



เรื่อง

การรักษาคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว
(ระยะที่ 2)

Maintaining quality of minimally processed Longkong with postharvest technology (Part 2)

โดย

ดร. อินทิรา ลิจันท์พร

ดร. ชัยรัตน์ เตชะวุฒิพร

โครงการวิจัยได้รับเงินสนับสนุนจาก

งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2556

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประจำปีงบประมาณ 2556

บทคัดย่อ

ลองกองพร้อมบริโศกเป็นการนำผลลองกองมาผ่านกระบวนการแปรรูป โดยการปอกเปลือก ส่งผลให้เนื้อเยื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็ว ลองกองพร้อมบริโศก จะเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว และถูกชักนำให้มีอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆขึ้น เช่น การเกิดสีน้ำตาล (Browning) และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นข้อจำกัดในการวางจำหน่ายลองกองพร้อมบริโศก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมี 2 วัตถุประสงค์ คือ วัตถุประสงค์แรกเพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการจุ่มและความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโศก โดยนำผลลองกองมาปอกเปลือกและจุ่มด้วยแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลาในการจุ่ม 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าการจุ่มผลลองกองพร้อมบริโศกในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ระยะเวลา 5 นาที ช่วยลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การสูญเสียน้ำหนัก การเกิดสีน้ำตาล อาการ pitting ในผลลองกองพร้อมบริโศก ผลลองกองพร้อมบริโศกมีการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยพบว่าการจุ่มสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่ระยะเวลา 5 นาที มีการยอมรับจากผู้บริโภคมากกว่าที่ระยะเวลา 10 นาที เมื่อเก็บไว้ 2 วัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการจุ่มและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลลองกองพร้อมบริโศก วัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโศก โดยนำผลลองกองพร้อมบริโศกบรรจุในภาชนะบรรจุ 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก (gusseted bag) กุ้งพลาสติก (clamshell) ถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม Polyvinylchloride (PVC) และถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม Low density polyethylene (LDPE) เปรียบเทียบกับผลลองกองพร้อมบริโศกที่ไม่บรรจุภาชนะ(ชุดควบคุม) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าการเก็บรักษาผลลองกองพร้อมบริโศกในสภาพบรรยากาศดัดแปลงมีการสูญเสียน้ำหนักต่ำกว่าชุดควบคุม โดยเฉพาะผลลองกองพร้อมบริโศกบรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ชะลอการสูญเสียน้ำหนักดีกว่าสภาพบรรยากาศดัดแปลงอื่นๆ ผลลองกองพร้อมบริโศกที่วางในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม LDPE สามารถชะลออัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน การเกิดสีน้ำตาล และอาการ pitting ผลลองกองพร้อมบริโศกในชุดควบคุม ผู้บริโภคให้การยอมรับที่ระยะเวลา 2 วัน เป็นผลมาจากอาการ pitting ที่เกิดขึ้นจนไม่สามารถวางจำหน่ายได้ ในขณะที่ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก(gusseted bag) และกุ้งพลาสติก (clamshell) ผู้บริโภคให้การยอมรับที่ระยะเวลา 4 วัน ส่วนผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และ LDPE ผู้บริโภคให้การยอมรับนานสุด 6 วัน อย่างไรก็ตามสภาพบรรยากาศดัดแปลงไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ และการเปลี่ยนแปลงสี

คำสำคัญ : ลองกอง, พร้อมบริโศก, แคลเซียมคลอไรด์, สภาพบรรยากาศดัดแปลง

Abstract

Minimally processed longkong is fruit processed by peeling so that the tissue physiological changes rapidly. Minimally processed longkong showed quickened senescence and induced respiration rate, ethylene production and induced other chemical changes such as browning and contamination of microorganism. This drastically limits the shelf-life of minimally processed longkong. The aim of this work had two objectives; the first objective was to study the effect of varied periods of immersion and concentration of calcium citrate on quality of minimally processed longkong. Longkongs were peeled and immersed in 0, 1 and 2% calcium citrate for 5 and 10 minutes and then stored at 4°C. The dipping with 1 and 2% calcium citrate for 5 minutes reduced respiration rate, ethylene production, weight loss, browning and pitting symptoms of minimally processed longkong. Longkong processing showed the overall acceptability level decreased throughout the storage period, calcium citrate treatment for 5 min had higher overall acceptability level than treatment for 10 minutes at 2 days. However, the immersion time and the concentration of calcium citrate did not affect the color changes, titratable acidity and total soluble solids in minimally processed longkong. The second objective was to study the effect of modified atmosphere on the quality of minimally processed longkong. The treated fruit was packaged four difference ways: plastic bags (gusseted bag), plastic (clamshell), foam trays wrapped with polyvinylchloride film (PVC) and foam trays and wrapped with low density polyethylene film (LDPE). The longkong was then compared with non-packaged (control) that was stored at 4°C. The processed fruit packed in modified atmosphere had lower weight loss than the control; minimally processed longkong packed in plastic bags (gusseted bag) delayed weight loss better than other modified atmospheres. Longkong packaged in foam trays wrapped with LDPE film showed delayed respiration rate, ethylene production, browning and pitting symptoms. The overall acceptability level for the control after two days of storage resulted in pitting unsuitable for market distribution. The longkong samples packed with plastic bags (gusseted bag) and packed with plastic (clamshell) were consumer acceptable after a period of 4 days. Modified atmosphere of fruit packed in foam trays covered with PVC film and foam trays with LDPE showed the highest overall acceptance scores after six days of storage. However, modified atmosphere did not affect the titratable acidity, total soluble solids and color changes of minimally processed longkong.

Keyword : Longkong, Minimally processed, Calcium citrate, Modified Atmosphere

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แก่ทางสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาตรี ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัย

30 กันยายน 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
รายการตาราง	จ
รายการรูปประกอบ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
2.1 ลองกอง	3
2.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลไม้สดพร้อมบริโภค	4
2.3 วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้พร้อมบริโภค	6
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	10
3.1 การเตรียมวัสดุทดลอง	10
3.2 ขั้นตอนการทดลองและบันทึกผล	10
3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	17
3.4 สถานที่ดำเนินการทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	18
4.1 ผลของแคลเซียมซิติเรตต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค	18
4.2 ผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค	35
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	49
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	54
เอกสารอ้างอิง	55
ภาคผนวก -ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ	63

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่า a^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	64
2	ค่า b^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	65
3	ค่า L^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	66
4	ค่า Hue ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	67
5	อัตราการหายใจของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	68
6	อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้น ร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	69
7	การสูญเสียน้ำหนักของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้น ร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	70
8	ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้น ร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	71
9	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้น ร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	72
10	การเกิดสีน้ำตาลของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	73

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	74
12	การยอมรับของผู้บริโภคของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น ร้อยละ 0.1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	75
13	ค่า a* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	76
14	ค่า b* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	77
15	ค่า L* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	78
16	ค่า Hue ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	79

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	อัตราการหายใจของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	80
18	อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	81
19	การสูญเสียน้ำหนักของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	82
20	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	83
21	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	84
22	การเกิดสีน้ำตาลของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	85

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	86
24	การยอมรับของผู้บริโภคของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	87

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	25
4.7	การสูญเสียน้ำหนักของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	27
4.8	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	28
4.9	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่ม แคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้น ร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บ รักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	29
4.10	การเกิดสีน้ำตาลของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความ ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	31

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.11	การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	32
4.12	การยอมรับของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้น ร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้น ร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	34
4.13	ค่า a* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุ ลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคใน ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	36
4.14	ค่า b* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุ ลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคใน ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	37
4.15	ค่า L* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุ ลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคใน ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	38

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.16	ค่า Hue ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	39
4.17	อัตราการหายใจของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	40
4.18	อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	41
4.19	การสูญเสียน้ำหนักของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	42
4.20	ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	43
4.21	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	44

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.22	การเกิดสีน้ำตาลของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	45
4.23	การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	46
4.24	การยอมรับของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	47

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ลองกองเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปมีแหล่งอยู่ในเขตภาคใต้ เช่น จังหวัดนราธิวาส ปัตตานี และยะลา และในเขตภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด จากข้อมูลสำนักส่งเสริมการค้าสินค้าเกษตร กรมการค้าภายใน รายงานว่าในปี 2554 ประเทศไทยมีการบริโภคผลสดภายในประเทศ 106,350 ตัน และมีปริมาณการส่งออกผลสด 68 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1 ล้านบาท (มกราคม-พฤษภาคม 2554) ซึ่งลดลงจากปี 2553 ที่มีปริมาณการส่งออก 1,780 ตัน คิดเป็นมูลค่า 38 ล้านบาท ทั้งนี้เนื่องจากคุณภาพของผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ

สำหรับปัญหาที่พบกับผลลองกองได้แก่ การเสื่อมสภาพไปอย่างรวดเร็ว เช่น การหลุดร่วง และการเกิดสีน้ำตาลหลังจากเก็บเกี่ยวแล้วภายในเวลา 2-3 วัน เป็นผลให้ความสดของผลลองกองลดลง ไม่เป็นที่ดึงดูดสายตาของผู้บริโภคจนถึงหมดสภาพการซื้อขาย ผลลองกองหลังจากเกิดสีน้ำตาลแล้วเมื่อนำมาปอกเปลือกจะพบว่าลักษณะของเนื้อยังคงสภาพดีอยู่ ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าแก่สินค้าอีกทั้งเพิ่มความสะดวกแก่การรับประทานจึงได้นำมาทำการแปรรูปด้วยการปอกเปลือก การนำลองกองพร้อมบริโภคมาผ่านกระบวนการแปรรูป โดยเฉพาะการปอกเปลือก ซึ่งในสภาพดังกล่าวเนื้อลองกองจะถูกสัมผัสกับสภาพแวดล้อมได้ง่าย เนื่องจากไม่มีเปลือกป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ส่งผลให้เซลล์หรือเนื้อเยื่อของพืชเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาอย่างรวดเร็วและมีอัตราสูงกว่าผลไม้ที่ยังไม่ผ่านการแปรรูป เช่น การหายใจ การผลิตเอทิลีน การเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆ เช่น การเกิดสีน้ำตาล (Browning) และการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวมีผลทำให้ลองกองพร้อมบริโภคเกิดการเสื่อมคุณภาพได้เร็ว จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อป้องกันหรือชะลอการเสื่อมสภาพของลองกองพร้อมบริโภค วิธีการที่นิยมใช้ในการรักษาคุณภาพของผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยวคือ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ความชื้นสัมพัทธ์สูง ในสภาพควบคุมบรรยากาศ และสภาพบรรยากาศดัดแปลง นอกจากนี้วัยของผลผลิตผลวิธีการเตรียม รวมทั้งการใช้แคลเซียมซิเตรทก็มีผลต่อคุณภาพเช่นเดียวกัน ซึ่งวิธีการดังกล่าวเหล่านี้สามารถนำมาใช้สำหรับการรักษาคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภคได้ โดยมีผลในการลดอัตราการหายใจ การสูญเสียวิตามินซี ซึ่งเป็นคุณค่าทางอาหารที่สำคัญของผลไม้ทั่วไป ชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยเฉพาะการเกิดสีน้ำตาล และลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

ดังนั้นวิธีการดังกล่าวมาจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะสามารถนำมาแก้ไขปัญหาการเกิดสีน้ำตาลและเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้บริโภค งานวิจัยนี้จึงเป็นการรักษา

คุณภาพของลองกองพร้อมบริโภคด้วยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ด้วยการใช้แคลเซียมซิเตรท และสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของแคลเซียมซิเตรทต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค
2. เพื่อศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1 เพื่อศึกษาผลของแคลเซียมซิเตรทที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลาในการจุ่ม 5 และ 10 นาที ต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค
- 2 ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก (gusseted bag) กล่องพลาสติก (clamshell) ฟิล์ม PVC และ LDPE เปรียบเทียบกับผลลองกองพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1 ทราบถึงชนิดของภาชนะบรรจุ ความเข้มข้นของแคลเซียมซิเตรท ที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บรักษา และเป็นแนวทางในการหาสภาพการเก็บรักษาผลไม้เมืองร้อนชนิดอื่นต่อไป
- 2 ลดการสูญเสียของผลลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยวได้
- 3 ลดข้อจำกัดในด้านการวางจำหน่ายทั้งในประเทศและต่างประเทศและลดปริมาณผลลองกองเสื่อมคุณภาพในระหว่างการขนส่ง
- 4 เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าผลิตผลสดทางการเกษตรของไทย

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1 ลองกอง

ลองกองมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aglaia dookkoo* Griff จัดเป็นผลไม้เมืองร้อน สกกุลเดียวกับยางสาด และดูถูก ลองกองจัดอยู่ในวงศ์ Meliales ตระกูล Meliaceae สกกุล *Aglaia* ชนิด *dookkoo* (กรมวิชาการเกษตร, 2540) ลองกองเป็นไม้ผลที่ได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมากทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เนื่องจากลองกองมีรสชาติดีมีกลิ่นหอมหวาน มีลักษณะเปลือกบาง เมล็ดน้อย ยางที่เปลือกไม่เหนียวติดมือ มีแนวโน้มเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ (อภิชัย, 2541)

การเสื่อมคุณภาพของผลลองกองเป็นลักษณะหนึ่งของผู้บริโภคไม่ต้องการ และไม่สามารถจำหน่ายได้ เป็นเหตุให้สูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค ลักษณะการเสื่อมคุณภาพของผลลองกองได้แก่ การหลุดร่วงของผล การเกิดสีน้ำตาล การเกิดโรค ซึ่งการหลุดร่วง และการเกิดสีน้ำตาลจัดเป็นลักษณะที่ส่งผลให้ผู้บริโภคไม่ต้องการ และไม่ยากซื้อมาบริโภค ทั้งที่ลักษณะเนื้อด้านในยังมีคุณภาพดีอยู่ ดังนั้นหากนำผลลองกองมาปกเปลือกเพื่อทำเป็นลองกองพร้อมบริโภค ก็จะส่งผลให้เป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้ระดับหนึ่ง

ผลลองกองเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric เช่นเดียวกับยางสาด ซึ่งมีอัตราการหายใจต่ำมากในระยะเก็บเกี่ยว คล้ายส้ม เงาะ และ ลิ้นจี่ ไม่สามารถนำมาบ่มได้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพ เนื่องจากการสุกที่ไม่พร้อมกันในต้นเดียวกัน และในช่อเดียวกัน (สุรจิตติ, 2536) ดังนั้นดัชนีการเก็บเกี่ยวจึงเป็นตัวชี้ระยะสุกที่เหมาะสมของผลลองกอง ซึ่งมีหลายประการดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก เมื่อผลลองกองเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งช่อ และเนื้อเริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาวใสตลอดผล
 2. การนับอายุของผล คือนับจากผลเริ่มเปลี่ยนสีประมาณ 15-25 วัน หรือนับจากดอกเริ่มบานจนถึงผลสุกประมาณ 180-220 วัน
 3. การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของกลีบเลี้ยงและก้านช่อผล
 4. การชิม และการอ่อนตัวของผล
 5. การเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ อยู่ในช่วง 17.0-18.3 ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้บริโภคมีความพอใจ
- อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลลองกองคือระยะที่ผลสุก ร้อยละ 80-90 เนื่องจากการขนส่งไปยังตลาดที่ไกล ไม่ควรเก็บในช่วงผลสุกร้อยละ 100 จะทำให้ผล

ร่วงจากช่อมาก ส่วนการเปลี่ยนแปลงของเนื้อและเปลือกลองกองในด้านคุณภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระยะหลังจากดอกติดผล คือ สัปดาห์ที่ 1-10 ผลอ่อนเปลือกสีเขียวเข้ม สีเนื้อขาวขุ่น และมีรสเปรี้ยว ระยะที่ 2 สัปดาห์ที่ 10-13 เปลือกจะเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีเหลือง บางผลในช่อยังเป็นสีเขียวอยู่ สีเนื้อจะขุ่นเป็นฝักรสหวานไม่สนิท ระยะที่ 3 สัปดาห์ที่ 13-ระยะเก็บเกี่ยว สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวล และส้มคล้ำ เนื้อในมีกลิ่นหอม และรสชาติหวานสนิท พร้อมเก็บเกี่ยวได้ (สุรกิตติ, 2536)

การนำผลลองกองมาปอกเปลือกเพื่อให้ลองกองมีสภาพพร้อมสำหรับการนำไปบริโภค ซึ่งทำให้ผลผลิตที่ได้มีความบอบบางง่ายต่อการชำรุดเสียหายของเชื้อโรคและเน่าเสียได้เร็วกว่าผลผลิตที่ไม่ได้ปอกเปลือก เนื่องจากผลไม้สดที่ผ่านการปอกเปลือกนี้ยังเป็นส่วนที่ยังมีชีวิตอยู่ ยังมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นภายในเพื่อรับกับสภาพที่ถูกปอกเปลือก การหายใจและการสร้างเอทิลีนมักสูงขึ้นพร้อมๆ กับกระบวนการป้องกันตัวเองซึ่งถูกกระตุ้นโดยบาดแผลที่เกิดขึ้น ดังนั้นการปอกเปลือกผลไม้จึงต้องทำด้วยความประณีตเพื่อลดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้

2.2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของผลไม้สดพร้อมบริโภค

2.2.1 อัตราการหายใจ

ผลไม้พร้อมบริโภคเป็นผลผลิตที่ผ่านขั้นตอนการตัดหรือการหั่น ทำให้เนื้อเยื่อหรือเซลล์ถูกทำลายมีผลในการกระตุ้นการหายใจเพิ่มมากขึ้น เมื่อเนื้อเยื่อพืชเกิดบาดแผลจะมีผลให้อัตราการหายใจและอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนเพิ่มขึ้น (Blanchard และคณะ, 1996) โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณบาดแผล (Wiley, 1994) Watada และ Qi (1999) พบว่าอัตราการหายใจของผลกีวี่ปอกเปลือกเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลกีวี่ปกติ การเพิ่มขึ้นของอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนมีผลในการเร่งการเสื่อมสภาพของผลผลิตได้ เนื่องจากการหายใจของผลผลิตเป็นปฏิกิริยาที่ต้องใช้สารที่เก็บสะสมในผลผลิตให้หมดไป ดังนั้นเมื่ออัตราการหายใจเพิ่มขึ้นปริมาณของสารต่างๆที่อยู่ภายในเซลล์มีปริมาณลดลง จึงส่งผลให้ผลผลิตเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว

2.2.2 อัตราการผลิตก๊าซเอทิลีน

เมื่อเนื้อเยื่อพืชเกิดบาดแผลอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนจะเพิ่มขึ้น (Abe และ Watada, 1991) ซึ่งก๊าซเอทิลีนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและคุณภาพของผลไม้สดพร้อมบริโภคได้ เช่น เร่งให้เกิดการชราภาพ อัตราการหายใจสูงขึ้น กระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ และทำให้เกิดการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อ ก๊าซเอทิลีนที่เกิดจากเนื้อเยื่อที่เกิดบาดแผลจะกระตุ้นการเสื่อมและการชราภาพในเนื้อเยื่อผลไม้สดพร้อมบริโภค Watada และคณะ (1990)

พบว่าเมื่อนำผลกีวีฟรุตซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำมาตัดแต่งเป็นชิ้น ภายใน 24 ชั่วโมง จะมีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนี้อาจเป็นผลมาจากการกระตุ้นของเอทิลีนภายใน แต่กีวีฟรุตที่ไม่ได้ตัดแต่งจะมีการผลิตเอทิลีนคงที่ตลอดระยะเวลา 24 ชั่วโมง

2.2.2 การเกิดสีน้ำตาล (Browning)

การเกิดสีน้ำตาลเป็นอาการที่เกิดขึ้นบริเวณแผลหรือรอยตัดของผลิตผล โดยเฉพาะในผลิตผลที่มีสารประกอบฟีนอลในปริมาณที่สูง เช่น ผักกาดหอมห่อ (Varoquaux และคณะ, 1996) สีน้ำตาลที่ปรากฏเกิดจากการที่เซลล์ได้ถูกทำลายจากการตัดแต่งจึงทำให้เอนไซม์ PPO (polyphenol oxydase) ทำปฏิกิริยากับซับสเตรทภายในคือฟีนอล (phenol) และรวมกับก๊าซออกซิเจนภายในบรรยากาศได้เป็น ควิโนน (quinone) ซึ่งรวมกันเป็นโมเลกุลใหญ่ (polymerization) ขึ้นและทำให้เกิดสีน้ำตาล (จริงแท้, 2538)

2.2.4 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของผลไม้สดพร้อมบริโภคซึ่งปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าปนเปื้อนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ชนิดและลักษณะของผลิตผล (ความสมบูรณ์ คุณภาพก่อนการแปรรูป) (Carlin และคณะ, 1990) แหล่งปลูก (สภาพแวดล้อม ระบบการปลูก) ความสะอาดในระหว่างการจัดการ การตัดและการหั่น ความชื้น ความเป็นกรดและ pH และบรรจุภัณฑ์ ทำให้อายุการเก็บรักษาหรือการวางจำหน่ายสั้นลง โดยเฉพาะการตัดและการหั่นซึ่งมีผลต่อ จุลินทรีย์หลายประการ ประการที่หนึ่ง การตัดทำให้น้ำภายในเซลล์ของผลิตผลรั่วไหลออกมาจากเนื้อเยื่อภายในลงไปในเครื่องมือหรือผิวนอกของผลิตผล น้ำที่ไหลออกมาประกอบด้วยสารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้เป็นอาหาร ประกอบกับการเพิ่มพื้นที่ผิวบริเวณรอยตัด ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้เร็วขึ้นเป็นผลให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างมากภายในผลิตผลที่ตัดหรือหั่น ประการที่สอง คือ การตัดเป็นการขจัดตัวป้องกันที่มีอยู่คือผิวนอกหรือเปลือก ตามปกติจุลินทรีย์บางชนิดไม่ได้เป็น spoilage organism แต่สามารถทำให้น่าเสียได้เนื่องจากกลไกการป้องกันที่มีอยู่ตามปกติถูกทำลายไป (สุจิตรา, 2544) เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มที่ทำให้เกิดการเน่าเสียประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา (Nguyen-the และ Carlin, 1994) โดยเฉพาะแบคทีเรียชนิดแกรมลบทำให้เกิดการเน่าเสียปริมาณมากกว่าร้อยละ 80-90 ซึ่งพบ *Pseudomonas* spp. มีปริมาณมากที่สุดและสามารถพบได้ในผักพร้อมบริโภคเกือบทุกชนิด (Babic และคณะ, 1996) ส่วนเชื้อยีสต์จัดเป็นจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในผักและผลไม้สดพร้อมบริโภคที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง มีรายงานการปนเปื้อนของเชื้อยีสต์กับผลิตผลหลายชนิด เช่น แครอท ผักบด กะหล่ำปลีหั่นฝอย โดยทั่วไปการเข้าทำลายของยีสต์เกิดขึ้นในช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา (Carlin และคณะ, 1990)

3. วิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้พร้อมบริโภค

3.1 อุณหภูมิต่ำ

การเก็บรักษาผลผลิตที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยลดกิจกรรมเมแทบอลิซึม การเจริญเติบโตของเชื้อ และการสูญเสียน้ำหนักสดของผลผลิตตัดแต่งพร้อมบริโภค (Brackett, 1987) อุณหภูมิในการเก็บรักษาผลผลิตตัดแต่งพร้อมบริโภคโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 5-13 องศาเซลเซียส Sapers และ Miller (1998) พบว่าการเก็บรักษาผลไม้พร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลได้เช่นเดียวกับ Bolin และ Huxsoll (1991) พบว่าการเก็บรักษาผักกาดหอมพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้เช่นกัน การเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากในสภาพอุณหภูมิต่ำสามารถยับยั้งหรือชะลอกิจกรรมต่างๆ ของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ การงอกของสปอร์และการผลิตสารพิษ (toxin) จากการศึกษาของ Garg และคณะ (1993) พบว่าการเก็บรักษาผักพร้อมบริโภครวม (แครอท ปวยเล้ง และกะหล่ำดอก) ที่อุณหภูมิ 3.3 องศาเซลเซียส สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส

3.2 วิธีการเตรียมในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์

การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ จุดประสงค์เพื่อป้องกันการเกิดการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์และเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สารฆ่าเชื้อที่นิยมที่ใช้เป็นที่แพร่หลาย ได้แก่ คลอรีน สารฆ่าเชื้อประเภทนี้ที่นิยมใช้มากที่สุดมีโรงงานผลิตอาหาร เนื่องจากสามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรียได้ทุกชนิด ไม่ทำให้เกิดพิษ ไม่มีสี นอกจากนี้ยังสะดวกในการเตรียมและการนำไปใช้ โดยทั่วไปมีราคาถูกกว่าสารฆ่าเชื้อประเภทอื่น คลอรีนที่นิยมใช้อยู่ในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ (sodium hypochlorite) และแคลเซียมไฮโปคลอไรด์ (calcium hypochlorite) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวกันของคลอรีนกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือคลอรีนกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และเนื่องจากว่าไฮโปคลอไรด์มีคุณสมบัติเป็นด่าง จึงทำให้ pH ของน้ำสูงขึ้นเมื่อนำไปใช้ และมีผลทำให้ปฏิกิริยาการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ลดลงด้วย และหากใช้สารคลอรีนไม่เกิน 200 ppm ในการฆ่าเชื้อไม่จำเป็นต้องล้างพื้นผิวบริเวณนั้นด้วยน้ำเปล่าซ้ำอีก (Wiley, 1994)

3.3 สารละลายแคลเซียมซิเตรท

การใช้สารละลายแคลเซียมซิเตรทส่งผลให้อัตราการหายใจของผักและผลไม้พร้อมบริโภคลดลงโดยการรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้ม (membrane integrity) แต่ถ้าระดับแคลเซียมที่มีอยู่ตามธรรมชาติมีปริมาณสูงพอที่จะสามารถรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มแล้ว การให้แคลเซียมจากภายนอกอาจมีผลเพียงเล็กน้อยต่ออัตราการหายใจ การให้แคลเซียมซิเตรทจากภายนอกสามารถลดอัตราการหายใจในผลแพร์ (Same และ Conway, 1984) และอโวคาโด (Poovaiah, 1986) ได้ ซึ่งคาดว่า การควบคุมการหายใจเนื่องจากแคลเซียม มาจากความสามารถในการควบคุมการเข้าออกของสารผ่านเยื่อหุ้มต่างๆ หรือผลของกิจกรรมของ mitochondria ในการควบคุมการผ่านเข้า-ออกของสารพวก phosphate หรือวัตถุดิบในการหายใจ เช่น malate ไม่ให้ผ่านเข้าไปใน tonoplast และ plasmalemma ได้ จึงลดอัตราการหายใจสูงสุด (climacteric rise) ของผลิตผลได้

การใช้สารละลายแคลเซียมซิเตรทในผลแอปเปิลพันธุ์ Golden Delicious พบว่าผลแอปเปิลมีการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าผลที่ไม่มีการให้แคลเซียมจากภายนอกระหว่างการเก็บรักษาที่ 0 องศาเซลเซียส (Song และ Bangerth, 1993) และระหว่าง 7 วัน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นการให้แคลเซียมจากภายนอกสามารถลดอัตราการผลิตเอทิลีนในผล และขึ้นเนื้อเยื่อของพืชได้อาจเนื่องมาจากการที่กระบวนการผลิตเอทิลีนมีความสัมพันธ์กับการสุกและการชราภาพของเซลล์ และการใช้แคลเซียมจากภายนอกสามารถชะลอการชราภาพของเซลล์ได้ โดยเพิ่มความแข็งแรงและรักษาสมรรถภาพของเยื่อหุ้มและการลดความหนืด (microviscosity) ของเยื่อหุ้มจึงทำให้แอปเปิลมีการผลิตเอทิลีนลดลง (Ben-Arie และคณะ, 1982)

3.4 สภาพบรรยากาศควบคุม และสภาพบรรยากาศดัดแปลง

การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม และสภาพบรรยากาศดัดแปลงของผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการผลของระดับออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงในการยืดอายุการเก็บรักษาหรือชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตผล ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม เพราะถ้าความเข้มข้นสูงเกินไปจะเกิดอันตรายต่อสรีระของผลิตผลได้ หรือถ้าออกซิเจนน้อยเกินไป จะทำให้เกิดการหายใจแบบ anaerobic ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรสที่ผิดปกติอันเนื่องมาจากการสะสมเอทานอลและอะซีทัลดีไฮด์ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมมีผลในการลดอัตราการหายใจของผลิตผลได้ เนื่องจากการหายใจเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารอาหารที่สะสมให้หมดไป (catabolism) จากเหตุผลดังกล่าวการหายใจจึงเป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว (senescence) ดังนั้นจำเป็นต้องมีการลดอัตราการหายใจ

ของผลิตผลให้ต่ำลงเพื่อยืดอายุหรือรักษาคุณภาพของผลิตผล การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำจะสามารถลดอัตราการหายใจของผักและผลไม้ได้ ซึ่งจากการวิจัยใน fresh-cut honeydew ที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 fresh-cut strawberry ที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 1 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 และ fresh-cut peach ที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน ร้อยละ 1 และคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถลดอัตราการหายใจได้ ปริมาณก๊าซออกซิเจนต่ำ (น้อยกว่าร้อยละ 5) และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง (มากกว่าร้อยละ 5) จะยับยั้งการผลิตเอทิลีน ซึ่งเอทิลีนจะเร่งให้เกิดการเสื่อมสภาพ ผักและผลไม้พร้อมบริโภคจะผ่านกระบวนการหั่น ปอกและตัด ซึ่งจะชักนำให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นการเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศจะสามารถลดการสังเคราะห์เอทิลีน เช่น การเก็บรักษา fresh-cut kiwifruit ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 หรือ 4 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 หรือ 10 ก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 หรือก๊าซออกซิเจนร้อยละ 4 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 สามารถลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้ การเก็บรักษา lettuce ที่หั่นแล้วในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 จะยับยั้งการสังเคราะห์สารประกอบ phenolic ได้ ซึ่งสารดังกล่าวจะมีส่วนในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (browning) เอนไซม์ที่สำคัญในการเกิดสีน้ำตาลคือ PPO (polyphenol oxydase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนสารประกอบฟีนอลไปเป็นสารประกอบที่มีสีน้ำตาล เนื่องจากปฏิกิริยาดังกล่าวเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำจึงสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ PPO และลดการเกิดสีน้ำตาลได้ (Varoquaux และคณะ, 1996) การใช้ฟิล์มพลาสติกห่อหุ้มผักและผลไม้ เป็นลักษณะการทำสภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบหนึ่ง โดยทำให้ความเข้มข้นของออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น โดยมีพลาสติกเป็นตัวจำกัดการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้นระหว่างบรรยากาศภายในภาชนะบรรจุรอบ ๆ ผลผลิตกับบรรยากาศภายนอก ในสภาพดังกล่าวนี้ทำให้ผลผลิตมีอัตราการหายใจลดลง ลดการผลิตเอทิลีน ลดการตอบสนองของเนื้อเยื่อพืชที่มีต่อเอทิลีน กระบวนการเสื่อมสภาพจึงเกิดช้าลง (Kader, 1980) นอกจากนี้ยังช่วยชะลอกระบวนการสุกและการเสื่อมสภาพ ลดการคายน้ำ และการสูญเสียวิตามินซี (Berrang และคณะ, 1990) การเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ (Paull และChen, 1987) ลดความเสียหายเนื่องมาจากอุณหภูมิต่ำ (CI) และการเกิดโรคของผลผลิต (Berrang และคณะ, 1990) ฟิล์มยืดที่นิยมใช้ในการห่อผลผลิตสดได้แก่ linear low-density polyethylene (LLDPE) และ polyvinyl chloride (PVC) (สินีนาถ และคณะ, 2530) ฟิล์มยืด LLDPE มีคุณสมบัติโปร่งแสง นิ่ม ยืดหยุ่น มีความเหนียวสูง ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ต่ำ (มยุรี, 2531) นอกจากนี้ Michio และคณะ (1992) รายงานว่าเมื่อใช้ฟิล์ม PE

สามารถป้องกันการสูญเสียน้ำหนัก อาการเหี่ยว และการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลสาละ ได้ดีกว่าผลที่ไม่ได้หุ้มฟิล์ม ส่วนฟิล์มยืด PVC มีคุณสมบัติโปร่งใส ไม่เป็นผ้าขุ่นมัวแม้จะอยู่ในที่อุณหภูมิต่ำ มีความเหนียวสูง ดูดซึมน้ำค่อนข้างสูง ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำค่อนข้างต่ำ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้อยู่ในเกณฑ์ปานกลางจนถึงต่ำ มีราคาถูกจึงได้รับความนิยมค่อนข้างมาก (มยุรีและอมรรัตน์, 2533) Scott และคณะ (1982) รายงานว่าการห่อผลลิ้นจี่ด้วยฟิล์ม PVC ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำหนัก และการเปลี่ยนแปลงสีน้ำตาลของเปลือกขณะเก็บรักษาได้นาน 7 วัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมวัสดุทดลอง

การเตรียมผลิตผล นำลองกองจากสวนในจังหวัดจันทบุรี เก็บเกี่ยวผลลองกอง 2 วั

วัยที่ 1 โดยนับอายุของผล คือนับจากผลลองกองติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 -11 (สุกร้อยละ 65-75) หรือ ผลเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง บางผลในช่อยังเป็นสีเขียวอยู่ สีเนื้อจะชุ่มเป็นผ้า รสหวาน ไม่สนิท

วัยที่ 2 โดยนับอายุของผล คือนับจากผลลองกองติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 12 -13 (สุกมากกว่าร้อยละ 80) หรือ สีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวล และสัมผัส เนื้อในมีกลิ่นหอม และรสชาติหวานสนิท

ใช้กรรไกรตัดขั้วข้อผลแล้วบรรจุลงในกล่องโฟม โดนขนส่งทางรถตู้ปรับอากาศ นำมาคัดแยกผลที่มีตำหนิออก เลือกผลที่มีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3.2 ขั้นตอนการทดลองและการบันทึกผล

จากการศึกษา “โครงการการรักษาคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภครด้วยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว(ระยะที่ 1)” นั้นสรุปได้ว่า

การทดลองที่ 1. จากการศึกษาค้นคว้าของวัยลองกอง 2 วั คือ วัยสุกร้อยละ 65-75 และวัยมากกว่าร้อยละ 80 และความชื้นสัมพัทธ์ที่ระดับความเข้มข้น 2 ระดับ คือร้อยละ 70-75 และ 90-95 ต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค พบว่า ลองกองวัยสุกร้อยละ 65-75 เก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด การเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลน้อยกว่าชุดการทดลองอื่น และมีคุณภาพดีที่สุด

การทดลองที่ 2 จากนั้นคัดเลือกลองกองจากการทดลองที่ 1 มาใช้ในการทดลองที่ 2 คือ ใช้ผลลองกองวัยสุกร้อยละ 65-75 เก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 โดยศึกษาค้นคว้าของอุณหภูมิกับรักษาที่ 4 13 และ 25 องศาเซลเซียสต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค พบว่าการเก็บผลลองกองพร้อมบริโภคที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพได้นานถึง 8 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เก็บรักษาได้เพียง 2 วัน

การทดลองที่ 3. เลือกลองกองจากการทดลองที่ 1 มาใช้ในการทดลองนี้โดยศึกษาวิธีการเตรียมโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 3 ระดับ ได้แก่ 0 100 และ 200 ppm และระยะเวลาในการจุ่ม 1 และ 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภคพบว่าวิธีการเตรียมลองกองพร้อมบริโภคโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 200 ppm นาน 1 นาที ช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ และผลลองกองมีคุณภาพดีกว่าชุดการทดลองอื่น

ดังนั้น งานวิจัยในระยะที่ 2 นี้ จึงเลือกผลการทดลองจากระยะที่ 1 มาใช้ คือ คัดเลือกผลลองกองพร้อมบริโภคในวัยสุกร้อยละ 65-75 เก็บรักษาที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และใช้วิธีการเตรียมโดยจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 1 นาที

การเตรียมผลิตผล คัดเลือกผลลองกองพร้อมบริโภคในวัยสุกร้อยละ 65-75 โดยนับอายุของผล คือนับจากผลลองกองติดผลจนถึงสัปดาห์ที่ 10 -11 (สุกร้อยละ 65-75) หรือ ผลเริ่มเปลี่ยนสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง บางผลในซอายังเป็นสีเขียวอยู่ สีเนื้อจะขุ่นเป็นฝ้า รสหวานไม่สนิท จากสวนในจังหวัดจันทบุรี ใช้กรรไกรตัดขั้วข้อผลแล้วบรรจุลงในกล่องโฟม โดยขนส่งทางรถตู้ปรับอากาศ นำมาคัดแยกผลที่มีตำหนิออก เลือกผลที่มีขนาดสม่ำเสมอ เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

นำผลลองกองที่เตรียมได้จากขั้นตอนการเตรียมผลิตผลจุ่มในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm เป็นเวลา 1 นาทีหลังจากนั้นทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำไปใช้ในการทดลองที่ 1 ต่อไป

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของแคลเซียมซิเตรตต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

ในการศึกษาผลของแคลเซียมซิเตรตต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภควางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ โดยมี 2 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้น 3 ระดับ คือ

สารละลายแคลเซียมซิเตรตเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการจุ่ม 2 ระดับ 5 และ 10 นาที

ดังนั้นชุดการทดลองมีทั้งหมด 6 วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่ 1. จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรต 5 นาที ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0

วิธีการที่ 2. จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรต 5 นาที ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1

วิธีการที่ 3. จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรต 5 นาที ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2

วิธีการที่ 4. จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรท 10 นาที ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0

วิธีการที่ 5. จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรท 10 นาที ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1

วิธีการที่ 6. จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรท 10 นาที ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2

นำผลลองกองที่เตรียมได้จากขั้นตอนการเตรียมผลผลิตจุ่มในสารละลายแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นต่างๆ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการตรวจผลและบันทึกการเปลี่ยนแปลงครั้งแรกก่อนทำการเก็บรักษา หลังจากนั้นทำบันทึกการเปลี่ยนแปลงของลองกองพร้อมบริโภครทุกๆ 2 วัน โดยทำการบันทึกผลดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสี

การเปลี่ยนแปลงสีของลองกองพร้อมบริโภครจะวัดบริเวณผิวเนื้อสีขาว โดยใช้เครื่องวัดสี Minolta รุ่น DP-301 และรายงานผลเป็นค่า Hunter's scale ซึ่งประกอบด้วยค่าต่างๆ ดังนี้

- ค่า L เป็นค่าที่รายงานถึงความสว่างของสี ค่า L สูงหมายถึง มีค่าความสว่างมาก แต่ถ้าค่า L ต่ำ หมายถึง มีสีสว่างน้อยหรือเข้มมาก

- ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงสีในช่วงสีเขียว-แดง ในกรณีที่ค่า a มีค่าเป็นลบสีที่ปรากฏอยู่ในช่วงสีเขียว และ a มีค่าเป็นบวกสีที่ปรากฏอยู่ในช่วงสีแดง

- ค่า b เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงสีในช่วงสีน้ำเงิน-สีเหลือง ในกรณีที่ค่า b เป็นลบสีที่ปรากฏอยู่ในช่วงสีน้ำเงิน และ b มีค่าเป็นบวกสีที่ปรากฏอยู่ในสีเหลือง

2. อัตราการหายใจ และอัตราการผลิตเอทิลีน (Gemma และคณะ., 1994)

นำลองกองพร้อมบริโภครจำนวน 4 ลูก น้ำหนักประมาณ 100 กรัม ทำการจดน้ำหนัก แล้วใส่ลงในกล่องพลาสติกที่ปิดสนิทปริมาตร 680 มิลลิลิตร จดเวลาที่ทำการเก็บลงกล่อง แล้วนำไปเก็บตามอุณหภูมิที่เก็บรักษาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นเก็บตัวอย่างก๊าซภายในกล่องพลาสติกด้วยเข็มฉีดยาที่เป็นสูญญากาศปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปทำการวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยเครื่อง gas chromatography (ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC 8A) ซึ่งใช้ column ชนิด molecular sieve 5A(Mesh 60/80) และรุ่น GC 14B สำหรับวิเคราะห์ก๊าซเอทิลีน ซึ่งใช้ column ชนิด parapak Q(Mesh60/80) โดยใช้สภาพของการวัดดังนี้

	O ₂	C ₂ H ₄
Column	Molecular sieve 5A	Parapak Q
Column temperature	50°C	75°C
Inject temperature	100°C	100°C
Detector	TCD	FID
Carrier gas	He	N ₂

3. การสูญเสียน้ำหนัก

โดยทำการชั่งน้ำหนักลองกองพร้อมบริโศคในบรรจุภัณฑ์เริ่มต้นก่อนการเก็บรักษา หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักของลองกองทุก 2 วัน และนำค่ามาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดดังนี้

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา} - \text{น้ำหนักหลังการเก็บรักษา})}{\text{น้ำหนักก่อนการเก็บรักษา}} \times 100$$

4. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity, TA) (A.O.A.C, 1990)

ทำการวัดปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของลองกองพร้อมบริโศค โดยการนำลองกองพร้อมบริโศคมาคั้นน้ำ นำน้ำที่คั้นได้ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร และหยดสารละลาย Phenolphthalein ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 หยด เพื่อใช้เป็น indicator จากนั้นนำสารละลายตัวอย่างมาทำการไทเทรตกับสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 N จนถึงยุติ (end point) คือ เมื่อสารละลายตัวอย่างมีสีชมพูอย่างน้อย 30 วินาที หลังจากนั้นนำปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรตมาคำนวณหาปริมาณกรด โดยรายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดซิตริกดังสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์กรดที่ไทเทรตได้ (กรดซิตริก)} = \frac{\text{Nbase} \times \text{MI base} \times \text{meq.wt. ของ citric acid} \times 100}{\text{ปริมาตรสารละลายตัวอย่าง}}$$

Nbase = ความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ที่ใช้ไทเทรต (นอร์มัล)

MIbase = ปริมาตรของสารละลาย NaOH ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

meq.wt.= 0.06404

5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่อง Hand refractometer รายงานผลเป็นค่า °Brix

6. คะแนนการเกิดสีน้ำตาล (ดัดแปลงมาจาก นพรัตน์, 2528)

0 = ไม่เกิดสีน้ำตาลที่เนื้อลองกอง

2 = เกิดสีน้ำตาลที่เนื้อลองกองน้อยกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

4 = เกิดสีน้ำตาลที่เนื้อลองกองร้อยละ 25 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

6 = เกิดสีน้ำตาลที่เนื้อลองกองร้อยละ 26-49 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

8 = เกิดสีน้ำตาลที่เนื้อลองกองร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

10 = เกิดสีน้ำตาลที่เนื้อลองกองมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

7. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Untrained panelist) โดยให้เป็นคะแนนสำหรับความชอบโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อตัวอย่าง โดยทำเครื่องหมายบนเส้นตรงที่มีความยาว 100 มิลลิเมตร ดังนี้

Name	Date
Sample	Sample Number
Please look at the sample and answer the following questions	

1. How much do you like or dislike the appearance of the sample?

_____	_____
Dislike extremely	Like extremely

2. How much do you like or dislike the colour of the sample?

_____	_____
Dislike extremely	Like extremely

3. How yellow or green is the sample?

_____	_____
Very yellow	Very green

4. How brown is the sample?

_____	_____
Not at all brown	Very brown

Please smell, touch or taste the sample and answer the following question

1. How much do you like or dislike the smell of the sample?

_____	_____
Dislike extremely	Like extremely

2. How much off-odour is the sample?

_____	_____
Not at all off-odour	Very off-odour

3. How much do you like or dislike the texture of the sample?

_____	_____
Dislike extremely	Like extremely

4. How crispy is the sample?

_____	_____
Not at all crispy	Very crispy

Please stop testing the sample and answer the remaining question

1. How much do you like or dislike the overall of the sample?

_____	_____
Dislike extremely	Like extremely

8. อายุการวางจำหน่าย

อายุการวางจำหน่ายของลองกองพร้อมบริโศกพิจารณาโดยใช้การยอมรับของผู้บริโภค และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน โดยผลิตผลจะสิ้นสุดอายุการวางจำหน่ายเมื่อได้รับคะแนนการยอมรับน้อยกว่า 50 คะแนน หรือเมื่อมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าที่มาตรฐานกำหนด

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโศก

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomize Design (CRD) ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ ดังนี้

วิธีการที่ 1. ไม่บรรจุ

วิธีการที่ 2. บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถุงพลาสติก (gusseted bag)

วิธีการที่ 3. บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในกล่องพลาสติก (clamshell)

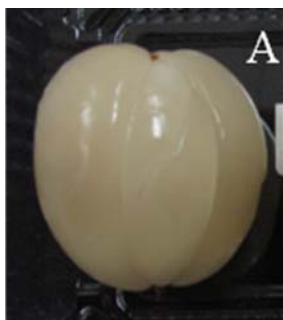
วิธีการที่ 4. บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC

วิธีการที่ 5. บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE

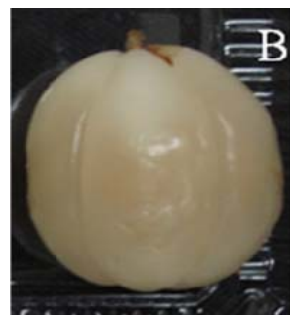
นำลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยแคลเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาใช้ร่วมกับการทดลองนี้ และนำไปเข้าวิธีการข้างต้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ 2 วัน โดยทำการบันทึกผลการทดลองดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสี (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
2. อัตราการหายใจและอัตราการผลิตเอทิลีน (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
3. การสูญเสียน้ำหนัก (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
4. ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
5. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
6. คะแนนการเกิดสีน้ำตาล (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
7. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
8. อายุการวางจำหน่าย (วิเคราะห์เหมือนการทดลองที่ 1)
9. คะแนนการเกิดอาการ pitting

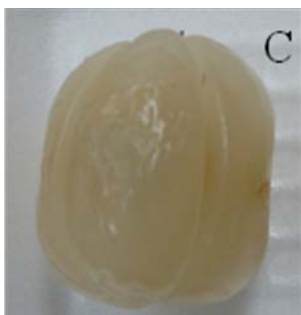
การให้คะแนน pitting โดยสังเกตจากลักษณะการเกิดหลุมที่ผิวของลองกองพร้อมบริโศก โดยให้เป็นคะแนนดังรูป



0 = ไม่เกิดอาการเนื้อเป็นหลุม



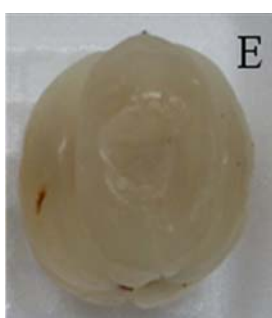
2 = อาการเนื้อเป็นหลุม
<10% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด



4 = อาการเนื้อเป็นหลุม
10-25% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด



6 = อาการเนื้อเป็นหลุม
26-50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด



8 = 6 = อาการเนื้อเป็นหลุม >50% ของพื้นที่ผิวทั้งหมด

3.3 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomize Design (factorial in CRD) และ Completely randomized design (CRD) ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ

3.4 สถานที่ดำเนินการทดลอง

ทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

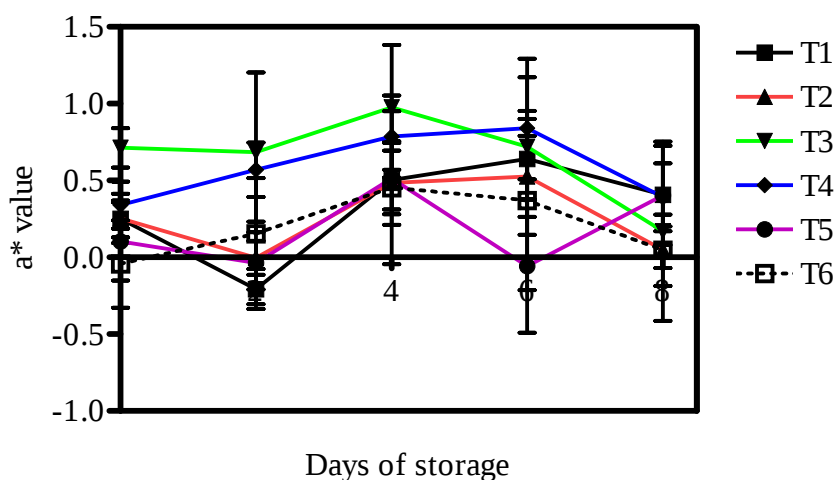
บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาผลของแคลเซียมซิเตรตต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

ในการศึกษาผลของแคลเซียมซิเตรตต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค โดยมี 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้น 3 ระดับ คือ สารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการจุ่ม 2 ระดับ 5 และ 10 นาที นำผลลองกองที่เตรียมได้จากขั้นตอนการเตรียมผลิตผลจุ่มในสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นต่างๆ นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการตรวจผลและบันทึกการเปลี่ยนแปลงครั้งแรกก่อนทำการเก็บรักษา หลังจากนั้นทำบันทึก การเปลี่ยนแปลงของลองกองพร้อมบริโภคทุกๆ 2 วัน โดยทำการบันทึกผลดังต่อไปนี้

4.1.1 สีของเนื้อลองกอง

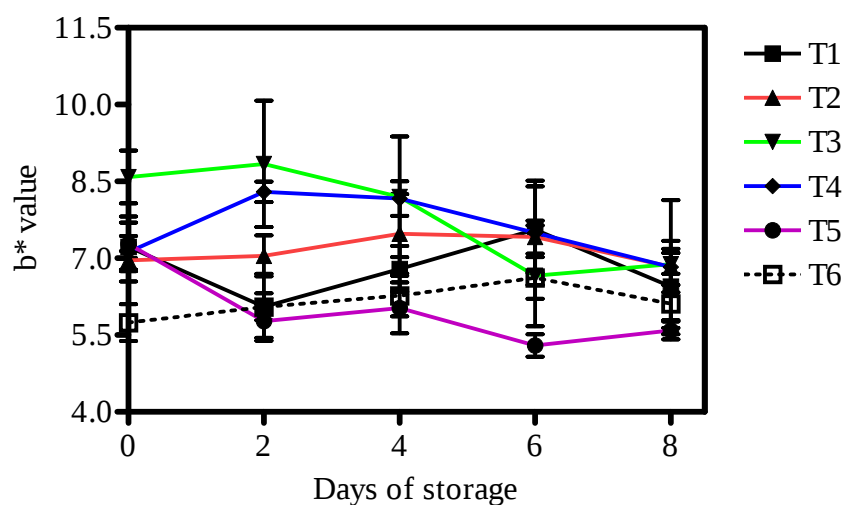
ค่า a^* แสดงถึง ค่าการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวไปเป็นสีแดง โดยค่า a^* เป็น ลบ แสดงค่าสีเขียว และค่า a^* เป็นบวก แสดงค่าสีแดง พบว่าลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรต ทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า a^* อยู่ในช่วง -0.04-0.98 และค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยระยะเวลาและความเข้มข้นไม่มีผลต่อค่า a^* อย่างไรก็ตาม ในวันสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) และลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 นาที (T6) มีค่า a^* น้อยสุด เท่ากันคือ 0.05 ในขณะที่ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) มีค่า a^* มากสุดเท่ากับ 0.41 รองลงมาคือลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) และลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรตความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) มีค่า a^* เท่ากับ 0.40 0.39 และ 0.17 ตามลำดับ (รูปที่ 4.1 และตารางภาคผนวกที่ 1)



รูปที่ 4.1 ค่า a^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศกที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ค่า b^* แสดงถึงค่าการเปลี่ยนแปลงสีจากเหลืองไปเป็นน้ำเงิน ลองกองพร้อมบริโศก มีการเปลี่ยนแปลงค่า b^* อยู่ในช่วง 5.39 – 8.84 โดยลองกองพร้อมบริโศก ในทุกชุดการทดลอง มีการเปลี่ยนแปลงค่า b^* ขึ้นลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ระยะเวลาในการจุ่มสารละลาย แคลเซียมซิเตรทมีผลต่อค่า b^* ในวันแรกที่จุ่มสารโดยการจุ่มลองกองพร้อมบริโศกที่ 5 นาที สูงกว่าที่ 10 นาที อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของ สารละลายที่ใช้ อย่างไรก็ตามเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและความเข้มข้นของ สารละลายแคลเซียมซิเตรทที่มีผลต่อค่า b^* พบความสัมพันธ์ในวันแรก และวันที่ 2 ของการ เก็บรักษา โดยลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 1 นาที (T3) และลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) มีค่า b^* สูงกว่าลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วย สารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ลองกองพร้อม บริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10

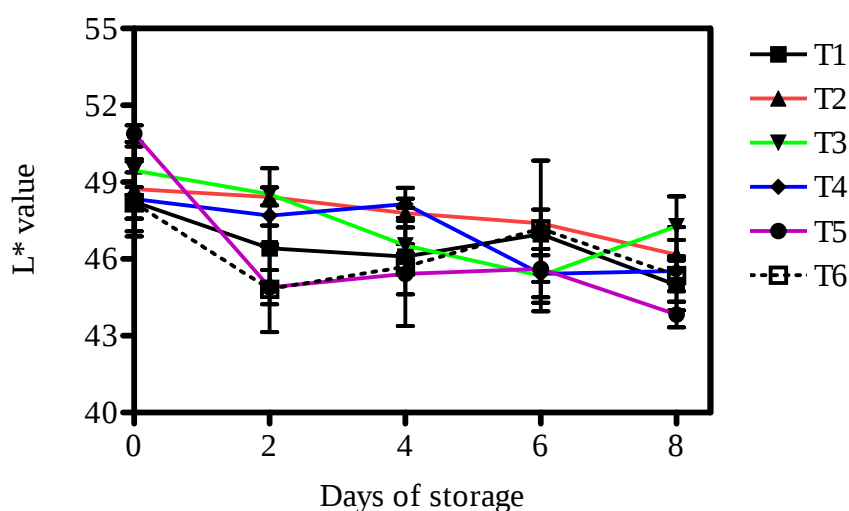
นาที่ (T6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ส่วนลองกองพร้อมบรีโปกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) นั้นไม่แตกต่างจากทั้งสองกลุ่มหลังจากวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ลองกองพร้อมบรีโปกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรทและไม่จุ่มสารนั้นไม่พบความแตกต่างกัน (รูปที่ 4.2 และตารางภาคผนวกที่ 2)



รูปที่ 4.2

ค่า b^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบรีโปกที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

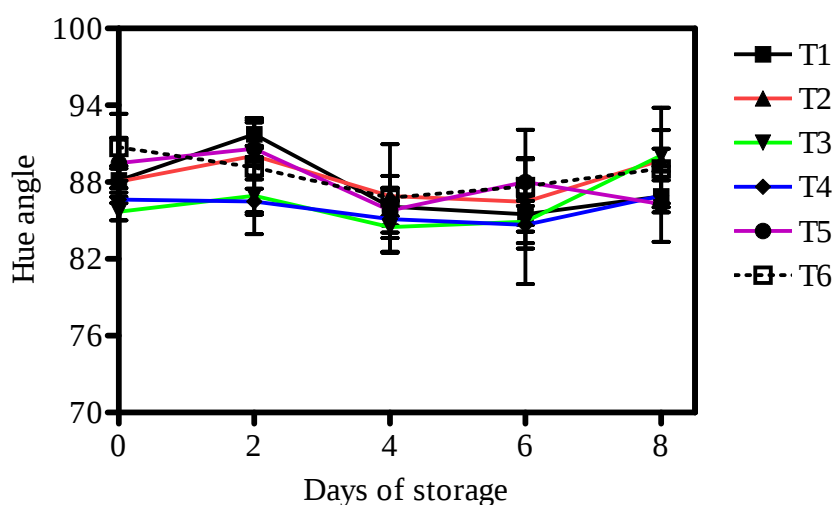
ค่า L^* แสดงถึงค่าความสว่าง จากผลการทดลองพบว่าค่า L^* อยู่ในช่วง 43.83 – 50.89 โดยลองกองพร้อมบริโศคในทุกชุดการทดลองมีค่า L^* มีปริมาณลดลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา ระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อค่า L^* ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) มีค่า L^* สูงกว่าลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) รองลงมาคือลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) และลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ตามลำดับ ซึ่งมีค่า L^* เท่ากับ 47.28 46.17 45.54 45.35 44.98 และ 43.83 ตามลำดับ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรท พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ของลองกองพร้อมบริโศค (รูปที่ 4.3 และตารางภาคผนวกที่ 3)



รูปที่ 4.3

ค่า b^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

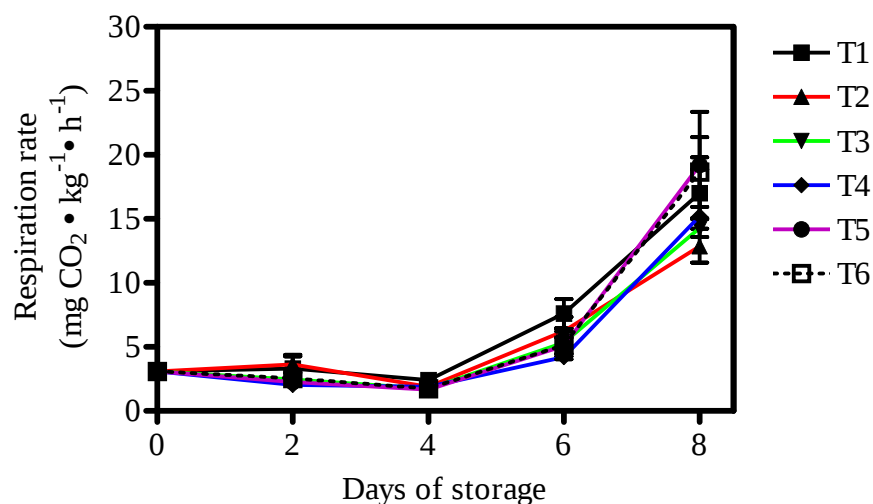
ค่า Hue angle แสดงถึงค่าความเข้มของสี ลองกองพร้อมบริโคมมีการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle อยู่ในช่วง 84.49-91.75 โดยลองกองพร้อมบริโคมในทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรท และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่า ลองกองพร้อมบริโคมที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) มีค่า Hue angle มากที่สุด รองลงมาคือ ลองกองพร้อมบริโคมที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) ลองกองพร้อมบริโคมที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ลองกองพร้อมบริโคมที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ลองกองพร้อมบริโคมที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) และลองกองพร้อมบริโคมที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ตามลำดับ ซึ่งมีค่า Hue angle เท่ากับ 90.08 89.72 89.04 86.93 86.89 และ 86.28 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรท พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของลองกองพร้อมบริโคม (รูปที่ 4.4 และตารางภาคผนวกที่ 4)



รูปที่ 4.4 ค่า Hue angle ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโคมที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.2 อัตราการหายใจ

อัตราการหายใจของลองกองพร้อมบริโศกพบว่าปริมาณค่อนข้างคงที่ในช่วง 4 วันแรก และหลังจากนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่ออัตราการหายใจ อย่างไรก็ตามการใช้ระยะเวลาในการจุ่มที่ 10 นาที มีอัตราการหายใจน้อยกว่าระยะเวลาในการจุ่มสารที่ 5 นาที และการใช้สารละลายแคลเซียมซิเตรทที่มีอัตราการหายใจต่ำกว่าการไม่จุ่มในสารละลายแคลเซียมซิเตรทโดยเฉพาะในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าทุกชุดการทดลองมีอัตราการหายใจสูง ลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) มีอัตราการหายใจต่ำสุด ตามด้วย ผลลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) และลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ตามลำดับ โดยมีอัตราการหายใจเท่ากับ 12.86 14.29 15.22 17.02 18.67 และ 19.28 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามสำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรท พบว่าไม่มีผลต่ออัตราการหายใจในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา (รูปที่ 4.5 และตารางภาคผนวกที่ 5)

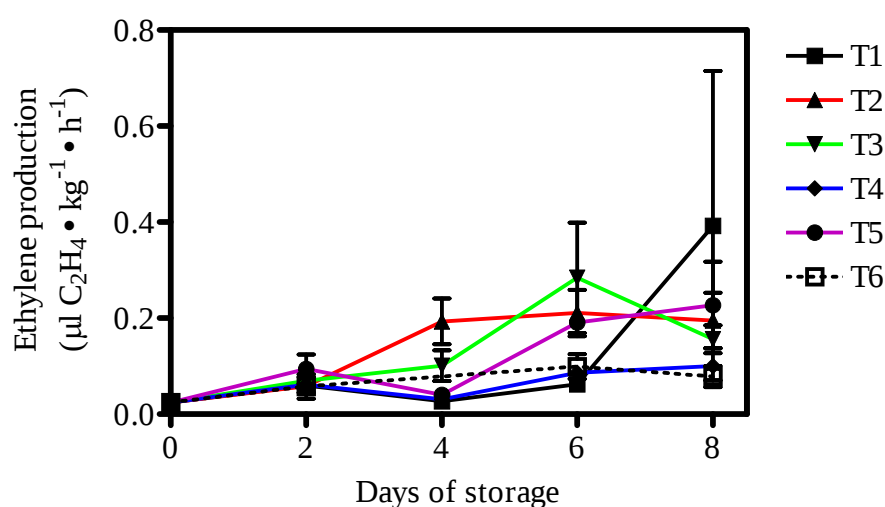


รูปที่ 4.5 อัตราการหายใจของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำจิ้มเคลือบซีเมนต์ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.3 อัตราการผลิตเอทิลีน

อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองพร้อมบริโภค พบว่าอัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองพร้อมบริโภคพบอยู่ในช่วง $0.024\text{--}0.393 \mu\text{l C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ โดยพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาที่ 5 และ 10 นาที ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยการจุ่มผลลองกองในสารละลายเคลือบซีเมนต์ที่ระยะเวลา 10 นาที ลดอัตราการผลิตเอทิลีนได้มากกว่าที่ระยะเวลา 5 นาที ซึ่งมีการผลิตเอทิลีนเท่ากับ 0.035 และ $0.117 \mu\text{l C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ แต่ความเข้มข้นของสารละลายเคลือบซีเมนต์ไม่มีผลต่ออัตราการผลิตเอทิลีนตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายเคลือบซีเมนต์ต่ออัตราการผลิตเอทิลีนพบว่ามีความแตกต่างกันในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยพบว่าลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายเคลือบซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่า ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายเคลือบซีเมนต์ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายเคลือบซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่ม

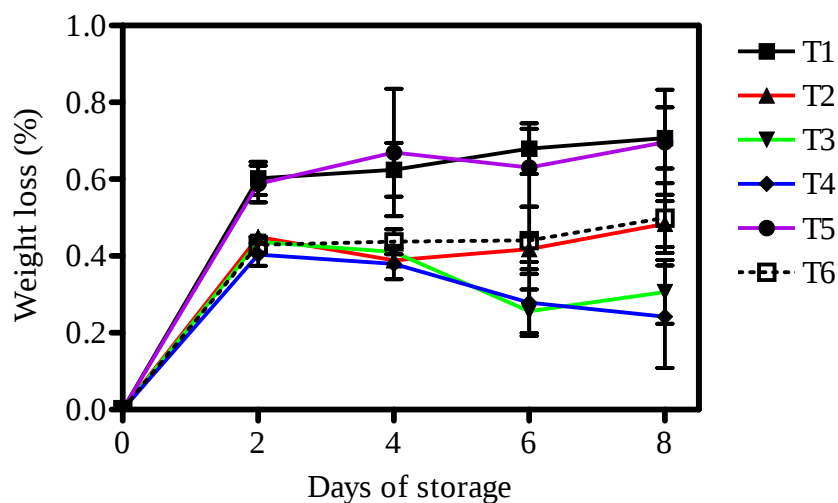
ด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) และลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนเท่ากับ 0.193 0.027 0.031 0.040 และ 0.070 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ตามลำดับ ในขณะที่ผลลองกองพร้อมบริโศกที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ไม่แตกต่างจากทุกชุดการทดลอง ซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนเท่ากับ 0.101 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (รูปที่ 4.6 และตารางภาคผนวกที่ 6)



รูปที่ 4.6 อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศกที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.4 การสูญเสียน้ำหนัก

ลองกองพร้อมบริโภคนั้นในทุกชุดการทดลองมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ระยะเวลาในการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก แต่การใช้ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทที่สูงขึ้นส่งผลให้ลดการสูญเสียน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามหลังจากวันที่ 2 พบว่าไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการจุ่มที่ 1 และ 5 นาที และความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทร้อยละ 0 1 และ 2 พบว่าความแตกต่างในวันที่ 2 6 และ 8 ของการเก็บรักษา โดยในวันที่ 2 ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) และลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) และลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ส่วนในวันที่ 6 และ 8 นั้นพบว่า ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) จะลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 0.71 0.70 0.50 0.48 0.31 และ 0.24 ตามลำดับ (รูปที่ 4.7 และ ตารางภาคผนวกที่ 7)

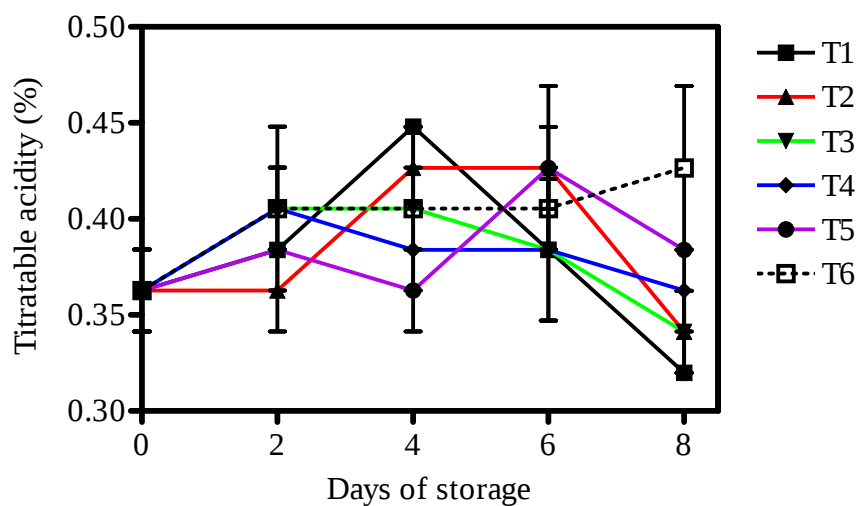


รูปที่ 4.7 การสูญเสียน้ำหนักของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มเคลือบซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.5 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

ลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลในทุกชุดการทดลองมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อยู่ในช่วงร้อยละ 0.32-0.45 ระยะเวลาการจุ่มสารมีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้อย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 4 และวันที่ 8 แต่ความเข้มข้นไม่มีผลต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการจุ่มกับความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซีเมนต์พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่า ลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 0.43 รองลงมาคือ ลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) และลองกองพร้อมบริโภคน้ำตาลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเมนต์ ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) มี

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ เท่ากับร้อยละ 0.38 0.36 0.34 0.34 และ 0.32 ตามลำดับ (รูปที่ 4.8 และตารางภาคผนวกที่ 8)

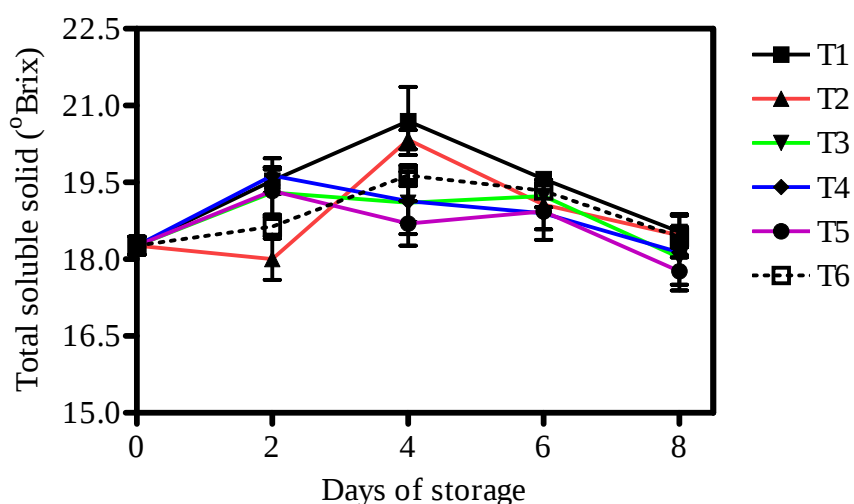


รูปที่ 4.8

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรต ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

ลองกองพร้อมบริโศคในทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากวันแรก และมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 4 หลังจากนั้นปริมาณลดลงในวันสุดท้าย ระยะเวลาและความเข้มข้นที่ใช้ในการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าการจุ่มลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้น้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 17.77 รองลงมาคือลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) ลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ผลลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) และลองกองพร้อมบริโศคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 18.03 18.13 18.43 18.53 และ 18.74 (รูปที่ 4.9 และตารางภาคผนวกที่ 9)

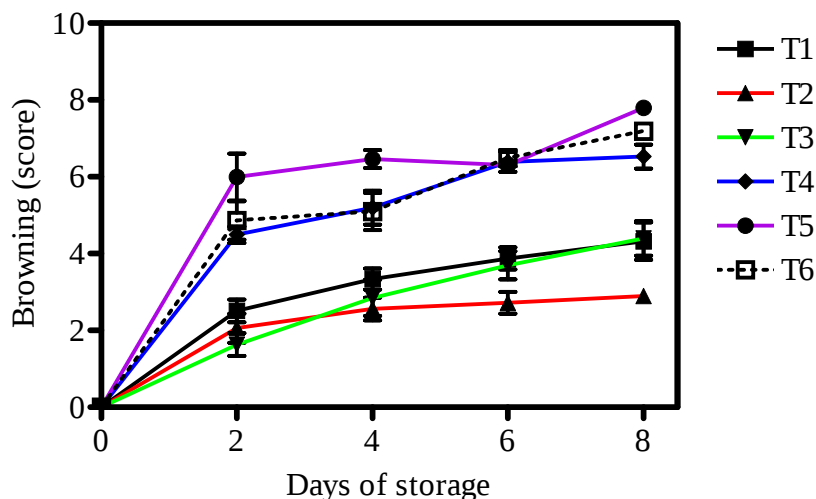


รูปที่ 4.9

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.7 การเกิดสีน้ำตาล (Browning Score)

ลองกองพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลเมื่อใช้เวลาในการจุ่มสารละลายนาน 10 นาที การเกิดสีน้ำตาลมากกว่าการจุ่มสารละลายที่ 5 นาที อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาล โดยการจุ่มผลลองกองในสารละลายแคลเซียมซิเตรทที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการจุ่มและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทพบว่าเมื่อจุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรทที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 10 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าผลลองกองพร้อมบริโภคที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 นาที และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) มีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง รองลงมาคือ ผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลน้อยที่สุด รองลงมาคือ ผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) และผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) ตามลำดับ โดยมีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 2.89 4.32 4.39 6.52 7.19 และ 7.79 (รูปที่ 4.10 และตารางภาคผนวกที่ 10)

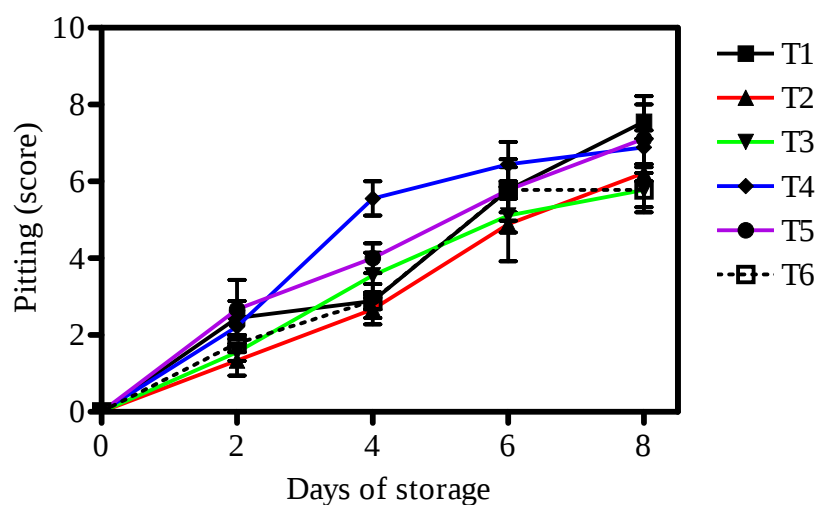


รูปที่ 4.10 การเกิดสีน้ำตาลลงกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.8 การเกิดอาการ pitting

ลงกองพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองมีคะแนนการเกิดอาการ pitting เพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษาและมีอาการมากสุดในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา โดยระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทมีผลต่อคะแนนการเกิด pitting ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา การจุ่มสารที่ระยะเวลา 10 นาที มีอาการ pitting มากกว่าการจุ่มสารที่ระยะเวลา 5 นาที ส่วนความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่ออาการ pitting เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติระหว่างระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทพบว่าไม่มีผลต่ออาการ pitting ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา โดยลงกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) มีอาการ pitting มากที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนลงกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ลงกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) ผลลงกอง

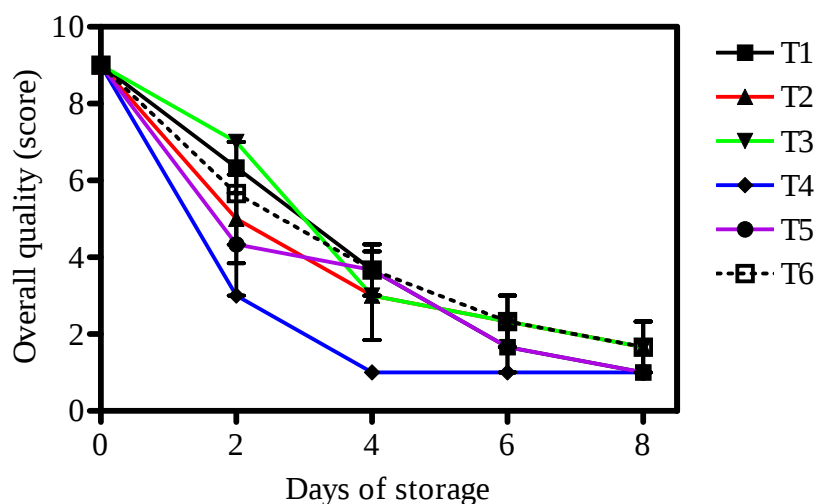
พร้อมบริโภคน้ำจิ้มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) ลองกองพร้อมบริโภคน้ำจิ้มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) และลองกองพร้อมบริโภคน้ำจิ้มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) มีอาการ pitting ไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.11 และ ตารางภาคผนวกที่ 11)



รูปที่ 4.11 การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำจิ้มแคลเซียมซีเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.9 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ลองกองพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองมีการยอมรับของผู้บริโภคตลอดการเก็บรักษา ระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยการจุ่มสารที่ระยะเวลา 5 นาที มีการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการจุ่มสารที่ระยะเวลา 10 นาที ส่วนความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตามการไม่ใช้สารละลายแคลเซียมซิเตรทมีการยอมรับของผู้บริโภคน้อยกว่าการจุ่มผลลองกองพร้อมบริโภคในสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ในช่วง 2 วันแรก เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติระหว่างระยะเวลา และความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทพบว่าไม่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมีคะแนนไม่เป็นที่ยอมรับผลลองกองทั้งจุ่มและไม่จุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทหลังวันที่ 2 ของการเก็บรักษา ซึ่งในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาโดยผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที (T3) มีการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด รองลงมาคือ ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 5 นาที (T1) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 10 นาที (T6) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 5 นาที (T2) ลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 1 เป็นเวลา 10 นาที (T5) และลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที (T4) มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.00 6.33 5.66 5.00 4.33 และ 3.00 ตามลำดับ (รูปที่ 4.12 และตารางภาคผนวกที่ 12)



รูปที่ 4.12 การยอมรับของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 5 นาที (T1) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 5 นาที (T2) ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 5 นาที (T3) ความเข้มข้นร้อยละ 0 ระยะเวลา 10 นาที (T4) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ระยะเวลา 10 นาที (T5) และ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ระยะเวลา 10 (T6) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.1.10 อายุการวางจำหน่าย

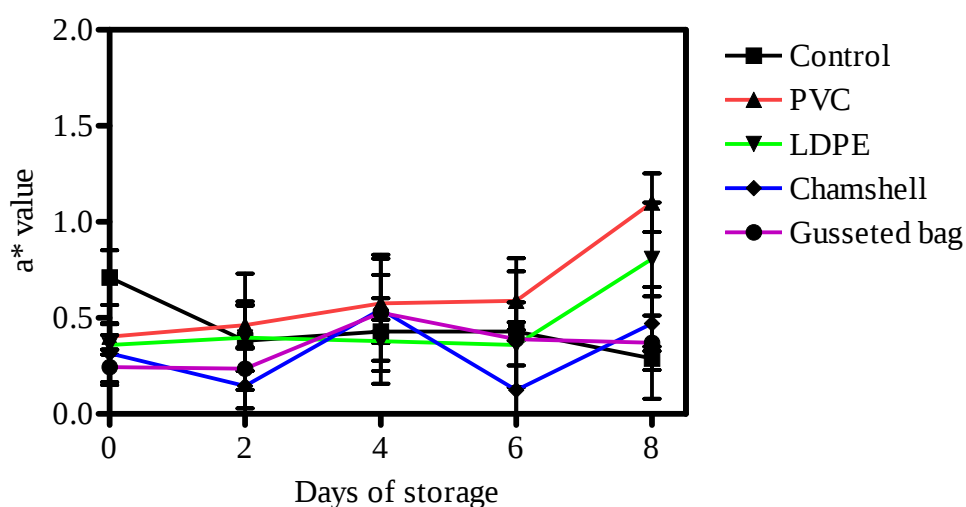
ผลลองกองพร้อมบริโภคมีอายุการวางจำหน่ายเมื่อเทียบกับการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าอยู่ในช่วง 2 วัน โดยหลังจาก 2 วันของการเก็บรักษาพบว่ามีการยอมรับน้อยในทุกชุดการทดลอง

4.2 ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

นำลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 มาใช้ร่วมกับการทดลองนี้ และนำไปเข้าวิธีการ วิธีการที่ 1. ไม่บรรจุ (ชุดควบคุม) วิธีการที่ 2. บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC วิธีการที่ 3. บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE วิธีการที่ 4. บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) วิธีการที่ 5. บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกผลการทดลองทุกๆ 2 วัน โดยทำการบันทึกผลการทดลองดังนี้

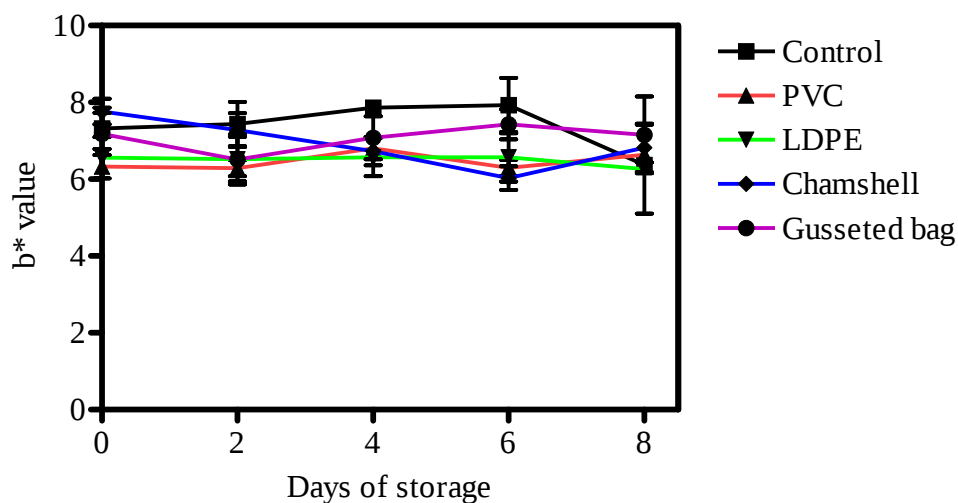
4.2.1 การเปลี่ยนแปลงสี

ค่า a^* ของเนื้อลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุม และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีปริมาณค่อนข้างคงที่ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติ อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาการนำผลลองกองพร้อมบริโภคบรรจุในภาชนะมีค่า a^* สูงกว่าชุดควบคุม โดยผลลองกองพร้อมบริโภคบรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีค่า a^* สูงสุด รองลงมาคือ ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) และชุดควบคุม ตามลำดับ ซึ่งมี ค่า a^* เท่ากับ 1.10 0.81 0.47 0.37 และ 0.29 ตามลำดับ (รูปที่ 4.13 และตารางภาคผนวกที่ 13)



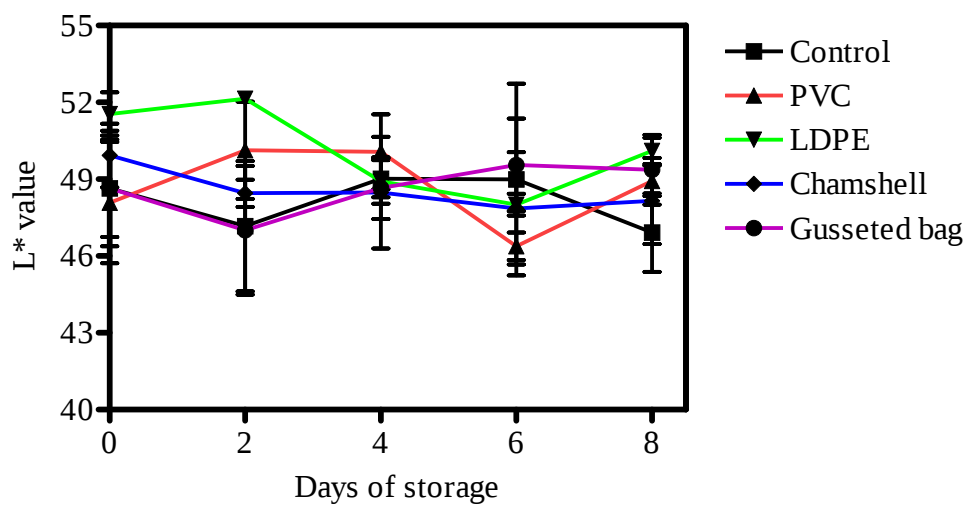
รูปที่ 4.13 ค่า a^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ค่า b^* ของผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีค่า b^* อยู่ในช่วง 6.03-7.93 และไม่พบความแตกต่างระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่า ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีค่า b^* มากกว่า ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโศคบรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ตามลำดับ ซึ่งมี ค่า b^* เท่ากับ 7.16 6.82 6.63 6.37 และ 6.26 ตามลำดับ (รูปที่ 4.14 และตารางภาคผนวกที่ 14)



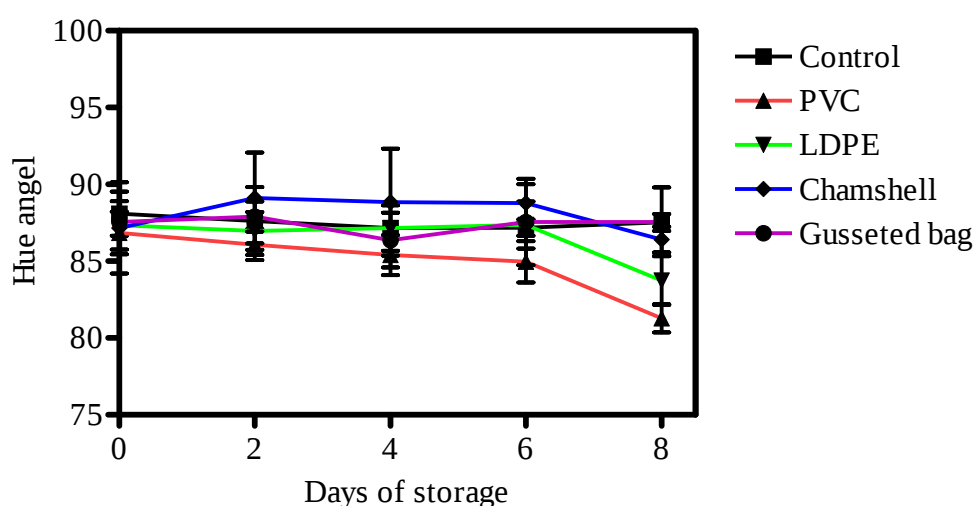
รูปที่ 4.14 ค่า b^* ของผลลองกองพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุผลลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุผลลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุผลลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุผลลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

ค่า L^* ของผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีค่า L^* เปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 46.38-52.14 และไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าการบรรจุผลลองกองพร้อมบริโศคในภาชนะบรรจุทุกชนิดมีค่า L^* สูงกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่มีภาชนะห่อหุ้ม โดยผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE มีค่า L^* มากกว่าผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศคบรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม ตามลำดับ ซึ่งมีค่า L^* เท่ากับ 50.10 49.37 48.94 48.15 และ 46.91 ตามลำดับ (รูปที่ 4.15 และตารางภาคผนวกที่ 15)



รูปที่ 4.15 ค่า L^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

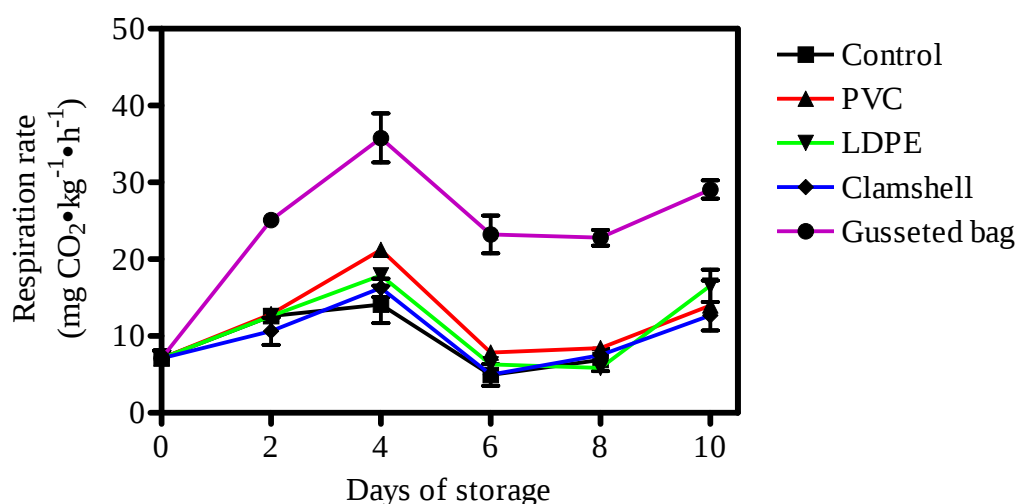
ค่า Hue angle ของผลลองกองพร้อมบริโศคในทุกชุดการทดลองมีปริมาณลดลงจากจุดเริ่มต้น โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติใน 6 วันแรกของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามมีค่า Hue angle ของผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) มีปริมาณสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ส่วนในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีค่า Hue angle ต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีค่า Hue angle เท่ากับ 87.56 87.53 86.41 83.75 และ 81.28 ตามลำดับ (รูปที่ 4.16 และตารางภาคผนวกที่ 16)



รูปที่ 4.16 ค่า Hue angle ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.2 อัตราการหายใจ

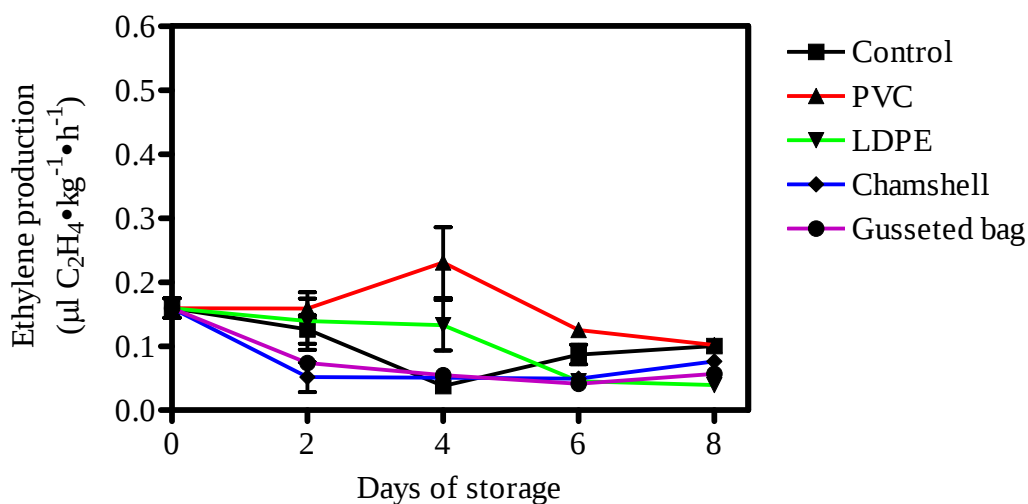
อัตราการหายใจของผลลองกองพร้อมบริโศคในทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นปริมาณลดลง และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษา โดยลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีอัตราการหายใจสูงแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่ผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) มีอัตราการหายใจไม่แตกต่างกัน โดยในวันสุดท้ายพบว่าลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) มีอัตราการหายใจเท่ากับ 22.80 6.89 8.44 5.88 และ 7.54 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ตามลำดับ(รูปที่ 4.17 และตารางภาคผนวกที่ 17)



รูปที่ 4.17 อัตราการหายใจของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.3 อัตราการผลิตเอทิลีน

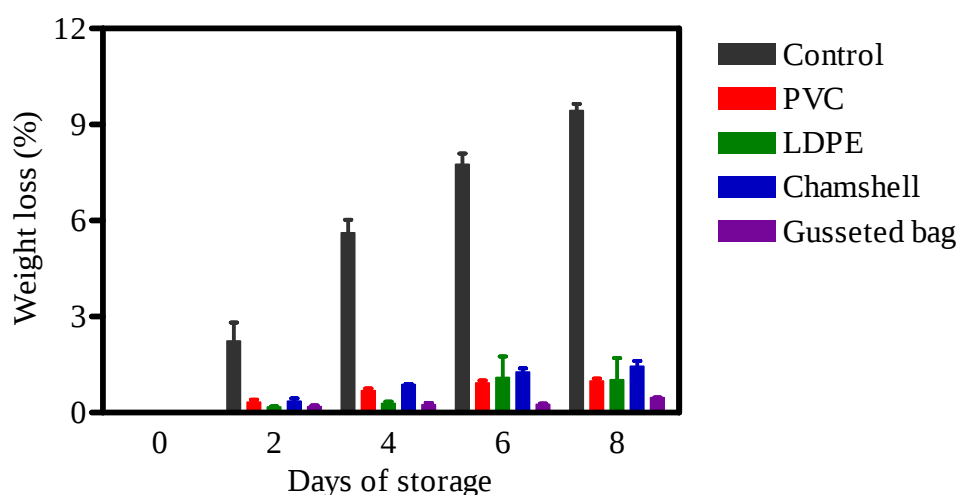
อัตราการผลิตเอทิลีนของผลลองกองพร้อมบริโศกในทุกชุดการทดลองมีปริมาณลดลงยกเว้น ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีปริมาณเพิ่มขึ้นสูงในวันที่ 4 ซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนเท่ากับ $0.231 \mu\text{ l C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ซึ่งไม่แตกต่างจากผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ซึ่งมีอัตราการผลิตเอทิลีนเท่ากับ $0.133 \mu\text{ l C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ในขณะที่ ผลลองกองพร้อมบริโศกในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีอัตราการผลิตเอทิลีนไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 0.038 0.051 และ $0.057 \mu\text{ l C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่าลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามผลลองกองพร้อมบริโศกในชุดควบคุม มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีอัตราการผลิตเอทิลีนเท่ากับ 0.100 0.076 0.057 0.039 และ $0.010 \mu\text{ l C}_2\text{H}_4\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ตามลำดับ (รูปที่ 4.18 และตารางภาคผนวกที่ 18)



รูปที่ 4.18 อัตราการผลิตเอทิลีนของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศกที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.4 การสูญเสียน้ำหนัก

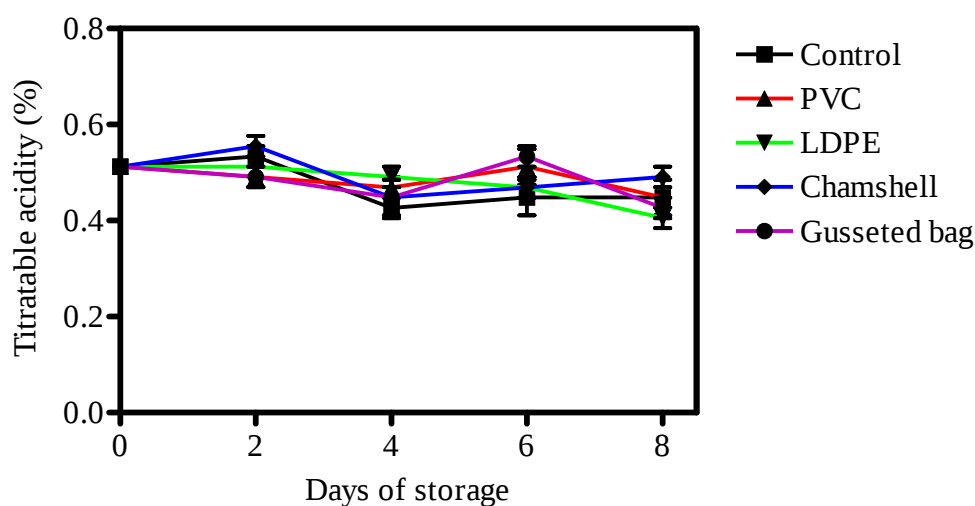
การใช้ภาชนะบรรจุช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งตลอดอายุการเก็บรักษา โดยลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ลดการสูญเสีย น้ำหนักได้มากกว่า ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ตามลำดับ ซึ่งมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับร้อยละ 0.46 0.98 1.02 และ 1.45 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่มีการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 9.44 ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (รูปที่ 4.19 และตารางภาคผนวกที่ 19)



รูปที่ 4.19 การสูญเสียน้ำหนักของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศกที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.5 ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้

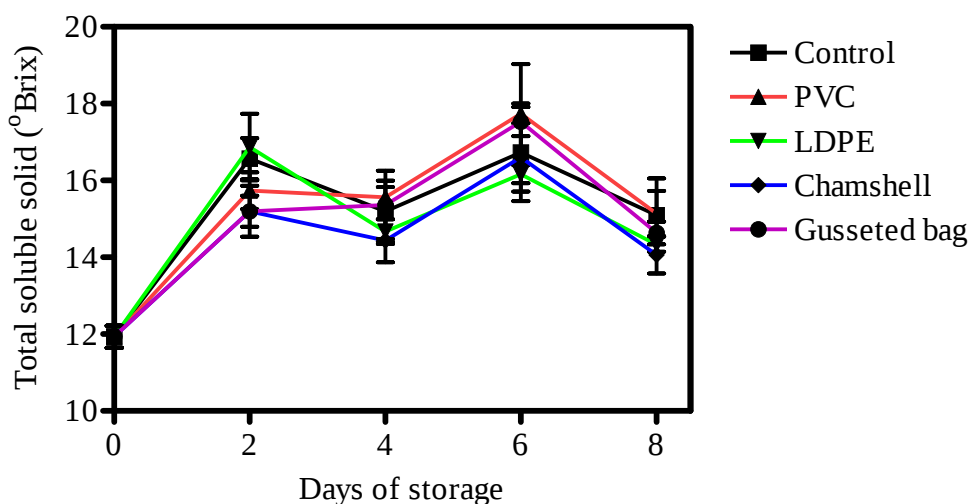
ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้มีปริมาณค่อนข้างคงที่ ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 0.41-0.55 โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าผลลองกองพร้อมบรีโศคในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบรีโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบรีโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบรีโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และลองกองพร้อมบรีโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ เท่ากับ 0.45 0.45 0.41 0.49 และ 0.43 ตามลำดับ(รูปที่ 4.20 และตารางภาคผนวกที่ 20)



รูปที่ 4.20 ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ของของลองกองแปรรูปพร้อมบรีโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบรีโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบรีโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบรีโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบรีโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.6 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

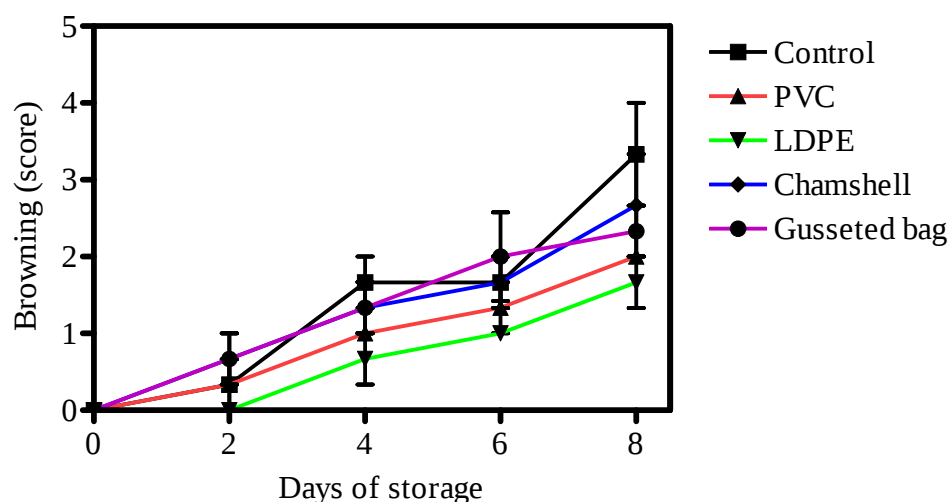
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งอยู่ในช่วง 11.93-17.73 °Brix โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบว่าผลลองกองพร้อมบริโกลในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบริโกลที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโกลที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบริโกลที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และลองกองพร้อมบริโกลที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ เท่ากับ 15.10 15.13 14.33 14.07 และ 14.63 °Brix ตามลำดับ (รูปที่ 4.21 และตารางภาคผนวกที่ 21)



รูปที่ 4.21 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโกลที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโกลในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโกลในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโกลในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโกลในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.7 คะแนนการเกิดสีน้ำตาล

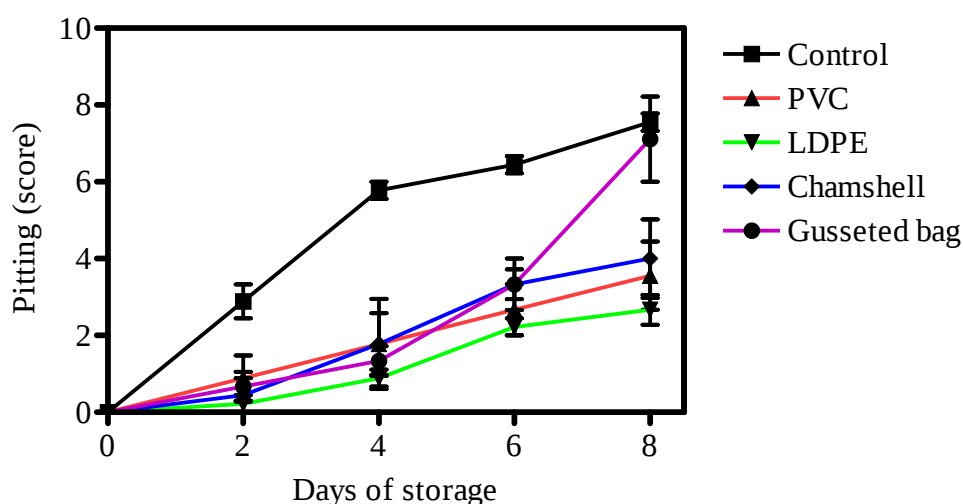
ผลลองกองพร้อมบริโศกในทุกชุดการทดลองมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ช้ากว่าผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) และผลลองกองพร้อมบริโศกในชุดควบคุม โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา การเกิดสีน้ำตาลในชุดควบคุมมีมากที่สุดเท่ากับ 3.3 คะแนน รองลงมาคือลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC และผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE มีการเกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 2.66 2.33 2. และ 1.66 ตามลำดับ (รูปที่ 4.22 และตารางภาคผนวกที่ 22)



รูปที่ 4.22 การเกิดสีน้ำตาลของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศกที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.8 การเกิดอาการ pitting

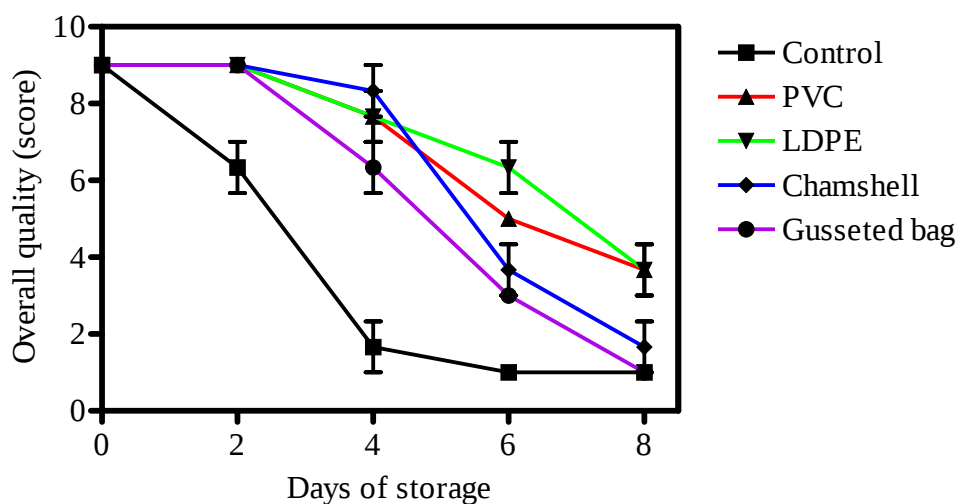
ผลลองกองพร้อมบริโศคในทุกชุดการทดลองมีอาการ pitting เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะผลลองกองในชุดควบคุมซึ่งมีอาการ pitting สูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง และไม่แตกต่างจากลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE มีอาการ pitting น้อยกว่าผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่ามีอาการ pitting ไม่แตกต่างกันตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุมมีอาการ pitting สูงมากกว่าผลลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโศคในชุดควบคุม ผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC และผลลองกองพร้อมบริโศคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE มีอาการ pitting เท่ากับ 7.55 7.11 4.00 3.55 และ 2.66 คะแนน ตามลำดับ (รูปที่ 4.23 และตารางภาคผนวกที่ 23)



รูปที่ 4.23 การเกิดอาการ pitting ของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.9 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลลองกองพร้อมบริโภคในทุกชุดการทดลองมีปริมาณลดลงตามลำดับ โดยผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุมได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคน้อยสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่การบรรจุในภาชนะบรรจุผู้บริโภคยังให้การยอมรับอยู่ หลังจากนั้นพบว่าผลลองกองที่บรรจุใน ถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC และถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคแต่เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 8 วัน พบว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับ ส่วนลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) หมดสภาพการยอมรับหลังวันที่ 4 ของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาพบว่าผลลองกองที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE มีการยอมรับจากผู้บริโภคเท่ากับ 6.33 คะแนน รองลงมาคือผลลองกองที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) และผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุม ซึ่งได้คะแนนการยอมรับเท่ากับ 5.00 3.66 3.00 และ 1.00 ตามลำดับ (รูปที่ 4.24 และตารางภาคผนวกที่ 24)



รูปที่ 4.24 การยอมรับของผู้บริโภคของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (Control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2.10 อายุการวางจำหน่าย

อายุการวางจำหน่ายเมื่อดูจากการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุมมีอายุการวางจำหน่ายเพียง 2 วัน ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีอายุจำหน่าย 4 วัน ส่วนผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีอายุการวางจำหน่าย 6 วัน

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ผลของแคลเซียมซีเตรตต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโกล

ลองกองพร้อมบริโกลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซีเตรตทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า a^* อยู่ในช่วง $-0.04-0.98$ ค่า L^* อยู่ในช่วง $43.83-50.89$ และค่า Hue angle อยู่ในช่วง $84.49-91.75$ โดยที่ระยะเวลาและความเข้มข้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี a^* L^* และ Hue angle ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงค่าสีโดยใช้เครื่องวัดสีอาจจะไม่ชัดเจนในการชี้ว่าเกิดสีน้ำตาล เช่น L^* บางครั้งอาจเกิดการสะท้อนผิวของตัวอย่าง (Barbagallo และคณะ, 2012) ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงค่าสี ค่า b^* ในวันแรกที่จุ่มสารโดยการจุ่มลองกองพร้อมบริโกลที่ 5 นาที่ สูงกว่าที่ 10 นาที่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง การใช้เวลาในการจุ่มนานอาจมีผลให้ผลลองกองพร้อมบริโกลมีสีเข้มขึ้นจากการแช่อยู่ในสารละลายนานเกินไป ส่วนค่า Hue angle แสดงถึงค่าความเข้มของสี ลองกองพร้อมบริโกลมีการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle อยู่ในช่วง $84.49-91.75$ โดยลองกองพร้อมบริโกลในทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงจากวันเริ่มต้นเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระยะเวลาและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซีเตรต อัตราการหายใจของลองกองพร้อมบริโกลพบว่าปริมาณลดลงในช่วง 4 วันแรก การให้แคลเซียมซีเตรตจากภายนอกสามารถลดอัตราการหายใจในผลแพร์ (Same และ Conway, 1984) และอโวคาโด (Poovaiah, 1986) ได้ ซึ่งคาดว่า การควบคุมการหายใจเนื่องจากแคลเซียม มาจากความสามารถในการควบคุมการเข้า-ออกของสารผ่านเยื่อหุ้มต่างๆ หรือผลของกิจกรรมของ mitochondria ในการควบคุมการผ่านเข้า-ออกของสารพวก phosphate หรือวัตถุดิบในการหายใจ เช่น malate ไม่ให้ผ่านเข้าไปใน tonoplast และ plasmalemma ได้ จึงลดอัตราการหายใจสูงสุด (climacteric rise) ของผลิตผลได้ จากการทดลองพบว่าการใช้แคลเซียมซีเตรตร้อยละ 2 นาน 5 นาที่ ลดอัตราการหายใจได้มากกว่าไม่ได้ใช้แคลเซียมทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมจะไปเพิ่มความแข็งแรงของผนังเซลล์ และจะมีปริมาณลดลงเมื่อผลไม่มีการเสื่อมสภาพมากขึ้น (Vicente และคณะ, 2009) ซึ่งจะเห็นได้จากหลังวันที่ 4 มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตเอทิลีนที่มีปริมาณเพิ่มขึ้น หลังวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และการจุ่มผลลองกองพร้อมบริโกลด้วยสารละลายแคลเซียมซีเตรตนานจาก 5 นาที่ เป็น 10 นาที่ จะเห็นว่าที่เวลา 10 นาที่ อัตราการผลิตเอทิลีนน้อยกว่า 5 นาที่ ทั้งนี้เนื่องจากแคลเซียมมีบทบาทในการควบคุมการตอบสนองของเอทิลีน (Raz และ Fluhr, 1992, 1993) และกระบวนการผลิตเอทิลีนมีความสัมพันธ์กับการสุกและการชราภาพของเซลล์ และการใช้แคลเซียมจากภายนอกสามารถชะลอการชราภาพของเซลล์ได้ โดยเพิ่มความแข็งแรงและรักษาสมรรถภาพของเยื่อหุ้มและการลดความหนืด (microviscosity) ของเยื่อหุ้ม จึงทำให้มีการผลิตเอทิลีนลดลง (Ben-Arie และคณะ, 1982) ดังนั้นการจุ่มแคลเซียมยิ่งนานขึ้น แคลเซียมจะเข้าไปเพิ่มความแข็งแรงให้ผนังเซลล์ ทำให้ผลลองกองมีการเสื่อมสภาพช้าลง

ลองกองพร้อมบริโกลในทุกชุดการทดลอง มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ระยะเวลาในการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก แต่การใช้ความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทที่สูงขึ้น ส่งผลให้ลดการสูญเสียน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา เช่นเดียวกับในวันที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษาพบว่าลองกองพร้อมบริโกลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที จะลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น ทั้งนี้แคลเซียมช่วยคงสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์โดยการเชื่อมโยงระหว่างหมู่ phosphate และ carboxylate ของ phospholipid ที่ผิวของเยื่อหุ้มเซลล์ (Leggr และคณะ, 1982) ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์สามารถรักษาการควบคุมการผ่านเข้าออกของสารต่างๆ ได้ อย่างไรก็ตามลองกองพร้อมบริโกลที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 เป็นเวลา 10 นาที จะมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเท่ากับร้อยละ 0.24 ทั้งนี้สอดคล้องกับอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลินที่มีปริมาณน้อย ทำให้การเสื่อมสภาพของเนื้อเยื่อเกิดขึ้นน้อยและเชื่อมโยงไปที่การสูญเสียน้ำหนักน้อยตามไปด้วย จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าระยะเวลาการจุ่มกับความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่อทั้งปริมาณกรดที่ไทเตรตได้และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากการจุ่มสารละลายเกิดขึ้นที่ผิวเปลือก แต่สรีระของผลลองกองจะมีเยื่อหุ้มชั้นในแยกส่วนเนื้อและเปลือกออกจากกัน ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ อยู่ในช่วงร้อยละ 0.32-0.45 และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 15.80-20.70 °Brix ลองกองพร้อมบริโกลในทุกชุดการทดลองมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บรักษา ทั้งนี้การเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นเนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกมีเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้ o-quinones รวมตัวกันเกิดเป็นสารสีน้ำตาล (Mathew และ Parpia, 1971; Mayer, 1987) โดยมีออกซิเจนเป็น co-substrate ในการทดลองระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลเมื่อใช้เวลาในการจุ่มสารละลายนาน 10 นาที การเกิดสีน้ำตาลมากกว่าการจุ่มสารละลายที่ 5 นาที อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการจุ่มและความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทพบว่าไม่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลตลอดอายุการเก็บรักษา โดยการจุ่มผลลองกองพร้อมบริโกลที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะ 5 นาที มีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าผลลองกองพร้อมบริโกลที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 10 นาที ทั้งนี้การใช้ระยะเวลาในการจุ่มนานอาจไปเร่งให้เกิดการเสื่อมสภาพเร็วขึ้น ทั้งนี้ขึ้นกับความเข้มข้น (Conway และคณะ, 1994; Saftner และคณะ, 1998) ซึ่งสอดคล้องกับอาการเกิด pitting ที่มีเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 โดยของการเก็บรักษา การจุ่มสารที่ระยะเวลา 10 นาที มีอาการ pitting มากกว่าการจุ่มสารที่ระยะเวลา 5 นาที ส่วนความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมซิเตรทไม่มีผลต่ออาการ pitting ซึ่งลักษณะนี้อาจเป็นผลมาจากผลของออสโมติก (Saftner และคณะ, 1998) ลองกองพร้อมบริโกลในทุกชุดการทดลองมีการยอมรับของผู้บริโภคลดลงตลอด

การเก็บรักษา ระยะเวลาการจุ่มสารละลายแคลเซียมซิเตรทมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในวันที่ 2 ของการเก็บรักษา โดยการจุ่มสารที่ระยะเวลา 5 นาที มีการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการจุ่มสารที่ระยะเวลา 10 นาที ซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลและการเกิดอาการ pitting ที่ระยะเวลา 10 นาที จะเสื่อมสภาพเร็วกว่าการใช้เวลา 5 นาที โดยผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยสารละลายแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 5 นาที มีการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด โดยระยะเวลาในการยอมรับจากผู้บริโภคอยู่ในช่วง 2 วันของการเก็บรักษาทั้งนี้ผลลองกองพร้อมบริโภคเมื่อปอกเปลือกแล้วจุ่มในสารละลายหรือน้ำเป็นเวลานานทำให้ลักษณะเปียกแฉะ ซึ่งผู้บริโภคอาจไม่ชอบ

5.2 ศึกษาผลของสภาพบรรยากาศตัดแปลงต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค

ผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุม และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) พบว่าการเปลี่ยนแปลงสีทั้งค่า a^* ค่า b^* และ ค่า L^* ไม่พบความแตกต่างทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา แต่พบการเปลี่ยนแปลงสี ค่า Hue angle ของในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา โดยผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีค่าสูงกว่าชุดควบคุมและชุดอื่นทั้งนี้การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศตัดแปลงมีประสิทธิภาพในการชะลอการเสื่อมสภาพ (Gorny, 1997; Watada และคณะ, 1996) ซึ่งจะสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาลของผลลองกองโดยลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ซ้ำกว่าผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) และผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุม ในสภาพบรรยากาศตัดแปลงนั้นสามารถยืดอายุผักและผลไม้ ตลอดจนลดอาการ oxidative stress (Hodges และคณะ, 2004; Toivonen, 2004) เช่น ในบล็อกโคลี่ที่เก็บในสภาพบรรยากาศตัดแปลง ($11.2\% \text{ O}_2 + 7.5\% \text{ CO}_2$) ลดการเสื่อมสภาพ และลดอาการ oxidative stress ตลอดจนรักษาปริมาณวิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระได้ (Zhuang และคณะ, 1997; Barth และ Zhuang, 1996) ซึ่งในการทดลองนี้ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในสภาพบรรยากาศตัดแปลงคือวางผลลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มด้วยฟิล์ม LDPE และ PVC มีการ pitting น้อยกว่าผลลองกองในชุดควบคุม และลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ทั้งนี้การบรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) นั้นเป็นถุงพลาสติกชนิด polypropylene มีคุณสมบัติในการยอมให้อิอน้ำซึมผ่านได้เล็กน้อย ดังนั้นอาจเป็นผลให้เกิดอาการ pitting ขึ้น ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผล

ลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีอัตราการหายใจต่ำ จากการศึกษาของ Kerbel และคณะ (1988) พบว่าลูกแพร์พันธุ์ 'Bartlett' ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะปลดปล่อยอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน และคงความแน่นเนื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับลูกแพร์ที่เก็บในอากาศปกติ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพในขณะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่จะสัมพันธ์กับการยับยั้งของกระบวนการ Krebs cycle (Ke และคณะ, 1994) และ glycolytic pathway (Kerbel และคณะ, 1988, 1990) ส่วนลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีอัตราการหายใจสูงแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทั้งนี้อาจเนื่องมาจากถุงพลาสติกนี้มีความหนาแน่นมากกว่าการใช้ฟิล์ม ดังนั้นการผ่านเข้าออกของก๊าซผ่านถุงพลาสติกจึงยากกว่าจึงทำให้เกิดอาการ stress และมีอัตราการหายใจสูง ผลลองกองพร้อมบริโศกในชุดควบคุม มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดพลาสติก (clamshell) ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาทั้งนี้การเก็บในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ระดับสูงจะยับยั้งกระบวนการผลิตเอทิลีนในลูกแพร์ (Yashida และคณะ, 1986) ในส่วนของ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid ไปเป็น ethylene ปฏิกริยานี้ถูกเร่งโดยเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase (De Wild และคณะ, 1999, 2003) โดยคาร์บอนไดออกไซด์นี้จะไปยับยั้งแบบแข่งขันกับเอทิลีน (Burg และ Burg, 1967) De Wild และคณะ (1999, 2003) สังเกตว่าคาร์บอนไดออกไซด์อาจจะกลายเป็น ethylene receptor ในลูกแพร์ และคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมากนี้มีผลต่อเมตาบอลิซึมขั้นที่สอง เช่น เม็ดสี สารประกอบฟีนอลิก สารระเหย (Beaudry, 1999; Kader, 1989; Watkins, 2000) การใช้ภาชนะบรรจุช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ตลอดอายุการเก็บรักษา โดยลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) ลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่า ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC ผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโศกที่บรรจุในถาดพลาสติก (clamshell) การใช้สภาพบรรยากาศดัดแปลงจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูง โดยเฉพาะสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำและการเกิดสีน้ำตาลในเปลือกลิ้นจี่ (Kader และคณะ, 1989; Pesis และคณะ, 2002) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีปริมาณค่อนข้างคงที่ ซึ่งอยู่ในช่วงร้อยละ 0.41-0.55 โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งอยู่ในช่วง 11.93-17.73 °Brix โดยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลลองกองพร้อมบริโศกในทุกชุดการทดลองมีปริมาณลดลงตามลำดับ โดยผลลองกองพร้อมบริโศกในชุดควบคุมได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคน้อยสุดในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในขณะที่การบรรจุในภาชนะบรรจุผู้บริโภคยังให้การยอมรับอยู่ หลังจากนั้นพบว่าผลลองกองที่บรรจุใน ถาดโฟม

หุ้มฟิล์ม PVC และถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคแต่เมื่อเก็บรักษาผ่านไป 8 วัน พบว่าผู้บริโภคไม่ยอมรับ ส่วนลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) หมดสภาพการยอมรับหลังวันที่ 4 ของการเก็บรักษา อายุการวางจำหน่ายเมื่อดูจากการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุมมีอายุการวางจำหน่ายเพียง 2 วัน ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในกล่องพลาสติก (clamshell) และลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก (gusseted bag) มีอายุจำหน่าย 4 วัน ส่วนผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE และผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC มีอายุการวางจำหน่าย 6 วัน ดังนั้นการใช้เทคนิคการดัดแปลงสภาพบรรยากาศให้มีก๊าซออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูง ช่วยยืดอายุ (Geeson, 1990) ซึ่งในสภาพดังกล่าวการเลือกใช้พลาสติกฟิล์ม จะมีการจำกัดปริมาณก๊าซที่ผ่านฟิล์ม จึงลดปริมาณก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุได้ (Geeson และคณะ, 1988) จึงสามารถนำมาใช้เก็บรักษาลองกองพร้อมบริโภคได้

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง

- 1 จากการศึกษาค่าผลของแคลเซียมซีเตรทที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลาในการจุ่ม 5 และ 10 นาที ต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ระยะเวลา 5 นาที มีอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การสูญเสียน้ำหนัก เกิดสีน้ำตาล อาการ pitting น้อยกว่าผลลองกองพร้อมบริโภคที่จุ่มด้วยแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 1 และ 2 ระยะเวลา 10 นาที และผู้บริโภคให้การยอมรับผลลองกองที่จุ่มสารละลายแคลเซียมซีเตรทที่ระยะเวลา 5 นาที ทั้งสองความเข้มข้นในช่วง 2 วันของการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามสารละลายแคลเซียมซีเตรทไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสี ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้
- 2 จากการศึกษาค่าผลของสภาพบรรยากาศดัดแปลง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติก (gusseted bag) กล่องพลาสติก (clamshell) ฟิล์ม PVC และ LDPE ต่อคุณภาพของลองกองพร้อมบริโภค พบว่าผลลองกองพร้อมบริโภคที่วางในภาชนะหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก LDPE มีอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การเกิดสีน้ำตาล และอาการ pitting น้อยสุด และการเก็บรักษาผลลองกองพร้อมบริโภคในสภาพบรรยากาศดัดแปลงทั้ง 4 ชนิด ลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าชุดควบคุม ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสี และคุณภาพภายในของผลลองกองได้แก่ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ไม่ได้มีผลมาจากสภาพบรรยากาศดัดแปลง อย่างไรก็ตามจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลลองกองพร้อมบริโภคในชุดควบคุมที่ระยะเวลา 2 วัน ผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในถุงพลาสติก(gusseted bag) และกล่องพลาสติก (clamshell) ที่ระยะเวลา 4 วัน และให้การยอมรับผลลองกองพร้อมบริโภคที่บรรจุในภาชนะหุ้มด้วยฟิล์ม PVC และ LDPE ที่ระยะเวลา 6 วัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร, สถาบันวิจัยพืชสวน, 2540, เอกสารวิชาการมาตรฐานพันธุ์พืชสวน, 346 หน้า
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ส่งเสริมและฝึกอบรมการพิมพ์แห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 396 น.
- นพรัตน์ พันธวนิช, 2528, การเจริญเติบโตของผลัดขึ้นการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 98 หน้า.
- มยุรี ภาคลำเจียก และอมรรัตน์ สวัสดิ์ทนต์. 2533. คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 105 น.
- มยุรี ภาคลำเจียก. 2531. บทบาทและแนวโน้มของการใช้ LLDPE ในการหีบห่อ. เอกสารประกอบการบรรยายในการสัมมนาเรื่อง “LLDPE ...พลาสติกใหม่ที่น่าจับตามอง” วันที่ 18 มกราคม 2531. ณ โรงแรมอิมพีเรียล, กรุงเทพฯ.
- สินีนาถ จริยโชติเลิศ, อนันต์ สวรรค์ และมยุรี ภาคลำเจียก. 2530. การเลือกใช้ฟิล์มพลาสติกสำหรับการบรรจุหีบห่อ. น. 81-108. ใน รายงานการสัมมนาเรื่องการบรรจุหีบห่อด้วยฟิล์มพลาสติก. วันที่ 16-17 กันยายน 2530. ณ ห้องนวลจันทร์ โรงแรมอิมพีเรียล, กรุงเทพฯ.
- สุจิตรา รัตนมโน, 2544, ผักและผลไม้สดพร้อมบริโภค, เอกสารประกอบการเรียน, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, 45 หน้า
- สุกิตติ ศรีกุล, 2536, “วิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวลองกอง”, เรื่องเทคโนโลยีการผลิตและการเก็บเกี่ยวพืชสวนในภาคใต้เพื่อการส่งออก วันที่ 22-24 กันยายน 2536, ศูนย์วิจัยพืชสวนสุราษฎร์ธานี, สุราษฎร์ธานี, หน้า 53-78.
- อภิชัย พันธุมาศ, 2541, การปลูกลองกอง, อักษรสยามการพิมพ์, 88 หน้า.
- Abe, K. and Watada, A.E., 1991. Ethylene absorbant to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables, Journal of Food Science, 56, 1589-1592.
- Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). 1990, Official Method of Analysis, Virginia, 1298 p.
- Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and Gonzalez-Aguilar, G.A., 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in

- strawberry fruit, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie- Food Science and Technology*, 37, 687–695.
- Babic, I., Roy, S., Watada, A.E. and Wergin, W.P., 1996. Changes in microbial populations on fresh cut spinach, *International Journal of Food Microbiology*, 31, 107-119.
- Barbagallo, R.N., Chisari, M. and Patane, C., 2012. Use in vivo of natural anti-browning agents against polyphenol oxidase activity in minimally processed eggplant, *Chemical engineering transactions*, 27, 49-54.
- Barth, M.M. and Zhuang, H., 1996. Packaging design affects antioxidant vitamin retention and quality of broccoli during cabinet display, *Postharvest Biology and Technology*, 9, 141–150.
- Beaudry, R.M., 1999. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality, *Postharvest Biology and Technology*, 15, 293–303.
- Ben –Arie, R., Lurie, S. and Mattoo, A.K., 1982. Temperature-dependent inhibitory effects of calcium and spermine on ethylene biosynthesis in apple disc correlate with changes in microsomal membrane microviscosity, *Plant Science Letter*, 24, 239-247.
- Berrang, M. E., R. E. Bracktt and L. R. Beuchat, 1990. Microbial color and texture qualities of fresh asparagus, broccoli and cauliflower stored under controlled atmospheres, *Journal of Food Protection*, 53, 391-395.
- Blanchard, M., Castagine, F., Willemot, C. and makhlof, J., 1996. Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion, *Postharvest Biology and Technology*, 9, 173-185.
- Bolin, H.R. and Huxsoll, C.C., 1991. Effect of Preparation Procedures and Storage Parameters on Quality Retention of Salad-Cut Lettuce, *Journal of Food Science*, 56 (1), 60-62.
- Brackett, 1987. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables, *Journal of Food Quality*, 10, 195–206.
- Brecht, J.K., 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetable, *HortScience*, 30 (1), 18-22.

- Brisson, L.F., Tenhaken, R. and Lamb, C., 1994. Function of oxidative cross-linking of cell wall structural proteins in plant disease resistance, *Plant Cell*, 6, 1703–1712.
- Brody, A.L., 1998. Minimally processed foods demand maximum research and education, *Food Technology*, 52 (5), 62-65.
- Burg, S.P. and Burg, E.A., 1967. Molecular requirements for the biological activity of ethylene, *Plant Physiology*, 42, 144–152.
- Cantwell, M., 1997, Summary of storage condition's minimally processed fruits and vegetables, *Proceeding of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference*, University of California, Davis, Vol. 5, California, pp. 145-151.
- Carlin, F., Nguyen-the, C., Chambroy, Y. and Reich, M., 1990. Effect of controlled atmosphere on microbial spoilage, electrolyte leakage and sugar content of fresh 'ready-to-use' grated carrots, *International Journal of Food Science and Technology*, 25, 110-119.
- Choi, S.W. and Sapers, G., 1994. Effects of washing on polyphenols and polyphenol oxidase in commercial mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42, 2286–2290.
- Conway, W.S., Sams, c.E., Brown, G.A., Beavers, W.B., Tobias, R.B. and Kennedy, L.S., 1994. Pilot test for the commercial use of postharvest pressure infiltration of calcium into apples to maintain fruit quality in storage, *Horticulture Technology*, 4, 239-243.
- David, C., Fornasier, R., Lejong, W. and Vanlautem, N., 1988. Pretreatment of eucalyptus wood with sodium hypochlorite and enzymatic hydrolysis by cellulase of *Trichoderma viride*, *Journal of Applied Polymer Science*, 36, 29–41.
- de Wild, H.P.J., Otma, E.C. and Peppelenbos, H.W., 2003. Carbon dioxide action on ethylene biosynthesis of preclimacteric and climacteric pear fruit, *Journal of Experimental Botany*, 54, 1537–1544.
- de Wild, H.P.J., Woltering, E.J. and Peppelenbos, H.W., 1999. Carbon dioxide and 1-MCP inhibit ethylene production and respiration of pear fruit by different mechanisms, *Journal of Experimental Botany*, 50, 837–844.
- Fan, J., and Chen, J., 1999. Inhibition of aflatoxin producing fungi by Welsh onion extracts, *Journal of Food Protection*, 62(4), 414-417.

- Ferrante, A., and Maggiore, T., 2007. Chlorophyll a fluorescence measurements to evaluate storage time and temperature of Valerina leafy vegetables, *Postharvest biology and Technology*, 45, 73-80.
- Fry, S.C., 1983. Feruloylated pectins from the primary cell wall: their structure and possible functions, *Planta*, 157, 111–123.
- Garg, N., Churey, J.J. and Splittstoesser, D.F., 1993. Microflora of fresh cut vegetables stored at refrigerated and abuse temperature, *Journal of Food Science and Technology*, 30(5), 385-386.
- Geeson, J.D., 1990. Packaging to keep produce fresh, *Nutrition & Food Science*, 123 (March:April), 2–4.
- Geeson, J.D., Everson, H.P. and Browne, K.M., 1988. Microperforated films for fresh produce. *Grower*, 109 (14), 31–34.
- Gemma, H., Yuri, M. and Hong-Kong, W., 1994, Ripening characteristics and chilling injury of banana fruit 1 : Effect of storage temperature on respiration, ethylene production and membrane permeability of peel and pulp tissue, *Japan Journal of Tropical Agricultural*, 38, 216-220.
- Gorny, J.R., 1997. A summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. Gorny, J. (Ed.), *Fresh-cut Fruits and Vegetables and MAP*, vol. 5. Davis, CA. pp. 30–67.
- Hao, D. Y. Y., and Brackett R. E., 1994. Pectinase activity of vegetable spoilage bacteria in modified atmosphere, *Journal of Food Science*, 59,175-178.
- Hodges, D.M., Lester, G.E., Munro, K.D. and Toivonen, P.M.D., 2004. Oxidative stress: importance for postharvest quality, *HortScience*, 39, 924–929.
- Hurst, W.C., 1995. Sanitation of lightly of lightly processed fruits and vegetables, *HortScience*, 30(1), 22-24.
- Kader, A. A., 1980. Prevention of ripening in fruit by use of controlled atmospheres, *Journal of Food Technology*, 34, 51-54.
- Kader, A.A., 1989. Mode of action of oxygen and carbon dioxide on postharvest physiology of 'Bartlett' pears, *Acta Horticulture*, 258, 161–168.
- Ke, D., Yahia, E., Mateos, M. and Kader, A.A., 1994. Ethanolic fermentation of 'Bartlett' pears as influenced by ripening stage and atmospheric composition, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119, 976–982.

- Kerbel, E.L., Kader, A.A. and Romani, R.J., 1988. Effects of elevated CO₂ concentrations on glycolysis in intact 'Bartlett' pear fruit, *Plant Physiology*, 86, 1205–1209.
- Kerbel, E.L., Kader, A.A. and Romani, R.J., 1990. Respiratory and glycolytic response of suspension-cultured 'Passe Crassane' pear fruit cells to elevated CO₂ concentrations, *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115, 111–114.
- King, M.M., Ludford, P.M., 1983. Chilling injury and electrolyte leakage in fruit of different tomato cultivars, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108, 74–77.
- Kluge, R.A. and Jacomino, A.P., 2002. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene, *Scientia-Agricola*, 59, 69-72.
- Kupferman, E., 2008. Evaluation of sweet cherry fruit and stem damage when applying peroxyacetic acid or sodium hypochlorite after harvest, In Washington state university –Tree fruit research and extension center, WA, 8 p
- Legge, R.L., Thomson, E., Baker, J.E. and Liberman, M., 1982. The effect of calcium on the fluidity and phase properties of microsomal membranes isolate from postclimacteric 'Golden Delicious' apple, *Plant Cell Physiology*, 23, 161-169.
- Loaiza-Velarde, J.G. and Saltveit, M.E., 2001. Heat shocks applied either before or after wounding reduce browning of lettuce leaf tissue, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126, 227–234.
- Martinez, M.V. and Whiaker, J.R., 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning, *Trends in Food Science & Technology*, 6, 195-200.
- Mathew, A.G. and Parpia, H.A.B., 1971. Food browning as a polyphenol reaction, *Advances in Food Research*, 19, 75–145.
- Mayer, A.M., 1987. Polyphenoloxidase in plants – recent progress. *Phytochemistry* 26, 11–20.
- Michio, F., A. Satoshi and I. Seiichi, 1992. Prevention of browning of the peel of pears by polyethylene film packaging, *Packaging Technology and Science*, 5(2),91-100.
- Nguyen-the, C. and Carlin, F., 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34:371-401.

- Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A. and Sargent, S.A., 1998. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling, *Journal of Food Science*, 63, 1033-1036.
- Pesis, E., Dvir, O., Feygenberg, O., Arie, R.B., Ackerman, M., Lichter, A., 2002. Production of acetaldehyde and ethanol during maturation and modified atmosphere storage of litchi fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 26, 157–165.
- Policegoudra, R.S. and Aradhya, S.M., 2007. Biochemical changes and antioxidant activity of mango ginger (*Curcuma amada* Roxb.) rhizomes during postharvest storage at different temperatures, *Postharvest Biology and Technology*, 46, 189-194.
- Poovaiah, B.W., 1986. Role of calcium in prolong storage life of fruit and vegetables, *Food technology*, 40(5), 86-89.
- Rattanapanone, N., Lee, Y., Wu, T. and Watada, A.E., 2001. Quality and microbial changes of freshcut mango cubes held in controlled atmosphere, *HortScience*, 36, 1091-1095.
- Raz, V., and Fluhr, R., 1992. Calcium requirement for ethylene-dependent responses, *Plant Cell*, 4, 1123-1130.
- Raz, V., and Fluhr, R., 1993. Ethylene signal is transduced via protein phosphorylation events in plants, *Plant Cell*, 5, 523-530.
- Roura, S.T., L.A. Davidovich and C.E. Valle, 2000. Quality loss in minimally processed Swiss chard related to amount of damaged area, *Lebensmittel Wissenschaft Technol*, 33, 53-59.
- 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' apple, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 123, 893-897.
- Same, C.E. and Conway, W.S., 1984. The effect of calcium-infiltration on ethylene production respiration rate, soluble polyuronide and quality of 'Golden Delicious' apple fruit, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109(1), 53-57.
- Sapers, G.M. and Miller, R.L., 1998. Browning Inhibition in Fresh-cut Pears, *Journal of Food Science*, 121(4), 722-729

- Sapers, G.M., 1993. Browning of foods: Control by sulfites, antioxidants and other means, *Journal of Food Technology*, 47, 75-84.
- Scott, K.J., B. I. Brown, G.R. Chaplin, M.E. Wilcox and J.M. Bain., 1982. The control of rotting and browning of litchi fruit by benomyl and plastic film, *Scientia Horticulturae*, 16, 253-262.
- Sharkey, P.J. and Peggie, I.D., 1984. Effects of high-humidity storage on quality, decay and storage life of cherry, lemon and peach fruits, *Scintia Horticulturae*, 23, 181-190.
- Song, J. and Bangerth, F., 1993. The effect of calcium-infiltration on respiration ethylene and aroma production of 'Golden Delicious' apple fruit, *Acta Horticultural*, 326, 131-137.
- Toivonen, P.M.A., 2004. Postharvest storage procedures and oxidative stress. *HortScience*, 39, 938–942.
- Varoquaux, P., Mazollier, J. and Albagnac, G., 1996. The influence of row material characteristics on the storage life fresh-cut butterhead lettuce, *Postharvest Biology and Technology*, 9, 127-139.
- Vicente, A.R., Manganaris, G.A., and Sozzi, G.O., 2009. Nutritional quality of fruits and vegetables. In: *Postharvest Handling: A systems Approach (Food Science and Technology)* (eds W.K. Florkowski, R.L. Shewfelt, B. Brueckner et al .), 2nd edn., pp. 58-106. Academic Press, London.
- Waffenschmidt, S., Woessner, J.P., Beer, K. and Goodenough, U.W., 1993. Isodityrosine cross-linking mediates insolubilization of cell walls in *Chlamydomonas*, *Plant Cell*, 5, 809–820.
- Watada, A.E. and Qi, L., 1999. Quality of fresh-cut fruits produce, *Postharvest Biology and Technology*, 15, 201-205.
- Watada, A.E., Abe K. and Yamuchi, N., 1990. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables, *Journal of Food Technology*, 44(5), 116-122.
- Watada, A.L., Ko, N.P., and Minott, D.A., 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products, *Postharvest Biology and Technology*, 9, 115– 125.
- Watkins, C.B., 2000. Responses of horticultural commodities to high carbon dioxide as related to modified atmosphere packaging, *HortTechnology*, 10, 501–506.
- Wiley, R.C., 1994, *Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables*, U.S.A., Chapman & Hall, 368 p.

- Yang, S.F., 1985. Biosynthesis and action of ethylene, *HortScience*, 20, 41–45.
- Yoshida, T., Borgic, D.M., Chen, P.M., and Mielke, E.A., 1986. Changes in ethylene, acids, and brown-core development of 'Bartlett' pears in low-oxygen storage, *HortScience*, 21, 472–474.
- Zaidman, B., Kisilev, A., Sasson, Y. and Garti, N., 1988. Double bond oxidation of unsaturated fatty acids, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 65, 611–615.
- Zhuang, H., Barth, M.M., Hildebrand, D.F., 1997. Packaging influenced total chlorophyll, soluble protein, fatty acid composition and lipoxygenase activity in broccoli florets, *Journal of Food Science*, 59, 1171–1174

ภาคผนวก
ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 1 ค่า a^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		a^* value				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		0.41	0.16	0.65	0.63	0.21
10 min		0.13	0.23	0.58	0.38	0.28
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	0.30	0.18	0.65	0.74	0.40
	1 % Ca Citrate	0.18	-0.02	0.50	0.24	0.23
	2 % Ca Citrate	0.34	0.41	0.72	0.55	0.11
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	0.25	-0.21	0.50	0.64	0.41
	1 % Ca Citrate	0.25	-0.00	0.48	0.53	0.05
	2 % Ca Citrate	0.71	0.68	0.98	0.72	0.17
10 min	0 % Ca Citrate	0.34	0.57	0.79	0.84	0.39
	1 % Ca Citrate	0.10	-0.04	0.51	-0.06	0.40
	2 % Ca Citrate	-0.04	0.15	0.45	0.37	0.05
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		124.68	267.49	91.96	146.76	215.31

หมายเหตุ ปัญญาชนะในแนวดังที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 2 ค่า b* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		.b* value				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		7.59 ^a	7.31	7.49	7.21	6.72
10 min		6.71 ^b	6.71	6.82	6.47	6.18
F-test		*	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	7.17	7.45	7.48	7.53	6.64
	1 % Ca Citrate	7.12	6.41	6.76	6.36	6.21
	2 % Ca Citrate	7.17	7.45	7.23	6.64	6.50
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	7.22 ^{ab}	6.05 ^b	6.79	7.56	6.45
	1 % Ca Citrate	6.96 ^{bc}	7.05 ^{ab}	7.48	7.41	6.84
	2 % Ca Citrate	8.59 ^a	8.84 ^a	8.20	6.66	6.89
10 min	0 % Ca Citrate	7.12 ^b	8.30 ^a	8.17	7.50	6.83
	1 % Ca Citrate	7.28 ^{ab}	5.77 ^b	6.03	5.30	5.59
	2 % Ca Citrate	5.74 ^c	6.05 ^b	6.26	6.62	6.11
F-test		*	*	NS	NS	NS
C.V. (%)		10.32	15.41	16.25	18.02	18.18

หมายเหตุ พญูชนะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 3 ค่า L* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		L* value				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		48.81	47.79	46.80	46.57	46.14
10 min		49.14	45.80	46.42	46.07	44.90
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	48.29	47.06	47.12	46.19	45.26
	1 % Ca Citrate	49.82	46.66	46.60	46.51	45.00
	2 % Ca Citrate	48.82	46.68	46.11	46.26	46.32
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	48.23	46.42	46.10	46.97	44.98
	1 % Ca Citrate	48.74	48.42	47.79	47.40	46.17
	2 % Ca Citrate	49.45	48.53	46.53	45.34	47.28
10 min	0 % Ca Citrate	48.35	47.69	48.14	45.42	45.54
	1 % Ca Citrate	50.89	44.90	45.42	45.62	43.83
	2 % Ca Citrate	48.19	44.82	45.69	47.18	45.35
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		3.59	4.41	4.32	5.06	3.66

หมายเหตุ พญัญชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 4 ค่า Hue angle ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Hue angle				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		87.28	89.58	85.83	85.62	88.90
10 min		88.95	88.74	85.89	86.78	87.42
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	87.38	89.11	85.63	85.07	86.91
	1 % Ca Citrate	88.77	90.33	86.34	87.23	88.00
	2 % Ca Citrate	88.20	88.05	85.63	86.29	89.56
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	88.13	91.75	86.09	85.48	86.89
	1 % Ca Citrate	88.04	90.06	86.90	86.46	89.72
	2 % Ca Citrate	85.68	86.95	84.49	84.92	90.08
10 min	0 % Ca Citrate	86.64	86.48	85.11	84.67	86.93
	1 % Ca Citrate	89.49	90.61	85.78	88.00	86.28
	2 % Ca Citrate	90.72	89.15	86.77	87.67	89.04
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		2.94	4.34	4.62	6.10	4.69

หมายเหตุ พญูชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 5 อัตราการหายใจของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำจิ้มแคลเซียมซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Respiration rate (mg CO ₂ •kg ⁻¹ •h ⁻¹)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		3.08	3.13	2.02	6.53	14.72
10 min		3.08	2.30	1.76	4.93	17.70
F-test		-	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	3.08	2.80	2.15	6.76	16.12
	1 % Ca Citrate	3.08	2.94	1.78	5.78	16.04
	2 % Ca Citrate	3.08	2.49	1.74	5.23	16.48
F-test		-	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	3.08	3.31	2.41	7.61	17.02
	1 % Ca Citrate	3.08	3.63	1.90	6.24	12.86
	2 % Ca Citrate	3.08	2.46	1.74	5.34	14.29
10 min	0 % Ca Citrate	3.08	2.04	1.88	4.21	15.22
	1 % Ca Citrate	3.08	2.26	1.66	5.09	19.28
	2 % Ca Citrate	3.08	2.53	1.74	5.13	18.67
F-test		-	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		18.52	35.54	16.01	28.81	29.65

หมายเหตุ ปัญชนะในแนวดิ่งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 6 อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำจิ้มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Ethylene production ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \cdot \text{Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		0.024	0.062	0.117 ^a	0.186	0.248
10 min		0.024	0.068	0.035 ^b	0.110	0.127
F-test		-	NS	*	NS	NS
	0 % Ca Citrate	0.024	0.061	0.029	0.072	0.246
	1 % Ca Citrate	0.024	0.073	0.132	0.206	0.208
	2 % Ca Citrate	0.024	0.063	0.101	0.192	0.117
F-test		-	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	0.024	0.060	0.027 ^b	0.062	0.393
	1 % Ca Citrate	0.024	0.059	0.193 ^a	0.211	0.195
	2 % Ca Citrate	0.024	0.070	0.101 ^{ab}	0.284	0.156
10 min	0 % Ca Citrate	0.024	0.061	0.031 ^b	0.086	0.101
	1 % Ca Citrate	0.024	0.094	0.040 ^b	0.191	0.227
	2 % Ca Citrate	0.024	0.058	0.07 ^b	0.099	0.078
F-test		-	NS	*	NS	NS
C.V. (%)		4.97	47.86	58.51	67.15	132.41

หมายเหตุ พญัณชนะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 7 การสูญเสียน้ำหนักของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Weight loss (%)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		0.00	0.50	0.47	0.45	0.50
10 min		0.00	0.47	0.50	0.45	0.48
F-test		-	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	0.00	0.50 ^a	0.50	0.48	0.47
	1 % Ca Citrate	0.00	0.52 ^a	0.53	0.52	0.59
	2 % Ca Citrate	0.00	0.43 ^b	0.42	0.35	0.40
F-test		-	*	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	0.00	0.60 ^a	0.62	0.68 ^a	0.71 ^a
	1 % Ca Citrate	0.00	0.45 ^b	0.39	0.42 ^{bc}	0.48 ^{ab}
	2 % Ca Citrate	0.00	0.44 ^b	0.41	0.26 ^c	0.31 ^b
10 min	0 % Ca Citrate	0.00	0.40 ^b	0.38	0.28 ^c	0.24 ^b
	1 % Ca Citrate	0.00	0.59 ^a	0.67	0.63 ^{ab}	0.70 ^a
	2 % Ca Citrate	0.00	0.43 ^b	0.44	0.44 ^{abc}	0.50 ^{ab}
F-test		-	**	NS	**	*
C.V. (%)		-	10.80	27.53	28.98	35.87

หมายเหตุ พญูชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 8 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคน้ำส้มสายชูเข้มข้น 10% ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Titratable acidity (%)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		0.36	0.38	0.43 ^a	0.40	0.33 ^b
10 min		0.36	0.40	0.38 ^b	0.41	0.39 ^a
F-test		NS	NS	*	NS	*
	0 % Ca Citrate	0.36	0.39	0.42	0.38	0.34
	1 % Ca Citrate	0.36	0.37	0.39	0.43	0.36
	2 % Ca Citrate	0.36	0.41	0.41	0.39	0.38
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	0.36	0.38	0.45	0.38	0.32
	1 % Ca Citrate	0.36	0.36	0.43	0.43	0.34
	2 % Ca Citrate	0.36	0.41	0.41	0.38	0.34
10 min	0 % Ca Citrate	0.36	0.41	0.38	0.38	0.36
	1 % Ca Citrate	0.36	0.38	0.36	0.43	0.38
	2 % Ca Citrate	0.36	0.41	0.41	0.41	0.43
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		10.19	10.20	9.85	13.01	11.00

หมายเหตุ ปัญหะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 9 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Total soluble solid (°Brix)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		18.27	18.94	20.04	19.29	18.34
10 min		18.27	19.20	18.04	19.06	18.11
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	18.27	19.58	18.25	19.23	18.33
	1 % Ca Citrate	18.27	18.67	19.52	19.00	18.12
	2 % Ca Citrate	18.27	18.97	19.37	19.28	18.23
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	18.27	19.53	20.70	19.57	18.53
	1 % Ca Citrate	18.27	18.00	20.33	19.07	18.74
	2 % Ca Citrate	18.27	19.30	19.10	19.23	18.03
10 min	0 % Ca Citrate	18.27	19.63	15.80	18.90	18.13
	1 % Ca Citrate	18.27	19.33	18.70	18.93	17.77
	2 % Ca Citrate	18.27	18.63	19.63	19.33	18.43
F-test		NS	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		1.67	3.31	11.82	2.90	3.53

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวดังที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 10 การเกิดสีน้ำตาลของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Browning (Score)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		0	2.22	3.03 ^b	5.26	6.51
10 min		0	1.77	4.14 ^a	5.99	6.59
F-test		-	NS	**	NS	NS
	0 % Ca Citrate	0	2.33	4.22	6.11	7.22
	1 % Ca Citrate	0	2.00	3.33	5.33	6.66
	2 % Ca Citrate	0	1.65	3.22	5.44	5.77
F-test		-	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	0	2.44	2.88 ^b	5.78	7.55
	1 % Ca Citrate	0	1.33	2.66 ^b	4.89	6.22
	2 % Ca Citrate	0	1.55	3.55 ^b	5.11	5.77
10 min	0 % Ca Citrate	0	2.22	5.55 ^a	6.44	6.88
	1 % Ca Citrate	0	2.66	4.00 ^b	5.77	7.11
	2 % Ca Citrate	0	1.77	2.89 ^b	5.77	5.78
F-test		-	NS	**	NS	NS
C.V. (%)		-	36.88	20.49	19.93	16.07

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 11 การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียมซิเตรท ความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Pitting (Score)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		0	2.06 ^b	2.91 ^b	3.43 ^b	3.87 ^b
10 min		0	5.11 ^a	5.58 ^a	6.39 ^a	7.17 ^a
F-test		-	**	**	**	**
	0 % Ca Citrate	0	3.50	4.26	5.13	5.42
	1 % Ca Citrate	0	4.02	4.51	4.51	5.34
	2 % Ca Citrate	0	3.24	3.97	5.09	5.79
F-test		-	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	0	2.51 ^c	3.33 ^c	3.87 ^b	4.32 ^c
	1 % Ca Citrate	0	2.06 ^c	2.56 ^c	2.72 ^c	2.89 ^d
	2 % Ca Citrate	0	1.63 ^c	2.85 ^c	3.69 ^b	4.39 ^c
10 min	0 % Ca Citrate	0	4.49 ^b	5.19 ^b	6.39 ^a	6.52 ^b
	1 % Ca Citrate	0	5.99 ^a	6.46 ^a	6.30 ^a	7.79 ^a
	2 % Ca Citrate	0	4.86 ^{ab}	5.09 ^b	6.48 ^a	7.19 ^{ab}
F-test		-	**	**	**	**
C.V. (%)		-	19.54	15.53	9.30	9.82

หมายเหตุ พญัณชนะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 12 การยอมรับของผู้บริโภคของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่จุ่มแคลเซียม
ซีเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0 1 และ 2 ระยะเวลา 5 และ 10 นาที เก็บรักษาที่
อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment		Overall quality (Score)				
		Days of storage				
Time	Solutions	0	2	4	6	8
5 min		9.00	6.11 ^a	3.22	2.11	1.44
10 min		9.00	4.33 ^b	2.77	1.66	1.22
F-test		-	*	NS	NS	NS
	0 % Ca Citrate	9.00	4.66	3.33	1.33	1.00
	1 % Ca Citrate	9.00	4.66	3.33	2.00	1.33
	2 % Ca Citrate	9.00	6.33	2.33	2.33	1.66
F-test		-	NS	NS	NS	NS
5 min	0 % Ca Citrate	9.00	6.33	3.66	1.66	1.00
	1 % Ca Citrate	9.00	5.00	3.00	2.33	1.66
	2 % Ca Citrate	9.00	7.00	3.00	2.33	1.66
10 min	0 % Ca Citrate	9.00	3.00	1.00	1.00	1.00
	1 % Ca Citrate	9.00	4.33	3.66	1.66	1.00
	2 % Ca Citrate	9.00	5.66	3.66	2.33	1.66
F-test		-	NS	NS	NS	NS
C.V. (%)		-	31.27	47.14	55.80	61.23

หมายเหตุ พญัญชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วย
วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 13 ค่า a^* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	a^* value				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	0.71	0.38	0.43	0.43	0.29
PVC	0.40	0.46	0.58	0.59	1.10
LDPE	0.36	0.40	0.38	0.36	0.81
Clamshell	0.32	0.15	0.54	0.12	0.47
Gusseted bag	0.24	0.24	0.53	0.39	0.37
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	46.25	142.04	76.71	106.12	59.54

หมายเหตุ พญัญชนะในแนวนอนที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 14 ค่า b* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	b* value				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	7.32	7.44	7.86	7.93	6.37
PVC	6.33	6.29	6.81	6.30	6.63
LDPE	6.56	6.52	6.57	6.57	6.26
Clamshell	7.76	7.28	6.73	6.03	6.82
Gusseted bag	7.18	6.52	7.08	7.43	7.16
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	10.97	13.11	9.89	12.30	19.49

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 15 ค่า L* ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	L* value				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	48.64	47.16	49.02	48.99	46.91
PVC	48.09	50.13	50.07	46.38	48.94
LDPE	51.55	52.14	48.92	48.00	50.10
Clamshell	49.92	48.45	48.48	47.86	48.15
Gusseted bag	48.65	47.01	48.65	49.56	49.37
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	6.38	6.47	4.91	7.64	4.40

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 16 ค่า Hue angle ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Hue angle				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	88.10	87.61	87.15	87.18	87.53 ^a
PVC	86.84	86.08	85.40	84.96	81.28 ^b
LDPE	87.33	86.96	87.15	87.36	83.75 ^{ab}
Clamshell	87.16	89.11	88.84	88.78	86.41 ^a
Gusseted bag	87.55	87.91	86.37	87.55	87.56 ^a
F-test	NS	NS	NS	NS	*
C.V.	3.47	3.67	3.92	3.31	2.78

หมายเหตุ พืชในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 17 อัตราการหายใจของลองกองแปรรูปพร้อมบริโกลที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโกลในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโกลในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโกลในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโกลในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Respirations rate (mg CO ₂ •kg ⁻¹ •h ⁻¹)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	7.12	12.59 ^b	14.12 ^b	4.93 ^b	6.89 ^b
PVC	7.12	12.85 ^b	21.23 ^b	7.83 ^b	8.44 ^b
LDPE	7.12	12.59 ^b	17.89 ^b	6.30 ^b	5.88 ^b
Clamshell	7.12	10.64 ^b	16.26 ^b	4.98 ^b	7.54 ^b
Gusseted bag	7.12	25.11 ^a	35.78 ^a	23.22 ^a	22.80 ^a
F-test	NS	**	**	**	**
C.V.	23.56	9.00	16.60	24.30	15.76

หมายเหตุ พญัญชนะในแนวดิ่งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 18 อัตราการผลิตเอทิลีนของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภาคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Ethylene production ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	0.159	0.126	0.038 ^b	0.087 ^{ab}	0.100
PVC	0.159	0.159	0.231 ^a	0.125 ^a	0.010
LDPE	0.159	0.139	0.133 ^{ab}	0.045 ^{bc}	0.039
Clamshell	0.159	0.052	0.051 ^b	0.049 ^{bc}	0.076
Gusseted bag	0.165	0.073	0.054 ^b	0.041 ^c	0.057
F-test	NS	NS	*	**	-
C.V.	16.37	39.31	53.80	21.22	-

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 19 การสูญเสียน้ำหนักของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศกที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศกในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศกในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Weight loss (%)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	0.00	2.24 ^a	5.62 ^a	7.75 ^a	9.44 ^a
PVC	0.00	0.33 ^b	0.68 ^b	0.92 ^b	0.98 ^b
LDPE	0.00	0.18 ^b	0.29 ^b	1.09 ^b	1.02 ^b
Clamshell	0.00	0.35 ^b	0.87 ^b	1.26 ^b	1.45 ^b
Gusseted bag	0.00	0.18 ^b	0.25 ^b	0.25 ^b	0.46 ^b
F-test	-	**	**	**	**
C.V.	-	69.69	21.15	26.23	21.40

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 20 ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภาคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภาคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Titratable acidity (%)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	0.51	0.53	0.43	0.45	0.45
PVC	0.51	0.49	0.47	0.51	0.45
LDPE	0.51	0.51	0.49	0.47	0.41
Clamshell	0.51	0.55	0.45	0.47	0.49
Gusseted bag	0.51	0.49	0.45	0.53	0.43
F-test	-	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	6.40	10.86	10.19	9.12

หมายเหตุ พืชพันธุ์ในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 21 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Total Soluble Solid (°Brix)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	11.93	16.57	15.20	16.73	15.10
PVC	11.93	15.73	15.57	17.73	15.13
LDPE	11.93	16.87	14.87	16.17	14.33
Clamshell	11.93	15.20	14.43	16.60	14.07
Gusseted bag	11.93	15.20	15.37	17.53	14.63
F-test	NS	NS	NS	NS	NS
C.V.	4.22	6.67	10.91	9.45	6.66

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวดั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 22 การเกิดสีน้ำตาลของลองกองแปรรูปพร้อมบริโศคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโศคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโศคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Browning (Score)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	0	0.33	1.66	1.66	3.33
PVC	0	0.33	1.00	1.33	2.00
LDPE	0	0.00	0.66	1.00	1.66
Clamshell	0	0.66	1.33	1.66	2.66
Gusseted bag	0	0.66	1.66	2.00	2.33
F-test	-	NS	NS	NS	NS
C.V.	-	129.09	43.03	41.24	34.02

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวดังที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 23 การเกิดอาการ pitting ของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Pitting (Score)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	0	2.88 ^a	5.77 ^a	6.44 ^a	7.55 ^a
PVC	0	0.89 ^b	1.77 ^b	2.66 ^b	3.55 ^b
LDPE	0	0.22 ^b	0.89 ^b	2.22 ^b	2.66 ^b
Clamshell	0	0.44 ^b	1.77 ^b	3.33 ^b	4.00 ^b
Gusseted bag	0	0.66 ^b	1.33 ^b	3.33 ^b	7.11 ^a
F-test	-	**	**	**	**
C.V.	-	73.31	50.48	22.92	28.06

หมายเหตุ พืชพันธุ์ในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%

ตารางที่ 24 การยอมรับของผู้บริโภคของลองกองแปรรูปพร้อมบริโภคที่ไม่บรรจุภาชนะ (control) บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม PVC บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถาดโฟมหุ้มฟิล์ม LDPE บรรจุลองกองพร้อมบริโภคในกล่องพลาสติก (clamshell) และบรรจุลองกองพร้อมบริโภคในถุงพลาสติก (gusseted bag) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Treatment	Overall quality (Score)				
	Days of storage				
	0	2	4	6	8
Control	9	6.33 ^b	1.66 ^b	1.00 ^d	1.00 ^b
PVC	9	9.00 ^a	7.66 ^a	5.00 ^b	3.66 ^a
LDPE	9	9.00 ^a	7.66 ^a	6.33 ^a	3.66 ^a
Clamshell	9	9.00 ^a	8.33 ^a	3.66 ^c	1.66 ^b
Gusseted bag	9	9.00 ^a	6.33 ^a	3.00 ^c	1.00 ^b
F-test	-	**	**	**	**
C.V.	-	6.09	18.23	19.21	40.65

หมายเหตุ พัยัญชนะในแนวตั้งที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

* = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 99%