขียวมีปากใบ ซึ่งเป็นทางที่น้ำจากภายในฝักระเหยออกสู่บรรยากาศรอบนอกได้ ส่งผลให้ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณน้ำคงเหลือของฝักจึงลดลง ที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีปริมาณน้ำคงเหลือสูงที่สุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ส่วนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณน้ำคงเหลือไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากผลการศึกษาพบว่า ความแน่นเนื้อของฝักกระเจี๊ยบเขียวมีแนวโน้มลดลง โดยพบว่าการเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ความแน่นเนื้อของฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์และชุดทดลองควบคุมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ส่วนที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีความแน่นเนื้อสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับผลการศึกษาใน สตรอเบอร์รี่ (Garcia et

al., 1996) และแคนตาลูป (เพชรพนา สงวนวงษ์วิจิตร, 2541) พบว่า การให้แคลเซียมคลอไรด์สามารถรักษาความแน่นเนื้อของผลผลิตได้ อาจเนื่องมาจาก แคลเซียมเข้าไปทำปฏิกิริยากับ pectic acid ของผนังเซลล์ กลายเป็น calcium-pectate ทำให้ผนังเซลล์ยึดเกาะกันแข็งแรงมากขึ้นและรักษาความสมบูรณ์ของเซลล์ได้ (Fry, 2001; Conway et al., 1997)

การเปลี่ยนแปลงสีของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงค่า a ซึ่งแสดงถึงสีเขียวกรณีมีค่าเป็นลบ มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา โดยพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.10 มีค่า a สูงที่สุดในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า b ซึ่งแสดงถึงระดับของสีเหลือง พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 และ 4 มีค่า b ต่ำที่สุด คือเหลืองน้อยที่สุด ในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่า a ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 มีค่าสูงที่สุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า b ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 มีค่าต่ำที่สุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 4 มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด สูงที่สุดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ferguson (1984) และ Lester (1996) พบว่า ถ้าปริมาณของแคลเซียมในผักและผลไม้มีปริมาณเพิ่มขึ้น จะมีผลทำให้สามารถลดการเปลี่ยนแปลงการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ เนื่องจาก แคลเซียมสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ chlorophyllase ได้

5.2 ผลของสารละลายไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียว

กระเจี๊ยบเขียวทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักของฝักลดลงตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ เช่นเดียวกับการทดลองที่ให้แคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม พบว่า เมื่อเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มีน้ำหนักของฝักสูงกว่ากระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาใน สตรอเบอร์รี่ และราสเบอร์รี่ (Hen et al., 2004) มังคุด (ชัยรัตน์ นันทภัทร์ และคณะ, 2543) มะม่วง (วิษณุ นิยมเหลา และคณะ; วิเชียร เลี่ยมนาค, 2541) ลิ้นจี่ (Dong et al., 2004) ลำไย (Jiang and Li, 2001) แตงและพริกยักษ์ (Ghaouth et al., 1991) ซึ่งพบว่า ไคโตซานสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดได้ เนื่องจากไคโตซานมีหมู่ฟังก์ชันที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยา คือหมู่อะมิโน ($-NH_3$) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 2 (C-2) หมู่ primary

alcohol ($-CH_2OH$) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 (C-6) และ secondary alcohol ($-CH_2OH$) ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 (C-3) ทำให้หมู่ฟังก์ชันทั้ง 3 หมู่นี้ สามารถก่อรูปเป็นฟิล์มบาง ๆ โดยฟิล์มดังกล่าวมีสมบัติในการที่ยอมให้อากาศและน้ำผ่านเข้าออกได้ (semi-permeable) (Zhang and Quantick, 1998) ฟิล์มดังกล่าวจะไปช่วยลดอัตราการหายใจ อัตราการคายน้ำ การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างภายในฝักกับบรรยากาศนอกน้อยลง จึงทำให้ผลผลิตมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง แต่จากการศึกษา ไคโตซานที่ใช้ในการทดลองเป็นความเข้มข้นในระดับที่ต่ำ ซึ่งน่าจะสามารถซึมผ่านเข้าไปเกิดปฏิกิริยาภายในได้มากกว่าที่จะมีคุณสมบัติเป็นฟิล์ม โดยมีรายงานว่า ไคโตซานเป็น elicitor ที่สามารถยับยั้งการเปิดของปากใบมะเขือเทศได้ (Lee et al., 1999) ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า ไคโตซานอาจจะไปมีผลในการยับยั้งการเปิดของปากใบในฝักกระเจี๊ยบเขียว จึงมีผลทำให้กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานสามารถรักษาน้ำหนักของฝักได้

นอกจากนี้ยังพบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส ไม่พบการเกิดโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาใน มะม่วง (วิษณุ นิยมเหลา และคณะ; วิเชียร เลี่ยมนาค, 2541) ลำไย (Jiang and Li, 2001) พีช (Li and Yu, 2000) แตงและพริกยักษ์ (Ghaouth et al., 1991) มะเขือเทศ (Ghaouth et al., 1992) โดยพบว่า ไคโตซานสามารถลดการเกิดโรคและการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาได้ เนื่องจากไคโตซานมีสมบัติเป็น elicitor ในการกระตุ้นให้พืชเกิดการป้องกันตัวเอง โดยไปชักนำการทำงานของเอนไซม์ chitinase, chitosanase หรือ β, 1-3 glucanase (El Ghaouth et al., 1992; Hirano and Nagao, 1989; Zhang and Quantick, 1997; Zhang and Quantick, 1998) ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะเข้าไปยับยั้งการเจริญและเข้าทำลายผนังเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ จึงช่วยลดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์และลดการเกิดโรคได้

จากลักษณะที่ปรากฏภายนอกของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 ppm และ 50 ppm สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงลักษณะของฝักได้ดีที่สุด โดยมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ถึงวันที่ 4 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส ฝักเกิด chilling injury โดยฝักมีลักษณะฉ่ำน้ำ จึงทำให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่ากระเจี๊ยบเขียวมีคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ถึงวันที่ 9 ของการเก็บรักษา โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง และยังพบอีกว่า กระเจี๊ยบเขียวมีการเข้าทำลายของโรค ซึ่งทำให้คะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกไม่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ นอกจากนี้ ฝักกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานยังมีลักษณะมันวาว ซึ่งอาจเกิดจากการทำงานของไคโตซานใน

ฐานะของ elicitor ที่กระตุ้นการทำงานของยีนที่สร้าง phenylalanine ammonia-lyase (PAL) (Notsu et al., 1994, Vander et al., 1998) ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบกลุ่มฟินอลิก เช่น lignin บริเวณผิวของฝักเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ฝักกระเจี๊ยบเขียวเกิดความวาว ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถช่วยเพิ่มแรงดึงดูดในผู้บริโภคได้

การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm มีความแน่นเนื้อสูงที่สุด ในขณะที่กระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมมีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาใน สตรอเบอร์รี่ (Ghaouth et al., 1991) มังคุด (ชัยรัตน์ นันทภัทร์ และคณะ, 2543) มะม่วง (วิษณุ นิยมเหลา และคณะ; วิเชียร เลี่ยมนาค, 2541) ฝรั่ง (มนตรี กลิ่นระรวย, 2546) มะเขือเทศ (Ghaouth et al., 1992) ซึ่งพบว่า ไคโตซานสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้ อาจเนื่องมาจากไคโตซานสามารถรักษาคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว จึงส่งผลให้สามารถรักษาความแน่นเนื้อของฝักกระเจี๊ยบเขียวด้วย

การเปลี่ยนแปลงสีของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีฝัก (ค่า a) ได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาใน สตรอเบอร์รี่ และราสเบอร์รี่ (Hen et al., 2004) มังคุด (ชัยรัตน์ นันทภัทร์ และคณะ, 2543) มะม่วง (วิษณุ นิยมเหลา และคณะ; วิเชียร เลี่ยมนาค, 2541) ลิ้นจี่ (Jiang et al., 2005) ลำไย (Jiang and Li, 2001) มะนาว (ไพรัตน์ โสภโณดร และคณะ, 2536) แตงและพริกยักษ์ (Ghaouth et al, 1991) มะเขือเทศ (Ghaouth et al, 1992) พบว่า ไคโตซานสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของผลิตผลได้

5.3 อิทธิพลร่วมของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียว

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 ร่วมกับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และผลของแคลเซียมคลอไรด์หรือไคโตซานอย่างเดียว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวสามารถรักษาคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียวได้ดีที่สุด โดยสามารถรักษาน้ำหนักสดของฝักสอดคล้องกับผลการศึกษาในผลเงาะ (รุ่งนภา อินทปิ่น, 2547) และผลฝรั่ง (มนตรี กลิ่นระรวย, 2543) ซึ่งพบว่า การให้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์มีผลทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยลง รักษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด รวมทั้งลักษณะที่ปรากฏภายนอกได้

กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว ยังสามารถรักษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาใน Spanish strawberry (Garcia et al., 1996) นอกจากนี้ยังมีปริมาณเพคตินในปริมาณที่ต่ำ อาจเป็นเพราะว่าแคลเซียมที่ให้จากภายนอกสามารถเข้าไปทำปฏิกิริยากับ pectic acid ในผนังเซลล์ กลายเป็น calcium-pectate ยึดเกาะกันแข็งแรงมากขึ้น (Fry, 2001; Conway et al., 1997) จึงทำให้สกัดได้เพคตินในปริมาณน้อย

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบกับ ผลของแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ร่วมกับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm สามารถรักษาคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียวได้ดีที่สุด โดยสามารถรักษาน้ำหนักสดของฝัก ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และมีเปอร์เซนต์การเข้าทำลายของโรคต่ำ

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 6 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองควบคุมและชุดการทดลองอื่น ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏภายนอก ซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้ถึงวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว มีอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 9 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกระเจี๊ยบเขียวในชุดการทดลองอื่น ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่ปรากฏภายนอก ซึ่งมีคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ถึงวันที่ 9 ร่วมกับเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค ซึ่งมีเปอร์เซนต์ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ

จากผลการศึกษาที่ทั้ง 2 อุณหภูมิ พบว่า การใช้แคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียวสามารถรักษาคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียวได้ดีที่สุด สำหรับการใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซาน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แคลเซียมคลอไรด์อย่างเดียว หรือใช้ไคโตซานอย่างเดียว มีผลค่อนข้างน้อยต่อการรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวของฝักกระเจี๊ยบเขียว นั่นแสดงว่า แคลเซียมคลอไรด์และไคโตซาน อาจจะมีการทำงานที่คล้ายคลึงกัน จึงไม่ส่งผลให้เกิดอิทธิพลร่วมต่อการรักษาคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว เพราะฉะนั้นจึงสามารถเลือกใช้แคลเซียมคลอไรด์หรือไคโตซานเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็สามารถรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียวได้ นอกจากนี้ปัจจัยก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวอาจจะส่งผลกระทบต่อส่วนประกอบทางเคมี และคุณภาพของฝักกระเจี๊ยบเขียว เช่น สภาพดินฟ้าอากาศ แหล่งปลูกและฤดูกาลที่ปลูก เนื่องจากฝักกระเจี๊ยบเขียวที่นำมาทดลองไม่ได้มาจากฤดูกาลเดียวกัน จึงอาจส่งผลให้การใช้แคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับไคโตซาน มีผลค่อนข้างน้อยต่อการรักษาคุณภาพภายหลังการเก็บเกี่ยวฝักกระเจี๊ยบเขียวก็อาจเป็นได้

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลการใช้แคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 และ 18 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียว

1. ผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 18 องศาเซลเซียส

1.1 การเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความความเข้มข้นร้อยละ 0.50 สามารถรักษาน้ำหนักของฝักและลักษณะที่ปรากฏภายนอกได้ แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.75 มีปริมาณน้ำคงเหลือในฝักกระเจี๊ยบเขียวมากที่สุด และแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 สามารถรักษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้

1.2 การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ช่วยรักษาความแน่นเนื้อ และสีของฝัก (ค่า a) ได้ แคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3.00 สามารถรักษาน้ำหนัก และสีของฝัก (ค่า b) ได้ และกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 ไม่พบการเข้าทำลายของโรค

2. ผลของสารละลายไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 18 องศาเซลเซียส

2.1 การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 50 ppm สามารถคงคะแนนลักษณะที่ปรากฏภายนอกดีที่สุด ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm สามารถรักษาปริมาณน้ำของฝักกระเจี๊ยบเขียวได้ดีที่สุดตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา นอกจากนี้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm

รักษาระดับความแน่นเนื้อสูง และไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm สามารถรักษาสีของฝัก (ค่า a) ได้

2.2 การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

ไคโตซานสามารถรักษาน้ำหนักของฝักได้ดี และไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ไม่พบการเข้าทำลายของโรคตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษา

3. อิทธิพลร่วมของแคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานต่อคุณภาพและการตอบสนองทางสรีรวิทยาของฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 และ 18 องศาเซลเซียส

3.1 การเก็บรักษากระเจี๊ยบเขียวที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.50 ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm พบว่า กระเจี๊ยบเขียวชุดการทดลองที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว สามารถรักษาน้ำหนักของฝัก ลักษณะที่ปรากฏภายนอก ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดได้ และกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานเพียงอย่างเดียว ช่วยรักษาสีของฝัก (ค่า a) และปริมาณเพคตินในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยไคโตซาน สามารถรักษาปริมาณน้ำของฝัก และลดอัตราการหายใจ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานก่อนและตามด้วยแคลเซียมคลอไรด์ สามารถรักษาปริมาณเพคติน และวิตามินซีได้ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา

3.2 ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

การใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.25 ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm พบว่า กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์เพียงอย่างเดียว สามารถรักษาน้ำหนักของฝัก ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ทั้งหมด และมีเปอร์เซนต์การเข้าทำลายของโรคต่ำที่สุด กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ก่อนและตามด้วยไคโตซาน สามารถรักษาปริมาณน้ำของฝัก ลักษณะที่ปรากฏภายนอก และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ กระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับไคโตซานก่อนและตามด้วยแคลเซียมคลอไรด์สามารถรักษาปริมาณเพคติน สีของฝัก (ค่า L) ได้ ส่วนกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ผสมกับไคโตซานมีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กมลวรรณ ชูชีพ. 2543. **ผลของไคโตซานต่อคุณภาพของสตรอเบอร์รี่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

กองส่งเสริมพืชสวน. 2538. กระเจี๊ยบเขียว. **วารสารเกษตรก้าวหน้า.** 10(6): 1-32.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉันทนา สีผึ้ง. 2544. มารู้จักกระเจี๊ยบเขียวเพิ่มขึ้นอีกนิดเถอะ. **นิตยสารแม่โจ้ปริทัศน์.** 2(3): 18-21.

ชัยรัตน์ นันทภัทร์, ดวงพร สาระมาศ และอนุรดี วิทยาปัญญานนท์. 2543. **การเคลือบผิวมังคุดด้วยไคโตซาน.** ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ญาวดี ศรีเมฆ. 2545. **ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะฝัก การเปลี่ยนแปลงคุณภาพกับการใช้ถุงพลาสติกชนิดต่าง ๆ ในการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดนัย บุณยเกียรติ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2535. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2548. **การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช. 2543. **การศึกษาดัชนีการเก็บเกี่ยว การทำ precooling การบรรจุ และการเก็บรักษาฝักกระเจี๊ยบเขียว**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปัทมา วิศาลนิตน์, ทศพร ทองเที่ยง, ปิยทัศน์ ทองไตรภพ และณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. 2546. ผลของไคโตซานต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของสตรอเบอรี่. **เอกสารประกอบการประชุม ไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย** 17-18 กรกฎาคม ณ ห้องประชุม อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพชรพนา สงวนวงษ์วิจิตร. 2541. **ผลของการใช้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผลแตงแคนตาลูปพันธุ์ซันเลดี้ในระหว่างการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์

ปริญญามหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ไพรัตน์ โสภโณดร, สุทธวัฒน์ เบญจกุล และวิคเนตร พระพุทธ. 2536. การใช้ไคโตซานเป็นสารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษามะนาว. **วารสารสงขลานครินทร์.** 15: 259-265.

ภาวดี เมธะคานนท์. **การใช้ไคติน-ไคโตซานในการเกษตร**. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC), กรุงเทพฯ.

มนตรี กลิ่นระรวย. 2543. **ผลของสารเคลือบผิวและสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพการเก็บรักษาของฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

รัฐ พิชญางกูร. 2543. **กลไกการใช้ไคติน-ไคโตซานในการเพิ่มผลผลิตของพืชและสัตว์**. เกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) ร่วมกับชมรมไคติน-ไคโตซาน.

รุ่งนภา อินทปิ่น. 2547. **การใช้แคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของเงาะพันธุ์โรงเรียน *Nephelium Iappaceum* L. cv. RONGRIAN**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณภา. 2544. กระเจี๊ยบเขียวผักเพื่อการส่งออก. **วารสารเคหะการเกษตร.** 25(7): 140-147.

วิเชียร เลี่ยมนาค. 2541. **ผลของสารเคลือบผิวด้วยไคโตซานต่อการควบคุมโรคและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้และเขียวเสวย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

วิษณุ นิยมเหลา, หะริน รุ่งเรืองวรวัฒน์ และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2546. อิทธิพลของสารเคลือบ chitosan ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. **เอกสารประกอบการประชุม ไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย** 17-18 กรกฎาคม ณ ห้องประชุม อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถิต พูลทรัพย์. 2542. อนุพันธ์ไคติน/ไคโตซาน. **Newsletter สาระความรู้ชมรมไคติน-ไคโตซาน.** 1: 1-3.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. **การส่งออกผักที่สำคัญของประเทศไทย.** 1 หน้า

สุขสันต์ สุทธิผลไพบูลย์. 2543. กระเจี๊ยบเขียวส่งออก. **ผู้ส่งออก.** 14(311): 33-37.

สุวลี จันทร์กระจ่าง. 2542. สารไคติน-ไคโตซาน ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติและการประยุกต์ใช้ประโยชน์. **เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการเรื่อง ความร่วมมือของภาครัฐและเอกชนในการพัฒนาการผลิตและการใช้สารไคติน-ไคโตซาน แบบครบวงจร.** ณ โรงแรมไอเฟิล จ. ระนอง วันที่ 2-3 เมษายน.

สุดคนึง พึ่มชัย, วิษณุ นิยมเหลา และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2546. อิทธิพลของสารเคลือบ chitosan น้ำหนัก โมเลกุลต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและคุณภาพการเก็บรักษามะม่วง พันธุ์น้ำดอกไม้. **เอกสารประกอบการประชุม ไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย** 17-18 กรกฎาคม ณ ห้องประชุม อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนันต์ จิตรธรรม. 2542. **ผลของอุณหภูมิสูงและแคลเซียมคลอไรด์ต่ออาการสะท้านหนาวของผลละมุดพันธุ์มะกอก (*Archras sapota* Linn.) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Aderyi, B.I. 1985. Effects of ascorbic acid and pre-packaging on shelf life and quality of raw and cooked okra (*Hibiscus esculentus*). **Food Chemistry**. 16: 69-77.

Asker, A., and Treptow, H. 1993. **Quality assurance in tropical fruit processing.** Springer-Verlag Berlin Heideberg: Budapest.

Baxter, L., and Water, L.Jr. 1990. Controlled atmosphere effects on physical changes and ethylene evolution in harvested okra. **HortScience**. 25(1): 92-95.

Ben-Arie, R., Lurie, S., and Mattoo, A.K. 1982. Temperature dependent inhibitory effects of calcium and spernine on ethylene biosynthesis in apple disc correlate with changes in microsomal membrane microviscosity. **Plant Science Letter**. 24: 239-247.

Burn, J.K., and Evenson, K.B. 1986. Ca^{2+} effect on ethylene, carbondioxide and 1-amonocyclopropane-1-carboxylic acid synthase activity. **Physiologia Plantarum**. 66: 609-615.

Burns, J.K., and Preesy, R. 1987. Ca^{2+} in cell wall ripening tomato and peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 112(5): 783-787.

Chaplin, G.R., and Scott, K.J. 1980. Association of calcium in chilling injury susceptibility of stored avocados. **HortScience**. 15: 514-545.

Chardonnet, C.O., Charron, C.S., Sams, C.E., and Conway, W.S. 2003. Chemical changes in the cortical tissue and cell walls of calcium-infiltration “Golden Delicious” apples during storage. **Postharvest Biology and Technology**. 28: 97-111.

Cheour, F., Makhlouf, J., and Willemot, C. 1992. Delay of membrane lipid degradation by calcium treatment during cabbage leaf senescence. **Plant Physiology**. 100: 1656-1660.

Conway, W.S., and Sams, C.E. 1987. The effects of postharvest infiltration of calcium, magnesium or strontium on decay, firmness, respiration and ethylene production in apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 112: 300-303.

Conway, W.S., Sams, C.E., and Watada, A.E. 1997. Relationships between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**. 398: 31-39.

Conway, W.S., Sams, C.E., Wang, C.Y., and Abbott, J.A. 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 119: 49-53.

Dong, H., Cheng, L., Tan, J., Zheng, K., and Jiang, Y. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. **Journal of Food Engineering**. 64: 355-358.

El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J., and Asselin, A. 1992. Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. **Postharves Phytopathology**. 82: 398-402.

El Ghaouth, A., Arul, J., and Ponnampalam, R. 1991. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruits**. Journal of Food Processing and Preservation**. 15: 359-368.

El Ghaouth, A., Arul, J., Ponnampalam, R., and Boulet, M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. **Jouranl of Food Science**. 56(6): 1618-1620.

El Ghaouth, A., Ponnampalam, R., Castaigne, F., and Arul, J. 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. **HortScience**. 27(9): 1016-1018.

Ferguson, I.B. 1984. Calcium in plant senescence and fruit ripening. **Plant Cell and Environment**. 7: 477-489.

Ferguson, I.B. 1984. Ca^{2+} in plant senescence and fruit ripening. **Plant Cell and Environment**. 7: 441-448.

Fry, S.C. 2001. **Plant cell walls.** In Nature Encyclopedia of life science. Nature Publishing Group, London, http : //www.els.net/.

Garcia, J.M., Herrera, S., and Morilla, A. 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. 44: 30-33.

Gerasopoulos, D., and Richardson, D.G. 1999. Storage temperature and fruit calcium alter the sequence of ripening events of d'Anjou pears. **HortScience**. 34: 316-318.

Gould, W.A. 1977. **Food Quality Assurance.** Westport, Conn.,US: The AVI.

Han, C., Zhao, Y., Leonard, S.W., and Traber, M.G. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fagaria x ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). **Postharvest Biology and Technology**. 33: 67-78.

Hanson, J.B. 1984. **The function of calcium in plant nutrient.** In: Tinker, P.B., Lauchli, A. (Eds), Advances in Plant Nutrition. New York: Praeger Publisher, 149-208.

Hirano, S., and Nagao, N. 1989. Effect of chitosan, pectic acid, lysozome and chitinase on the growth of several phytopathogens. **Agricultural Biochemistry**. 53: 3056-3066.

Hirschi, K.D. 2004. The calcium conundrum: both versatile nutrient and specific signal. **Plant Physiology**. 136: 2438-2442.

Ho, L.C., and Adams, P. 1989. Calcium deficiency. A matter of inadequate to rapidly growing organs. **Plants Today**. 11-12: 202-207.

Ilker, Y., and Morris, L.L. 1975. Alleviation of chilling injury of okra. **HortScience**. 10: 324.

Izumi, H., and Watada, A.E. 1994. Calcium treatment affect storage quality of shredded carrot. **Journal of Food Science**. 59(1): 106-109.

Jarvis, M.C. 1984. Structure and properties of pectin gels in plant cell walls. **Plant Cell and Environment**. 7: 153-164.

Jauneau, A., Cabin-Flaman, A., Verdus, M.C., Ripoll, C., and Thellier, M. 1994. Involvement of calcium in the inhibition of endopolygalacturonase activity in epidermis cell wall of *Linum usitatissimum*. **Plant Physiology and Biochemistry**. 32: 839-846.

Jiang, Y., and Li, Y. 2001. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of longan fruit. **Food Chemistry**. 73: 139-143.

Jiang, Y., Li, J., and Jiang, W. 2005. Effects of chitosan coating on shelf life of cold-stored litchi fruit at ambient temperature. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**. 38:757-761.

Kader, A.A. 1992. **Postharvest physiology.** Postharvest Technology of Horticultural Crops, Second Edition, http://hortweb.cas.psu.edu/courses/hort420/Post.html.

Kalapathy, U., and Proctor, A. 2001. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. **Food Chemistry**. 73: 393-396.

Kang, R.Y., and Yu, Z.F. 2003. Effects of chitosan and calcium chloride coating treatments on the enzyme activity of Yangshan peach during refrigerate storage. **Changjiang Fruits**. 1: 12-14.

Klein, J.D., Conway, W.S., Whitaker, B.D., and Sams, C.E. 1997. Botrytis cinerea in apples is inhibited by postharvest heat and calcium treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 116(6): 91-94.

Lamont, W.J., Jr. 1999. Okra-A versatile vegetable crop. **Hort Technology**. 9: 179-184.

Lee, S., et al. 1999. Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture by inducing the evolution of reactive oxygen species from guard cell of tomato and *Commelina communis.* **Plant Physiology**. 121: 147-152.

Lester, G. 1996. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. **Postharvest Biology and Technology**. 7: 91-96.

Li, H., and Yu, T. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes at postharvest peach fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. 81(2): 269-274.

Lieberman, M., and Wang, S.Y. 1982. Influence of calcium and magnesium on ethylene production by apple tissue slice. **Plant Physiology**. 69: 1150-1155.

Mac Kinny, G. 1941. Absorbtion of light by chlorophyll solutions. **Biological Chemistry.** 140: 315-322.

Nilsen, K.T., and Orcutt, D.M. 1996. **Physiology of plant under stress: Abiotic Factor**. NewYork:John Wiley and Son, 456-514.

Nonnecks, I.L. 1989. **Vegetable production.** New York: Van Nestrand Reinhold.

Notsu, S., Saito, N., Kosaki, H., Inui, H., Hirano, S. 1994. Stimulation of phenylalanine ammonia-lyase activity and lignification in rice callus treated with chitin, chitosan and their derivatives. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry.** 58: 552-553.

Perkins-Veazie, P., and Collins, J.K. 1992. Cultivar packaging and storage temperature differences in postharvest shelf life of okra. **Hort Technology**. 2: 350-352.

Picchioni, G.A., Watada, A.E., Conway, W.S., Whitaker, B.D., and Sam, C.E. 1998. Postharvest calcium infiltration delays membrane lipid catabolism in apple fruit. **Journal of Agriculture and Food Chemistry.** 46: 2452-2457.

Poovaiah, B.W. 1986. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**: 86-89.

Poovaiah, B.W. 1988. The molecular and cellular aspects of calcium action. **HortScience**. 23: 267-271.

Poovaiah, B.W., Glenn, G.M., and Reddy, A.S.N. 1988. Calcium and fruit softening: Physiology and biochemistry. **Horticulture review**. 10: 107-143.

Poubol, J., Kanlayanarat, S., and Maneerat, C. 2000. **Using perforated plastic packaging for extending the shelf life of okra pods.** www.aciar.gov.au/publications/proceedings/100/H.

Rangan, J. 1995. **Phenological and physiological study of Japanse pear grown under adverse condition.** PhD Thesis, Agricultural Program, University of Tsukuba.

Rigney, C.J., and Wills, R.B.H. 1981. Calcium movement a regulating factor in the initiation of tomato fruit ripening. **HortScience**. 16: 550-551.

Robson, M.G., Hopfinger, J.A., and Eok, P. 1989. Postharvest sensory of calcium treated peach fruit. **Acta Horticulturae**. 254: 173-177.

Ruoyi, K., Zhifang, Y., and Zhaoxin, L. 2005. Effect of coating and intermittent warming on enzymes, soluble pectin substances and ascorbic acid of *Prunus persica* (cv. Zhonghuashoutao) during refrigerated storage. **Food Research International**. 38:331-336.

Saftner, R.A., and Conway, W.S. 1998. Effect of postharvest calcium chloride treatments on tissue water relations, cell wall calcium levels and postharvest life of "Golden Delicious" apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 123(5): 893-897.

Salunkhe, D.K., and Kadam, S.S. 1998. **Handbook of vegetable science and technology.** Hong Kong: Marcel Dekk er, Inc.

Sam, C.E., Conway, W.S., Abbott, J.A., Lewis, R.J., and Ben-Shalom, N. 1993. Firmness and decay of apple following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 118(5): 623-627.

Serrano, M., Amoros, A., Pretel, M.T., Martinez-Madrid, M.C., Madrid, R., and Romojaro, F. 2002. Effect of calcium deficiency on melon (*Cucumis melo* L.) texture and glassiness incidence during ripening. **Food Science and Technology. Tnt**. 8(3): 147-154.

Siddiqui, S., and Bangerth, F. 1993. Studies on cell wall mediated changes during storage of calcium infiltrated apple. **Acta Horticulturae**. 326: 105-113.

Souza et al. 1999. Postharvest application of $CaCl_2$ in strawberry fruits (*Fragaria ananassa* Dutch cv. Sequoia) : evalution of fruit quality and postharvest life. **Cienc. E agrotec., Lavras**. 23(4): 841-848.

Sumtharalingam, S. 1996. Postharvest treatment of mangoes with calcium. **Tropical Science**. 36: 14-17.

Vander, P., Varum, K.M., Domatd, A., Gueddari, N.E.E., Moerschbacher, B.M. 1998. Comparison of the ability of partial N-acetylated chitosan and chitooligosaccharides to elicit resistance reactions in wheat leaves. **Plant Physiology**. 118: 1353-1359.

Ward, J.M., Pei, Z-M., and Schroeder, J.I. 1995. Roles of ion channels in initiation of signal transduction in higher plants. **Plant Cell**. 7: 833-844.

White, P.J., and Broadley, M.R. 2003. Calcium in plants. **Annals of Botany**. 92: 487-511.

Will, R.B.H., Tirmazi, S.I.H., and Scott, K.J. 1977. Use of calcium to delay ripening of tomatoes. **HortScience**. 12: 551-552.

Wu, Q.D., Szakacs-Dobozi, M., Hemmat, M., and Hrazdina, G. 1993. Endopolygalacturonase in apples (*Malus domestica*) and its expression during ripening. **Plant Physiology**. 102: 219-225.

Yuen, C.M.C. 1993. **Calcium and fruit storage potential.** Proceeding of Postharvest Handling Tropical fruit: an International Conference, Chang Mai. 218-227.

Zhang, D., and Quantick, P.C. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**. 12: 195-202.

Zhang, D., and Quantick, P.C. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**. 73(6): 763-767.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักโดยเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น

ทำการบันทึกน้ำหนักของฝักในแต่ละชุดการทดลองทุกวัน โดยถือว่าวันแรกที่ทำการทดลอง ฝักมีน้ำหนักเป็น 100 % แล้วนำมาคำนวณการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักดังสมการ

น้ำหนักของฝักเมื่อเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (%) = $\frac{\text{น.น.ในวันที่บันทึกผลการทดลอง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักเริ่มต้นในวันแรก (กรัม)}}$

2. การเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอกของฝัก (ญาวดี ศรีเมฆ, 2545)

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ฝักสีเขียวสดเต่งตึง = 9 คะแนน

ฝักเริ่มเหี่ยวหรือมีรอยเพียงเล็กน้อย = 7 คะแนน

ฝักเริ่มเหี่ยว มีรอยหรือจุดสีน้ำตาลบริเวณผิวและขอบฝัก = 5 คะแนน

ฝักเหี่ยวมีรอยหรือจุดสีน้ำตาลสังเกตเห็นได้ชัดเจน = 3 คะแนน

ฝักมีรอยสีน้ำตาลมาก เปลี่ยนสีหรือเน่า = 1 คะแนน

คะแนนที่ยอมรับได้คือมากกว่า 5 คะแนน

3. การเปลี่ยนแปลงสี

ด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) Minolta รุ่น DP-100 โดยวัดเป็นค่า L, a และ b ซึ่งค่าต่าง ๆ แสดงถึง

ค่า L เป็นค่าความสว่างของสีซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-100 ถ้าค่า L เท่ากับ 0 แสดงว่าเป็นสีดำ 100 แสดงว่าเป็นสีขาว

ค่า a เป็นค่าที่แสดงถึงสีแดงและสีเขียว ถ้าเป็น + แสดงว่าผลิตผลมีสีออกแดง ถ้าเป็น – แสดงว่าผลิตผลมีสีออกเขียว ค่า a ที่ห่างจาก 0 มาก แสดงถึงค่าสีแดงและสีเขียวมากขึ้น

ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีน้ำเงิน ในกรณีที่ค่า b มีค่าเป็นลบ และช่วงสีเหลืองในกรณีที่ค่า b มีค่าเป็นบวก ค่าที่ห่างจาก 0 มากแสดงถึงค่าสีเหลืองหรือน้ำเงินมากขึ้น

4. เปอร์เซนต์การเกิดโรค

โดยการนับจำนวนฝักที่แสดงอาการของโรคและเน่าเสีย คิดเป็นเปอร์เซนต์ ดังนี้

เปอร์เซนต์การเกิดโรค = $\frac{\text{จำนวนฝักที่เน่าเสีย}}{\text{จำนวนฝักทั้งหมด}} \times 100$

5. การเปลี่ยนแปลง Moisture Content (Aderiye, 1985)

ชั่งน้ำหนักสดของชิ้นฝักประมาณ 5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักแห้งที่ได้ด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วนำมาคำนวณตามสมการ

$$\text{moisture content (\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักสด – น้ำหนักแห้ง) x 100}}{\text{น้ำหนักสด}}$$

6. การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS)

ชั่งน้ำหนักเนื้อฝักประมาณ 5 กรัม เติมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1 (dilution factor) บดให้ละเอียดด้วยโกร่งบดยา ใช้ผ้าขาวบางคั้นน้ำ หยดลงในเครื่อง refractometer อ่านค่าและนำไปคำนวณหาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ปริมาณ TSS (° Brix) = ค่า soluble solids ที่อ่านได้ x 2

7. การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (Askar and Treptow, 1993)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างฝักประมาณ 5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ บดกับสารละลาย 3 % Metaphosphoric acid ที่เย็น แล้วเพิ่มปริมาตรเป็น 50 มล. ด้วยสารละลาย 3 % Metaphosphoric acid ที่เย็น กรองด้วยผ้าขาวบาง นำสารละลายที่ได้มา 5 มล. เติม acetone ลงไป 2.5 ml ไตเตรทด้วย Dry solution จนเป็นสีชมพูถาวรเป็นเวลา 15 วินาที นำปริมาตร Dry solution ที่ได้มาคำนวณตามสมการ

$$\text{ปริมาณวิตามินซี (มก./100 ก.)} = \frac{\text{ปริมาตร Dry solution ที่ใช้ (มล.) x Dry factor (มล.) x 50 x 100}}{\text{5 x น้ำหนักตัวอย่างฝัก (กรัม)}}$$

<u>การเตรียม Dry solution</u>

ละลาย 2,6-dichloro-phenol-indophenol sodium salt 50 mg ในน้ำร้อน 150 มิลลิลิตรที่ประกอบด้วย sodium bicarbonate 42 mg ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมน้ำจนมีปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร เก็บในตู้เย็นและหาค่ามาตรฐานทุกครั้งก่อนนำมาใช้

<u>การหาค่า Dry factor</u>

นำ 5 ml สารละลาย Ascorbic acid มาตรฐาน เติมด้วย 5 ml ของสารละลาย 3% Metaphosphoric acid ไตเตรดด้วย Dry solution จนเป็นสีชมพูถาวรเป็นเวลา 15 วินาที แล้วคำนวณค่า Dry factor ควรหาค่า Dry factor ทุกครั้งที่ทำการทดลอง

a = 0.5/b

a = Dry factor

b = ปริมาณ Dry solution ที่ไตเตรด

การเตรียมสารละลาย Ascorbic acid (วิตามิน ซี) มาตรฐาน

ละลาย L-ascorbic acid 100 มิลลิกรัมในสารละลาย 3% Metaphosphoric acid (HPO_3) 100 ml (stock) ก่อนนำมาใช้ ดูสารละลายจาก stock มา 10 ml แล้วเพิ่มปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยสารละลาย 3% Metaphosphoric acid (1มิลลิลิตร ของสารละลายมาตรฐานมี 0.1 มิลลิกรัม ascorbic acid)

8. การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (Gould, 1977)

ชั่งน้ำหนักฝักกระเจี๊ยบเขียว 10 กรัม ต้มในน้ำเดือด 100 มิลลิลิตร นาน 10 นาที เติม NaOH เข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณ 12.5 มิลลิลิตร ต้มต่อไปอีก 5 นาที นำเส้นใยที่เหลือมาล้างบนตะแกรงขนาด 25-30 รู/นิ้ว (mesh) โดยใช้น้ำไหลผ่าน (ล้างจนหมดความลื่น) นำเส้นใยที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักของเส้นใยที่อบได้แล้วคำนวณปริมาณเส้นใยจากสูตร

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเส้นใย x 100}}{\text{น้ำหนักสดของตัวอย่างฝัก}}$$

9. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ (Askar and Treptow, 1993)

ชั่งน้ำหนักฝักตัวอย่าง 5 กรัม ผสมกับ 85% acetone จำนวน 30 ml ใส่ใน dark bottle พักไว้ 15 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองด้วย glass wool ใส่ใน volumetric flask ขนาด 100 ml ปรับปริมาตรเป็น 50 ml ด้วย 85% acetone นำไปวัดด้วยเครื่อง spectrophotometrically ที่ 645 และ 663 แล้วคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์จากสมการ (Mac Kinny, 1941)

$$\text{มิลลิกรัมคลอโรฟิลล์ เอ / กรัมเนื้อเยื่อ} = [12.7(D_{663}) - 2.69(D_{645})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$\text{มิลลิกรัมคลอโรฟิลล์ บี / กรัมเนื้อเยื่อ} = [22.9(D_{645}) - 4.68(D_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

$$\text{มิลลิกรัมคลอโรฟิลล์ทั้งหมด / กรัมเนื้อเยื่อ} = [20.2(D_{645}) + 8.02(D_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

D = ค่า absorbance ที่อ่านได้แต่ละช่วงคลื่น

V = ปริมาตรสุดท้ายของอะซีโตนที่ใช้สกัด (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักสดของเนื้อเยื่อที่นำมาสกัด (กรัม)

10. การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการหายใจ

ชั่งน้ำหนักฝักกระเจี๊ยบเขียวเก็บในขวดโหลแก้วที่ปิดสนิทที่มีปริมาตร 2394 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 25°C) ทำการดูดก๊าซที่ทราบปริมาตรแล้วจำนวน 20

มิลลิลิตร แทนที่ในน้ำเกลืออิ่มตัวในหลอดเก็บก๊าซ แล้วนำก๊าซที่ได้ไปตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ของบริษัท SHIMADZU รุ่น GC-8A สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซ CO_2 ที่มีสภาวะการวิเคราะห์ดังนี้

Column	Porapack Q
Column temperature	50 องศาเซลเซียส
Injection temperature	100 องศาเซลเซียส
Detector	TCD
Carier gas	Helium

อ่านค่าปริมาณ CO_2 ที่ได้จากเครื่อง คำนวณอัตราการหายใจได้จากปริมาณ CO_2 ที่อ่านได้ ดังนี้

จากการวิเคราะห์ปริมาณ CO_2 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น %

สมมติค่า CO_2 ที่อ่านได้มีค่าเป็น X % แสดงว่าในอากาศ 100 ส่วน มี CO_2 X ส่วน

ถ้าในขวดโหลที่ใช้เก็บก๊าซมีปริมาตร 2394 มิลลิลิตร จะมี CO_2 = (2394*X)/100 = 23.94X มิลลิลิตร

กระเจี๊ยบเขียวที่นำมาวัดอัตราการหายใจ มีน้ำหนัก W กิโลกรัม

แสดงว่ากระเจี๊ยบเขียว น้ำหนัก W กิโลกรัม ผลิต CO_2 ได้ 23.94X มิลลิลิตร

ถ้ากระเจี๊ยบเขียว น้ำหนัก 1 กิโลกรัม ผลิต CO_2 ได้ (23.94X)/W ml. CO_2/kg

เวลาที่ใช้วัดอัตราการหายใจ คือ 3 ชั่วโมง

แสดงว่ากระเจี๊ยบเขียวหายใจนาน 3 ชั่วโมง ผลิต CO_2 ได้ (23.94X)/W ml. CO_2/kg

ถ้ากระเจี๊ยบเขียวหายใจนาน 1 ชั่วโมง ผลิต CO_2 ได้ (7.98X)/W ml. CO_2/kg.hr

<u>การเปลี่ยนหน่วยจากมิลลิลิตรเป็นมิลลิกรัม โดยเทียบจากกฎของบอยส์</u>

กฎของบอยส์ PV = Nrt เมื่อ P = ความดันบรรยากาศ ณ อุณหภูมินั้น (1 atm)

n = จำนวนโมล

R = ค่าคงที่ 0.08206

T = อุณหภูมิองศาเคลวิน

V = ปริมาตรของอากาศ หน่วยเป็น ลิตร

V = (nRT)/P , ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

= (1*0.08206*298)/1 = 24.45388 ลิตร (24,453.88 มิลลิลิตร)

ที่อุณหภูมิ 25°C $CO_2$1 โมล มีปริมาตร 24,453.88 มิลลิลิตร ในขณะที่ $CO_2$1 โมล หนัก 44,000 mg.

ดังนั้น $CO_2$1 โมล มีปริมาตร 24,453.88 มิลลิลิตร มีน้ำหนัก 44,000 mg.

ถ้า CO_2 มีปริมาตร (7.98X)/W ml. CO_2/kg.hr จะมีน้ำหนัก (14.358X)/W mg CO_2/kg.hr

สรุป อัตราการหายใจของกระเจี๊ยบเขียว = (14.358X)/W mg CO_2/kg.hr

เมื่อ X = % CO_2 ที่อ่านได้จากเครื่อง Gas Chromatography

W = น้ำหนักสดของกระเจี๊ยบเขียว หน่วยเป็น กิโลกรัม

11. การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (ดัดแปลงจาก Kalapathy and Proctor, 2001)

นำตัวอย่างฝักกระเจี๊ยบเขียวหนักประมาณ 5 กรัม หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วเติมด้วย HCl 0.1 N ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ ความเร็ว 2700 RCF เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนของ supernatant มาเติมด้วย 2-propanol ในปริมาณที่เท่ากัน ทำการตกตะกอนโดยตั้งทิ้งไว้ 4 ชั่วโมง จะเกิดตะกอนเพคตินเป็นวุ้นสีขาวลอยอยู่ด้านบนจำนวนมาก กรองตะกอนเพคตินด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 4 ที่ทราบน้ำหนักแล้ว ล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วย 70% 2-propanol หลาย ๆ ครั้ง ตามด้วย 100 % 2-propanol จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่งและคำนวณหาปริมาณเพคตินจากสูตร

$$\text{ปริมาณเพคติน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเพคติน} \times 100}{\text{น้ำหนักสดของตัวอย่างฝัก}}$$

12. การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ

ทำการวัดความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่อง Fruits Handness Tester (FHR-1)

ค่าความแน่นเนื้อ (นิวตัน, N) = ค่าที่อ่านได้ x 9.807

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	% of initial weight ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	100.000±0.000^{aA}	92.541±0.605^{bB}	84.762±0.695^{bC}	78.780±1.332^{bD}	72.641±1.873^{dE}	65.785±2.316^{dF}
$CaCl_2$ 0.10 %	100.000±0.000^{aA}	96.270±2.073^{aAB}	89.847±2.552^{aB}	83.162±2.218^{aC}	77.495±2.501^{bcdCD}	71.366±2.867^{bcdD}
$CaCl_2$ 0.25 %	100.000±0.000^{aA}	94.842±0.507^{abB}	88.191±1.114^{abC}	83.226±0.978^{aD}	76.276±2.058^{cdE}	70.948±2.153^{cdF}
$CaCl_2$ 0.50%	100.000±0.000^{aA}	95.804±0.707^{aB}	91.732±0.908^{aC}	87.370±1.304^{aD}	83.117±0.878^{aE}	77.555±1.381^{abF}
$CaCl_2$ 0.75 %	100.000±0.000^{aA}	95.164±0.767^{abB}	90.748±0.928^{aC}	85.560±1.180^{aD}	80.909±1.555^{abcE}	75.777±1.608^{abcF}
$CaCl_2$ 1.00 %	100.000±0.000^{aA}	95.986±0.397^{aAB}	91.919±0.866^{aB}	86.414±1.446^{aC}	82.421±2.157^{abCD}	78.071±2.430^{aD}
$CaCl_2$ 2.00 %	100.000±0.000^{aA}	95.924±0.345^{aB}	91.469±1.268^{aC}	86.520±1.588^{aD}	80.793±1.137^{abcE}	75.988±0.653^{abcF}
$CaCl_2$ 3.00 %	100.000±0.000^{aA}	95.052±0.552^{abB}	89.975±0.906^{aC}	85.326±1.518^{aD}	81.003±1.384^{abcE}	76.205±2.316^{abcF}
$CaCl_2$ 4.00 %	100.000±0.000^{aA}	94.760±0.455^{abB}	90.469±0.780^{aC}	85.834±1.017^{aD}	80.467±0.471^{abcE}	75.273±0.703^{abcF}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	% of initial weight ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	100±0.000^{aA}	97.802±0.164^{abB}	96.198±0.630^{abBC}	94.687±0.374^{aC}	92.320±1.074^{abD}	91.116±1.069^{abD}
$CaCl_2$ 0.10 %	100±0.000^{aA}	98.013±0.185^{aB}	95.891±0.273^{abC}	94.527±0.443^{aC}	92.004±1.043^{abD}	91.182±0.908^{aD}
$CaCl_2$ 0.25 %	100±0.000^{aA}	96.921±0.307^{bcdB}	94.823±0.257^{bcC}	92.731±0.278^{bcD}	90.228±0.756^{bE}	87.996±0.768^{bF}
$CaCl_2$ 0.50 %	100±0.000^{aA}	95.416±0.400^{cB}	93.262±0.245^{cC}	90.855±0.182^{dD}	89.477±1.119^{bD}	88.823±1.247^{abD}
$CaCl_2$ 0.75 %	100±0.000^{aA}	96.677±0.261^{cdB}	94.270±0.539^{bcC}	92.646±0.429^{bcC}	89.601±0.940^{bD}	88.268±0.778^{abD}
$CaCl_2$ 1.00 %	100±0.000^{aA}	97.441±0.197^{abcB}	95.871±0.789^{abB}	93.429±0.693^{abC}	90.515±0.626^{abD}	89.754±0.573^{abD}
$CaCl_2$ 2.00 %	100±0.000^{aA}	95.612±0.611^{cB}	94.270±0.962^{bcBC}	91.075±1.103^{cdCD}	89.651±1.539^{bD}	88.474±1.557^{abD}
$CaCl_2$ 3.00 %	100±0.000^{aA}	98.333±0.236^{aB}	97.609±0.645^{aB}	95.069±0.456^{aC}	93.552±0.606^{aD}	90.690±0.431^{abE}
$CaCl_2$ 4.00 %	100±0.000^{aA}	96.051±0.403^{deB}	94.147±0.809^{bcC}	91.522±0.551^{cdD}	90.073±0.710^{bDE}	88.651±0.643^{abE}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (disease infection (%)) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Disease infection (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	2.5±2.500^{aA}	2.5±2.500^{aA}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	2.5±2.500^{aA}	5.0±2.887^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	2.5±2.500^{aA}	2.5±2.500^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.0±0.000^{aA}	5.0±2.887^{aA}	5.0±2.887^{aA}	7.5±2.500^{aA}	7.5±2.500^{aA}	7.5±2.500^{aA}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	7.5±4.787^{aA}	10.0±7.071^{aA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.0±0.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}	5.0±5.000^{abA}	7.5±4.787^{aA}	7.5±4.787^{aA}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	2.5±2.500^{aA}	2.5±2.500^{aA}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	0.0±0.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{bA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	0verall appearance (point) ± SE					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	9.0±0.000	7.0±0.000	5.5±0.500	4.0±0.577	3.0±0.000	3.0±0.000
$CaCl_2$ 0.10 %	9.0±0.000	7.0±0.000	6.5±0.500	5.0±0.000	4.5±0.500	3.0±0.000
$CaCl_2$ 0.25 %	9.0±0.000	7.0±0.000	6.0±0.577	4.5±0.500	4.0±0.577	3.0±0.000
$CaCl_2$ 0.50%	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	6.0±0.577	4.5±0.500	4.5±0.500
$CaCl_2$ 0.75 %	9.0±0.000	7.0±0.000	6.5±0.500	5.0±0.000	5.0±0.000	3.5±0.500
$CaCl_2$ 1.00 %	9.0±0.000	7.0±0.000	5.5±0.500	5.0±0.000	3.5±0.500	3.5±0.500
$CaCl_2$ 2.00 %	9.0±0.000	6.5±0.500	5.0±0.000	2.5±0.500	2.0±0.577	2.0±0.577
$CaCl_2$ 3.00 %	9.0±0.000	4.0±1.000	2.5±0.500	2.5±0.500	1.0±0.000	1.0±0.000
$CaCl_2$ 4.00 %	9.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	3.0±0.000	1.0±0.000	1.0±0.000

ตารางที่ 5 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Overall appearance (point) ± SE					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000
$CaCl_2$ 0.10 %	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000
$CaCl_2$ 0.25 %	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000
$CaCl_2$ 0.50 %	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000
$CaCl_2$ 0.75 %	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000
$CaCl_2$ 1.00 %	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	4.5±0.500	3.0±0.000
$CaCl_2$ 2.00 %	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	3.0±0.000	1.0±0.000
$CaCl_2$ 3.00 %	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	1.0±0.000	1.0±0.000
$CaCl_2$ 4.00 %	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	1.0±0.000	1.0±0.000

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll a content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.04223 ± 0.003^{aA}	0.03084 ± 0.003^{aB}	0.02155 ± 0.002^{bcC}	0.03080 ± 0.003^{aB}	0.04429 ± 0.004^{abA}	0.02685 ± 0.002^{cBC}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.03859 ± 0.005^{aA}	0.03430 ± 0.002^{aAB}	0.02978 ± 0.004^{abcAB}	0.02808 ± 0.004^{aB}	0.03124 ± 0.001^{bAB}	0.03013 ± 0.001^{abcAB}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.03594 ± 0.002^{aA}	0.03088 ± 0.002^{aAB}	0.02683 ± 0.004^{bcAB}	0.02504 ± 0.004^{aB}	0.03592 ± 0.002^{bA}	0.02777 ± 0.003^{bcAB}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.03636 ± 0.002^{aA}	0.03527 ± 0.004^{aA}	0.02814 ± 0.003^{abcA}	0.03474 ± 0.005^{aA}	0.03504 ± 0.003^{bA}	0.03840 ± 0.003^{aA}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.03855 ± 0.003^{aA}	0.03196 ± 0.003^{aA}	0.01924 ± 0.003^{cB}	0.03245 ± 0.005^{aA}	0.03287 ± 0.003^{bA}	0.03294 ± 0.003^{abcA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.03781 ± 0.003^{aA}	0.03945 ± 0.003^{aA}	0.02905 ± 0.003^{abcA}	0.03345 ± 0.005^{aA}	0.03373 ± 0.006^{bA}	0.03290 ± 0.001^{abcA}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.04510 ± 0.004^{aA}	0.03267 ± 0.002^{aBC}	0.03077 ± 0.003^{abcC}	0.03457 ± 0.003^{aBC}	0.04273 ± 0.004^{abAB}	0.03607 ± 0.004^{abABC}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.03939 ± 0.003^{aAB}	0.03995 ± 0.004^{aAB}	0.03383 ± 0.003^{abB}	0.03308 ± 0.003^{aB}	0.05005 ± 0.007^{aA}	0.03801 ± 0.003^{aAB}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.04327 ± 0.005^{aA}	0.04002 ± 0.002^{aA}	0.04014 ± 0.007^{aA}	0.03299 ± 0.004^{aA}	0.03367 ± 0.002^{bA}	0.03115 ± 0.003^{abcA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll a content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.02405±0.0026^{dAB}	0.02044±0.0019^{cAB}	0.02216±0.0030^{abAB}	0.03332±0.0102^{abA}	0.01797±0.0016^{aB}	0.01731±0.0018^{aB}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.03655±0.0028^{bcA}	0.02344±0.0020^{bcB}	0.01914±0.0013^{bB}	0.02202±0.0038^{abB}	0.02428±0.0027^{aB}	0.01805±0.0013^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.03397±0.0024^{cdA}	0.02950±0.0016^{abcAB}	0.02449±0.0038^{abAB}	0.02436±0.0023^{abAB}	0.02022±0.0011^{aB}	0.02519±0.0059^{aAB}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.04341±0.0038^{abcA}	0.03161±0.0027^{abAB}	0.02762±0.0048^{abB}	0.02936±0.0055^{abB}	0.02403±0.0047^{aB}	0.01903±0.0047^{aB}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.03234±0.0034^{cdA}	0.02892±0.0024^{abcA}	0.02559±0.0024^{abA}	0.03038±0.0041^{abA}	0.02025±0.0023^{aA}	0.02467±0.0074^{aA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.03933±0.0027^{bcA}	0.02755±0.0029^{abcAB}	0.02631±0.0056^{abAB}	0.02735±0.0048^{abAB}	0.02625±0.0043^{aAB}	0.01820±0.0032^{aB}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.04339±0.0030^{bcA}	0.03553±0.0022^{aB}	0.02675±0.0013^{abC}	0.02116±0.0027^{bCD}	0.02182±0.0026^{aCD}	0.01735±0.0010^{aD}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.04808±0.0058^{abA}	0.03210±0.0059^{abAB}	0.03652±0.0088^{aAB}	0.03099±0.0028^{abAB}	0.02528±0.0042^{aB}	0.03220±0.0082^{aAB}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.05301±0.0063^{aA}	0.03185±0.0040^{abB}	0.03649±0.0071^{aAB}	0.03841±0.0049^{aAB}	0.02379±0.0037^{aB}	0.02773±0.0053^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll b content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.01573±0.001^{abA}	0.01305±0.001^{bAB}	0.00364±0.000^{cC}	0.00511±0.001^{abC}	0.01459±0.002^{bA}	0.00979±0.001^{cB}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.01502±0.002^{abA}	0.01378±0.001^{bA}	0.00669±0.002^{bcB}	0.00479±0.002^{abB}	0.01228±0.000^{bA}	0.01139±0.001^{bcA}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.01420±0.001^{bA}	0.01220±0.001^{bAB}	0.00620±0.002^{bcC}	0.00325±0.002^{bC}	0.01159±0.002^{bAB}	0.01009±0.000^{cB}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.01418±0.001^{bA}	0.01332±0.002^{bA}	0.00603±0.001^{bcB}	0.00716±0.001^{abB}	0.01381±0.001^{bA}	0.01464±0.001^{aA}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.01491±0.001^{abA}	0.01296±0.001^{bA}	0.00350±0.001^{cC}	0.00681±0.002^{abBC}	0.01060±0.003^{bAB}	0.01349±0.001^{abA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.01542±0.002^{abA}	0.01488±0.001^{bA}	0.00654±0.001^{bcB}	0.00680±0.002^{abB}	0.01238±0.002^{bA}	0.01379±0.001^{abA}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.01899±0.002^{abA}	0.01328±0.001^{bAB}	0.00811±0.001^{bcB}	0.00789±0.001^{abB}	0.01493±0.004^{bA}	0.01392±0.002^{abAB}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.01606±0.002^{abB}	0.01601±0.002^{abB}	0.00932±0.001^{abC}	0.00737±0.001^{abC}	0.02229±0.003^{aA}	0.01510±0.001^{aB}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.01933±0.002^{aA}	0.01907±0.002^{aA}	0.01235±0.003^{aB}	0.00897±0.002^{aB}	0.01383±0.002^{bAB}	0.01286±0.000^{abB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll b content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.00963±0.0015^{dAB}	0.00842±0.0010^{cAB}	0.00823±0.0011^{bAB}	0.01275±0.0034^{abA}	0.00677±0.0009^{bB}	0.00777±0.0010^{aAB}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.01493±0.0013^{cA}	0.01105±0.0010^{bcB}	0.00629±0.0010^{bC}	0.00845±0.0017^{bBC}	0.00914±0.0014^{abBC}	0.00742±0.0009^{aBC}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.01434±0.0016^{cA}	0.01336±0.0007^{abAB}	0.00897±0.0011^{bC}	0.01000±0.0005^{bBC}	0.00807±0.0003^{abC}	0.01063±0.0024^{aABC}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.01725±0.0010^{abcA}	0.01349±0.0011^{abAB}	0.00995±0.0020^{bB}	0.01144±0.0016^{abB}	0.00961±0.0020^{abB}	0.00876±0.0013^{aB}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.01395±0.0014^{cA}	0.01303±0.0012^{abA}	0.00999±0.0008^{bA}	0.01171±0.0017^{abA}	0.00909±0.0011^{abA}	0.01054±0.0027^{aA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.01640±0.0009^{bcA}	0.01336±0.0010^{abAB}	0.01017±0.0023^{bB}	0.01157±0.0023^{abAB}	0.01082±0.0017^{abB}	0.00847±0.0017^{aB}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.01797±0.0009^{abcA}	0.01650±0.0006^{aA}	0.01113±0.0011^{bB}	0.00987±0.0010^{bB}	0.01047±0.0013^{abB}	0.00852±0.0010^{aB}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.02066±0.0019^{abA}	0.01628±0.0024^{aA}	0.02376±0.0114^{aA}	0.01296±0.0016^{abA}	0.01053±0.0016^{abA}	0.01399±0.0031^{aA}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.02163±0.0023^{aA}	0.01638±0.0018^{aAB}	0.01713±0.0019^{abAB}	0.01652±0.0018^{aAB}	0.01249±0.0013^{aB}	0.01229±0.0022^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.05794±0.004^{aA}	0.04388±0.004^{bB}	0.02519±0.002^{cC}	0.03591±0.004^{aB}	0.05886±0.004^{abA}	0.03663±0.003^{cB}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.05360±0.007^{aA}	0.04807±0.003^{abAB}	0.03646±0.005^{abcBC}	0.03286±0.005^{aC}	0.04351±0.001^{bABC}	0.04151±0.002^{bcABC}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.05013±0.002^{aA}	0.04307±0.003^{bABC}	0.03302±0.006^{bcCD}	0.02829±0.005^{aD}	0.04750±0.002^{bAB}	0.03785±0.003^{cBCD}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.05053±0.002^{aA}	0.04857±0.005^{abA}	0.03416±0.005^{bcB}	0.04190±0.006^{aAB}	0.04883±0.004^{bA}	0.05303±0.004^{aA}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.05345±0.005^{aA}	0.04491±0.003^{bA}	0.02273±0.004^{cC}	0.03925±0.006^{aA}	0.04347±0.005^{bA}	0.04642±0.004^{abcA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.05322±0.005^{aA}	0.05431±0.004^{abA}	0.03558±0.004^{bcB}	0.04024±0.007^{aAB}	0.04609±0.008^{bAB}	0.04668±0.002^{abcAB}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.06408±0.006^{aA}	0.04594±0.002^{bBC}	0.03887±0.004^{abcC}	0.04245±0.004^{aBC}	0.05764±0.007^{abAB}	0.04997±0.005^{abABC}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.05544±0.004^{aAB}	0.05595±0.006^{abAB}	0.04314±0.003^{abB}	0.04043±0.004^{aB}	0.07233±0.011^{aA}	0.05309±0.004^{aB}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.06258±0.007^{aA}	0.05908±0.003^{aAB}	0.05247±0.010^{aAB}	0.04195±0.005^{aB}	0.04748±0.003^{bAB}	0.04400±0.003^{abcAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.03366±0.0041^{dAB}	0.02886±0.0028^{cAB}	0.03038±0.0040^{bAB}	0.04606±0.0136^{abA}	0.02474±0.0024^{aB}	0.02507±0.0028^{aB}
$CaCl_2$ 0.10 %	0.05147±0.0040^{cA}	0.03448±0.0027^{bcB}	0.02541±0.0022^{bB}	0.03046±0.0054^{bB}	0.03341±0.0040^{aB}	0.02547±0.0019^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.04830±0.0039^{cdA}	0.04285±0.0022^{abAB}	0.03344±0.0048^{abB}	0.03436±0.0027^{abAB}	0.02828±0.0013^{aB}	0.03581±0.0083^{aAB}
$CaCl_2$ 0.50 %	0.06063±0.0048^{abcA}	0.04508±0.0038^{abAB}	0.03757±0.0067^{abB}	0.04078±0.0071^{abB}	0.03363±0.0067^{aB}	0.02777±0.0059^{aB}
$CaCl_2$ 0.75 %	0.04628±0.0048^{cdA}	0.04195±0.0035^{abcA}	0.03557±0.0031^{abA}	0.04209±0.0057^{abA}	0.02932±0.0033^{aA}	0.03521±0.0100^{aA}
$CaCl_2$ 1.00 %	0.05572±0.0036^{bcA}	0.04090±0.0039^{abcAB}	0.03647±0.0079^{abB}	0.03892±0.0071^{abAB}	0.03706±0.0059^{aB}	0.02666±0.0049^{aB}
$CaCl_2$ 2.00 %	0.06135±0.0038^{abcA}	0.05201±0.0028^{aB}	0.03787±0.0021^{abC}	0.03102±0.0036^{bCD}	0.03228±0.0037^{aCD}	0.02587±0.0019^{aD}
$CaCl_2$ 3.00 %	0.06872±0.0077^{abA}	0.04836±0.0082^{abA}	0.06026±0.0200^{aA}	0.04393±0.0042^{abA}	0.03580±0.0057^{aA}	0.04618±0.0113^{aA}
$CaCl_2$ 4.00 %	0.07463±0.0086^{aA}	0.04821±0.0057^{abB}	0.05361±0.0090^{abAB}	0.05492±0.0068^{aAB}	0.03627±0.0051^{aB}	0.04000±0.0075^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	L value ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	46.97±1.255^{aAB}	45.31±1.106^{abAB}	48.24±1.129^{aA}	44.62±1.094^{aB}	44.58±1.132^{abB}	44.36±0.735^{abB}
$CaCl_2$ 0.10 %	46.61±0.417^{aB}	45.30±0.694^{abBC}	48.31±0.483^{aA}	44.44±0.233^{aC}	44.59±0.672^{abC}	43.79±0.500^{bC}
$CaCl_2$ 0.25 %	46.44±1.043^{aAB}	45.76±0.852^{aB}	48.53±0.964^{aA}	45.40±0.952^{aB}	45.40±0.682^{aB}	45.73±0.564^{abB}
$CaCl_2$ 0.50 %	47.25±0.684^{aAB}	46.67±0.720^{aAB}	48.70±0.842^{aA}	45.51±1.001^{aB}	45.51±1.202^{aB}	45.56±1.003^{abB}
$CaCl_2$ 0.75 %	45.14±0.520^{aAB}	43.58±0.411^{bBC}	46.85±0.532^{aA}	44.04±0.705^{aABC}	41.39±1.769^{bC}	44.43±0.561^{abAB}
$CaCl_2$ 1.00 %	46.48±0.611^{aB}	45.40±0.409^{abBC}	48.46±0.663^{aA}	43.59±0.597^{aC}	44.23±0.404^{abCD}	45.41±0.562^{abBC}
$CaCl_2$ 2.00 %	46.34±1.515^{aA}	46.49±0.377^{aA}	47.82±0.590^{aA}	45.43±0.681^{aA}	46.25±0.515^{aA}	46.21±0.610^{aA}
$CaCl_2$ 3.00 %	46.59±0.664^{aA}	46.77±0.632^{aA}	47.67±0.762^{aA}	45.41±0.549^{aA}	46.04±1.700^{aA}	45.74±0.962^{abA}
$CaCl_2$ 4.00 %	45.83±0.390^{aBC}	46.39±0.452^{aAB}	47.40±0.166^{aA}	45.44±0.348^{aBC}	45.24±0.391^{aBC}	44.93±0.520^{abC}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	L value ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	49.27±1.156^{aB}	47.77±1.735^{aB}	63.69±1.475^{aA}	48.78±1.294^{aB}	49.08±1.493^{aB}	48.73±1.249^{aB}
$CaCl_2$ 0.10 %	45.55±0.098^{cBC}	44.23±0.640^{aC}	59.25±0.864^{cA}	46.31±0.417^{abB}	46.31±0.517^{aB}	45.67±0.474^{abBC}
$CaCl_2$ 0.25 %	46.99±0.266^{abcBC}	44.49±1.471^{aC}	60.87±0.979^{abcA}	47.33±1.241^{abBC}	48.07±0.278^{aB}	48.83±0.766^{aB}
$CaCl_2$ 0.50 %	47.04±1.002^{abcA}	44.88±0.690^{aA}	62.29±0.902^{abcA}	47.34±1.328^{abA}	47.48±1.316^{aA}	46.72±1.500^{abA}
$CaCl_2$ 0.75 %	47.85±0.728^{abcB}	47.24±1.276^{aB}	62.81±0.868^{abA}	46.92±1.062^{abB}	47.56±1.388^{aB}	47.10±0.627^{abB}
$CaCl_2$ 1.00 %	46.15±0.440^{bcB}	45.82±0.306^{aB}	60.40±0.351^{abcA}	45.17±0.420^{bB}	45.80±0.451^{aB}	46.51±1.070^{abB}
$CaCl_2$ 2.00 %	46.23±0.335^{bcB}	44.61±0.892^{aB}	60.01±0.560^{bcA}	45.54±0.662^{abB}	45.58±0.787^{aB}	44.50±0.782^{bB}
$CaCl_2$ 3.00 %	46.50±0.962^{bcB}	44.51±1.371^{aB}	61.66±1.787^{abcA}	45.53±1.427^{abB}	46.74±1.477^{aB}	45.91±0.967^{abB}
$CaCl_2$ 4.00 %	48.51±0.876^{abB}	45.78±1.188^{aB}	62.15±0.621^{abcA}	46.87±1.091^{abB}	47.61±1.296^{aB}	47.64±1.358^{abB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	a value ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	-13.79±0.795^{aD}	-11.98±0.543^{bcCD}	-10.27±0.767^{bBC}	-10.09±0.631^{abBC}	-9.34±0.679^{abAB}	-7.42±0.539^{abA}
$CaCl_2$ 0.10 %	-14.30±0.192^{aD}	-12.95±0.225^{cC}	-10.12±0.401^{bB}	-10.79±0.278^{abB}	-10.11±0.200^{abB}	-8.66±0.234^{bcA}
$CaCl_2$ 0.25 %	-13.99±0.743^{aC}	-12.81±0.563^{cC}	-10.49±0.583^{bB}	-10.81±0.635^{abB}	-10.14±0.471^{abB}	-8.33±0.410^{abcA}
$CaCl_2$ 0.50 %	-15.00±0.482^{aD}	-12.53±0.498^{cC}	-9.78±0.538^{abB}	-10.80±0.580^{abBC}	-9.96±0.794^{abB}	-7.81±0.793^{abA}
$CaCl_2$ 0.75 %	-13.91±0.326^{aC}	-11.16±0.389^{abB}	-9.17±0.492^{abAB}	-9.86±0.341^{aAB}	-7.55±1.765^{aA}	-7.87±0.287^{abA}
$CaCl_2$ 1.00 %	-14.06±0.263^{aD}	-11.74±0.345^{bcC}	-10.07±0.401^{bB}	-10.22±0.411^{abB}	-9.94±0.543^{abAB}	-8.81±0.306^{bcA}
$CaCl_2$ 2.00 %	-13.92±0.634^{aC}	-12.10±0.361^{bcB}	-9.17±0.350^{abA}	-11.48±0.294^{bB}	-11.22±0.691^{bB}	-8.59±0.624^{abcA}
$CaCl_2$ 3.00 %	-14.39±0.431^{aD}	-12.35±0.443^{bcC}	-9.74±0.463^{abAB}	-11.55±0.620^{bC}	-11.18±0.676^{bBC}	-9.53±0.431^{cA}
$CaCl_2$ 4.00 %	-13.94±0.255^{aE}	-10.42±0.153^{aD}	-8.42±0.216^{aB}	-9.45±0.278^{aC}	-9.18±0.290^{abC}	-7.10±0.202^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	a value ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	-12.29±0.412^{cdA}	-13.44±0.913^{aAB}	-17.66±0.454^{cD}	-15.50±0.290^{bC}	-14.46±0.344^{cBC}	-15.62±0.295^{bC}
$CaCl_2$ 0.10 %	-11.53±0.534^{bcdA}	-12.29±0.308^{aA}	-17.19±0.215^{bcD}	-14.48±0.182^{abBC}	-13.64±0.184^{abcB}	-14.74±0.246^{abC}
$CaCl_2$ 0.25 %	-12.39±0.232^{cdA}	-12.83±0.605^{aA}	-18.00±0.718^{cC}	-14.66±0.217^{abB}	-14.77±0.407^{cB}	-14.99±0.133^{bB}
$CaCl_2$ 0.50 %	-12.83±0.349^{dA}	-12.04±0.301^{aA}	-15.80±0.381^{abcC}	-14.42±0.333^{abB}	-14.51±0.533^{cB}	-14.59±0.214^{abB}
$CaCl_2$ 0.75 %	-12.33±0.502^{cdA}	-13.64±0.604^{aAB}	-15.23±0.801^{abB}	-15.02±0.424^{abB}	-14.76±0.573^{cB}	-15.29±0.621^{bB}
$CaCl_2$ 1.00 %	-11.29±0.386^{bcA}	-12.69±0.297^{aAB}	-15.32±0.771^{abC}	-14.47±0.582^{abC}	-13.83±0.408^{bcBC}	-14.27±0.393^{abC}
$CaCl_2$ 2.00 %	-10.48±0.388^{abA}	-11.89±0.395^{aB}	-15.10±0.561^{abD}	-13.99±0.438^{aCD}	-12.95±0.209^{abBC}	-14.48±0.137^{abD}
$CaCl_2$ 3.00 %	-9.63±0.668^{aA}	-12.19±0.662^{aB}	-13.60±1.272^{aB}	-13.64±0.694^{aB}	-12.24±0.814^{aB}	-13.60±0.747^{aB}
$CaCl_2$ 4.00 %	-11.03±0.473^{bcA}	-11.95±0.878^{aAB}	-14.87±0.893^{abC}	-13.67±0.423^{aBC}	-12.90±0.309^{abABC}	-13.50±0.561^{aBC}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	b value ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	20.45±1.505^{aA}	17.84±1.065^{abAB}	15.38±1.200^{aBC}	15.35±1.065^{abcBC}	14.30±1.178^{abBC}	12.12±0.743^{aC}
$CaCl_2$ 0.10 %	20.64±0.258^{aA}	18.36±0.430^{aB}	14.93±0.525^{aC}	15.79±0.279^{abcC}	14.77±0.349^{abC}	13.22±0.355^{aD}
$CaCl_2$ 0.25 %	20.23±1.428^{aA}	18.66±1.147^{aAB}	15.40±1.024^{aC}	15.90±1.134^{abcBC}	14.98±0.815^{abC}	13.13±0.473^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 %	22.38±1.035^{aA}	18.12±0.972^{aB}	14.54±1.041^{aBC}	16.19±1.214^{abcBC}	15.04±1.504^{abBC}	12.96±1.388^{aC}
$CaCl_2$ 0.75 %	19.12±0.632^{aA}	15.41±0.521^{bB}	13.08±0.624^{aBC}	13.92±0.502^{cBC}	11.51±2.143^{bC}	12.23±1.387^{aBC}
$CaCl_2$ 1.00 %	19.68±0.640^{aA}	16.63±0.664^{abB}	14.51±0.789^{aC}	14.72±0.660^{abcC}	14.22±0.635^{abC}	13.60±0.390^{aC}
$CaCl_2$ 2.00 %	20.30±1.373^{aA}	18.26±0.743^{aAB}	13.87±0.565^{aC}	17.38±0.620^{aB}	16.83±0.802^{aB}	13.60±0.698^{aC}
$CaCl_2$ 3.00 %	20.33±0.821^{aA}	17.80±1.013^{abAB}	14.22±1.045^{aC}	16.86±1.086^{abBC}	16.10±1.248^{aBC}	14.16±0.773^{aC}
$CaCl_2$ 4.00 %	19.38±0.317^{aA}	15.26±0.166^{bB}	12.70±0.180^{aD}	14.32±0.336^{bcBC}	13.89±0.427^{abC}	12.08±0.423^{aD}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 21 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	b value ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	20.24±2.213^{aBC}	18.60±1.531^{aC}	26.72±0.966^{abA}	24.66±0.996^{aAB}	23.50±1.238^{abAB}	24.14±0.851^{aAB}
$CaCl_2$ 0.10 %	15.41±0.962^{bcC}	16.42±0.401^{aC}	25.41±0.471^{abA}	21.78±0.590^{abB}	20.68±0.609^{bcdB}	22.16±0.522^{abB}
$CaCl_2$ 0.25 %	16.87±0.485^{bC}	18.19±0.602^{aC}	29.08±1.542^{aA}	23.13±0.516^{abB}	24.17±0.651^{aB}	23.64±0.762^{abB}
$CaCl_2$ 0.50 %	17.09±0.809^{bB}	16.22±0.656^{aB}	23.60±1.089^{bcA}	22.30±1.019^{abA}	22.34±1.237^{abcA}	22.62±0.446^{abA}
$CaCl_2$ 0.75 %	16.25±0.863^{bcB}	18.19±1.140^{aB}	22.20±1.739^{bcA}	23.70±1.063^{abA}	22.90±1.178^{abcA}	23.20±1.514^{abA}
$CaCl_2$ 1.00 %	14.43±0.748^{bcB}	16.26±0.495^{aB}	22.61±1.544^{bcA}	21.61±1.250^{abA}	20.92±0.790^{abcdA}	21.19±0.859^{abA}
$CaCl_2$ 2.00 %	13.13±0.498^{cC}	15.05±0.681^{aC}	22.50±1.307^{bcA}	20.44±0.709^{bAB}	19.59±0.396^{cdB}	21.16±0.549^{abAB}
$CaCl_2$ 3.00 %	12.80±1.113^{cB}	16.32±1.375^{aAB}	19.94±1.830^{cA}	20.32±1.360^{bA}	18.10±1.459^{dA}	20.55±1.325^{bA}
$CaCl_2$ 4.00 %	15.51±1.180^{bcC}	17.26±1.901^{aBC}	23.14±2.506^{bcA}	21.21±1.652^{abAB}	20.46±1.211^{bcdABC}	21.82±1.573^{abAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 22 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	% of initial weight ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	100±0.000^{aA}	94.371±0.587^{aB}	89.779±0.491^{aC}	85.258±0.453^{aD}	79.901±0.935^{aE}	75.484±0.854^{aF}
Chitosan 5 ppm	100±0.000^{aA}	94.972±0.147^{aB}	89.894±1.013^{aC}	84.995±1.022^{aD}	80.129±1.328^{aE}	75.784±0.867^{aF}
Chitosan 10 ppm	100±0.000^{aA}	95.808±0.230^{aB}	91.059±0.663^{aC}	86.036±0.986^{aD}	80.171±1.670^{aE}	75.985±2.400^{aF}
Chitosan 20 ppm	100±0.000^{aA}	94.813±0.347^{aB}	90.500±1.539^{aC}	86.088±1.529^{aD}	81.140±1.156^{aE}	76.694±1.171^{aF}
Chitosan 50 ppm	100±0.000^{aA}	94.396±0.960^{aB}	90.248±0.562^{aC}	84.727±1.308^{aD}	80.351±0.569^{aE}	76.598±0.787^{aF}
Chitosan 100 ppm	100±0.000^{aA}	95.251±0.589^{aB}	90.836±0.344^{aC}	86.648±0.418^{aD}	81.577±0.483^{aE}	76.979±0.466^{aF}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 23 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเทียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	% of initial weight ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	100±0.000^{aA}	96.477±0.200^{bAB}	94.306±0.787^{bBC}	90.814±1.186^{bCD}	88.125±2.101^{aDE}	85.275±1.953^{bE}
Chitosan 5 ppm	100±0.000^{aA}	97.361±0.352^{aB}	95.505±0.558^{abBC}	93.258±0.675^{aCD}	91.379±1.403^{aDE}	90.296±1.330^{aF}
Chitosan 10 ppm	100±0.000^{aA}	97.948±0.240^{aB}	94.856±0.688^{abC}	93.125±0.250^{aD}	90.458±0.640^{aE}	88.147±0.598^{abF}
Chitosan 20 ppm	100±0.000^{aA}	97.683±0.311^{aB}	95.029±0.235^{abC}	93.322±0.290^{aD}	89.764±0.112^{aE}	89.006±0.209^{aF}
Chitosan 50 ppm	100±0.000^{aA}	98.046±0.146^{aB}	96.853±0.809^{aB}	93.724±0.721^{aC}	91.356±0.763^{aD}	90.428±0.814^{aD}
Chitosan 100 ppm	100±0.000^{aA}	97.844±0.278^{aB}	95.778±0.716^{abC}	93.495±0.810^{aD}	90.868±0.772^{aE}	89.942±0.539^{aE}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 24 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (disease infection (%)) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Disease infection (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	2.5±2.500^{aA}	2.5±2.500^{aA}
Chitosan 5 ppm	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}
Chitosan 10 ppm	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}
Chitosan 20 ppm	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	2.5±2.500^{aA}	2.5±2.500^{aA}
Chitosan 50 ppm	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	0.0±0.000^{aA}	2.5±2.500^{aA}	5.0±2.887^{aA}
Chitosan 100 ppm	0.0±0.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}	5.0±5.000^{aA}	7.5±4.787^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 25 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Overall appearance (point) ± SE					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	3.0±0.000	3.0±0.000
Chitosan 5 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	2.5±0.500
Chitosan 10 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	3.5±0.500	3.0±0.000	1.5±0.500
Chitosan 20 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	3.5±0.500	3.0±0.000	3.0±0.000
Chitosan 50 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	5.0±0.000	3.0±0.000	1.5±0.500
Chitosan 100 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	4.5±0.500	4.5±0.500	2.5±0.500	2.5±0.500

ตารางที่ 26 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Overall appearance (point) ± SE					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	9±0.000	7±0.000	7±0.000	5±0.000	5±0.000	5±0.000
Chitosan 5 ppm	9±0.000	7±0.000	7±0.000	5±0.000	5±0.000	5±0.000
Chitosan 10 ppm	9±0.000	7±0.000	7±0.000	5±0.000	5±0.000	5±0.000
Chitosan 20 ppm	9±0.000	7±0.000	7±0.000	5±0.000	5±0.000	5±0.000
Chitosan 50 ppm	9±0.000	7±0.000	7±0.000	5±0.000	5±0.000	5±0.000
Chitosan 100 ppm	9±0.000	7±0.000	7±0.000	5±0.000	5±0.000	5±0.000

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll a content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.04147±0.004^{aA}	0.02916±0.002^{bBC}	0.02321±0.001^{bC}	0.02980±0.002^{aBC}	0.03472±0.003^{aAB}	0.02290±0.001^{abC}
Chitosan 5 ppm	0.03207±0.006^{abA}	0.02763±0.002^{bA}	0.02513±0.004^{abA}	0.03271±0.002^{aA}	0.03320±0.004^{aA}	0.02771±0.004^{abA}
Chitosan 10 ppm	0.02775±0.003^{bBC}	0.03357±0.001^{abAB}	0.02160±0.002^{bD}	0.03049±0.001^{aABC}	0.03419±0.002^{aA}	0.02502±0.002^{abCD}
Chitosan 20 ppm	0.02778±0.002^{bA}	0.03154±0.002^{abA}	0.02599±0.003^{abA}	0.02795±0.005^{aA}	0.03260±0.004^{aA}	0.02988±0.002^{aA}
Chitosan 50 ppm	0.03428±0.001^{abA}	0.03628±0.001^{aA}	0.02879±0.004^{abA}	0.03144±0.003^{aA}	0.02949±0.002^{aA}	0.01897±0.002^{bB}
Chitosan 100 ppm	0.03169±0.002^{abAB}	0.03016±0.003^{bAB}	0.03301±0.002^{aAB}	0.02555±0.002^{aB}	0.03517±0.002^{aA}	0.03068±0.004^{aAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 32 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll a content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.06221±0.0110^{aA}	0.03460±0.0080^{aB}	0.03178±0.0035^{aB}	0.02516±0.0038^{aB}	0.03619±0.0087^{aB}	0.01756±0.0014^{aB}
Chitosan 5 ppm	0.04409±0.0042^{aA}	0.03594±0.0031^{aAB}	0.03399±0.0044^{aAB}	0.03364±0.0051^{aAB}	0.03039±0.0088^{aAB}	0.02327±0.0033^{aB}
Chitosan 10 ppm	0.04729±0.0056^{aA}	0.04371±0.0069^{aAB}	0.02846±0.0025^{aC}	0.03066±0.0060^{aBC}	0.01928±0.0013^{aC}	0.02363±0.0014^{aC}
Chitosan 20 ppm	0.04630±0.0036^{aAA}	0.04053±0.0051^{aA}	0.02642±0.0039^{aB}	0.02307±0.0032^{aB}	0.01936±0.0013^{aB}	0.02026±0.0030^{aB}
Chitosan 50 ppm	0.05841±0.0053^{aA}	0.03408±0.0027^{aB}	0.02546±0.0022^{aB}	0.03238±0.0008^{aB}	0.03656±0.0113^{aB}	0.02257±0.0013^{aB}
Chitosan 100 ppm	0.05258±0.0042^{aA}	0.02819±0.0036^{aB}	0.02617±0.0035^{aB}	0.03169±0.0056^{aB}	0.02638±0.0038^{aB}	0.01783±0.0027^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 33 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll b content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.01652±0.002^{aA}	0.01084±0.001^{bB}	0.00435±0.001^{bC}	0.00546±0.001^{aC}	0.01417±0.001^{aA}	0.00919±0.001^{aB}
Chitosan 5 ppm	0.01218±0.003^{bA}	0.01068±0.001^{bA}	0.00578±0.001^{abA}	0.00596±0.001^{aA}	0.01133±0.003^{aA}	0.01078±0.001^{aA}
Chitosan 10 ppm	0.00999±0.001^{bB}	0.01219±0.000^{abA}	0.00426±0.001^{bD}	0.00592±0.001^{aCD}	0.01301±0.001^{aA}	0.00762±0.001^{abC}
Chitosan 20 ppm	0.00998±0.001^{bAB}	0.01189±0.001^{abA}	0.00638±0.001^{abBC}	0.00421±0.002^{aC}	0.01063±0.002^{aAB}	0.00889±0.001^{aABC}
Chitosan 50 ppm	0.01284±0.001^{abA}	0.01372±0.001^{aA}	0.00797±0.002^{abB}	0.00611±0.001^{aB}	0.01230±0.000^{aA}	0.00502±0.001^{bB}
Chitosan 100 ppm	0.01172±0.000^{bA}	0.01133±0.001^{abA}	0.00895±0.001^{aA}	0.00386±0.001^{aB}	0.01145±0.002^{aA}	0.00973±0.002^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 34 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll b content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.02274±0.0040^{aA}	0.01923±0.0069^{aAB}	0.01061±0.0011^{aBC}	0.00919±0.0017^{aBC}	0.01303±0.0027^{aABC}	0.00670±0.0003^{bC}
Chitosan 5 ppm	0.01625±0.0016^{aA}	0.01510±0.0008^{aA}	0.01185±0.0020^{aA}	0.01303±0.0019^{aA}	0.01259±0.0030^{aA}	0.01051±0.0013^{aA}
Chitosan 10 ppm	0.01709±0.0018^{aAB}	0.02034±0.0030^{aA}	0.01006±0.0013^{aC}	0.01216±0.0027^{aBC}	0.00703±0.0012^{aC}	0.01016±0.0012^{aC}
Chitosan 20 ppm	0.01622±0.0012^{aA}	0.01612±0.0019^{aA}	0.01116±0.0024^{aB}	0.00906±0.0010^{aB}	0.00838±0.0003^{aB}	0.01042±0.0009^{aB}
Chitosan 50 ppm	0.02077±0.0024^{aA}	0.01412±0.0008^{aB}	0.01040±0.0013^{aB}	0.01250±0.0012^{aB}	0.01341±0.0042^{aB}	0.00933±0.0004^{abB}
Chitosan 100 ppm	0.01991±0.0021^{aA}	0.01182±0.0015^{aB}	0.01090±0.0014^{aB}	0.01197±0.0024^{aB}	0.01038±0.0012^{aB}	0.00851±0.0006^{abB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 35 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.05797±0.006^{aA}	0.03999±0.003^{bBC}	0.02755±0.002^{bD}	0.03525±0.003^{aCD}	0.04888±0.005^{aAB}	0.03208±0.002^{abCD}
Chitosan 5 ppm	0.04425±0.009^{abA}	0.03830±0.002^{bA}	0.03090±0.005^{abA}	0.03866±0.003^{aA}	0.04452±0.007^{aA}	0.03849±0.005^{aA}
Chitosan 10 ppm	0.03773±0.003^{bB}	0.04575±0.001^{abA}	0.02585±0.003^{bC}	0.03640±0.002^{aB}	0.04718±0.002^{aA}	0.03264±0.003^{abBC}
Chitosan 20 ppm	0.03775±0.003^{bA}	0.04341±0.003^{abA}	0.03237±0.005^{abA}	0.03215±0.007^{aA}	0.04322±0.005^{aA}	0.03876±0.003^{aA}
Chitosan 50 ppm	0.04711±0.002^{abAB}	0.04999±0.002^{aA}	0.03675±0.006^{abB}	0.03754±0.004^{aB}	0.04178±0.002^{aAB}	0.02398±0.003^{bC}
Chitosan 100 ppm	0.04339±0.002^{abA}	0.04148±0.004^{bA}	0.04195±0.002^{aA}	0.02941±0.003^{aB}	0.04661±0.004^{aA}	0.04040±0.006^{aAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 36 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	0.08493±0.0150^{aA}	0.05381±0.0147^{aB}	0.04238±0.0044^{aB}	0.03434±0.0054^{aB}	0.04920±0.0113^{aB}	0.02426±0.0015^{aB}
Chitosan 5 ppm	0.06033±0.0058^{aA}	0.05103±0.0039^{aAB}	0.04583±0.0063^{aAB}	0.04666±0.0069^{aAB}	0.04297±0.0118^{aAB}	0.03377±0.0045^{aB}
Chitosan 10 ppm	0.06436±0.0073^{aA}	0.06403±0.0099^{aA}	0.03851±0.0037^{aB}	0.04280±0.0086^{aB}	0.02630±0.0022^{aB}	0.03378±0.0023^{aB}
Chitosan 20 ppm	0.06251±0.0048^{aA}	0.05663±0.0070^{aA}	0.03757±0.0061^{aB}	0.03212±0.0042^{aB}	0.02773±0.0015^{aB}	0.03067±0.0037^{aB}
Chitosan 50 ppm	0.07916±0.0077^{aA}	0.04819±0.0034^{aB}	0.03586±0.0035^{aB}	0.04488±0.0018^{aB}	0.04995±0.0155^{aB}	0.03190±0.0016^{aB}
Chitosan 100 ppm	0.07248±0.0062^{aA}	0.04000±0.0052^{aB}	0.03706±0.0047^{aB}	0.04364±0.0078^{aB}	0.03676±0.0050^{aB}	0.02632±0.0033^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 37 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	L value ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	46.71±0.874 ^{aA}	48.07±0.551 ^{aA}	46.91±0.654 ^{aA}	45.88±0.688 ^{aA}	46.50±1.147 ^{aA}	46.14±0.790 ^{aA}
Chitosan 5 ppm	47.83±0.848 ^{aA}	48.69±1.131 ^{aA}	48.45±0.986 ^{aA}	45.93±0.412 ^{aA}	46.72±1.291 ^{aA}	47.15±0.556 ^{aA}
Chitosan 10 ppm	48.96±1.417 ^{aA}	49.40±1.796 ^{aA}	49.09±1.868 ^{aA}	48.14±1.386 ^{aA}	47.86±1.303 ^{aA}	49.02±1.691 ^{aA}
Chitosan 20 ppm	46.39±0.871 ^{aA}	48.40±0.720 ^{aA}	46.84±0.679 ^{aA}	46.89±0.306 ^{aA}	46.40±0.803 ^{aA}	47.21±0.766 ^{aA}
Chitosan 50 ppm	49.64±1.527 ^{aA}	50.47±2.059 ^{aA}	50.57±1.667 ^{aA}	48.32±1.240 ^{aA}	48.44±1.354 ^{aA}	49.32±1.576 ^{aA}
Chitosan 100 ppm	47.44±0.576 ^{aAB}	48.93±0.573 ^{aA}	48.79±0.776 ^{aA}	46.49±0.112 ^{aB}	46.85±0.307 ^{aB}	48.07±0.294 ^{aAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 38 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	L value ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	46.75±0.624 ^{aB}	46.14±0.652 ^{abB}	64.09±0.814 ^{aA}	46.62±0.625 ^{aB}	47.56±0.449 ^{aB}	46.95±0.215 ^{abB}
Chitosan 5 ppm	48.82±1.336 ^{aB}	45.44±0.710 ^{abC}	65.83±1.137 ^{aA}	49.85±1.014 ^{aB}	49.91±0.602 ^{aB}	49.32±1.220 ^{aB}
Chitosan 10 ppm	46.18±0.823 ^{aB}	42.91±0.402 ^{bC}	63.27±0.825 ^{aA}	47.52±1.046 ^{aB}	48.96±1.293 ^{aB}	47.69±1.269 ^{abB}
Chitosan 20 ppm	45.82±0.275 ^{aC}	44.04±0.846 ^{bD}	63.62±0.583 ^{aA}	47.20±0.761 ^{aBC}	47.68±0.380 ^{aB}	47.06±0.377 ^{abBC}
Chitosan 50 ppm	46.06±1.176 ^{aB}	45.79±0.752 ^{abB}	63.91±0.906 ^{aA}	47.23±1.660 ^{aB}	47.76±1.347 ^{aB}	44.92±1.223 ^{bB}
Chitosan 100 ppm	47.09±1.469 ^{aB}	47.37±1.944 ^{aB}	64.64±2.014 ^{aA}	48.48±1.841 ^{aB}	49.79±2.029 ^{aB}	48.29±2.192 ^{abB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 39 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	a value ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	-14.87±0.341^{bC}	-8.99±0.647^{aAB}	-9.32±0.497^{aB}	-9.25±0.179^{aB}	-9.76±0.499^{aB}	-7.78±0.486^{aA}
Chitosan 5 ppm	-14.37±0.477^{abB}	-9.94±0.592^{aA}	-9.75±0.722^{aA}	-9.43±0.206^{abA}	-9.83±0.821^{aA}	-8.21±0.647^{aA}
Chitosan 10 ppm	-14.28±0.854^{abB}	-10.04±0.868^{aA}	-9.86±0.938^{aA}	-10.52±0.551^{bA}	-9.72±0.950^{aA}	-8.42±0.743^{aA}
Chitosan 20 ppm	-12.75±0.493^{aC}	-9.45±0.415^{aB}	-8.96±0.376^{aAB}	-9.53±0.357^{abB}	-8.79±0.280^{aAB}	-8.15±0.101^{aA}
Chitosan 50 ppm	-13.10±0.728^{abB}	-9.82±0.788^{aA}	-10.00±0.580^{aA}	-9.49±0.430^{abA}	-9.32±0.438^{aA}	-8.41±0.475^{aA}
Chitosan 100 ppm	-12.51±0.438^{aC}	-9.18±0.412^{aB}	-8.85±0.501^{aAB}	-8.65±0.204^{aAB}	-8.11±0.344^{aAB}	-7.70±0.281^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 40 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	a value ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	-12.81±0.419^{abB}	-11.22±0.418^{aA}	-12.66±0.648^{aAB}	-13.21±0.509^{abB}	-12.43±0.561^{aAB}	-15.66±0.293^{cC}
Chitosan 5 ppm	-12.11±0.320^{abA}	-12.06±0.189^{aA}	-14.16±0.448^{aB}	-14.17±0.354^{bB}	-13.02±0.392^{aA}	-14.54±0.294^{bcB}
Chitosan 10 ppm	-11.74±0.673^{abA}	-11.83±1.310^{aA}	-12.68±0.557^{aA}	-12.31±0.457^{aA}	-12.50±0.749^{aA}	-12.67±0.614^{aA}
Chitosan 20 ppm	-11.60±0.327^{abA}	-12.77±0.421^{aB}	-12.40±0.218^{aAB}	-12.00±0.524^{aAB}	-11.77±0.216^{aAB}	-12.79±0.283^{aB}
Chitosan 50 ppm	-10.34±0.810^{aA}	-12.23±0.721^{aA}	-12.15±0.376^{aA}	-11.61±0.574^{aA}	-11.90±0.748^{aA}	-14.39±0.207^{bcB}
Chitosan 100 ppm	-13.61±1.558^{bA}	-11.47±0.990^{aA}	-13.72±1.142^{aA}	-13.03±0.828^{abA}	-12.44±1.076^{aA}	-13.95±0.716^{abA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 41 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	b value ± SE*					
	Day after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	21.03±0.987 ^{aA}	13.44±1.025 ^{aB}	13.41±0.740 ^{aB}	13.26±0.169 ^{bB}	14.02±0.880 ^{aB}	12.13±0.873 ^{aB}
Chitosan 5 ppm	20.91±1.240 ^{aA}	14.79±1.105 ^{aB}	14.43±1.357 ^{aB}	13.49±0.418 ^{abB}	14.29±1.422 ^{aB}	13.06±0.949 ^{aB}
Chitosan 10 ppm	21.24±1.907 ^{aA}	15.14±1.854 ^{aB}	14.90±1.855 ^{aB}	15.73±1.164 ^{aB}	14.75±1.830 ^{aB}	14.12±1.775 ^{aB}
Chitosan 20 ppm	18.01±0.886 ^{aA}	13.69±0.784 ^{aB}	12.82±0.642 ^{aB}	13.52±0.782 ^{abB}	12.60±0.621 ^{aB}	12.50±0.335 ^{aB}
Chitosan 50 ppm	19.20±1.527 ^{aA}	15.00±1.648 ^{aB}	15.47±1.238 ^{aAB}	14.10±0.979 ^{abB}	14.16±1.072 ^{aB}	13.82±1.334 ^{aB}
Chitosan 100 ppm	18.17±0.772 ^{aA}	13.77±0.692 ^{aB}	13.12±0.752 ^{aB}	12.53±0.294 ^{bB}	12.13±0.327 ^{aB}	12.73±0.417 ^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 42 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	b value ± SE*					
	Days after storage					
	0	3	6	9	12	15
Control	16.64±0.711 ^{abCD}	14.58±0.737 ^{aD}	19.06±1.156 ^{aBC}	19.75±1.047 ^{abB}	18.65±1.145 ^{aBC}	23.62±0.797 ^{aA}
Chitosan 5 ppm	17.65±0.629 ^{abB}	16.46±0.486 ^{aC}	21.94±0.958 ^{aA}	21.79±0.896 ^{aA}	20.56±1.161 ^{aA}	23.61±1.215 ^{aA}
Chitosan 10 ppm	15.45±1.201 ^{abA}	14.60±1.725 ^{aA}	18.35±1.225 ^{aA}	17.50±1.057 ^{bA}	18.45±1.540 ^{aA}	18.44±1.411 ^{aA}
Chitosan 20 ppm	15.26±0.372 ^{abD}	15.81±0.540 ^{aCD}	18.49±0.274 ^{aA}	17.73±0.792 ^{bAB}	16.83±0.413 ^{aBC}	18.43±0.326 ^{aA}
Chitosan 50 ppm	13.86±1.395 ^{bC}	15.84±1.299 ^{aBC}	18.45±1.035 ^{aAB}	17.30±1.141 ^{bABC}	17.28±1.686 ^{aABC}	20.97±0.933 ^{a}
Chitosan 100 ppm	20.03±3.226 ^{aA}	15.98±2.116 ^{aA}	21.54±2.483 ^{aA}	20.52±2.134 ^{abA}	20.03±3.446 ^{aA}	23.24±3.188 ^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 43 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	% of initial weight ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	100.000±0.000^{aA}	95.457±0.696^{aB}	88.080±1.514^{aC}	80.700±1.093^{aD}	74.752±1.576^{aE}	67.095±1.829^{aF}
$CaCl_2$ 0.50%	100.000±0.000^{aA}	95.257±0.411^{aB}	87.146±0.776^{aC}	79.729±0.997^{abD}	74.859±1.362^{aE}	67.463±0.867^{aF}
Chitosan 20 ppm	100.000±0.000^{aA}	94.809±0.451^{aB}	86.947±0.845^{aC}	77.975±0.700^{bcD}	71.276±0.895^{abE}	62.467±1.153^{bF}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	100.000±0.000^{aA}	94.247±0.357^{aB}	82.606±1.134^{bC}	76.632±0.611^{cdD}	68.569±1.778^{bE}	60.643±1.564^{bF}
$CaCl_2$0.50 % with chitosan 20 ppm	100.000±0.000^{aA}	94.305±0.296^{aB}	80.287±0.683^{bC}	74.919±0.470^{dD}	66.733±1.055^{bE}	59.948±0.834^{bF}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	100.000±0.000^{aA}	94.379±0.984^{aB}	83.439±1.332^{bC}	76.881±1.103^{cdD}	69.518±1.614^{bE}	62.969±1.638^{bF}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 44 น้ำหนักของฝักเมื่อเปรียบเป็น % ของน้ำหนักเริ่มต้น (% of initial weight) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	% of initial weight ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	100.000±0.000^{aA}	95.786±0.172^{abB}	93.485±0.194^{abC}	92.411±0.229^{abD}	91.384±0.227^{aE}
$CaCl_2$ 0.25 %	100.000±0.000^{aA}	96.720±0.101^{aAB}	95.138±0.589^{aB}	93.839±0.652^{aBC}	90.855±2.267^{aC}
Chitosan 10 ppm	100.000±0.000^{aA}	95.126±0.580^{bB}	92.231±0.721^{bBC}	90.282±1.245^{bCD}	87.533±1.517^{abD}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	100.000±0.000^{aA}	94.599±0.541^{bB}	88.903±0.886^{cC}	87.312±1.039^{cC}	83.756±0.977^{bcD}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	100.000±0.000^{aA}	94.947±0.237^{bB}	89.157±0.521^{cC}	86.796±0.807^{cC}	82.757±1.663^{cD}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	100.000±0.000^{aA}	95.298±0.318^{bB}	89.162±0.398^{cC}	86.028±0.432^{cD}	83.094±0.654^{cE}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 45 เปอร์เซนต์การเกิดโรค (disease infection (%))ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Disease infection (%) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	0.0±0.000^{aB}	0.0±0.000^{bB}	0.0±0.000^{aB}	0.0±0.000^{aB}	20.0±8.165^{bA}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.0±0.000^{aB}	2.5±2.500^{abB}	2.5±2.500^{aB}	5.0±2.887^{aB}	17.5±4.787^{bA}
Chitosan 10 ppm	0.0±0.000^{aB}	0.0±0.000^{bB}	5.0±2.887^{aB}	12.5±6.292^{aB}	75.0±13.229^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	0.0±0.000^{aB}	10.0±4.082^{aAB}	10.0±4.082^{aAB}	10.0±4.082^{aAB}	20.0±5.774^{bA}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	0.0±0.000^{aB}	7.5±4.787^{abB}	7.5±4.787^{aB}	10.0±5.774^{aB}	42.5±6.292^{bA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$0.25 %	0.0±0.000^{aB}	2.5±2.500^{abB}	7.5±2.500^{aB}	12.5±6.292^{aB}	30.0±8.165^{bA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 46 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Overall appearance (point)					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	9.00±0.000	7.00±0.000	6.00±0.577	4.00±0.577	3.00±0.000	1.00±0.000
$CaCl_2$ 0.50%	9.00±0.000	7.00±0.000	6.50±0.500	5.00±0.000	4.00±0.577	2.00±0.577
Chitosan 20 ppm	9.00±0.000	7.00±0.000	6.50±0.500	4.50±0.500	3.00±0.000	1.00±0.000
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	9.00±0.000	7.50±0.500	5.50±0.500	3.50±0.500	2.00±0.577	1.00±0.000
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	9.00±0.000	7.00±0.000	5.50±0.500	4.00±0.577	2.00±0.577	1.00±0.000
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	9.00±0.000	7.00±0.000	6.50±0.500	4.50±0.500	2.50±0.500	1.00±0.000

ตารางที่ 47 ลักษณะที่ปรากฏภายนอก (overall appearance) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Overall appearance (point) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	2.5±0.957
$CaCl_2$ 0.25 %	9.0±0.000	7.0±0.000	6.5±0.500	4.0±1.000	1.5±0.500
Chitosan 10 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	5.0±0.000	2.5±0.500	1.0±0.000
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	6.5±0.500	5.5±0.500	1.5±0.500
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	9.0±0.000	7.0±0.000	7.0±0.000	4.0±1.000	1.0±0.000
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	9.0±0.000	7.0±0.000	6.0±0.577	3.5±0.957	1.5±0.500

ตารางที่ 48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Water content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	90.440 ± 0.135^{aA}	90.493 ± 0.210^{aA}	89.121 ± 0.276^{abA}	87.682 ± 0.214^{aB}	86.933 ± 0.971^{abB}	85.452 ± 0.397^{aC}
$CaCl_2$ 0.50%	89.785 ± 0.332^{aA}	89.013 ± 0.253^{bAB}	88.347 ± 0.485^{bAB}	87.444 ± 0.515^{aBC}	86.024 ± 0.664^{abC}	83.936 ± 0.836^{aD}
Chitosan 20 ppm	90.024 ± 0.266^{aA}	89.564 ± 0.417^{bAB}	88.249 ± 0.526^{bAB}	87.504 ± 0.646^{aB}	84.804 ± 0.756^{bC}	82.666 ± 1.267^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	90.267 ± 0.222^{aA}	89.844 ± 0.195^{abA}	88.108 ± 0.390^{bB}	87.518 ± 0.196^{aB}	87.464 ± 0.779^{aB}	85.528 ± 0.947^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	90.106 ± 0.375^{aA}	90.453 ± 0.238^{aA}	89.692 ± 0.402^{aA}	87.309 ± 0.377^{aB}	85.710 ± 0.241^{abBC}	84.893 ± 1.381^{aC}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	89.691 ± 0.266^{aA}	89.647 ± 0.271^{abA}	88.764 ± 0.193^{abAB}	87.481 ± 0.313^{aB}	85.589 ± 0.512^{abC}	83.699 ± 1.105^{aD}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ (water content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Water content (%) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	90.640±0.187^{abC}	90.944±0.130^{aBC}	91.464±0.190^{abB}	91.348±0.224^{abB}	92.065±0.212^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 %	90.618±0.331^{abBC}	90.015±0.302^{bC}	91.050±0.255^{abB}	91.517±0.157^{aAB}	91.989±0.377^{abA}
Chitosan 10 ppm	91.232±0.183^{aAB}	91.065±0.189^{aC}	91.706±0.189^{aAB}	91.697±0.181^{aAB}	92.137±0.160^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	90.484±0.134^{bB}	90.681±0.157^{aB}	90.767±0.381^{bAB}	90.379±0.080^{cB}	91.354±0.037^{bcA}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	91.215±0.242^{aA}	91.222±0.156^{aA}	91.344±0.275^{abA}	91.099±0.160^{abA}	91.568±0.171^{abcA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	90.319±0.118^{bB}	90.966±0.138^{aA}	91.189±0.123^{abA}	90.765±0.290^{bcAB}	90.934±0.175^{cA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 50 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Firmness (N) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	6.154±0.153^{aAB}	6.211±0.077^{abA}	5.999±0.124^{aABC}	5.737±0.193^{aBC}	5.606±0.124^{aC}	5.696±0.129^{aC}
$CaCl_2$ 0.50%	6.080±0.086^{aAB}	6.366±0.076^{abA}	6.236±0.056^{aA}	5.802±0.148^{aB}	5.819±0.055^{aB}	5.917±0.108^{aB}
Chitosan 20 ppm	6.252±0.147^{aA}	6.129±0.078^{bAB}	6.178±0.035^{aA}	5.729±0.122^{aC}	6.031±0.107^{aABC}	5.852±0.081^{aBC}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	6.211±0.014^{aA}	6.080±0.080^{bAB}	5.925±0.074^{aBC}	5.909±0.056^{aBC}	5.639±0.128^{aD}	5.778±0.085^{aCD}
$CaCl_2$0.50 % with chitosan 20 ppm	6.252±0.140^{aAB}	6.522±0.158^{aA}	5.917±0.074^{aBC}	5.925±0.128^{aBC}	5.745±0.229^{aC}	5.843±0.148^{aBC}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$0.50 %	6.252±0.182^{aA}	6.260±0.124^{abA}	5.941±0.225^{aA}	5.835±0.123^{aA}	5.990±0.051^{aA}	5.884±0.084^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 51 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ (firmness) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Firmness (N) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	6.146±0.124^{bAB}	6.522±0.102^{aA}	6.227±0.174^{aAB}	5.925±0.078^{aB}	5.852±0.305^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 %	6.415±0.108^{abA}	6.383±0.159^{aA}	6.080±0.186^{aAB}	5.623±0.077^{aC}	5.868±0.145^{aBC}
Chitosan 10 ppm	6.473±0.082^{abA}	6.350±0.084^{aAB}	6.219±0.045^{aAB}	5.933±0.139^{aBC}	5.508±0.265^{aC}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	6.326±0.071^{abAB}	6.399±0.067^{aA}	6.129±0.060^{aB}	5.884±0.077^{aC}	5.549±0.105^{aD}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	6.219±0.105^{abA}	6.366±0.054^{aA}	6.178±0.088^{aAB}	5.843±0.197^{aBC}	5.786±0.097^{aC}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	6.522±0.111^{aA}	6.530±0.109^{aA}	6.268±0.103^{aA}	5.974±0.051^{aB}	5.941±0.097^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 52 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll a content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.04228±0.0036^{aB}	0.05720±0.0045^{aA}	0.03608±0.0044^{aB}	0.03937±0.0036a^{bB}	0.06396±0.0059^{aA}	0.05987±0.0060^{aA}
$CaCl_2$ 0.50%	0.04592±0.0039^{aB}	0.06530±0.0030^{aA}	0.03947±0.0033^{aB}	0.04493±0.0024^{aB}	0.06414±0.0085^{aA}	0.05309±0.0042^{aAB}
Chitosan 20 ppm	0.04323±0.0035^{aBC}	0.06137±0.0072^{aA}	0.03170±0.0028^{aC}	0.04366±0.0025^{aBC}	0.06694±0.0095^{aA}	0.05833±0.0027^{aAB}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	0.04188±0.0030^{aC}	0.06637±0.0029^{aB}	0.03178±0.0009^{aD}	0.03822±0.0029^{abCD}	0.07830±0.0024^{aA}	0.06159±0.0039^{aB}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	0.04769±0.0040^{aBC}	0.05634±0.0051^{aAB}	0.03509±0.0028^{aC}	0.03714±0.0013^{abC}	0.06797±0.0066^{aA}	0.05884±0.0050^{aAB}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	0.04204±0.0020^{aBC}	0.06658±0.0021^{aA}	0.03547±0.0014^{aC}	0.03108±0.0036^{bC}	0.06713±0.0071^{aA}	0.05134±0.0042^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 53 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll a content (mg/g fresh weight) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	0.02861 ± 0.0033^{bA}	0.02239 ± 0.0030^{abAB}	0.01806 ± 0.0015^{bcB}	0.01691 ± 0.0006^{bB}	0.01753 ± 0.0040^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.04007 ± 0.0023^{aA}	0.03201 ± 0.0046^{aAB}	0.03282 ± 0.0038^{aAB}	0.02561 ± 0.0018^{aBC}	0.02104 ± 0.0013^{aC}
Chitosan 10 ppm	0.02625 ± 0.0020^{bA}	0.02586 ± 0.0032^{abA}	0.01692 ± 0.0010^{cB}	0.02023 ± 0.0017^{abAB}	0.01741 ± 0.0019^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	0.02708 ± 0.0017^{bA}	0.02831 ± 0.0008^{abA}	0.02147 ± 0.0024^{bcB}	0.01928 ± 0.0013^{abB}	0.01898 ± 0.0016^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	0.03229 ± 0.0062^{abA}	0.02377 ± 0.0015^{abA}	0.02135 ± 0.0016^{bcA}	0.02622 ± 0.0044^{aA}	0.02116 ± 0.0025^{aA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	0.02434 ± 0.0031^{bA}	0.02064 ± 0.0032^{bAB}	0.02579 ± 0.0028^{abA}	0.01995 ± 0.0020^{abAB}	0.01435 ± 0.0031^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 54 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll b content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.01515 ± 0.0014^{aB}	0.04360 ± 0.0080^{aA}	0.01722 ± 0.0019^{aB}	0.01765 ± 0.0019^{aB}	0.04976 ± 0.0117^{aA}	0.02487 ± 0.0028^{aB}
$CaCl_2$ 0.50%	0.01613 ± 0.0010^{aB}	0.05576 ± 0.0011^{aA}	0.01666 ± 0.0012^{abB}	0.02050 ± 0.0012^{aB}	0.05842 ± 0.0088^{aA}	0.02155 ± 0.0021^{aB}
Chitosan 20 ppm	0.01546 ± 0.0019^{aB}	0.04494 ± 0.0091^{aA}	0.01470 ± 0.0013^{abB}	0.01827 ± 0.0013^{aB}	0.05317 ± 0.0132^{aA}	0.02465 ± 0.0010^{aB}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	0.01485 ± 0.0012^{aD}	0.05478 ± 0.0005^{aB}	0.01307 ± 0.0005^{bD}	0.01757 ± 0.0007^{aCD}	0.06656 ± 0.0056^{aA}	0.02395 ± 0.0019^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	0.01725 ± 0.0023^{aB}	0.04270 ± 0.0088^{aA}	0.01511 ± 0.0012^{abB}	0.00838 ± 0.0001^{bB}	0.05443 ± 0.0118^{aA}	0.02395 ± 0.0026^{aB}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	0.01386 ± 0.0009^{aBC}	0.05672 ± 0.0014^{aA}	0.01550 ± 0.0009^{abBC}	0.00666 ± 0.0015^{bC}	0.06225 ± 0.0084^{aA}	0.01973 ± 0.0020^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 55 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์บี (chlorophyll b content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Chlorophyll b content (mg/g fresh weight) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	0.00721 ± 0.0025^{abAB}	0.01147 ± 0.0016^{bcA}	0.00158 ± 0.0019^{bB}	0.00416 ± 0.0015^{bB}	0.00415 ± 0.0010^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.01172 ± 0.0019^{aA}	0.01476 ± 0.0019^{abA}	0.01173 ± 0.0024^{aA}	0.01204 ± 0.0013^{aA}	0.00567 ± 0.0003^{aB}
Chitosan 10 ppm	0.00617 ± 0.0008^{abB}	0.01300 ± 0.0011^{abcA}	0.00215 ± 0.0006^{bB}	0.00359 ± 0.0023^{bB}	0.00366 ± 0.0007^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	0.00513 ± 0.0004^{bB}	0.01625 ± 0.0006^{aA}	0.00327 ± 0.0010^{bB}	0.00500 ± 0.0004^{bB}	0.00543 ± 0.0012^{aB}
$CaCl_2$0.25 % with chitosan 10 ppm	0.00823 ± 0.0026^{abAB}	0.01005 ± 0.0007^{cA}	0.00161 ± 0.0026^{bB}	0.00582 ± 0.0027^{bAB}	0.00514 ± 0.0009^{aAB}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	0.00607 ± 0.0015^{abAB}	0.00962 ± 0.0012^{cA}	0.00495 ± 0.0009^{bB}	0.00624 ± 0.0013^{bAB}	0.00324 ± 0.0015^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 56 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g fresh weight) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.05742 ± 0.0050^{aB}	0.10077 ± 0.0123^{aA}	0.05328 ± 0.0062^{aB}	0.05700 ± 0.0054^{abB}	0.11369 ± 0.0174^{aA}	0.08472 ± 0.0087^{aAB}
$CaCl_2$ 0.50%	0.06203 ± 0.0048^{aB}	0.12102 ± 0.0040^{aA}	0.05611 ± 0.0045^{aB}	0.06541 ± 0.0033^{aB}	0.12252 ± 0.0171^{aA}	0.07462 ± 0.0063^{aB}
Chitosan 20 ppm	0.05868 ± 0.0055^{aC}	0.10628 ± 0.0160^{aAB}	0.04639 ± 0.0039^{aC}	0.06191 ± 0.0037^{aC}	0.12007 ± 0.0224^{aA}	0.08296 ± 0.0036^{aBC}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	0.05671 ± 0.0042^{aD}	0.12111 ± 0.0034^{aB}	0.04484 ± 0.0011^{aD}	0.05578 ± 0.0035^{abD}	0.14482 ± 0.0074^{aA}	0.08552 ± 0.0056^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	0.06492 ± 0.0062^{aCD}	0.09901 ± 0.0138^{aAB}	0.05019 ± 0.0039^{aD}	0.04551 ± 0.0012^{bcD}	0.12236 ± 0.0179^{aA}	0.08277 ± 0.0076^{aBC}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	0.05589 ± 0.0029^{aBC}	0.12326 ± 0.0034^{aA}	0.05096 ± 0.0020^{aBC}	0.03773 ± 0.0050^{cC}	0.12934 ± 0.0150^{aA}	0.07105 ± 0.0062^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 57 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ทั้งหมด (total chlorophyll content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Total chlorophyll content (mg/g fresh weight) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	0.03582±0.0056^{bA}	0.03385±0.0046^{abA}	0.01964±0.0006^{bB}	0.02107±0.0013^{bB}	0.02167±0.0047^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 %	0.05178±0.0042^{aA}	0.04676±0.0064^{aA}	0.04454±0.0062^{aA}	0.03765±0.0031^{aAB}	0.02670±0.0014^{aB}
Chitosan 10 ppm	0.03241±0.0027^{bAB}	0.03884±0.0043^{abA}	0.01907±0.0015^{bC}	0.02381±0.0040^{bBC}	0.02107±0.0025^{aC}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	0.03221±0.0020^{bB}	0.04455±0.0014^{aA}	0.02473±0.0033^{bC}	0.02427±0.0015^{bC}	0.02441±0.0028^{aC}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	0.04051±0.0087^{abA}	0.03382±0.0020^{abA}	0.02295±0.0040^{bA}	0.03203±0.0070^{abA}	0.02630±0.0033^{aA}
Chitosan 10 ppm wit $CaCl_2$ Ca 0.25 %	0.03040±0.0041^{bA}	0.03025±0.0043^{bA}	0.03074±0.0037^{bA}	0.02618±0.0033^{abA}	0.01759±0.0046^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 58 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	L value ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	43.31±1.784^{aA}	42.16±1.561^{aA}	40.11±2.072^{aA}	40.92±2.210^{aA}	37.25±2.373^{aA}	39.67±2.137^{aA}
$CaCl_2$ 0.50%	41.91±1.051^{aA}	42.03±0.557^{aA}	40.26±0.324^{aABC}	40.56±0.630^{aAB}	37.91±1.177^{aC}	39.07±0.472^{aBC}
Chitosan 20 ppm	42.45±0.884^{aAB}	43.93±1.183^{aA}	42.06±1.092^{aAB}	41.21±1.250^{aABC}	38.68±0.835^{aC}	39.76±0.380^{aBC}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	41.67±0.902^{aAB}	43.13±0.761^{aA}	40.92±0.788^{aABC}	40.22±0.715^{aBC}	38.66±0.283^{aC}	39.14±0.890^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	44.08±1.715^{aAB}	45.84±2.280^{aA}	42.45±2.664^{aAB}	41.35±2.480^{aAB}	38.41±1.154^{aB}	40.22±1.775^{aAB}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$Ca 0.50 %	40.46±0.325^{aAB}	41.77±0.637^{aA}	39.92±0.287^{aAB}	40.26±0.564^{aAB}	36.89±0.605^{aC}	38.92±1.031^{aB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 59 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	L value ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	48.04±1.340^{abA}	47.96±0.354^{aA}	49.32±1.020^{abA}	48.63±0.862^{aA}	48.00±1.160^{abA}
$CaCl_2$ 0.25 %	46.32±1.065^{abcA}	46.49±1.111^{abcA}	48.07±1.874^{abcA}	47.05±0.949^{abA}	46.85±0.614^{abA}
Chitosan 10 ppm	45.24±1.102^{bcA}	44.92±0.863^{bcA}	45.34±0.883^{cA}	43.28±0.771^{bA}	44.52±1.186^{bA}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	44.13±0.436^{cA}	44.65±0.758^{cA}	44.81±0.917^{cA}	46.01±2.292^{abA}	47.31±1.991^{abA}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	46.42±1.151^{abcA}	46.71±1.250^{abcA}	45.95±1.047^{bcA}	45.45±1.061^{abA}	45.85±0.952^{bA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	48.93±0.687^{aAB}	47.57±0.408^{abB}	49.91±0.480^{aA}	49.14±0.763^{aAB}	49.87±0.512^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 60 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	a value ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	-17.30±0.396^{bC}	-17.11±0.463^{bC}	-15.49±0.570^{aBC}	-15.43±0.775^{bBC}	-12.81±0.893^{abA}	-13.68±1.075^{aAB}
$CaCl_2$ 0.50%	-17.04±0.347^{abD}	-16.75±0.213^{bCD}	-15.71±0.169^{aC}	-14.30±0.545^{abB}	-13.92±0.507^{bAB}	-12.98±0.420^{aA}
Chitosan 20 ppm	-17.31±0.063^{bC}	-17.27±0.425^{bC}	-15.73±0.238^{aB}	-15.04±0.490^{abB}	-13.31±0.293^{abA}	-13.23±0.465^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	-16.50±0.412^{abC}	-16.61±0.473^{bC}	-15.22±0.382^{aC}	-13.63±0.591^{abB}	-12.93±0.309^{abAB}	-11.90±0.713^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	-16.60±0.482^{abC}	-16.83±0.602^{bC}	-15.79±0.634^{aBC}	-14.16±0.783^{abB}	-12.22±0.516^{abA}	-12.03±0.838^{aA}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	-16.06±0.328^{aC}	-15.19±0.263^{aC}	-14.44±0.429^{aBC}	-13.15±0.229^{aAB}	-11.86±0.711^{aA}	-11.50±0.903^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 61 การเปลี่ยนแปลงค่า a (a value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	a value ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	-18.52±0.264^{bB}	-17.93±0.363^{bAB}	-18.35±0.424^{bAB}	-17.40±0.445^{bAB}	-17.19±0.410^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 %	-18.03±0.611^{abA}	-17.61±0.569^{abA}	-18.10±0.728^{bA}	-17.08±0.484^{bA}	-16.91±0.475^{aA}
Chitosan 10 ppm	-16.79±0.534^{aB}	-16.61±0.435^{aB}	-16.49±0.346^{aB}	-15.00±0.312^{aA}	-15.57±0.573^{aAB}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	-16.74±0.212^{aA}	-16.47±0.366^{aA}	-16.40±0.555^{aA}	-16.50±0.752^{abA}	-16.82±0.693^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	-17.25±0.348^{abA}	-17.23±0.325^{abA}	-16.93±0.287^{abA}	-16.39±0.588^{abA}	-16.11±0.583^{aA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	-18.44±0.271^{bC}	-17.50±0.173^{abAB}	-18.14±0.156^{bBC}	-17.18±0.335^{bA}	-17.13±0.235^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 62 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	b value ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	26.44±1.827^{aA}	25.45±1.713^{bAB}	22.70±1.940^{aAB}	22.67±2.632^{aAB}	19.06±2.198^{aB}	20.81±2.783^{aAB}
$CaCl_2$ 0.50%	26.26±0.708^{aA}	25.03±0.442^{bAB}	23.12±0.701^{aBC}	21.06±1.151^{aCD}	20.60±1.014^{aD}	19.92±0.410^{aD}
Chitosan 20 ppm	26.86±0.865^{aA}	26.23±1.415^{bA}	24.14±0.636^{aAB}	22.59±1.286^{aBC}	20.30±0.822^{aC}	20.66±0.958^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	25.02±1.168^{aA}	24.93±0.784^{bA}	22.48±0.588^{aAB}	19.84±1.022^{aBC}	19.17±0.887^{aC}	18.60±0.860^{aC}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	25.86±1.566^{aA}	25.78±2.123^{bA}	24.25±2.147^{aAB}	20.82±2.190^{aAB}	19.19±1.468^{aB}	19.17±2.154^{aB}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	23.00±1.098^{aA}	20.71±0.544^{aB}	20.82±0.729^{aB}	19.26±0.266^{aBC}	17.69±0.392^{aC}	17.90±0.605^{aC}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 63 การเปลี่ยนแปลงค่า b (b value) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	b value ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	30.11±1.077^{aA}	29.04±0.757^{abA}	30.10±1.043^{abA}	30.33±0.834^{aA}	30.60±1.029^{abA}
$CaCl_2$ 0.25 %	27.91±1.777^{abA}	27.56±1.436^{abA}	28.88±2.443^{abA}	27.89±1.470^{abA}	28.80±1.120^{abA}
Chitosan 10 ppm	25.24±1.486^{bA}	25.44±1.434^{abA}	26.01±1.431^{bA}	25.35±1.067^{bA}	27.52±1.375^{bA}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	25.30±1.113^{bA}	25.27±1.349^{bA}	25.53±1.108^{bA}	27.14±2.592^{abA}	29.07±2.328^{abA}
$CaCl_2$0.25 % with chitosan 10 ppm	27.22±1.171^{abA}	27.22±1.569^{abA}	27.78±1.463^{abA}	27.52±1.137^{abA}	29.06±1.108^{abA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	31.03±1.103^{aAB}	29.38±0.363^{aB}	31.50±0.477^{aAB}	31.28±0.569^{aAB}	32.54±0.485^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 64 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solids (°Brix) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	3.0±0.000^{aB}	3.2±0.150^{aB}	3.5±0.287^{bAB}	4.4±0.377^{aA}	3.6±0.346^{aAB}	3.9±0.387^{abAB}
$CaCl_2$ 0.50%	2.9±0.150^{abB}	2.7±0.387^{aB}	4.4±0.287^{aA}	4.4±0.150^{aA}	3.2±0.150^{aB}	4.4±0.150^{aA}
Chitosan 20 ppm	2.4±0.245^{abcC}	3.0±0.000^{aBC}	3.5±0.150^{bABC}	4.2±0.548^{abA}	3.5±0.287^{aABC}	3.9±0.574^{abAB}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	2.1±0.173^{cC}	2.6±0.287^{aBC}	3.0±0.245^{bAB}	3.5±0.287^{abA}	3.3±0.387^{aAB}	2.7±0.173^{cABC}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	2.3±0.287^{bcC}	2.7±0.300^{aBC}	2.9±0.150^{bBC}	3.3±0.300^{abAB}	3.8±0.287^{aA}	3.2±0.150^{bcAB}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	2.9±0.287^{abA}	3.0±0.245^{aA}	2.9±0.150^{bA}	3.2±0.150^{bA}	3.3±0.173^{aA}	3.0±0.000^{bcA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 65 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Total soluble solids (°Brix) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	3.2±0.150^{abA}	3.0±0.000^{bA}	2.9±0.150^{aA}	2.1±0.173^{aB}	2.6±0.450^{aAB}
$CaCl_2$ 0.25 %	3.0±0.000^{abA}	3.0±0.000^{bA}	2.7±0.300^{aA}	2.1±0.173^{aB}	1.5±0.173^{bC}
Chitosan 10 ppm	3.0±0.245^{abA}	2.3±0.150^{cAB}	2.1±0.387^{aAB}	2.0±0.287^{aB}	1.8±0.424^{abB}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	3.6±0.245^{aA}	3.2±0.150^{abAB}	3.0±0.000^{aAB}	2.6±0.287^{aB}	2.7±0.173^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	2.7±0.300^{bAB}	3.6±0.245^{aA}	2.6±0.287^{aB}	2.1±0.387^{aB}	2.6±0.287^{aB}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	3.3±0.173^{abA}	3.2±0.150^{abA}	2.6±0.450^{aAB}	2.1±0.300^{aB}	2.4±0.245^{abAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 66 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Vitamin C content (mg/100g) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	7.666±0.239^{aA}	6.727±0.455^{aAB}	5.134±0.321^{aCD}	4.202±0.540^{bD}	5.940±0.276^{aBC}	4.816±0.283^{bCD}
$CaCl_2$ 0.50%	5.397±0.291^{bAB}	5.053±0.330^{bB}	4.865±0.558^{aB}	4.759±0.284^{abB}	5.113±0.327^{aB}	6.262±0.325^{aA}
Chitosan 20 ppm	5.933±0.707^{abA}	4.503±0.465^{bcA}	5.712±0.016^{aA}	5.587±0.648^{abA}	5.659±0.448^{aA}	5.675±0.464^{abA}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	5.105±0.733^{bA}	4.766±0.282^{bcA}	4.848±0.540^{aA}	5.574±0.459^{abA}	5.958±0.712^{aA}	5.955±0.540^{abA}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	5.686±0.814^{bA}	3.636±0.276^{cB}	5.402±0.536^{aAB}	5.307±0.702^{abAB}	5.957±0.712^{aA}	6.246±0.336^{aA}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	6.239±0.333^{abAB}	5.334±0.547^{bB}	5.678±0.462^{aAB}	6.407±0.270^{aAB}	6.776±0.459^{aA}	6.786±0.014^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 67 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซี (vitamin C content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Vitamin C content (mg/100ml) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	3.549 ± 0.526^{cB}	5.336 ± 0.337^{aA}	4.365 ± 0.448^{aAB}	4.194 ± 0.349^{bAB}	4.449 ± 0.571^{aAB}
$CaCl_2$ 0.25 %	4.353 ± 0.007^{abcA}	5.345 ± 0.348^{aA}	4.359 ± 0.449^{aA}	4.461 ± 0.302^{abA}	5.051 ± 0.296^{aA}
Chitosan 10 ppm	4.085 ± 0.270^{bcB}	5.680 ± 0.307^{aA}	3.816 ± 0.313^{aB}	4.773 ± 0.492^{abAB}	4.475 ± 0.297^{aB}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	5.180 ± 0.276^{aAB}	5.967 ± 0.840^{aA}	4.094 ± 0.274^{aB}	5.657 ± 0.572^{aAB}	5.078 ± 0.303^{aAB}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	4.913 ± 0.322^{abBC}	6.238 ± 0.299^{aA}	3.816 ± 0.314^{aC}	4.762 ± 0.486^{abBC}	5.341 ± 0.327^{aAB}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	4.648 ± 0.268^{abBC}	6.217 ± 0.288^{aA}	4.085 ± 0.511^{aC}	5.351 ± 0.349^{abAB}	4.474 ± 0.309^{aBC}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 68 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Fiber content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.4326 ± 0.071^{cC}	1.0880 ± 0.077^{cB}	0.9975 ± 0.067^{bB}	1.2939 ± 0.117^{bB}	1.7772 ± 0.158^{aA}	2.1831 ± 0.309^{aA}
$CaCl_2$ 0.50%	0.6506 ± 0.027^{bC}	1.3306 ± 0.117^{abcB}	1.5046 ± 0.101^{abB}	1.3335 ± 0.150^{bB}	2.0813 ± 0.122^{aA}	2.2841 ± 0.103^{aA}
Chitosan 20 ppm	0.8848 ± 0.033^{aC}	1.2874 ± 0.059^{bcBC}	1.4158 ± 0.141^{abBC}	1.4149 ± 0.051^{abBC}	1.8936 ± 0.060^{aAB}	2.3242 ± 0.450^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	0.9108 ± 0.019^{aD}	1.3870 ± 0.116^{abC}	1.8675 ± 0.309^{aB}	1.5919 ± 0.036^{abBC}	1.9189 ± 0.168^{aB}	2.4622 ± 0.039^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	1.0218 ± 0.023^{aD}	1.3922 ± 0.048^{abC}	1.7833 ± 0.187^{aB}	1.6360 ± 0.072^{aBC}	1.7739 ± 0.131^{aB}	2.5239 ± 0.166^{aA}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ 0.50 %	0.9318 ± 0.098^{aE}	1.5837 ± 0.033^{aCD}	1.8006 ± 0.059^{aBC}	1.4660 ± 0.070^{abD}	1.9154 ± 0.136^{aB}	2.7571 ± 0.112^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 69 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเส้นใย (fiber content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Fiber content (%) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	1.0782±0.055^{cB}	1.4560±0.072^{abA}	1.3127±0.042^{abA}	1.3888±0.076^{abA}	1.3230±0.060^{bA}
$CaCl_2$ 0.25 %	1.2718±0.090^{bcB}	1.5328±0.021^{abA}	1.2799±0.034^{bB}	1.4945±0.043^{aA}	1.4161±0.070^{bAB}
Chitosan 10 ppm	1.3271±0.086^{bB}	1.6131±0.031^{aA}	1.3764±0.086^{abB}	1.4480±0.058^{aAB}	1.3564±0.067^{bB}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	1.5980±0.078^{aA}	1.1700±0.026^{cC}	1.5155±0.083^{aAB}	1.3735±0.045^{abB}	1.4511±0.012^{bAB}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	1.3768±0.024^{bAB}	1.4201±0.100^{bAB}	1.2889±0.058^{bB}	1.2366±0.071^{bB}	1.4944±0.024^{bA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	1.4816±0.038^{abB}	1.4591±0.023^{abB}	1.2408±0.077^{bC}	1.3822±0.023^{abBC}	1.6559±0.056^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 70 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Pectin content (%) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	1.1817±0.207^{cCD}	1.0726±0.127^{bCD}	2.2491±0.119^{aA}	1.8557±0.243^{abAB}	1.5796±0.186^{aBC}	1.0294±0.028^{dD}
$CaCl_2$ 0.50%	1.3664±0.026^{bcBC}	1.2653±0.157^{abC}	2.4533±0.672^{aA}	1.3384±0.168^{bBC}	2.3603±0.312^{aAB}	1.8392±0.199^{cABC}
Chitosan 20 ppm	1.7960±0.301^{abcC}	1.5484±0.191^{abC}	2.5727±0.286^{aAB}	1.5381±0.047^{bC}	2.1561±0.169^{aBC}	2.8929±0.122^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	1.7061±0.223^{abcB}	1.6161±0.121^{aB}	2.4006±0.265^{aA}	1.6540±0.169^{bB}	1.7314±0.197^{aB}	1.7322±0.087^{cB}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	1.9524±0.042^{abAB}	1.2881±0.089^{abB}	1.9772±0.311^{aAB}	1.5892±0.200^{bAB}	1.7460±0.392^{aAB}	2.2771±0.139^{bA}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ .50 %	2.3198±0.120^{aA}	1.4672±0.179^{abC}	2.0396±0.304^{aAB}	2.2121±0.167^{aAB}	1.6395±0.121^{aBC}	2.0992±0.139^{bcAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 71 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเพคติน (pectin content) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Pectin content (%) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	1.9152±0.168^{aA}	1.7596±0.090^{aA}	0.8488±0.135^{aA}	2.4140±1.103^{aA}	1.1527±0.055^{cA}
$CaCl_2$ 0.25 %	1.8355±0.211^{aA}	1.4959±0.118^{abAB}	0.9613±0.137^{aB}	2.2756±0.530^{aA}	0.9351±0.071^{dB}
Chitosan 10 ppm	1.7896±0.098^{aA}	1.2610±0.078^{bBC}	0.9128±0.268^{aC}	1.4377±0.059^{aAB}	1.1770±0.033^{bcBC}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	1.7370±0.160^{aA}	1.4825±0.204^{abA}	1.0409±0.135^{aA}	1.6013±0.120^{aA}	1.3827±0.039^{abA}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	1.6976±0.174^{aA}	1.3099±0.103^{bAB}	0.9427±0.168^{aB}	1.5240±0.151^{aA}	1.4694±0.114^{aA}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	3.4379±1.492^{aA}	1.3403±0.162^{abA}	1.2622±0.071^{aA}	1.5306±0.145^{aA}	1.5559±0.080^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 72 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.50 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 9 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate (mg CO_2/kg.hr) ± SE*					
	Days after storage					
	0	2	4	6	8	10
Control	158.462±24.148^{bD}	170.585±4.568^{bD}	337.994±11.355^{aC}	433.555±55.962^{aB}	498.013±26.230^{abAB}	581.590±23.034^{aA}
$CaCl_2$ 0.50%	228.705±30.972^{aD}	224.534±19.518^{aD}	366.124±48.205^{aC}	394.017±33.169^{aBC}	506.772±26.222^{abB}	803.087±71.801^{aA}
Chitosan 20 ppm	233.519±22.763^{aD}	218.228±13.129^{aD}	430.223±14.555^{aC}	440.007±37.461^{aC}	555.203±39.813^{aB}	732.165±48.992^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % + chitosan 20 ppm	227.554±9.413^{aD}	193.749±12.489^{abD}	423.101±58.369^{aC}	476.733±32.180^{aBC}	571.177±42.000^{aB}	708.412±14.680^{aA}
$CaCl_2$ 0.50 % with chitosan 20 ppm	193.511±13.031^{abC}	164.424±2.547^{bC}	396.430±32.877^{aB}	418.921±12.584^{aB}	361.167±91.053^{bB}	691.618±65.864^{aA}
Chitosan 20 ppm with $CaCl_2$ .50 %	236.783±4.533^{aC}	231.545±12.804^{aC}	426.734±37.621^{aAB}	460.744±31.550^{aAB}	528.470±50.649^{aA}	626.676±173.591^{aA}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 73 การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ (respiration rate) ของกระเจี๊ยบเขียวที่ได้รับสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 % ร่วมกับสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส

Treatment	Respiration rate (mg CO_2 /kg.hr) ± SE*				
	Days after storage				
	0	3	6	9	12
Control	155.315±10.186^{aA}	179.504±20.221^{abA}	143.117±9.823^{bA}	152.090±16.664^{bA}	158.405±6.351^{abA}
$CaCl_2$ 0.25 %	162.156±19.809^{aA}	195.381±17.368^{abA}	231.568±45.281^{aA}	196.525±23.726^{bA}	186.120±19.809^{abA}
Chitosan 10 ppm	153.538±23.972^{aA}	238.597±33.101^{aA}	254.906±33.877^{aA}	256.311±25.676^{aA}	241.892±48.382^{aA}
$CaCl_2$ 0.25 % + chitosan 10 ppm	148.829±19.195^{aB}	203.777±11.432^{abA}	241.711±23.471^{aA}	199.234±11.369^{bA}	124.337±12.305^{bB}
$CaCl_2$ 0.25 % with chitosan 10 ppm	166.084±23.150^{aB}	216.619±33.342^{abB}	310.439±17.066^{aA}	148.465±8.876^{bB}	217.359±41.349^{abB}
Chitosan 10 ppm with $CaCl_2$ 0.25 %	128.666±14.960^{aB}	160.821±1.743^{bAB}	231.608±34.084^{aA}	187.100±21.126^{bAB}	146.476±41.232^{abAB}

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวเล็กหลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวใหญ่หลังตัวเลขที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT ($P \leq 0.05$)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนวลนภา เจริญรวย เกิดเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย