



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)

ปริญญา

เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว	โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
สาขา	ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาวิธีการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับลองกองเพื่อการส่งออกโดยทางเรือ

Development of Pre- and Postharvest Procedures for Export of Longkong
(*Lansium domesticum* Corr.) by Sea

นามผู้วิจัย นายภัคธร ลาภบริบูรณ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์จรัสแท้ สิริพานิช, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์กฤษณา กฤษณพุกด์, D.Agr.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์อภิตา บุญศิริ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(รองศาสตราจารย์สมศิริ แสงโชติ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงห์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาวิธีการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับลองกองเพื่อการส่งออกโดยทางเรือ

Development of Pre- and Postharvest Procedures for Export of Longkong
(*Lansium domesticum* Corr.) by Sea

โดย

นายภัคธร ลาภบริบูรณ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภัคธร ลาภบริบูรณ์ 2557: การพัฒนาวิธีการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับลองกองเพื่อการส่งออก โดยทางเรือ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว) สาขาวิชา เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศาสตราจารย์จรัสแท้ ศิริพานิช, Ph.D. 105 หน้า

การศึกษาวิธีปฏิบัติต่อช่อลองกองเพื่อการส่งออกไปยังฮ่องกงโดยทางเรือ แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 เป็นการทดลองเบื้องต้น โดยทดสอบการใช้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยว ผลของวัสดุบรรจุชนิดต่างๆ และเปรียบเทียบปริมาณการใช้ KMnO_4 เก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 6 วัน พบว่า ไม่จำเป็นต้องให้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวหากลองกองได้รับการจุ่มสารละลายผสม NAA 200 mgL^{-1} , CaCl_2 2.5 gL^{-1} และ Carbendazim 1000 mgL^{-1} (NCC) หลังการเก็บเกี่ยว การบรรจุลองกองในตะกร้ากรุด้วยกระดาษมีผลให้ลองกองหลุดร่วงน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับวัสดุบรรจุที่มีพลาสติกเป็นองค์ประกอบ ส่วนประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนแม้ว่าจะเพิ่มปริมาณ KMnO_4 ถึง 8 เท่า แต่ความเข้มข้นของเอทิลีนลดลงเพียง 1 ใน 3 เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของ KMnO_4 ลดลง ตอนที่ 2 เป็นการทดลองเลียนแบบการส่งออก เปรียบเทียบอายุการเก็บเกี่ยวลองกอง ทดสอบบรรจุภัณฑ์เปรียบเทียบการใช้กระดาษกับถุงพลาสติก และเปรียบเทียบการรม 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ก่อนและหลังการบรรจุ และทดลองปรับอัตราการระบายอากาศของผู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต ตามความเข้มข้นของเอทิลีนที่เพิ่มขึ้น เก็บรักษาเช่นเดียวกับตอนที่ 1 พบว่า ลองกองที่อายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบานเป็นช่วงอายุที่เหมาะสม ควรใช้ตะกร้ากรุด้วยกระดาษเป็นวัสดุบรรจุ ไม่จำเป็นต้องรม 1-MCP ภายหลังการเก็บเกี่ยว และต้องปรับอัตราการระบายอากาศสูงถึง 1.6 ปริมาตรตู้/ชม. จึงทำให้ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในตู้ลดลงไม่เกิน 0.05 mgL^{-1} ตอนที่ 3 เป็นการส่งออกไปยังฮ่องกงในคอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต เปรียบเทียบคุณภาพลองกองจากต่างสวน ทดสอบการรม 1-MCP และทดลองเพิ่มความชื้นภายในตะกร้า เก็บรักษาเช่นเดียวกับตอนที่ 1 ใช้อัตราการระบายอากาศเป็น 0.8 ปริมาตรตู้/ชม. พบว่า ลองกองจากสวนที่มีการให้น้ำ และน้ำที่เหมาะสม ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง ฉีดพ่นสารกำจัดเชื้อรา ก่อนการเก็บเกี่ยวอย่างสม่ำเสมอมีการสูญเสีย น้ำ การเกิดสีน้ำตาล ปริมาณผลหลุดร่วง และการเน่าเสียต่ำ การทดลองรม 1-MCP ให้ผลยืนยันว่าไม่จำเป็นต้องรม 1-MCP ภายหลังการเก็บเกี่ยว และการเพิ่มความชื้นโดยใช้ผ้าชุบน้ำ แล้วคลุมที่ผิวหน้าลองกองก่อนปิดตะกร้าสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้อย่างชัดเจนหากความชื้นในบรรยากาศขณะวางขายต่ำ จากการศึกษาทั้งหมด สรุปได้ว่า ควรเก็บเกี่ยวลองกองในระยะ 13 สัปดาห์หลังดอกบานจากสวนที่มีการจัดการก่อนการเก็บเกี่ยวอย่างดี นำมาจุ่มลงในสารละลาย NCC บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C สามารถขนส่งและเก็บรักษาลองกองได้นาน 10 วัน การหลุดร่วงไม่เกิน 10% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 4 วัน สำหรับการค้าปลีก การหลุดร่วงของผลไม่เกิน 30% ตามมาตรฐานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Pakkathon Labboriboon 2014: Development of Pre- and Postharvest Procedures for Export of Longkong (*Lansium domesticum* Corr.) by Sea. Master of Science (Postharvest Technology), Major Field: Postharvest Technology, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Professor Jingtair Siriphanich, Ph.D. 105 pages.

The study on export of longkong to Hong Kong by sea was divided into 3 parts. Part 1, preliminary study: the preharvest application of CaCl_2 , the suitable package and the efficiency of KMnO_4 to eliminate ethylene. After the treatments longkong were stored at 18°C for 10 days then transferred to room temperature for 6 days. The results showed that pre-harvest CaCl_2 treatment was not necessary provided that on postharvest, longkong were dipped in a solution containing NAA 200 mgL^{-1} , CaCl_2 2.5 gL^{-1} and Carbendazim 1000 mgL^{-1} (NCC solution) after harvest. Longkong packed in baskets lined with paper had less fruit drop than those in plastic containing materials. Increasing the amount of KMnO_4 by 8 times only increased the ethylene removal efficiency by one-third. Part 2, export simulation: comparing longkong maturity stages, comparing between paper lining basket and plastic bag, fumigating with 1-MCP and testing of ventilation rate of a 20 feet container. The results showed that longkong at 13 weeks after flowering was the suitable stage, the basket should be lined with paper, no needed to fumigate with 1-MCP and ventilation needed to be set at 1.6 of the container volume per hour to reduce ethylene concentration to less than 0.05 mgL^{-1} . Part 3, exportation to Hong Kong: using 20 feet container, setting ventilation rate at 1 container volume/hour comparing the quality of longkong from different orchards, testing the use of 1-MCP treatment and humidity addition. The results showed that longkong from an orchard with proper fertilizer applying, irrigation, pruning and fungicide application had less weight loss, fruit drop, fruit rot and peel browning. The use of 1-MCP was dispensable and covering longkong with wet cloth before closing the basket reduced browning, if the relative humidity at the destination was low. All in all, it can be summarized that longkong for export should be 1) harvested at 13 weeks after flowering from well managed orchard 2) dipped in NCC solution. 3) packed in baskets line with paper. 4) covered with wet cloth before closing the basket. 5) set ventilation to 1 container volume/hour and temperature at 18°C . Longkong can transported and stored for 10 days. The fruit retained their freshness with less than 9% of fruit drop. After transferred to room temperature for 4 days, the fruit drop was less than 30% in complying with the Ministry of Agriculture standard for longkong.

Student's signature

Thesis advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.จริงแท้ ศิริพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ถ่ายทอดความรู้ทางการศึกษาด้านชีววิทยา และเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวแก่ข้าพเจ้า ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ ให้คำสั่งสอน ดักเตือน และปลูกฝังให้ข้าพเจ้ามีระเบียบวินัยในการทำงาน ตลอดจนสนับสนุน ตำราและเอกสารทางวิชาการต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา กฤษณพุกต์ อาจารย์ ดร.อภิธา บุญศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ดร.ภาสสันต์ สารทูลหัตต์ ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลนาถ อบสุวรรณ ผู้ทรงคุณวุฒิในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย ที่ช่วยแนะนำ ตรวจ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายการศึกษา สำนักงานพัฒนาการวิจัยเกษตร (องค์การมหาชน) บริษัท ริชฟิลด์ เฟรชฟрут จำกัด บริษัท ไทยคูล จำกัด และสถานีวิจัยพืชสวนพลู จังหวัดจันทบุรี ที่สนับสนุนค่าใช้จ่าย อุปกรณ์ และสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ นางสาวอรรณพ ปลื้มจิต นางสาวไพลิน นงค์คำ นางสาวสาวิตรี ดวงสีใส และนายเกรียงไกร มีถาวร ที่ช่วยเหลือแนะนำในเรื่องต่างๆเป็นอย่างดี ขอขอบคุณนางสาวปาริฉัตร บัวบาน นางสาวปณาลี ภูวรกุลชัย และนายธนโชค ตติเจริญ รวมถึงอาจารย์ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ภาควิชาพืชสวน กำแพงแสน และเจ้าหน้าที่จากศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา รวมทั้งขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.คณพล จุฑามณี ที่ตั้งสอน และชี้แนะแนวทางในการดำเนินชีวิตจนประสบความสำเร็จในครั้งนี้ สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ และคุณพ่อ ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยอบรมเลี้ยงดู ส่งเสริมให้เห็นคุณค่าของการศึกษา ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ ช่วยผลักดันและเป็นที่กำลังใจสำคัญในการศึกษา และทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ภักธร ลาภบริบูรณ์

สิงหาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	16
ผลและวิจารณ์	31
ผล	31
วิจารณ์	78
สรุป	89
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	91
ภาคผนวก	101
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	105

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | ความพึงพอใจของผู้บริโภคชาวฮ่องกงต่อคุณภาพของลองกองภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน และย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่ออีก 4 วัน (เปอร์เซ็นต์ของผู้บริโภคที่ระดับความพึงพอใจต่างๆ) | 77 |
|---|---|----|

ตารางผนวกที่

- | | | |
|---|---|-----|
| 1 | การเตรียมแคลเซียมคลอไรด์ 4% สำหรับฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว | 102 |
| 2 | การเตรียมสารละลายผสม NCC | 102 |
| 3 | การเตรียมสารดูดซับเอทิลีน | 102 |

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แบบสอบถามความพึงพอใจต่อคุณภาพลองกองสำหรับผู้ค้าชาวฮ่องกง (คำแปลภาษาไทยในภาพผนวกที่ 1 หน้า 100)	30
2	การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกอง ที่ได้รับและไม่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวเมื่อ ลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกัน ที่กำกับด้วย * และ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี T-test)	33
3	การสูญเสียน้ำหนัก (A) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (B) การหลุดร่วงของผล ที่มีสภาพดี (C) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (D) ของลองกองที่ได้รับการ บรรจุด้วยวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บ รักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษร เหมือนกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)	36
4	ความเข้มข้นแก๊สเอทิลีน (A) ออกซิเจน (B) และคาร์บอนไดออกไซด์ (C) ภายในห้องเย็นบรรจุลองกอง และภายในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน	39
5	การสูญเสียน้ำหนัก (A) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (B) การหลุดร่วงของผล ที่มีสภาพดี (C) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (D) ของลองกองบรรจุในถุง พลาสติก LPDE สารดูดซับเอทิลีน (EA) จำนวน 4 8 16 และ 32 g/ลองกอง 1 kgc เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือน กัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่ กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT)	41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
6	ความเข้มข้นแก๊สเอทิลีนสะสมในถุงพลาสติก LPDE ที่บรรจุลองกองพร้อมสารดูดซับเอทิลีน (EA) ปริมาณ 4 8 16 และ 32 g/ลองกอง 1 kg เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน	42
7	อัตราการระบายอากาศจากตู้คอนเทนเนอร์และความเข้มข้นของเอทิลีนในตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างการเก็บรักษาลองกอง 10 วัน (ปริมาตรตู้เท่ากับ 32 m ³)	44
8	การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 13 และ 14 สัปดาห์หลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)	47
9	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเตรตได้ (B) อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อกรดที่ไทเตรตได้ (C) และความเข้มข้นของเอทานอล (D) ของลองกองที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 13 และ 14 สัปดาห์หลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)	49

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

- | | | |
|----|--|----|
| 10 | <p>การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลที่มีสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน ที่บรรจุในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ 2 ชั้นหรือในถุงพลาสติกแบบไม่มด และมดปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามวิธี DMRT)</p> | 52 |
| 11 | <p>ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (A) ปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (B) อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไทเตรทได้ (C) คะแนนกลิ่นผิดปกติของลองกอง (D) และความเข้มข้นของเอทานอล (E) ของลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบานที่บรรจุในตะกร้าที่กรุกระดาษ 2 ชั้น หรือในถุงพลาสติกแบบไม่มดและมดปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วันก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องต่อเป็นเวลา 4 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)</p> | 55 |
| 12 | <p>การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลที่มีสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1000 μgL^{-1} ก่อน และหลังการบรรจุลงตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ 2 ชั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)</p> | 57 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
13	การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลที่มีสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1000 และ 3000 μgL^{-1} ภายหลังการบรรจุในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)	59
14	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ภายในตู้คอนเทนเนอร์ และ โกดังสินค้า (A) ภายในตะกร้าลองกองที่บรรจุเสร็จชุดแรก (B) ภายในตะกร้าลองกองที่บรรจุเสร็จชุดสุดท้าย (C) ขนส่งไปฮ่องกงเป็นเวลา 6 วัน และจอดรอที่ลานจอดคอนเทนเนอร์ต่ออีกจนครบ 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังสินค้าอีก 6 วัน และภายในรถบรรทุกและห้องปฏิบัติการในประเทศไทย (D) (เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่เริ่มบรรจุลองกองใส่ตู้คอนเทนเนอร์วันที่ 11 มิถุนายน 2556 เวลา 11.00น. จนถึงสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 27 มิถุนายน 2556 เวลา 17.00น.)	62
15	การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองจาก 4 ส่วน ที่ผ่านการขนส่งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องต่อเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษร เหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)	65

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

- | | | |
|----|---|----|
| 16 | <p>การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่ไม่รม และรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุลงตระกร้าที่กรุด้วยกระดาษ 2 ชั้น แล้วบรรจุใส่ตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งไปยังประเทศฮ่องกง ตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้าอีกเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-Test)</p> | 67 |
| 17 | <p>การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่ไม่ได้รม และรม 1-MCP ทั้งก่อนและหลังการบรรจุลงตระกร้าที่กรุด้วยกระดาษแล้วนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)</p> | 70 |
| 18 | <p>การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่บรรจุในตระกร้าพลาสติกกรุด้วยกระดาษแล้วปิดฝาตะกร้าเพียงอย่างเดียว และที่คลุมด้วยผ้าเปียกที่ผิวหน้าลองกองก่อนปิดฝาตะกร้า ก่อนบรรจุใส่ตู้คอนเทนเนอร์ส่งไปยังประเทศฮ่องกง โดยตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้าอีกเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-Test)</p> | 72 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของ ลองกองที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกกรุกระดาศแล้วปิดฝาตะกร้าเพียงอย่างเดียว และที่คลุมด้วยผ้าเปียกที่ผิวหน้าลองกองก่อนปิดฝาตะกร้าแล้วนำไปเก็บรักษา ในห้องเย็นตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อ ในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกัน ที่กำกับด้วย ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ส่วนที่ กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)	75
ภาพผนวกที่		
1	คู่มือแปลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อลองกองไทยของผู้บริโภคชาวฮ่องกง	103
2	กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์เอทานอลตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)	104

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

1-MCP	=	1-Methylcyclopropene
ACC	=	1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid
C_2H_4	=	Ethylene
$CaCl_2$	=	Calcium chloride
Conc.	=	Concentration
DMRT	=	Duncan's Multiple-Range Test
EA	=	Ethylene absorber
HDPE	=	High-density polyethylene
IAA	=	Indole-3-acetic acid
$KMnO_4$	=	Potassium permanganate
LDPE	=	Low-density polyethylene
MTEC	=	National metal and materials technology center
NAA	=	1-Naphthaleneacetic acid
NCC	=	สารละลายผสมที่ประกอบด้วย NAA, Calcium chloride และ Carbendazim
O_3	=	Ozone
OTR	=	Oxygen transmission rate
PPO	=	Polyphenol oxidase
PVC	=	Polyvinyl chloride
TA	=	Titrateable acidity
TSS	=	Total soluble solids

การพัฒนาวิธีการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวสำหรับลองกองเพื่อการส่งออกโดยทางเรือ

Development of Pre- and Postharvest Procedures for Export of Longkong (*Lansium domesticum* Corr.) by Sea

คำนำ

ลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.) เป็นไม้ผลที่ปลูกกันมากในภาคตะวันออกและภาคใต้ นับเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญและได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอย่างมาก เพราะมีรสหวานหอมรสชาติดี และยางน้อยกว่าลำสาด (สมพร, 2535; คีรี, 2540) อีกทั้งยังเป็นผลไม้ที่ทำรายได้ให้เกษตรกรค่อนข้างสูง ในปี พ.ศ. 2554 มีมูลค่าการผลิตถึง 2,077 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554) แต่ลองกองยังได้รับความนิยมบริโภคภายในประเทศเท่านั้น เพราะยังมีข้อจำกัดเรื่องการส่งออก เนื่องจากลองกองมีอายุการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายสั้น เพียง 4-6 วัน ทั้งนี้เป็นเพราะการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว การเน่าเสีย และการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสีน้ำตาล ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค ปริมาณการร่วงของลองกองเกิดมากที่สุดในวันที่ 7 หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31°C ความชื้นสัมพัทธ์ 67%) (เย็นจิตต์ และคณะ, 2540) ทำให้ช่อลองกองไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติที่กำหนดไว้คือ ช่อลองกองจะต้องมีผลลองกองร่วงไม่เกิน 30% (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) ซึ่งการหลุดร่วงของผลจากช่อลองกองหลังการเก็บเกี่ยวจากสวนจนถึงมือผู้บริโภค นั้นเกิดได้หลายสาเหตุได้แก่ อุณหภูมิ การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ การได้รับเอทิลีนจากภายนอก ตลอดจนอายุการเก็บเกี่ยวของลองกอง (อภิตา และคณะ, 2544; สมใจ, 2548; ชูศักดิ์, 2549)

จากปัญหาดังกล่าว จึงมีการศึกษาวิธีการลดการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยวได้แก่ 1) การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าลองกองมีเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงต่ำเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C (อภิตา และคณะ, 2546) 2) การเก็บรักษาภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนต่ำ (2%) และคาร์บอนไดออกไซด์สูง (5%) ลองกองมีเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงต่ำมาก (อภิตา และคณะ, 2546) 3) การใช้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) 500 $\mu\text{g L}^{-1}$ ร่มเป็นระยะเวลา 6 ชม. และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ช่วยให้ลองกองมีการหลุดร่วงต่ำที่สุด (จริงแท้ และจารุวัฒน์, 2547) 4) การใช้สาร calcium chloride (CaCl_2) ความเข้มข้น 4% ก่อนการเก็บเกี่ยว และเก็บรักษาช่อลองกองไว้ที่อุณหภูมิ 18°C มีการหลุดร่วงช้าและต่ำที่สุด (โสภารัตน์, 2550; ประพินพร, 2554) 5) การจุ่มลองกองด้วย

1-naphthaleneacetic acid (NAA) 200 mgL^{-1} นาน 3 นาที เก็บในห้องเย็น 18°C พบว่าสามารถเก็บรักษาลองกองได้นาน 9 วัน (นุจรินทร์, 2554)

อย่างไรก็ตามการศึกษาที่ผ่านมาข้างต้นเป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ ไม่เคยมีการทดสอบจริงในระดับการค้า และยังไม่มีรายงานว่าการใช้สารต่างๆร่วมกับ 1-MCP จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บรักษาลองกองให้ดีขึ้นได้หรือไม่ อย่างไรก็ตามปัจจุบันลองกองที่ส่งไปขายในประเทศเวียดนามมักใช้ลองกองที่มีอายุเพียง 12 สัปดาห์หลังดอกบาน แต่ประพนธ์ (2554) รายงานว่าลองกองอายุ 13 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงน้อยกว่าลองกองที่มีอายุต่ำกว่า ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเป็นการทดสอบระดับการค้าว่าควรเก็บลองกองที่อายุความบริบูรณ์เท่าใดจึงเหมาะสม อีกทั้งการทดลองนี้เป็นการทดลองเก็บรักษาลองกองด้วยวิธีต่างๆร่วมกัน ได้แก่ การใช้ฮอร์โมนพืช การใช้ CaCl_2 และสารป้องกันเชื้อรา จำเป็นหรือไม่ที่ต้องใช้ 1-MCP ร่วมกับวิธีการต่างๆในการลดการหลุดร่วง และการทดสอบการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม รวมถึงควรบรรจุลองกองอย่างไรจึงจะเหมาะสมสำหรับการส่งออกลองกองจริงโดยทางเรือเป็นระยะเวลา 10 วันโดยมีเป้าหมายให้ผลลองกองหลุดร่วงไม่เกิน 10% และเมื่อวางขายอีก 4 วัน ผลร่วงไม่เกิน 30% (ตามมาตรฐาน มกอช.) ตลอดจนทดสอบการปรับอัตราการระบายน้ำของตู้คอนเทนเนอร์ให้เหมาะสม เพื่อควบคุมไม่ให้เอทิลินสะสมในตู้ และไม่ให้อายุของลองกองสุกเกินไป ซึ่งการทดลองครั้งนี้ได้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือ 1) การทดสอบเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ 2) การทดสอบเลียนแบบการค้า และ 3) การส่งออกต่างประเทศฮ่องกง

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้วิธีการปฏิบัติที่เหมาะสมต่อलगองเพื่อการส่งออกโดยทางเรือ ใ้เวลาขนส่ง 10 วัน ควบคุมหลุ่ร่ว่งไม่เกิน 10% และสามารถย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องสำหรับการค้า ปลีกอีก 4 วัน การหลุ่ร่ว่งไม่เกิน 30% ตามมาตรฐานของ มกอช.



การตรวจเอกสาร

ลองกองเป็นไม้ผลจัดอยู่ในวงศ์ Meliaceae เป็นไม้จำพวกเดียวกับกลางสาด กระท้อน และ ประยงค์ เต็ม (2523) จัดลองกองไว้ในสกุล *Aglaia* ชนิด *dookkoo* และเรียกชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Aglaia dookkoo* Criff. แต่ปัจจุบันนักพฤกษศาสตร์ได้จัดลองกองอยู่ใน *Lansium domesticum* Corr. ดังนั้นลองกอง 2 ชื่อนี้จึงเป็นชื่อพ้องกัน (สมพร, 2535)

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

1.1 ลำต้น ตั้งตรงในธรรมชาติ ต้นจะสูงประมาณ 15-20 เมตรขึ้นไป เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 30-40 ซม. แต่ความสูงนั้นขึ้นอยู่กับการขยายพันธุ์และพื้นที่ปลูก ลองกองที่ปลูกในสวนเกษตรจะควบคุมความสูงของต้นประมาณ 3-5 เมตร ต้นที่ปลูกด้วยเมล็ดมีลักษณะสูงชะลูด แต่ถ้าขยายพันธุ์โดยวิธีการไม่อาศัยเพศทำให้ต้นเตี้ยทรงพุ่มกว้าง ถ้าปลูกอยู่ในที่ร่มเงามีไม้อื่นมากต้นก็จะสูงชะลูดเช่นเดียวกันเพราะแย่งกันรับแสงแดด เปลือกของต้นเรียบมีสีเขียวอมน้ำตาล มีรอยแตกตามเปลือก แตกรอยแตกจะน้อยกว่ากลางสาด (สมพร, 2535; เปรมปรี, 2541)

1.2 ใบ เป็นใบประกอบ (compound leaf) มี 5-6 ใบย่อย (leaflet) ใบมีสีเขียวเข้มเป็นมัน และขนาดค่อนข้างใหญ่ ผิวด้านบนมีสีเขียวเข้มกว่าด้านใต้ของใบ ใบมีลักษณะแบบ elliptical ปลายใบรูป acuminate ฐานใบเป็นแบบ acute ขอบใบเป็นแบบ entire เส้นใบมีลักษณะเหมือนร่างแห (pinnately netted venation) (สมพร, 2535)

1.3 ดอก าดอกลองกองมีลักษณะเป็นดู่แข็ง แทงออกมาจากบริเวณลำต้นและกิ่งหลัก ต้นที่สมบูรณ์มากๆ าดอกจะแทงออกมาตั้งแต่บริเวณ โคนลำต้น เนื้อพื้นดินเล็กน้อยตลอดไปทั่วทุกกิ่ง าดอกนี้จะใช้เวลา 14-20 วัน เพื่อพัฒนาไปเป็นช่อดอก ช่อดอกเรียวยาวเป็นแบบ spike จำนวนดอกในแต่ละช่อขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของช่อดอก ถ้าช่อดอกยาวจำนวนดอกภายในช่อจะมีมาก ดอกจะบานจากโคนช่อดอกไปยังปลายช่อ ดอกตูมมีสีเขียว เมื่อบานมีสีขาวหรือสีเหลืองนวล ดอกมีกลีบเลี้ยง (sepal) 5 กลีบ กลีบดอก (petal) 5 กลีบ มีเกสรตัวผู้ (stamen) 10 อัน เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) ดอกบานนาน 3-5 วัน (สมพร, 2535)

1.4 ผล มีลักษณะกลมหรือรี จำนวนผลแต่ละช่อขึ้นอยู่กับความยาวหรือความสมบูรณ์ของช่อดอก เปลือกหนากว่าเปลือกกลางสาด สีเหลืองอ่อน เมื่อสุกผลจะแตกง่าย เนื้อภายในผลมี 5 กลีบ

เนื้อในผลมีสีขาวขุ่นเมื่อยังไม่สุก และเมื่อสุกเต็มที่จะมีสีใส เนื้อผลมีรสหวานและหอม (สมพร, 2535)

1.5 เมล็ด ลองกองมีเมล็ดน้อยกว่าลางสาด ลูก ลองกองในหนึ่งผลมีเมล็ดเพียง 1-2 เมล็ด เมล็ดที่สมบูรณ์ค่อนข้างใหญ่ มีลักษณะรูปไข่ สีเขียวอมเหลือง (สมพร, 2535)

2. สายพันธุ์ลองกองในประเทศไทย

2.1 ลองกองแห้ง สีผลเมื่อสุกมีสีเหลืองคล้ำ เปลือกค่อนข้างหนา ผิวหยาบเล็กน้อย ช่อผลมีลักษณะยาวและแน่น ไม่มียางขาว ขั้วผลอาจกลมมนหรือค่อนข้างแหลมขึ้นอยู่กับการเบียดกันของผล เนื้อในมี 5 กลีบ บางผลมีกลีบใหญ่ 1 กลีบ โดยกลีบใหญ่มักมีเมล็ด เมื่อสุกเต็มที่เนื้อผลใส มีลักษณะแห้งสนิท ก้นผลมีรอยบุ๋มเล็กน้อยพอสังเกตเห็น เมล็ดมีสีเขียว และไม่มีรสขม มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 17-19 เปอร์เซ็นต์ เป็นลองกองชนิดที่คุณภาพดีที่สุด (มงคล และคณะ, 2523; สมพร, 2535; เปรมปรี, 2541)

2.2 ลองกองน้ำ สีผลเมื่อสุกจะเหลืองสว่างกว่าลองกองแห้ง เปลือกค่อนข้างบาง ผิวของผลคล้ายลองกองแห้งมาก แต่ผลมีลักษณะนิ่มกว่า ช่อผลมีลักษณะยาวและแน่น เนื้อผลมีน้ำมาก เนื้อในผลมี 5 กลีบ สีขาวขุ่นมีน้ำมาก ก้นผลมนกลม จำนวนเมล็ดต่อผลเช่นเดียวกับลองกองแห้ง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 16-18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลองกองน้ำนี้เป็นพันธุ์ด้อยกว่าลองกองแห้ง (มงคล และคณะ, 2523; สมพร, 2535; เปรมปรี, 2541)

2.3 ลองกองแกลแลเม หรือบางแห่งเรียกลองกองแปรมัวร์ หรือคูกูแปรมัวร์ แต่น่าจะจัดไว้ในกลุ่มลองกอง เพราะคุณภาพผลต่างจากคูกูมาก สีผลเมื่อสุกคล้ายลองกองแห้งมาก เปลือกค่อนข้างบาง ผิวละเอียด ผลมีลักษณะเป็นจุก เนื้อในแห้งใสเป็นแก้ว อ่อนนุ่ม มี 5 กลีบ ความแน่นของช่อไม่มากนัก มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 16-19 เปอร์เซ็นต์ (มงคล และคณะ, 2523; สมพร, 2535; เปรมปรี, 2541)

2.4 ลางสาด ทางภาคใต้ของประเทศไทยมีอยู่ 2 พันธุ์ คือ ลางสาด (ธรรมดา) และลางสาดปาร์ดี สำหรับลางสาดธรรมดามีปลูกทั่วไปไม่มีชื่อสายพันธุ์ ผิวผลสีสดใส ผลไม่ค่อยกลม อาจเป็นเพราะการเบียดกันของผลภายในช่อที่แน่นเกินไป ส่วนลางสาดปาร์ดีพบมากในเขตจังหวัดยะลา

ปัตตานี และนราธิวาส ขนาดผลค่อนข้างเล็ก เปลือกผลบางมาก รสชาติไม่หวานเหมือนกลางภาค
ธรรมดา ผลกลม ช่อสั้น จำนวนผลในช่อน้อยกว่ากลางภาคธรรมดา (สมพร, 2535)

2.5 คูงู หรือคูกู ลักษณะแตกต่างจากกลางภาคและลองกองอย่างชัดเจน เพราะมีเมล็ดมาก
เนื้อผลแทบไม่มีเลย เปลือกผลหนาและหยาบ ผลเปลือกมีสีคล้ำและประน้ำตาล ปลายผลมีสันเป็น
แฉกตามยาว และไม่มียางขาว กลีบเนื้อผลแยกออกจากกันง่าย เนื้อมีรสหวานและหวานอมเปรี้ยว
โดยนิยมใช้เมล็ดเพาะเป็นต้นตอให้กับกลางภาคและลองกอง (สมพร, 2535; กลุ่มเกษตรสัญจร,
2531)

3. ระยะการเจริญเติบโตของผลลองกอง

ระยะการเจริญเติบโตของผลลองกองเป็น 3 ระยะ ดังนี้ (นพรัตน์, 2528; สุัญญา และสุ
รพงษ์, 2530)

ระยะที่ 1 เป็นการเจริญเติบโตทางด้านขนาดของผล การพัฒนาในส่วนของการเปลือกผล มีการ
เปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลน้อยมาก แต่หลังจาก 4-7 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่าง
น้ำหนักเนื้อ และน้ำหนักเปลือกจะสูงมากในระยะนี้ เนื่องจากในระยะนี้เซลล์ของเนื้อลองกองมีการ
แบ่งเซลล์ (cell division) และเซลล์มีการขยายตัว (cell enlargement) ในอัตราที่สูงกว่าเซลล์ของ
เปลือก

ระยะที่ 2 เป็นการเพิ่มของน้ำหนักผล ในช่วงสัปดาห์ที่ 7 ถึงสัปดาห์ที่ 13 ในระยะนี้เป็นการ
เพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้ออย่างรวดเร็ว ส่วนน้ำหนักเปลือกเพิ่มขึ้นเช่นกันแต่น้อยกว่าน้ำหนักเนื้อ

ระยะที่ 3 ขนาดของผลและน้ำหนักผลยังมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จนกระทั่งผลสุกพร้อม
ที่จะเก็บเกี่ยวได้ คือช่วงสัปดาห์ที่ 13-15 ส่วนน้ำหนักเปลือกเริ่มคงที่ และมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
ภายในเปลือกและผลอย่างมาก และมีการสะสมอาหารตลอดเวลาจนกระทั่งผลสุก

4. ดัชนีการเก็บเกี่ยวลองกอง

ปัจจัยเรื่องของการเก็บเกี่ยว และความบริบูรณ์ของผลิตผลมีอิทธิพลต่อการเก็บรักษา
ผลผลิตอย่างมาก (Kader, 1999) การเก็บเกี่ยวลองกองในระยะที่เหมาะสมมีส่วนสำคัญในการที่จะ

สามารถเก็บรักษาลองกองไว้ได้นาน ลองกองเป็นผลไม้จำพวก non-climacteric จึงจำเป็นต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะที่เหมาะสม คือระยะที่แก่เต็มที่ และควรเก็บเกี่ยวอย่างประณีตเพื่อลดปัญหาการหลุดร่วง (มุทิตา และคณะ, 2547)

สำหรับตลาดท้องถิ่นหรือตลาดภายในประเทศ ดัชนีการเก็บเกี่ยวของผลลองกองพิจารณาได้จากสีเหลืองนวลของเปลือกผล หรือเมื่อมีอายุได้ 15 สัปดาห์หลังดอกบาน (มุทิตา และคณะ, 2547) ส่วนตลาดต่างประเทศระยะการเก็บเกี่ยวของผลลองกองที่เหมาะสม คือลองกองมีอายุ 13-14 สัปดาห์หลังดอกบาน มีลักษณะสีของเปลือกผลเริ่มเหลืองทั้งซอ เนื้อยังมีสีขาวขุ่น และมีรสชาติเปรี้ยว (มุทิตา และคณะ, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ ประพนธ์พร (2554) รายงานไว้ว่า ลองกองอายุ 13 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงน้อยกว่าลองกองอายุ 15 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 18°C และสีของกลีบเลี้ยงหรือก้านช่อผลยังเป็นสีเขียวเหลือง (สุจริต, 2543) และเมื่อกลีบเลี้ยงของผลเริ่มแห้ง เนื้อผลมีลักษณะขาวใส ปริมาณ Total soluble solids (TSS) มีค่า 17-19% ปริมาณ Titratable acidity (TA) มีค่า 0.7-0.8% น้ำหนักเนื้อรวมเมล็ด 74-76% น้ำหนักเปลือก 24% ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ และปริมาณน้ำภายในเปลือกผลไม่สามารถใช้เป็นดัชนีการเก็บเกี่ยวได้ (นพรัตน์, 2528; มุทิตา และคณะ, 2547; Sapii *et al.*, 1999)

ส่วนตลาดต่างประเทศระยะการเก็บเกี่ยวของผลลองกองที่เหมาะสม คือลองกองมีอายุ 13-14 สัปดาห์หลังดอกบาน มีลักษณะสีของเปลือกผลเริ่มเหลืองทั้งซอ เนื้อยังมีสีขาวขุ่น และมีรสชาติเปรี้ยว (มุทิตา และคณะ, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ ประพนธ์พร (2554) รายงานไว้ว่า ลองกองอายุ 13 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงน้อยกว่าลองกองอายุ 15 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิ 18°C และสีของกลีบเลี้ยงหรือก้านช่อผลยังเป็นสีเขียวเหลือง (สุจริต, 2543)

5. การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง

5.1 กระบวนการหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิต เป็นกระบวนการที่พืชใช้อาหารสะสมที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาล แป้ง โปรตีน หรือไขมัน แปรรูปเป็นพลังงานที่สามารถนำไปใช้ได้ทันทีเพื่อการดำรงชีพ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจคือ อุณหภูมิ เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นย่อมกระตุ้นปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างๆ ให้สูงขึ้น รวมถึงอัตราการหายใจด้วย (จริงแท้, 2546) สอดคล้องกับเย็นจิตต์ และคณะ (2540) ซึ่งรายงานไว้ว่า การนำลองกองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C มีอัตราการหายใจต่ำกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 31°C

5.2 อัตราการผลิตเอทิลีน เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีสถานะเป็นแก๊ส สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย เอทิลีนมีอิทธิพลอย่างกว้างขวางต่อการพัฒนาของพืช โดยไปเร่งอัตราการเสื่อมสภาพของพืช เพราะเอทิลีนสามารถกระตุ้นอัตราการหายใจในเนื้อเยื่อทุกชนิดให้สูงขึ้น (จริงแท้, 2546) ระยะการเก็บเกี่ยวของผลผลิตมีผลต่อปริมาณเอทิลีน จากการศึกษาของ อภิธา และคณะ (2544) พบว่าการเก็บเกี่ยวช่อลองกองที่อายุ 13 สัปดาห์ มีอัตราการผลิตเอทิลีนมากกว่าช่อลองกองอายุ 11 สัปดาห์ นอกจากนี้อุณหภูมิก็ยังมีผลต่อการผลิตเอทิลีนเช่นกัน การเก็บรักษาลองกองที่อุณหภูมิ 15°C มีอัตราการผลิตเอทิลีนสูงกว่าการเก็บผลลองกองที่อุณหภูมิ 18°C เนื่องจากการเก็บลองกองที่อุณหภูมิ 15°C พบการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury) ซึ่งเป็นอาการผิดปกติทางสรีรวิทยาที่สามารถกระตุ้นให้ผลิตเอทิลีน (เย็นจิตต์ และคณะ, 2540) นอกจากนี้พบว่าเอทิลีนความเข้มข้นเพียง 0.05 μL^{-1} มีผลทำให้ลองกองหลุดร่วงจากก้านช่อผลได้ (Taesakul *et al.*, 2012)

5.3 การคายน้ำ พืชและผลผลิตสดต่างๆ มีการคายน้ำอยู่ตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อนที่เกิดจากแหล่งพลังงานภายนอก เช่นแสงอาทิตย์ หรือการหายใจของพืชเอง การคายน้ำนี้เป็นสาเหตุของการสูญเสียน้ำหนักของผลผลิต การคายน้ำมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เก็บรักษา เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นส่งผลให้การสูญเสียน้ำมากขึ้น เย็นจิตต์ และคณะ (2540) รายงานว่า การเก็บรักษาลองกองไว้ที่อุณหภูมิห้องมีการสูญเสียน้ำมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเก็บรักษาลองกองไว้ที่อุณหภูมิ 18°C และ 15°C ตามลำดับ

5.4 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมี ภายหลังการเก็บเกี่ยว การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตาลและกรดอินทรีย์มีแนวโน้มลดลง เย็นจิตต์ และคณะ (2540) พบว่าการเก็บรักษาลองกองที่อุณหภูมิห้อง (10 วัน) 18°C (21 วัน) และ 15°C (21 วัน) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดที่ไทเตรทได้เริ่มต้น 1.07 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 0.74, 0.99 และ 0.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำตาลเริ่มต้น 18.5 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 17.3, 16.9 และ 16.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6. ปัญหาสำคัญของลองกองและการควบคุมหลังการเก็บเกี่ยว

6.1 การเน่าเสีย

การเน่าเสียของลองกองเกิดจากการเข้าทำลายของจุลินทรีย์หลายชนิด โดยสมใจ (2548) ได้ทำการสำรวจเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในลองกองหลังการเก็บเกี่ยว พบเชื้อราที่เป็นสาเหตุของ

การเน่าเสียได้แก่ *Phomopsis* sp., *Lasiodiplodia theobromae*, *Fusarium* sp., *Cylindrocladium* sp., *Colletotrichum gloeosporioides*, *Pestalotiopsis* sp., *Nigrospora* sp., *Curvularia* sp., *Absidia* sp., *Gliocladium* sp. และ *Aspergillus* sp. แต่ชนิดที่สร้างความเสียหายมากคือ *Phomopsis* sp., *Lasiodiplodia theobromae* และ *Fusarium* sp. ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ วัลลภา และวรุณี (2532) ที่ได้ทำการแยกเชื้อราจากผลดองกองที่เน่าเสียในสวน และในระหว่างเก็บรักษา พบว่ายังมีเชื้อราที่สามารถเข้าทำลายดองกองทั้งหมดอีก 3 ชนิด คือ *Botryodiplodia theobromae* หรือในปัจจุบันเรียก *Lasiodiplodia theobromae*, *Colletotrichum gloeosporioides* และ *Geotrichum* sp. นอกจากนี้ยังศึกษาการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรคของดองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า สารเคมีที่ดีที่สุดในการควบคุมโรคคือ carbendazim, myclobutanil, mancozeb และ thiabendazole และรองลงมาคือ iprodione

6.2 การเกิดสีน้ำตาล

เอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นปฏิกิริยาสารประกอบ phenol ให้เปลี่ยนเป็น quinone จากนั้น quinone จะเกิดการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสารสีน้ำตาลเรียกว่า melanin (จริงแท้, 2550) ส่วนของพืชที่ได้รับความเสียหายมักจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในเวลาไม่นาน การเกิดสีน้ำตาลนี้เนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีของสารประกอบ phenol ซึ่งช่วยปกป้องส่วนของพืชจากการเข้าทำลายของแมลงและจุลินทรีย์ Lichanporn *et al.* (2009) รายงานไว้ว่า การสูญเสีย น้ำ ปริมาณ เอทิลินและการเกิดบาดแผลของผิวสามารถส่งผลให้เปลือกดองกองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลได้ นอกจากนี้หากเก็บผลดองกองในสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนสูง (21%) พบการเกิดสีน้ำตาลมากกว่าในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำกว่า (อภิดา และคณะ, 2546) ดังนั้นจึงมีการศึกษาวิธีการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลดองกอง เช่น การใช้สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) ขั้วยังการทำงานของเอทิลินซึ่งมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาล (จริงแท้ และ จารุวัฒน์, 2547; Lichanporn *et al.*, 2009) นอกจากนี้อุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลได้เช่นกันดังรายงานของ สุมิตร (2541) ว่าการเก็บดองกองในอุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ 35% มีผลให้เกิดสูญเสีย น้ำ มากที่สุด และส่งผลให้เกิดสีน้ำตาล 100% ตั้งแต่ 2 วันแรกของการเก็บรักษา

6.3 การหลุดร่วง

การหลุดร่วงของดองกองหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มสูงขึ้น โดยเริ่มมีการหลุดร่วงตั้งแต่เก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกรจนกระทั่งวางขาย และมีปริมาณหลุดร่วงมากที่สุดในวันที่ 7 หลังการ

เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (31°C ความชื้นสัมพัทธ์ 67%) (เย็นจิตต์ และคณะ, 2540) การหลุดร่วงของลองกองมีสาเหตุจาก เอทิลีนที่ความเข้มข้นมากกว่า 0.05 mgL^{-1} โดยกระตุ้นให้เกิด abscission zone ที่บริเวณระหว่างก้านผลและกลีบเลี้ยง แต่แรงจากภายนอกมีผลต่อการหลุดร่วงที่บริเวณกลีบเลี้ยงและผล (Taesakul *et al.*, 2012) แคลเซียมสามารถชะลอการวายของเนื้อเยื่อพืชได้ และปริมาณแคลเซียมจะลดลงเมื่อผลไม้สุก (Ferguson, 1984) การใช้ CaCl_2 ความเข้มข้น 10 mgL^{-1} สามารถยับยั้งการหลุดร่วงของใบเลี้ยงบนต้นแตงกวาได้ (Ferguson *et al.*, 1982) การใช้ NAA ปริมาณ 200 mgL^{-1} นาน 3 นาที ร่วมกับการรม 1-MCP $1 \text{ }\mu\text{gL}^{-1}$ เป็นเวลา 6 ชม. สามารถลดการหลุดร่วงของลองกองได้ (Taesakul *et al.*, 2012) การเก็บรักษาลองกองไว้ที่อุณหภูมิต่ำ 18°C สามารถช่วยลดเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงได้ และการเก็บรักษาภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนต่ำ (5%) และคาร์บอนไดออกไซด์สูง (5%) พบว่าลองกองมีเปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงต่ำมาก (อภิตา และคณะ, 2546)

7. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (Plant growth regulators)

การเปลี่ยนแปลงต่างๆภายในพืชมักมีฮอร์โมนเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างปัจจัยแวดล้อมภายนอกกับการตอบสนองของพืช ซึ่งรวมไปถึงกระบวนการหลุดร่วงด้วย (จริงแท้, 2550) ดังนั้นจึงมีการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตที่สามารถกระตุ้นหรือยับยั้งการหลุดร่วงได้ ดังนี้

7.1 แก๊สเอทิลีน (Ethylene)

เป็นสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นแก๊ส มีผลต่อการพัฒนาของพืชค่อนข้างมาก โดยทั่วไป เอทิลีนมีผลต่อการเร่งการเสื่อมสภาพของพืชหรือส่วนของพืช เนื่องจากเอทิลีนสามารถกระตุ้นอัตราการหายใจของเนื้อเยื่อพืช กระตุ้นให้เกิดการสุกของผลไม้ได้เร็วขึ้นและทำให้ผนังเซลล์มีลักษณะที่อ่อนนุ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วเอทิลีนยังทำให้เกิดการแยกของเซลล์ออกจากกันส่งผลให้เกิดการหลุดร่วง โดยมีผลกระตุ้นให้เกิดการสร้างเอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหลุดร่วงได้แก่ pectin methylesterase (PME), polygalacturonase (PG), cellulase และ expansin (Roberts *et al.*, 2002) แต่มีรายงานว่ากลไกการทำงานของเอทิลีนเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนอื่นด้วย เช่นออกซิน โดยอิทธิพลของเอทิลีนจะมีมากขึ้นหากปริมาณของออกซินน้อยลง (จริงแท้, 2546)

7.2 Naphthaleneacetic acid (NAA)

NAA เป็นออกซินชนิดหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลหลายอย่างต่อการพัฒนาของพืช เช่นการแบ่งเซลล์ และการยึดตัวของเซลล์ สำหรับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้วพบว่าออกซินมีบทบาทในการชะลอการชราภาพของเซลล์พืชด้วย ในการทดลองของ Kaur *et al.* (2004) ให้ออกซิน NAA ความเข้มข้น 20 mgL^{-1} ในผลพลัมพันธุ์ Satluj Purple 2 สัปดาห์ หลังตัดแต่งผล สามารถลดการหลุดร่วงของผลจากต้นได้ และในส้มแมนดารินพันธุ์ Satsumas ได้มีการศึกษาผลของสารนี้ต่อการออกดอกติดผล คุณภาพผล พบว่า NAA ความเข้มข้น $60\text{-}100 \text{ mgL}^{-1}$ สามารถเพิ่มผลผลิต และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Sunggeun *et al.*, 1997) การทดลองให้ออกซิน IAA กับกล้วยหอมหลังจากการเก็บเกี่ยว สามารถชะลอการสุกได้ถึง 41 วัน (Broughton and Wu, 1979) และการใช้ NAA ความเข้มข้น 200 mgL^{-1} กับลองกอง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C สามารถลดการหลุดร่วงได้ถึง 80% ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา (นุจรินทร์, 2554) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า NAA สามารถลดการหลุดร่วงของผลไม้อื่นๆ เช่นแอปเปิล (Yuan and Carbaugh, 2007) ฝรั่ง (Iqbal *et al.*, 2009) และมะม่วง (Chatta *et al.*, 1999)

7.3 Gibberellins (GA)

GA หรือจิบเบอเรลลินมีบทบาทที่สำคัญมากต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาหลายชนิด แต่โดยทั่วไปจิบเบอเรลลินส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โดยทำให้ความสูงของพืชเพิ่มขึ้น (พูนพิภพ, 2549) ในบางครั้งจิบเบอเรลลินอาจมีผลเร่งให้เกิดการหลุดร่วง หรือบางครั้งมีผลลดการสร้างเอทิลินได้ (จริงแท้, 2550) การให้จิบเบอเรลลินที่ความเข้มข้น 100 mgL^{-1} สามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกมะลิจากต้นได้นานขึ้นหนึ่งวัน และสามารถชะลอการหลุดร่วงของกลีบดอกได้นาน 6 ชม. (กาญจนา, 2548) ลดการหลุดร่วงของผลมะม่วง (Ram, 1983) แต่อย่างไรก็ตามจิบเบอเรลลินไม่สามารถลดการหลุดร่วงของลองกองได้มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ NAA (นุจรินทร์, 2554) นอกจากนี้ อินทรา และคณะ (2553) รายงานว่า การจุ่มลองกองลงในสารละลายจิบเบอเรลลินความเข้มข้น 1000 mgL^{-1} นาน 10 นาที สามารถชะลอการหลุดร่วงในผลลองกองได้

7.4 การยับยั้งการสร้างเอทิลิน

aminoethoxyvinylglycine (AVG) และ aminooxyacetic acid (AOA) ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase (ACC synthase) ที่ทำหน้าที่เปลี่ยน

S-adenosyl methionine (SAM) ไปเป็น ACC ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการสังเคราะห์เอทิลีน หลังจากนั้น ACC จะถูกเปลี่ยนเป็นแก๊สเอทิลีนโดยเอนไซม์ ACC oxidase (Boller *et al.* 1979.) โดยเมื่อใช้ AVG ร่วมกับ NAA สามารถชะลอการหลุดร่วงของแอปเปิ้ลได้ (Yuan and Carbaugh, 2007) และการใช้ AOA สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชันได้นานกว่าชุดควบคุมถึง 2 เท่า (Fujino *et al.*, 1980)

7.5 การยับยั้งการทำงานของเอทิลีน

1-methylcyclopropene (1-MCP) เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นอนุพันธ์ของ ไซโคลโพรเพน (cyclopropene) (Sisler and Serek, 1997; Blankenship and Dole, 2003) มีสถานะแก๊ส แต่ในเชิงการค้า 1-MCP นี้จะถูกเคลือบให้อยู่ภายในสาร cyclodextrin เพื่อให้อยู่ในรูปของแข็ง (Daly and Kourelis, 2001) และเมื่อรวมกับน้ำจะปลดปล่อยแก๊ส 1-MCP ออกมา ซึ่ง 1-MCP ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยมีความสามารถแข่งขันกับตัวรับเอทิลีนได้มากกว่า 10 เท่า ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งกับผลไม้ พืชผัก ดอกไม้ และไม้กระถาง (Serek *et al.*, 1995) และ การใช้ 1-MCP สามารถลดการหลุดร่วงของแอปเปิ้ลได้ดีกว่าการใช้ AVG หรือ NAA เพียงอย่างเดียว และเมื่อใช้ 1-MCP ร่วมกับ AVG หรือ NAA สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการชะลอการหลุดร่วงได้ดียิ่งขึ้น (Yuan and Carbaugh, 2007) นอกจากนี้การใช้ 1-MCP ยังสามารถชะลอการหลุดร่วงของผลลองกองได้เช่นกัน (Taesakul *et al.*, 2012)

8. สารดูดซับเอทิลีน

สารดูดซับเอทิลีนสามารถใช้กับบรรจุภัณฑ์สำหรับลดปริมาณเอทิลีนเพื่อชะลอการสุกเหมาะสำหรับบรรจุผลผลิตทางการเกษตร เช่น ผลไม้ โดยเฉพาะผลไม้จำพวก climacteric fruit ซึ่งมีการผลิตเอทิลีนไม่คงที่ สารดูดซับเอทิลีนได้แก่ ค่างทับทิม [Potassium Permanganate (KMnO_4)] ถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) เป็นต้น เมื่อใช้ alumina จุ่มค่างทับทิมที่อุณหภูมิ 140°C ในห้องระบบปิดอุณหภูมิ 20°C ความชื้น 60-70% สามารถลดปริมาณแก๊สเอทิลีนได้ถึง 90% ในเวลา 2 ชม. (Wills and Warton, 2004) และพบว่าเมื่อใส่ค่างทับทิมอุณหภูมิ 140°C ลงในถุง LDPE เก็บในห้องที่มีอุณหภูมิ 14°C สามารถยืดอายุการเก็บรักษาสลัดได้ (Chamara *et al.*, 2000) แต่อย่างไรก็ตามความชื้นสูงมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของค่างทับทิมลดลงโดยตรง จากรายงานของ

Wills and Warton (2004) ที่ความชื้น 90% ทำให้ต่างทับทิมมีประสิทธิภาพลดลงกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพความชื้น 70%

9. บรรจุภัณฑ์พลาสติกสำหรับผลิตผลทางการเกษตรภายหลังการเก็บเกี่ยว

พลาสติกเป็นหนึ่งในวัสดุที่มีบทบาทมากในการนำไปผลิตเพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดต่างๆ ของผลิตผลทางการเกษตร พลาสติกมีมากมายหลายชนิดมีทั้งทำจากผลิตผลทางการเกษตร ปิโตเลียม ถ่านหิน และสินแร่ พลาสติกที่ใช้ในการบรรจุหีบห่อผักและผลไม้ส่วนใหญ่ได้แก่ polyethylene, polypropylene, polystyrene และ polyvinyl chloride ซึ่งพลาสติกเหล่านี้เมื่อถูกนำไปทำเป็นภาชนะบรรจุสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ ภาชนะแบบแข็ง (หรือแบบคงรูป) และภาชนะแบบอ่อน (พันธิภา, 2527)

9.1 ภาชนะพลาสติกแบบแข็งหรือแบบคงรูป

พลาสติกแบบแข็งหรือแบบคงรูป ส่วนใหญ่ใช้เป็นภาชนะหมุนเวียนที่รับน้ำหนักมากๆ เช่นลังขนาดใหญ่ มักทำมาจาก polyethylene และมีสีสรรต่างกันไป นอกจากนี้ยังมีวัสดุจำพวกโฟมทำมาจาก polystyrene มีลักษณะเป็นรูพรุน เป็นภาชนะบรรจุที่สามารถรักษาความเย็นของผลิตผลได้ดี เพราะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี ใช้กับผลิตผลที่ขนส่งในสภาพที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ดีพอ เช่น การขนส่งทางเครื่องบิน มักใช้กล่องโฟมบรรจุผลิตผลพร้อมด้วยน้ำแข็งหรือน้ำแข็งแห้ง ส่วนภาชนะพลาสติกคงรูปที่บางและมีความใสมากในปัจจุบันมีใช้กันมากขึ้น โดยเฉพาะสำหรับการขายปลีก ส่วนใหญ่ทำเป็นรูปกล่องขนาดเล็กและมีฝาปิดในตัว ส่วนใหญ่ทำมาจาก polyester หรือ polyethylene terephthalate (PET) ซึ่งมีคุณสมบัติยอมให้น้ำและอากาศผ่านได้น้อย จำเป็นต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเทด้วย ซึ่งมักใช้บรรจุ สตอเบอรี่ ราสเบอรี่ แบลคเบอรี่ บลูเบอรี่ รวมทั้งมะเขือเทศขนาดเล็ก เป็นต้น (พันธิภา, 2527)

9.2 ภาชนะพลาสติกแบบอ่อน

ก. กระสอบ ที่ใช้บรรจุผลิตผลสด ส่วนใหญ่ได้จากแถบพลาสติก polyethylene ชนิด high density หรือ polypropylene มักเป็นกระสอบให้การถ่ายเทอากาศดี มักใช้กับผลิตผลซึ่งไม่ต้องการความชื้นในสภาพการเก็บรักษาเกินกว่า 70% เหมาะสำหรับการบรรจุ หอมหัวใหญ่ หอมแดง กระเทียม และพริกแห้ง (พันธิภา, 2527)

ข. ถุง พลาสติกที่ใช้ในทางการเกษตรส่วนใหญ่ทำจาก polyethylene มี 3 ชนิดคือ high density polyethylene (HDPE) low density polyethylene (LDPE) และ LLDPE (Linear low density polyethylene) โดยที่ถุง HDPE เป็นถุงมีลักษณะขุ่นมีความแข็งแรงมากกว่า LDPE และ LLDPE ส่วนถุง LLDPE มีความใสมากที่สุด รองลงมาคือ LDPE และ HDPE ตามลำดับ ถุงที่ทำจาก polypropylene (PP) ก็ถูกนำมาใช้ในการเก็บรักษาผลิตผลทางการเกษตรเช่นกัน ถุงชนิดนี้มีความใสมากเป็นพิเศษ ถุงทุกชนิดสามารถยอมให้อากาศและน้ำผ่านได้น้อยมาก การบรรจุผักและผลไม้จึงต้องเจาะรูให้อากาศถ่ายเทได้ ซึ่งอาจเป็นรูขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-2.0 ซม. มิฉะนั้นจะเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำภายในถุง และเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้ผลิตผลเน่าเสียได้ง่าย

ในบางกรณีมีการใช้ถุงพลาสติกเพื่อช่วยปรับสภาพบรรยากาศระหว่างการเก็บรักษาหรือการขนส่งผลิตผลทางการเกษตร เช่น สตอเบอร์รี่ โดยการนำไปคลุมกล่องที่บรรจุผลิตผลแล้วดูดอากาศออกเพื่อเติม CO₂ เข้าไปทดแทนให้ได้ความเข้มข้นประมาณ 15-20% สภาพเช่นนี้จะสามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราที่เข้าทำลายผลิตผลทางการเกษตรได้เช่น *Botrytis* และ *Aspergillus* เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของ CO₂ ภายในจะค่อยๆ ลดลงเพราะ CO₂ และ O₂ สามารถซึมผ่านถุงพลาสติกได้ (Jecxsens *et al.*, 2001)

ค. ฟิล์มพลาสติก ถูกนำมาใช้ในการบรรจุหีบห่อผักและผลไม้ มีทั้งที่ทำจาก LDPE HDPE PVC และ PVDC โดยช่วยควบคุมสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์โดยการยินยอมหรือสกัดกั้นการเข้าออกของแก๊สต่างๆ ทำให้เกิดบรรยากาศดัดแปลงที่สมดุล (equilibrium modified atmosphere หรือ EMA) เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและคุณภาพ เพื่อใช้ปรับสภาพบรรยากาศในการเก็บรักษาผลิตผล ฟิล์มแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกัน การเลือกใช้ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ การหดรัด การยืดตัว ความใส ความเป็นเงามัน ความง่ายต่อการพิมพ์ข้อความ และการยอมให้อากาศและน้ำผ่าน นอกจากนี้ฟิล์มชนิดเดียวกันอาจมีการดัดแปลงคุณสมบัติให้มีความหนา และตามกระบวนการผลิตฟิล์มให้มีโครงสร้างทางเคมีต่างกัน การใช้ฟิล์มในการบรรจุผลิตผลจึงควรคำนึงการควบคุมแก๊สภายในวัสดุบรรจุไม่ให้มีการสะสม CO₂ มากเกินไป และ O₂ น้อยเกินไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติจากการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ควบคุมไม่ให้มีการไหลผ่านของน้ำมากเกินไปเพื่อลดการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผล และควบคุมไม่ให้มีการสะสมของแก๊สเอทิลีนมากเกินไป เพื่อชะลอการเสื่อมสภาพของตัวผลิตผล ซึ่งผลิตผลแต่ละชนิดมีสภาพในการเก็บรักษาที่เหมาะสมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกฟิล์มบรรจุให้เหมาะกับผลิตผลแต่ละชนิด (จริงแท้, 2546)

Kader *et al.* (1989) รายงานว่าการเก็บรักษาผลผลิตในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง และปริมาณออกซิเจนต่ำ เก็บรักษาที่อุณหภูมิและความชื้นเหมาะสม สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรได้นานขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Yahia and Aguilar (1997) ที่ทดลองใช้ฟิล์ม โพลีเอทิลีนหนา 15-66 μm มีค่ายอมให้ออกซิเจนผ่านได้ 3.043×10^{-7} ถึง $16.585 \times 10^{-7} \text{ mL O}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ ตามลำดับ พบว่าฟิล์มที่ความหนาของโพลีเอทิลีนต่ำที่สุดสามารถเก็บรักษาผลผลิตไว้ได้ที่ 5°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความแน่นเนื้อต่ำลง และการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามมีรายงานว่า การเก็บผลิตผลในสภาพดัดแปลงบรรยากาศมีผลช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เช่น พริกหยวก (Gonzales and Tiznado, 1993) ฝรั่ง (Gaspar *et al.*, 1997) และมะเขือม่วง (Fallik *et al.*, 1995) สำหรับการใส่บรรจุภัณฑ์ในลองกองนั้น พบว่า การใช้ถุงพลาสติก Nylon/LLDPE หรือการใช้ถาดโฟมหุ้มด้วยพลาสติก PVC มีผลช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และการเกิดสีน้ำตาลได้ดี แต่มีผลทำให้การหลุดร่วงเพิ่มมากขึ้น และมีรสชาติผิดปกติเนื่องจากออกซิเจนไม่สามารถแทรกผ่านถุงพลาสติกได้จึงเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเกิดการสะสมเอทานอลเพิ่มขึ้น (ศรีนญา และคณะ, 2553; เบญจมาพร และคณะ, 2551)

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองเพื่อพัฒนาวิธีการปฏิบัติเพื่อการส่งออกลองกองได้ทำการทดลองรวม 3 ตอนหลักๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองเบื้องต้นระดับห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.1 การให้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการหลุดร่วง
ภายหลังการเก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 1.2 การทดสอบผลของวัสดุบรรจุชนิดต่างๆ ต่อการหลุดร่วงของผล
ลองกอง

การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ต่างทับทิมต่อความเข้มข้นของ
เอทิลีนสะสม

ตอนที่ 2 การทดลองเลียนแบบการส่งออก

การทดลองที่ 2.1 การทดสอบการปรับอัตราการระบายอากาศต่อความเข้มข้นของ
เอทิลีนที่สะสมในตู้คอนเทนเนอร์

การทดลองที่ 2.2 การเปรียบเทียบอายุการเก็บเกี่ยวของลองกองต่อคุณภาพหลัง
การเก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 2.3 การทดสอบบรรจุภัณฑ์เปรียบเทียบกระดาษ กับถุงพลาสติก
(มัดและมัดปากถุง) ต่อการหลุดร่วงของลองกองภายหลังการ
เก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 2.4 การเปรียบเทียบการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุต่อการ
หลุดร่วงของลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 2.5 เปรียบเทียบปริมาณการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุต่อการ หลุดร่วงของลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

ตอนที่ 3 การส่งลองกองไปส่งออกโดยทางเรือ

การทดลองที่ 3.1 การเปรียบเทียบคุณภาพของลองกองจากต่างสวน

การทดลองที่ 3.2 การทดสอบการรม 1-MCP ต่อคุณภาพของลองกองภายหลังการ เก็บเกี่ยว

การทดลองที่ 3.3 การทดลองลดการเกิดสีน้ำตาลโดยการใช้และไม่ใช้ผ้าเปียกคลุม ผิวหน้าลองกองก่อนปิดตะกร้า

ซึ่งรายละเอียดของแต่ละการทดลองมีดังนี้

ตอนที่ 1 การทดลองเบื้องต้นระดับห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.1 การให้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการหลุดร่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว

จากการรายงานของโสภารัตน์ (2550) และประพิณพร (2554) การใช้ CaCl_2 ความเข้มข้น 4% ก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถลดการหลุดร่วงได้ แต่การให้สารก่อนการเก็บเกี่ยวนั้นอาจเป็นการเพิ่มกระบวนการปฏิบัติ และต้นทุนให้สูงขึ้นได้ ดังนั้นการทดลองนี้จึงทำการทดลองซ้ำเพื่อให้ทราบว่าการใช้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวมีผลแตกต่างจากการไม่ให้สารหรือไม่ ซึ่งหากไม่แตกต่างกันก็จะสามารถงดการปฏิบัติและลดต้นทุนของเกษตรกรได้

การทดลองใช้ผลลองกองอายุประมาณ 13 สัปดาห์จากสวนของเกษตรกรใน อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี โดยแต่ละสวนแบ่งต้นลองกองเป็น 2 ชุด เพื่อการทดสอบการให้แคลเซียม 2 วิธีการคือ

วิธีการที่ 1 ชุดควบคุมไม่ให้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยว

วิธีการที่ 2 ฉีดพ่น 4% CaCl_2 ทั้งทั้งซอลงกองก่อนการเก็บเกี่ยว 1 สัปดาห์

เก็บเกี่ยวลองกอง อายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบานประมาณ 400 kg บรรจุใส่ตะกร้าซึ่งสามารถบรรจุได้ตะกร้าละ 15 kg ขนส่งจากสวนไปยังโรงคัดบรรจุภายในระยะเวลา 3 ชม. จากนั้นนำมารม 1-MCP ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ โดยใช้ 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP®- G (A 1109202) ของบริษัท Lytton Enterprise ประเทศไต้หวัน เป็นเวลา 6 ชม. ที่อุณหภูมิ 25°C แล้วนำออกมาจุ่มสารละลายผสม NAA 200 mgL^{-1} , CaCl_2 0.25% และ Carbendazim 1000 mgL^{-1} (สารละลายผสม NCC) เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งให้แห้งแล้วนำลองกองมาละ คัดเฉพาะช่อลองกองที่มีสีเหลืองทั้งช่อไม่มีสีเขียวที่ผิวปน และผลยังไม่เต่งเต็มที่บรรจุลงตะกร้าขนาดกว้าง 34 cm x ยาว 46.5 cm x สูง 15.5 cm ที่กรุด้วยกระดาษปรูฟ 2 ชั้น ตะกร้าละประมาณ 7 kg จัดบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น

นำตะกร้าที่บรรจุลองกองเรียบร้อยแล้วไปเก็บรักษาในห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำออกมาตรวจสอบคุณภาพ

การตรวจสอบคุณภาพ กระทำโดยจับที่โคนก้านช่อเขย่าเบาๆ แล้ว ชั่งน้ำหนักลองกองทั้งหมด ชั่งน้ำหนักผลลองกองที่ยังอยู่ติดกับช่อ ชั่งน้ำหนักผลที่ร่วงโดยแยกระหว่างผลเน่าและผลที่ยังดีอยู่ เก็บรักษาลองกองไว้อย่างดี ณ อุณหภูมิห้อง (25°C) เพื่อทำการวิเคราะห์ผลต่อไปในวันที่ 2 4 และ 6 ซึ่งปฏิบัติเช่นเดียวกับในวันที่ 10

การทดลองที่ 1.2 การทดสอบผลของวัสดุบรรจุชนิดต่างๆ ต่อการหลุดร่วงของผลลองกอง

อภิธา และคณะ (2546) รายงานว่าหากเก็บรักษาลองกองในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำ (2%) และคาร์บอนไดออกไซด์สูง (5%) สามารถลดการหลุดร่วงได้นานสุด 24 วัน ที่อุณหภูมิ 18°C แต่ มุฑิตา (2552) พบว่าการเก็บลองกองในถุง low density poly ethylene; LDPE มีการร่วงของผล และการสะสมของปริมาณเอทานอลในเนื้อลองกองสูงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของศรีนิญา และคณะ (2553) ได้ทำการทดสอบบรรจุลองกองในถุง Nylon/LLDPE พบว่าลองกองมีการสะสมเอทานอลสูง อีกทั้งยังมีปริมาณผลหลุดร่วงมากขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°C ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการทดลองเพื่อตัดสินใจเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการบรรจุลองกอง

เก็บเกี่ยวลองกองจากสวนในจังหวัดจันทบุรี ระยะเหลืองทั้งช่อ อายุประมาณ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน อำเภอท่าใหม่ อำเภอมะขาม และอำเภอขลุง และจากพ่อค้าผู้รวบรวมผลผลิตในอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี รวมประมาณ 400 kg

นำขอลองกองไปรม 1-MCP ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ โดยใช้ 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP®-G (A 1109202) ของบริษัท Lytone Enterprise ประเทศไต้หวัน เป็นเวลา 6 ชม. ที่อุณหภูมิ 25°C แล้วนำมาจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาทีผึ่งให้แห้ง แล้วนำลองกองมาละ กัดเฉพาะขอลองกองที่มีสีเหลืองทั้งข้อไม่มีสีเขียวปน และผลยังไม่เต่งเต็มที่บรรจุในตะกร้าลำไยตะกร้าละประมาณ 7 kg จัดบันทึกน้ำหนัก และแบ่งเป็น 5 วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่ 1 ชุดควบคุม (ตะกร้ากรุด้วยกระดาษปูฟจำนวน 2 ชั้น)

วิธีการที่ 2 ตะกร้ากรุด้วยกระดาษเคลือบพลาสติก ชนิดที่ใช้ห่ออาหาร

วิธีการที่ 3 บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษที่รองด้วยพลาสติก HDPE อีกชั้น

วิธีการที่ 4 ใส่ถุง Low-OTR $12,500 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day}$ ขนาด $20'' \times 30''$ ของ MTEC แล้วใส่ลงในตะกร้าพลาสติกแล้วมัดปากถุง

วิธีการที่ 5 ใส่ถุง High-OTR $18,272 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day}$ ขนาด $20'' \times 30''$ ของ MTEC แล้วใส่ลงในตะกร้าพลาสติกแล้วมัดปากถุง

นำลองกองเข้าห้องเย็นอุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ระหว่างเก็บรักษาเก็บตัวอย่างแก๊สจากภายในตะกร้าทุกวัน โดยใช้เข็มฉีดยาแทงผ่านวัสดุที่ห่อลองกองแล้วดูดอากาศปริมาตร 1 mL นำมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นออกซิเจน, คาร์บอนไดออกไซด์ และเอทิลีน

ตรวจวัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจน ด้วยเครื่อง Gas chromatograph (GC) ของ Shimadzu รุ่น GC-8A โดยใช้คอลัมน์ Carbowax ตั้งอุณหภูมิคอลัมน์เท่ากับ 70°C อุณหภูมิ detector และอุณหภูมิของ injector port เท่ากับ 150°C และใช้ detector ชนิด thermal conductivity detector (TCD)

ตรวจแก๊สเอทิลีน ด้วยเครื่อง Gas chromatograph (GC) ของ Shimadzu รุ่น GC-8A โดยใช้คอลัมน์ Parapack Q สำหรับวิเคราะห์เอทิลีน ตั้งอุณหภูมิ column เท่ากับ 80°C อุณหภูมิ detector และอุณหภูมิของ injector port เท่ากับ 200°C และใช้ detector ชนิด flame ionization detector (FID)

เมื่อเก็บรักษาลองกองครบ 10 วัน ทำการตรวจวัดคุณภาพ ได้แก่ น้ำหนักของข้อผล ปริมาณการหลุดร่วง โดยแยกเป็นผลลองกองที่ร่วงแต่ยังมีคุณภาพดีและผลที่เน่าเสีย แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง และทำการตรวจวัดคุณภาพผลร่วงเช่นเดิมทุกๆ 2 วัน เช่นเดียวกับการทดลองที่

การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ KMnO_4 ต่อความเข้มข้นของเอทิลีนที่สะสม

การหลุดร่วงของลองกองนั้นมีสาเหตุที่สำคัญมาจากเอทิลีนที่พืชสร้างขึ้น จากการรายงานของ Taesakul *et al.* (2012) เอทิลีนความเข้มข้นเพียง 0.05 mgL^{-1} มีผลกระตุ้นการหลุดร่วงของลองกองได้ ถึงแม้ว่าลองกองเป็นผลไม้ประเภท non-climacteric แต่จากการรายงานของ Wills and Warton (2004) ว่าการใช้ KMnO_4 สามารถลดปริมาณแก๊สเอทิลีนได้ ซึ่งการทดลองนี้เป็นการทดลองหาปริมาณการใช้ KMnO_4 ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการดูดซับเอทิลีนในการเก็บรักษาลองกอง

เก็บเกี่ยวลองกองจากสวนเกษตรกร อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี นำลองกองไปจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำมาคละใส่ตระกร้าๆละประมาณ 7 kg แล้วทำการบรรจุใส่ถุงพลาสติก low-oxygen transmission rate (low-OTR) $12,500 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day}$ ขนาด $20'' \times 30''$ ของ MTEC ประมาณ 7.5 kg แล้วใส่ลงในตะกร้าพลาสติก ทำการชั่งเพอร์ไลต์ที่จุ่มใน KMnO_4 อิ่มตัว แล้วบรรจุลงในผ้าสปันบอนด์แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- วิธีการที่ 1 ใส่เพอร์ไลต์ที่จุ่มใน KMnO_4 อิ่มตัว 4 g ต่อ ลองกอง 1 kg
- วิธีการที่ 2 ใส่เพอร์ไลต์ที่จุ่มใน KMnO_4 อิ่มตัว 8 g ต่อ ลองกอง 1 kg
- วิธีการที่ 3 ใส่เพอร์ไลต์ที่จุ่มใน KMnO_4 อิ่มตัว 16 g ต่อ ลองกอง 1 kg
- วิธีการที่ 4 ใส่เพอร์ไลต์ที่จุ่มใน KMnO_4 อิ่มตัว 32 g ต่อ ลองกอง 1 kg

นำลองกองทั้งหมดไปเก็บรักษา และตรวจวิเคราะห์ข้อมูล ความเข้มข้นของเอทิลีน น้ำหนักข้อผล ปริมาณผลหลุดร่วง และผลเน่าเสีย เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1

ตอนที่ 2 การทดลองเลียนแบบการส่งออก

ทำการเก็บเกี่ยวลองกองระยะ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน (ยกเว้นการทดลองที่ 2.2 เก็บเกี่ยวลองกองที่อายุประมาณ 12-14 สัปดาห์หลังดอกบาน ตามแผนการทดลองที่กำหนด) จากสวนของเกษตรกร ในอำเภอท่าใหม่ อำเภอมะขาม และอำเภอขลุง และจากพ่อค้าผู้รวบรวมผลผลิตในอำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรีจำนวน 6000 kg

การทดลองที่ 2.1 การทดสอบการปรับอัตราการระบายอากาศต่อความเข้มข้นของเอทิลีนที่สะสมในตู้คอนเทนเนอร์

การขนส่งลงกองโดยทางเรือจำเป็นต้องปรับอัตราการระบายอากาศของตู้คอนเทนเนอร์ให้เหมาะสม เพื่อควบคุมไม่ให้ผลไม้สูญเสียน้ำมากเกินไป รวมทั้งควบคุมความเข้มข้นของเอทิลีนไม่ให้เพิ่มสูงจนเกินไป เนื่องจากลงกองเป็นผลไม้ที่ค่อนข้างหลุ่ยง่าย โดยเอทิลีนที่ความเข้มข้นเพียง 0.05 mgL^{-1} สามารถชักนำให้ลงกองหลุ่ยง่ายได้ (Taesakul *et al.*, 2012)

ปรับอัตราการระบายอากาศเริ่มต้นเป็น 0.8 ปริมาตรตู้/ชม. และปรับอัตราการระบายอากาศเพิ่มเมื่อความเข้มข้นของเอทิลีนเพิ่มสูงมากกว่า 0.05 mgL^{-1} โดยการตรวจวัดความเข้มข้นเอทิลีนที่สะสมภายในตู้โดยใช้เข็มฉีดยาแทงผ่านสายยางที่ต่อเข้าไปในตู้สูบลอากาศปริมาตร 1 mL แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นโดยใช้เครื่อง GC เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2 เมื่อปรับการระบายอากาศถึง 1.6 ปริมาตร/ชม. ทำการเปิดฝาดะกร้าที่บรรจุสารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorber; EA) ที่ตั้งอยู่ในแถวท้ายสุดของตู้ โดยการดึงเชือกจากภายนอกตู้คอนเทนเนอร์ ให้อากาศภายในตู้ไหลผ่าน

ตรวจบันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในตะกร้าลงกองขณะเก็บรักษา โดยใช้เครื่อง data logger รุ่น Testo 174H ประเทศเยอรมัน ติดตั้ง ณ ตำแหน่งต่างๆ 6 ตำแหน่ง ตำแหน่งที่ 1 อยู่ภายนอกตะกร้าบริเวณตำแหน่งบนด้านในสุดของตู้คอนเทนเนอร์ ตำแหน่งที่ 2 อยู่ภายนอกตะกร้าบริเวณตำแหน่งล่างด้านในสุดของตู้คอนเทนเนอร์ ตำแหน่งที่ 3 อยู่ภายนอกตะกร้าตรงกลางของคอนเทนเนอร์ ตำแหน่งที่ 4 อยู่ภายนอกตะกร้าบริเวณตำแหน่งบนทางฝั่งติดประตูของตู้คอนเทนเนอร์ ตำแหน่งที่ 5 อยู่ภายในกระดาดที่กรุในตะกร้าบริเวณตำแหน่งบนทางฝั่งติดประตูของตู้คอนเทนเนอร์ และตำแหน่งที่ 6 อยู่ภายในถุงพลาสติกในตะกร้าบริเวณตำแหน่งบนทางฝั่งติดประตูของตู้คอนเทนเนอร์

การทดลองที่ 2.2 การเปรียบเทียบอายุการเก็บเกี่ยวขอลงกองต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

จากการทดลองของ มุทิตา และคณะ (2547) และประพิณพร (2554) รายงานว่าระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวลงกองคือ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน แต่เนื่องจากในทางปฏิบัติเกษตรกรไม่สามารถเก็บลงกองที่มีอายุเท่ากันหมดได้ และนอกจากนั้นในปัจจุบันลงกองที่ใช้ส่งไป

เวียดนามเป็นลองกองอายุประมาณ 12 สัปดาห์ ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการศึกษาอายุลองกองที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวเพื่อส่งออกไปยังประเทศที่อยู่ไกลออกไป

นำลองกองมาคัดแยกช่อที่อายุการเก็บเกี่ยวต่างกันโดยพิจารณาจากสีเปลือก นำมารมด้วย 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP® - G (A 1109202) ของบริษัท Lytton Enterprise ประเทศไต้หวัน ความเข้มข้น $1000 \mu\text{g L}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 25°C นาน 6 ชม. แล้วนำออกมาจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งให้แห้ง แล้วนำลองกองมาบรรจุใส่ตระกร้าๆ ละประมาณ 7 kg จัดบันทึกน้ำหนัก แล้วทำการบรรจุลงตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษปรูฟ 2 ชั้น แบ่งเป็น 3 วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่ 1 ลองกองทั้งช่อเปลือกสีเหลืองมีบางผลผิวอมเขียว (อายุประมาณ 12 สัปดาห์หลังดอกบาน)

วิธีการที่ 2 ลองกองทั้งช่อเปลือกสีเหลือง (อายุประมาณ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน)

วิธีการที่ 3 ลองกองทั้งช่อเปลือกสีเหลืองเข้ม ผลเต่ง (อายุประมาณ 14 สัปดาห์หลังดอกบาน)

ใช้ลองกองที่อายุต่างๆ อายุละ 6 ตะกร้า นำลองกองเข้าสู่คอนเทนเนอร์ ตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน เมื่อครบกำหนด 10 วัน นำตะกร้าลองกองออกจากคอนเทนเนอร์เพื่อทำการวิเคราะห์ผลโดยชั่งน้ำหนักลองกองทั้งหมด ชั่งน้ำหนักผลลองกองที่ยังอยู่ติดกับช่อ ชั่งน้ำหนักผลที่ร่วงโดยแยกกระหว่างผลเน่าและผลที่ยังดีอยู่ เก็บรักษาลองกองไว้อย่างดี ที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 25°C) เพื่อทำการวิเคราะห์ผลต่อไปในวันที่ 2 4 และ 6 ซึ่งปฏิบัติเช่นเดียวกับในวันที่ 10

ให้คะแนนสีน้ำตาลของเปลือกลองกองโดยให้คะแนน 0-5 คะแนน คะแนน 1 คะแนน หมายถึงเกิดสีน้ำตาล 0-10 %, 2 คะแนน หมายถึงเกิดสีน้ำตาล 11-20%, 3 คะแนน หมายถึงเกิดสีน้ำตาล 21-30%, 4 คะแนน หมายถึงเกิดสีน้ำตาล 31-40% และ 5 คะแนน หมายถึงเกิดสีน้ำตาลมากกว่า 40% ของพื้นที่ผิวลองกองทั้งตะกร้า

ตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solids; TSS) ของน้ำคั้นจากเนื้อลองกองด้วย hand refractometer (Atago รุ่น ATC-1E, Japan)

ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity; TA) (A.O.A.C, 2000) ใช้ น้ำคั้นจากเนื้อลองกองปริมาณ 2 mL ไทเทรตด้วย 0.1 N NaOH โดยใช้ 1% phenolphthalein เป็น indicator

จนกระทั่งถึง end point หรือสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพู แล้วจึงนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของ TA ในรูปของกรดซิตริกจากสูตร

$$\begin{aligned} \text{\%กรดซิตริก} &= \frac{N \text{ NaOH} \times \text{mL NaOH} \times \text{meq.wt. of Citric acid} \times 100}{\text{ปริมาณน้ำคั้น (mL)}} \\ \text{โดยที่ } N \text{ NaOH} &= \text{normality ของ NaOH} \\ \text{mL NaOH} &= \text{จำนวนมิลลิลิตรของ NaOH ที่ใช้ในการไตเตรท} \\ \text{meq.wt. of Citric acid} &= 0.064 \end{aligned}$$

การทดลองที่ 2.3 การทดสอบบรรจุภัณฑ์เปรียบเทียบกระดาษกับถุงพลาสติก (มัดและไม่มัดปากถุง) ต่อการหลุดร่วงของลงกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

จากผลการทดลองที่ 1.2 พบว่าการบรรจุลงกองในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษให้ผลดีกว่าการบรรจุในถุงพลาสติกทุกชนิด ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ ศรีนญา และคณะ (2553); เบญจมาพร และคณะ (2551) ว่าการใช้ถุงพลาสติก Nylon/LLDPE หรือการใช้ถาดโฟมหุ้มด้วยพลาสติก PVC มีผลช่วยลดการสูญเสียน้ำหนัก และการเกิดสีน้ำตาลได้ดี แต่มีผลทำให้การหลุดร่วงเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการสะสมของเอทิลีนที่ไม่สามารถระบายออกได้สะดวก และยังส่งผลให้เกิดรสชาติผิดปกติไป เนื่องจากออกซิเจนไม่สามารถซึมผ่านถุงพลาสติกได้เพียงพอ จึงเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนและเกิดการสะสมเอทานอลขึ้น ดังนั้นการทดลองนี้จึงเป็นการทดลองซ้ำเพื่อพิสูจน์ว่าการใช้ตะกร้ากรุกระดาษในการบรรจุลงกองน่าจะเหมาะสมที่สุด

เก็บเกี่ยวลงกองระยะอายุประมาณ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน (ผลมีสีเหลืองทั้งข้อ) จากสวนของเกษตรกร และปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1 แล้วทำการบรรจุลงกองในวัสดุต่างๆ ดังนี้

วิธีการที่ 1 กระดาษปรู๊ฟ 2 ชั้น (ชุดควบคุม)

วิธีการที่ 2 ถุงพลาสติก LDPE ของ aro ความหนา 70 μm ไม่มัดปากถุง

วิธีการที่ 3 ถุงพลาสติก LDPE ของ aro ความหนา 70 μm มัดปากถุง

นำลงกองไปเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ควบคุมอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำออกมาตรวจสอบคุณภาพ โดยการสุ่ม วิธีการละ 3 ตะกร้าต่อสวน จากนั้นย้ายไปเก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 6 วัน ตรวจวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ น้ำหนักข้อผล ปริมาณผลหลุดร่วงทั้งที่เป็นผลดีและผลเน่าเสียทุก 2 วัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1 และเก็บรักษาตัวอย่างลองกองบางส่วนในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (TSS) และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

ตรวจวัดปริมาณเอทานอล โดยใช้น้ำคั้นจากเนื้อลองกอง 14.5 μL ใส่ลงใน erlenmeyer flask ขนาด 50 mL ปิดจุกยางจากนั้นนำไปประเหยใน water bath ที่อุณหภูมิ 80°C จากนั้นใช้เข็มฉีดยาดูดแก๊ส 1 mL ภายใน flask โดยผ่านจุกยาง 1 mL แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatograph ของ Shimadzu รุ่น GC-14A ใช้คอลัมน์ Carbowax ปรับอุณหภูมิของ column เท่ากับ 80°C อุณหภูมิ injector port เท่ากับ 200°C และอุณหภูมิ detector เท่ากับ 150°C ใช้ detector ชนิด flame ionization detector (FID) (ดูกราฟมาตรฐานในภาพผนวกที่ 2)

การทดลองที่ 2.4 การเปรียบเทียบการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุต่อการหลุดร่วงของลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

การรมลองกองด้วย 1-MCP จำเป็นต้องใช้ห้องหรือตูรม ซึ่งต้องใช้พื้นที่ในการเก็บรักษาและเวลาในการปฏิบัติงานมาก ทำให้เกิดความยุ่งยากในการคัดและบรรจุลองกองได้น้อยในแต่ละวัน และไม่ทันต่อฤดูลองกองในช่วงที่ให้ผลผลิตมาก ดังนั้นหากสามารถรม 1-MCP ในตะกร้าพร้อมกับลองกอง โดยอาศัยความชื้นจากตัวผลผลิตเป็นตัวทำปฏิกิริยาให้ 1-MCP ระเหยได้ ก็จะสามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานได้ และสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น

การทดลองใช้ลองกองอายุประมาณ 13 สัปดาห์จากสวนของเกษตรกร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1 จำนวน 180 kg จากนั้นแบ่งลองกองเป็น 2 ชุดสำหรับ 2 วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่ 1 รมด้วย 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP®- G (A 1109202) ของบริษัท Lytton Enterprise ประเทศไต้หวัน ใช้ 1-MCP ปริมาณ 1.6 g ต่อปริมาตรตูรม 1 m^3 เพื่อให้ได้ความเข้มข้น 1000 $\mu\text{g/L}^{-1}$ ในห้องรมสาร จากนั้นจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาทีผึ่งให้แห้ง แล้วนำลองกองมาคัดเฉพาะข้อลองกองที่มีสีเหลืองทั้งข้อไม่มีผลที่มีผิวสีเขียวปน และผลยังไม่แต่งเต็มที่บรรจุลงตะกร้าพลาสติกกรุด้วยกระดาษปรูฟ 2 ชั้น ตะกร้าละประมาณ 7 kg (เป็นการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุ)

วิธีการที่ 2 นำลองกองมาจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาทีผึ่งให้แห้ง แล้วนำลองกองมาคัดเฉพาะช่อลองกองที่มีสีเหลืองทั้งช่อไม่มีผลที่มีผิวสีเขียวปน และผลยังไม่แต่งเต็มที่บรรจุลงตระกร้าพลาสติกกรุด้วยกระดาษปรูฟ 2 ชั้น ตะกร้าละประมาณ 7 kg แล้วใส่ซองผ้า สปันบอนด์บรรจุ 1-MCP 0.05g ชนิดเม็ด รุ่น AntiP® - G (A 1109202) ของบริษัท Lytone Enterprise ประเทศไต้หวัน ลงในตะกร้าพร้อมกับลองกองเพื่อให้ได้ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ (เป็นการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุ)

จากนั้นนำลองกองไปเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ควบคุมอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน แล้วนำออกมาตรวจสอบคุณภาพ โดยการสุ่ม วิธีการละ 3 ตะกร้าต่อสวน จากนั้นย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 6 วัน ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 วัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

การทดลองที่ 2.5 เปรียบเทียบปริมาณการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุต่อการหลุดร่วงของลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

จากในอดีตมีการรายงานว่าการใช้ 1-MCP ความเข้มข้น 1000 mgL^{-1} สามารถยับยั้งการหลุดร่วงของผล และช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ (จริงแท้ และจารุวัฒน์, 2547; Lichanporn and Kanlayanarat, 2003) อย่างไรก็ตามหากใส่ 1-MCP ลงไปในตะกร้าหลังบรรจุ อาจมีการรั่วไหลของ 1-MCP ที่ปลดปล่อยออกมาเนื่องจากการบรรจุในกระดามีช่องว่างที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้สะดวก รวมไปถึงการถ่ายเทอากาศออกของตู้คอนเทนเนอร์ที่ค่อนข้างสูง จึงอาจทำให้ความเข้มข้นของ 1-MCP ลดลง ดังนั้นการทดลองนี้ จึงทดลองเพิ่มความเข้มข้น 1-MCP ให้มากขึ้นเพื่อเป็นการทดแทนการสูญเสียของ 1-MCP

การทดลองใช้ลองกองอายุประมาณ 13 สัปดาห์จากสวนของเกษตรกร เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1 จำนวน 180 kg มาจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาทีผึ่งให้แห้ง แล้วนำลองกองมาคัดเฉพาะช่อลองกองที่มีสีเหลืองทั้งช่อไม่มีผลที่มีผิวสีเขียวปน และผลยังไม่แต่งเต็มที่บรรจุลงตระกร้าพลาสติกกรุด้วยกระดาษปรูฟ 2 ชั้น ตะกร้าละประมาณ 7 kg จัดบันทึกน้ำหนัก แล้วใส่ซองผ้าสปันบอนด์บรรจุ 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP® - G (A 1109202) ของบริษัท Lytone Enterprise ประเทศไต้หวัน เพื่อรมลองกองภายในตะกร้าดังนี้

วิธีการที่ 1 ใช้ 1-MCP 0.05 g ต่อตะกร้าให้ได้ 1-MCP ความเข้มข้นประมาณ $1000 \mu\text{gL}^{-1}$

วิธีการที่ 2 ใช้ 1-MCP 0.15 g ต่อตะกร้าให้ได้ 1-MCP ความเข้มข้นประมาณ $3000 \mu\text{gL}^{-1}$

หลังจากเตรียมการทดลอง 2.1 ถึง 2.4 เรียบร้อย จึงนำลองกองไปเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ควบคุมอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ใส่ลองกองชุดที่ไม่มีการทดสอบใดๆ ที่ผ่านการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC ในตะกร้ากระดาษเพิ่มจนเต็มตู้ประมาณ 5000 kg แล้วนำออกมาตรวจสอบคุณภาพ โดยการสุ่ม วิธีการละ 3 ตะกร้าต่อสวน จากนั้นย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25°C เป็นเวลา 6 วัน ตรวจวิเคราะห์คุณภาพทุก 2 วัน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1

ตอนที่ 3 การส่งลองกองไปฮ่องกงโดยทางเรือ

การทดลองที่ 3.1 การเปรียบเทียบคุณภาพของลองกองจากต่างสวน

จากการทดลองตอนที่ 1 และ 2 ผู้ปฏิบัติงานสังเกตได้ว่า ลองกองจากต่างสวนกัน มีคุณภาพแตกต่างกัน เนื่องจากการจัดการและดูแลผลิตผลก่อนการเก็บเกี่ยว มีผลต่อคุณภาพโดยตรงของผลิตผลภายหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ธาตุอาหาร การให้น้ำ จำนวนการไถพรวน และทรงพุ่ม เป็นต้น (Crisosto *et al.*, 1997) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของลองกองจากสวนต่างๆ ในจังหวัดจันทบุรีที่มีการจัดการที่แตกต่างกัน

ทำการเก็บเกี่ยวลองกองระยะผลเหลืองทั้งซ่อ อายุประมาณ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน ปราศจากโรคและแมลง จากเกษตรกร 4 รายดังนี้

- สวนที่ 1 จากสวนของเกษตรกรใน หมู่ 4 ต.เขาหัว อ.ท่าใหม่ จ. จันทบุรี (สวน A)
- สวนที่ 2 จากสวนของเกษตรกรใน ต.ฉม้น อ.มะขาม จ.จันทบุรี (สวน B)
- สวนที่ 3 จากสวนของเกษตรกรใน ต.ชากไทย อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี (สวน C)
- สวนที่ 4 จากสวนของเกษตรกรใน หมู่ 9 ต.เขาหัว อ. ท่าใหม่ จ.จันทบุรี (สวน D)

นำมาคัดเอาเฉพาะซ่อที่มีคุณภาพดีปราศจากโรคและแมลง ไปรม 1-MCP ความเข้มข้น $1000\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95% นาน 6 ชม. หลังจากนั้นนำไปจุ่มสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาที นำมาผึ่งพองหมดแล้วบรรจุลองกองลงตะกร้าพลาสติกโปร่งที่กรุด้วยกระดาษปูฟ 2 ชั้น ตะกร้าละประมาณ 8 kg วิธีการละ 8 ตะกร้า แบ่งตะกร้าลองกองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งส่งไปยังฮ่องกงในตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต ตั้งอุณหภูมิ 18°C เปิดช่องระบายอากาศในอัตรา 1 ปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์/ชม. โดยใช้เวลาเดินทาง 6 วัน (อุณหภูมิระหว่างการเดินทาง $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 97-99%) ทำการเก็บรักษาต่ออีก 4 วันในสภาพเดิมในลานจอดตู้

คอนเทนเนอร์บริเวณ เพื่อเก็บรักษาให้ครบ 10 วัน (ที่ 18°C) จากนั้นย้ายไปเก็บรักษาต่อที่โกดังเก็บสินค้าของผู้นำเข้า ณ ตลาด Cheung Sha Wan Wholesale Food Market ฮ่องกง (อุณหภูมิ $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 85-98%) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุกๆ 2 วัน รวม 6 วันเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 บันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในตะกร้าลองกองด้วยเครื่อง data logger รุ่น Testo 174H ประเทศเยอรมัน data logger หมายเลข 1 ถึง 3 ถูกติดตั้งในตู้คอนเทนเนอร์และถูกส่งไปฮ่องกง โดยที่ตำแหน่งที่ 1 อยู่ภายนอกตะกร้าบริเวณตอนบนด้านในสุดของผู้คอนเทนเนอร์ ตำแหน่งที่ 2 อยู่ภายในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ บริเวณตอนบนด้านในสุดของผู้คอนเทนเนอร์ เป็นจุดแรกที่นำเข้าตู้คอนเทนเนอร์ ตำแหน่งที่ 3 อยู่ภายในตะกร้ากรุด้วยกระดาษด้านบนติดกับประตู เป็นจุดสุดท้ายที่นำเข้าตู้คอนเทนเนอร์ และ data logger หมายเลข 4 อยู่ภายนอกตะกร้า และตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นของลองกองที่เก็บรักษาในประเทศไทย

ตรวจสอบความเข้มข้นของเอทิลีนภายหลังการเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ในวันที่ 9 และ 10 โดยการเก็บตัวอย่างแก๊สจากช่องระบายอากาศออกของผู้คอนเทนเนอร์ที่ทำเรือฮ่องกง แล้วนำมาตรวจสอบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 3.2 การทดสอบการรม 1-MCP

แม้ว่าการทดลองที่ 2.3 และ 2.4 เปรียบเทียบวิธีการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุพบว่าผลไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการทดลองข้างต้น ไม่มีชุดควบคุม ดังนั้นจึงทำให้ไม่ทราบว่าเป็นต้องใช่ 1-MCP กับลองกองหรือไม่หากได้มีการจุ่มลองกองลงในสารละลายผสม NCC แล้ว ในการทดลองนี้จึงได้ทำการเพิ่มวิธีการชุดควบคุม ที่ไม่รม 1-MCP เปรียบเทียบคุณภาพกับลองกองที่รม 1-MCP ในการเก็บรักษา

เก็บเกี่ยวและคัดลองกองเช่นเดียวกับวิธีการที่ 3.1 จากนั้นนำปฏิบัติตามกรรมวิธีต่างๆดังนี้

วิธีการที่ 1 จุ่มสารละลายผสม NCC เพียงอย่างเดียวเป็นเวลา 3 นาที ผึ่งพองหมด แล้วนำไปบรรจุลงในตะกร้าพลาสติกที่กรุด้วยกระดาษปูฟ 2 ชั้น (ไม่รม 1-MCP)

วิธีการที่ 2 นำลองกองไปรมด้วย 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP® - G (A 1109202) ของบริษัท Lytone Enterprise ประเทศไต้หวัน ความเข้มข้น $1000\text{ }\mu\text{g/L}$ ที่ 25°C เป็นเวลา 6 ชม. จากนั้นนำไป

จุ่มสารละลายผสม NCC (รม 1-MCP ก่อนบรรจุ) เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งพองหมด แล้วบรรจุลงในตะกร้าพลาสติกที่กรุด้วยกระดาษปูฟ 2 ชั้น

วิธีการที่ 3 นำลองกองจุ่มในสารละลายผสม NCC เป็นเวลา 3 นาที ผึ่งพองหมดแล้วบรรจุลงในตะกร้าพลาสติกที่กรุด้วยกระดาษปูฟ 2 ชั้น พร้อมทั้งใส่ 1-MCP ชนิดเม็ด รุ่น AntiP® - G (A 1109202) ของบริษัท Lytone Enterprise ประเทศไต้หวัน โดยชั่งสาร 1-MCP 0.15 g ต่อตะกร้าให้ได้ 1-MCP ความเข้มข้นประมาณ $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ บรรจุลงในช่องผ้าสปันบอนด์ แล้วปิดผนึกด้วยความร้อน นำของ 1-MCP นี้ใส่ลงในตะกร้าลองกอง ตะกร้าละ 1 ช่อง แล้วจึงปิดฝาตะกร้า

อีกส่วนหนึ่งทำการทดลองในประเทศไทยโดยเก็บรักษาในห้องเย็น (อุณหภูมิ $18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 99%) เป็นเวลา 10 วันจึงย้ายออกมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ $25 \pm 4^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 75-92%) เพื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกัน ในการตรวจสอบผลแต่ละวิธีการ ทั้ง 2 ส่วนใช้ลองกอง 24 ตะกร้า

การทดลองที่ 3.3 การทดลองลดการเกิดสีน้ำตาลโดยการใช้และไม่ใช้ผ้าเปียกคลุมที่ผิวหน้า

การเกิดสีน้ำตาลในลองกองนอกจากจะเกิดจากเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้นแล้ว ความชื้นก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ลองกองเกิดสีน้ำตาลได้เช่นกัน (สุมิตร, 2541) ในผู้ต้องระบายนอากาศสูงมากเพื่อระบายการสะสมเอทิลีน ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงได้ทดสอบการเพิ่มความชื้นภายในตะกร้าโดยทดลองใช้ผ้าชุบน้ำให้เปียกคลุมที่ผิวหน้าลองกองก่อนการปิดฝาตะกร้า

เก็บเกี่ยวและคัดลองกองเช่นเดียวกับวิธีการที่ 3.1 จากนั้นนำมรม 1-MCP ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ ที่อุณหภูมิ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95% นาน 6 ชม. แล้วนำไปบรรจุลงตะกร้า ปฏิบัติตามวิธีการดังนี้

วิธีการที่ 1 ไม่คลุมผ้าเปียกก่อนปิดตะกร้า

วิธีการที่ 2 คลุมผ้าเปียก ที่ได้ชุบน้ำมีปริมาตรประมาณ 36 mL ที่ผิวหน้าของลองกองก่อนปิดตะกร้า

นำลองกองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ บรรจุลงตะกร้าพลาสติก แล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน สำหรับการส่งไปประเทศฮ่องกง และอีกส่วนทดลองในประเทศไทย แล้วทำการตรวจวัดผลการทดลองเช่นเดียวกับวิธีการที่ 3.1

ลองกองที่ส่งไปประเทศฮ่องกงโดยทางเรือ ภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาลองกองทั้งหมดที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน อนุญาตให้ผู้นำเข้าลองกองส่วนที่ไม่ได้ทำการทดลอง (แต่ได้รับการปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.1) ไปจำหน่ายพร้อมให้ผู้ค้าปลีกประเมินคุณภาพลองกองด้วยแบบสอบถามทุกข้อ (ตามตัวอย่างในหน้า 24) สำหรับผู้ค้าปลีกจำนวน 50 ชุด นอกจากนั้นนำลองกองจากสวน A ซึ่งผ่านการจุ่มในสารละลายผสม NCC และบรรจุในตะกร้ากระดาษคลุมด้วยผ้าชุบน้ำ จำนวน 8 ตะกร้า ที่ผ่านการขนส่งและเก็บรักษาครบ 10 วัน และย้ายไปเก็บรักษาต่อ $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ อีก 4 วัน

ภายหลังเก็บรักษาลองกองที่ 18°C ครบ 10 วัน คัดผลลองกองที่เน่าเสียทิ้ง และนำไปให้ผู้ที่เข้ามาซื้อ-ขายในตลาด Cheung Sha Wan รวม 45 คน ชิมและตอบแบบสอบถามแสดงความเห็นเกี่ยวกับรสชาติ กลิ่นหอม กลิ่นผิดปกติ รูปลักษณ์ภายนอก และความพอใจที่จะซื้อ โดยใช้แบบสอบถามดังที่แสดงในหน้า 24 (ยกเว้นข้อ 1 ถึง 3)

品質問卷 - 泰國蘆菇 (泰國黃皮)
Questionnaire on quality - Thai Longsat
請在方框中標上你的選擇 '✓'

1.	你是 You are	零售商	批發商	批發及零售		
2.	收到的水果箱上扎帶是什麼顏色 Fruit container - what colour strap ?	白	黃	綠	紅	藍
3.	收到的水果箱是什麼品質 Fruit container - what condition ?	非常好	好	可以	不好	
4.	蘆菇 - 果子有棕色皮紋的百分率 Longsat - 'brown skin patch' %	5%	10%	20%	30%	>30%
						
5.	蘆菇 - 果子散落的百分率 Longsat - dropped fruit %	5%	10%	20%	30%	>30%
6.	蘆菇 - 果子腐敗的百分率 Longsat - decayed fruit %	5%	10%	20%	30%	>30%
7.	蘆菇 - 果子的味道 Longsat - taste	甜味	甜甜酸酸	酸甜	淡味	
8.	蘆菇 - 果子的氣味 Longsat - smell	非常香	一般香	有點香	無香	
9.	蘆菇 - 果子味道或氣味有異常 Longsat - abnormal taste or smell	無異常	有點異常 可以接受	明顯異常 可以接受	不能接受	
10.	根據上述蘆菇樣本的品質, 你是否願意購買這水果作銷售 According to the above qualities of the sample, would you like to purchase this fruit for sale ?	100%	80%	60%	40%	20%

注意: 或許在水果箱發現小昆蟲如螞蟻, 蚜蟲, 千足蟲, 蜈蚣, 蝸子, 微蝸牛等. 如聞到腐爛味道, 可能在水果箱裡有死昆蟲. 請把全個水果筐扔掉, 否則其餘好的蘆菇會吸收腐爛氣味.

謝謝!
泰國農業大學

ภาพที่ 1 แบบสอบถามความพึงพอใจต่อคุณภาพลองกองสำหรับผู้ค้าชาวฮ่องกง (ดูคำแปลภาษาไทยในภาพผนวกที่ 1 หน้า 100)

ผลและวิจารณ์

ผล

ตอนที่ 1 การทดลองเบื้องต้นระดับห้องปฏิบัติการ

การทดลองที่ 1.1 การให้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการหลุดร่วงภายหลังการเก็บเกี่ยว

ลองกองที่ไม่ได้รับการฉีดพ่น CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยว (ชุดควบคุม) ภายหลังการนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ฝักเกิดสีน้ำตาลเฉลี่ย 0.4 คะแนน เมื่อนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 6 วัน การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มเป็น 2 เท่า และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนกระทั่งภายหลังวันที่ 4 การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 3.6 คะแนนในวันที่ 6 สำหรับลองกองที่ฉีดพ่น CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 2A)

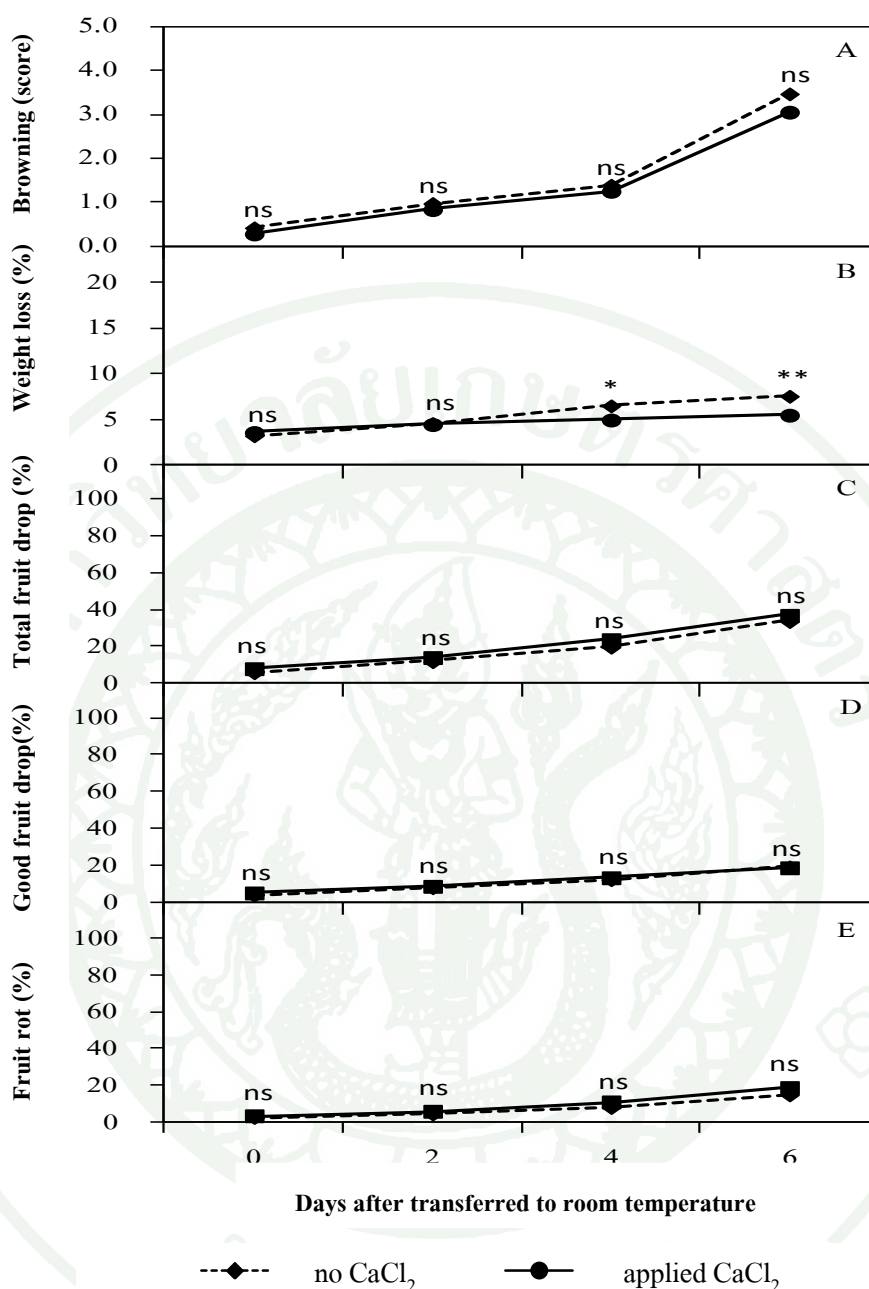
น้ำหนักที่สูญเสียของลองกองชุดควบคุม หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ครบ 10 วัน มีประมาณ 3.5% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การสูญเสียน้ำหนักค่อยๆ เพิ่มขึ้น 1% ถึง 2% ทุก 2 วัน และมีการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดประมาณ 7.5% ในวันที่ 6 ส่วนลองกองที่ได้รับ CaCl_2 เมื่อเก็บรักษาครบ 10 วัน มีน้ำหนักสูญเสียเท่ากับลองกองชุดควบคุม และมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งภายหลังวันที่ 2 การสูญเสียน้ำหนักจึงน้อยกว่าลองกองชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 2B)

ลองกองชุดควบคุมและที่ได้รับ CaCl_2 มีปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ครบ 10 วัน 6% และเพิ่มขึ้นภายหลังการย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ประมาณ 7% ทุกๆ 2 วัน และในวันที่ 4 และ 6 พบการหลุดร่วงเป็น 20% และ 34% ตามลำดับ (ภาพที่ 2C)

ผลลองกองที่หลุดร่วงแต่ยังมีสภาพดีหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ในชุดควบคุมและที่ได้รับ CaCl_2 มีปริมาณ 3.5% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องผลดีร่วงเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 12% และ 16% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ (ภาพที่ 2D)

ปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียหลังเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ครบ 10 วันในชุดควบคุมและที่ได้รับ CaCl_2 มี 2% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวทุกๆ 2 วัน และสูงสุด 15% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา (ภาพที่ 2E)





ภาพที่ 2 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่ได้รับและไม่ได้รับแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวเมื่อลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย * และ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ 99% ตามลำดับ ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)

การทดลองที่ 1.2 การทดสอบผลของวัสดุบรรจุชนิดต่างๆ ต่อการหลุดร่วงของผลลองกอง

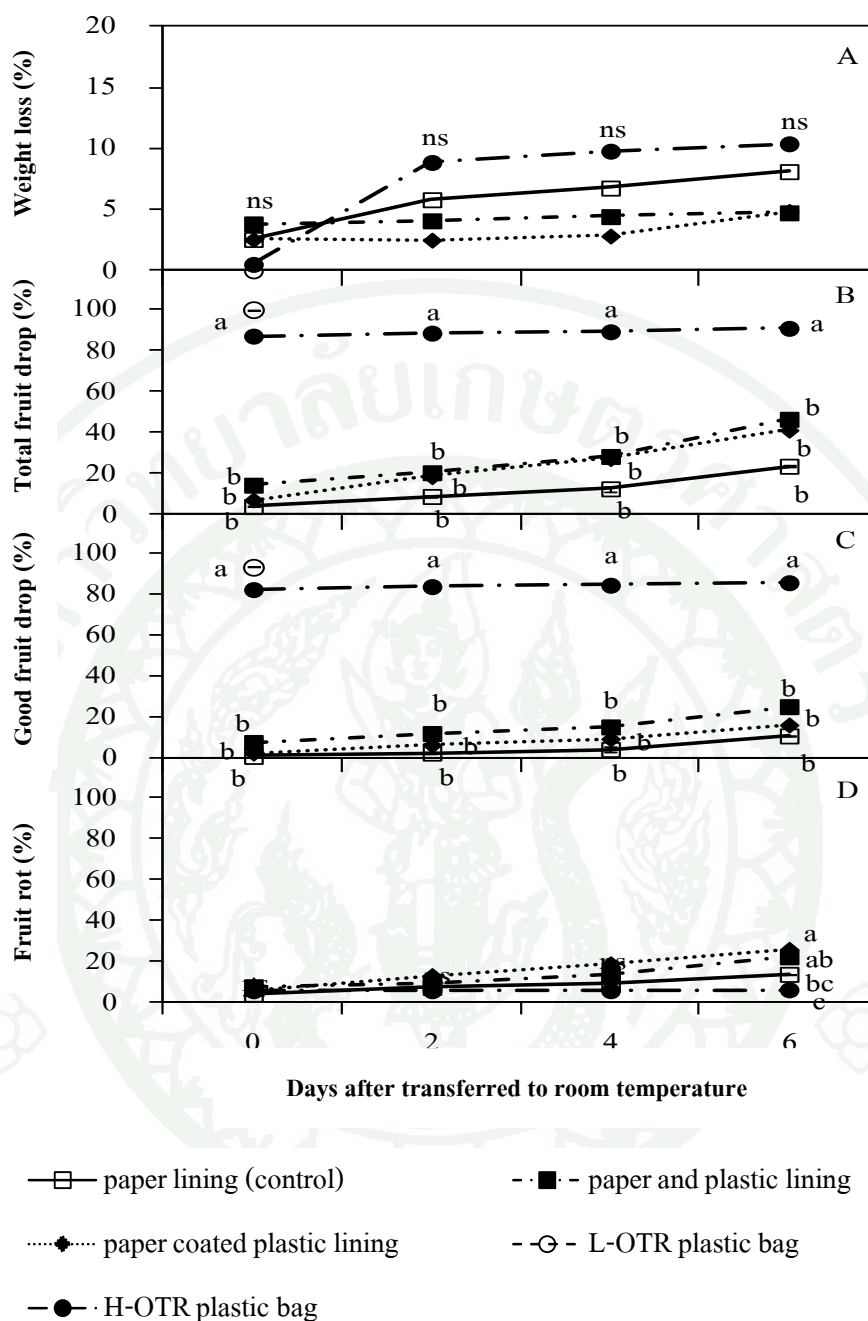
ลองกองชุดควบคุมซึ่งบรรจุในตะกร้ากรุด้วยกระดาษปรูฟ (ชุดควบคุม) (ซึ่งต่อไปจะใช้คำว่ากระดาษแทนกระดาษปรูฟ) พบว่าเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ครบ 10 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 3% แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 6% 7% และ 8% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ การบรรจุลองกองในตะกร้าที่กรุกระดาษและพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง มีการสูญเสียน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 4% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และสูงสุดเพียง 4.8% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ส่วนการบรรจุลองกองในตะกร้าที่กรุกระดาษเคลือบพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน เป็น 2.6% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เป็น 2.9% แต่หลังจากเก็บรักษาต่ออีกเป็นเวลา 6 วัน การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 4.9% การบรรจุในถุงพลาสติก low-OTR ภายหลังจากการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน ไม่พบการสูญเสียน้ำหนัก แต่เนื่องจากลองกองมีการหลุดร่วงทั้งหมดตั้งแต่วันแรก จึงไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูลต่อ และสำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติก high-OTR แล้วใส่ลงในตะกร้าพลาสติก มีน้ำหนักสูญเสียบ้างหลังจากการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วันเพียง 0.5% แต่เมื่อย้ายมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วันการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มอย่างรวดเร็วเป็น 10.8% แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างบรรจุภัณฑ์ทุกชนิด (ภาพที่ 3A)

ปริมาณผลลองกองที่หลุดร่วงทั้งหมดในชุดควบคุม ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน เท่ากับ 4% แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นวันละ 2% และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 24% ในวันที่ 6 การบรรจุลองกองโดยใช้กระดาษที่รองด้วยพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง และการบรรจุในกระดาษเคลือบพลาสติก มีการหลุดร่วงมากกว่าชุดควบคุม 2 เท่า หลังย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ส่วนการบรรจุลองกองในถุงพลาสติก low-OTR พบว่ามีการหลุดร่วงทั้งหมด 100% ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน และสำหรับถุงพลาสติก high-OTR เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน พบการหลุดร่วงสูงถึง 87% และเมื่อย้ายไปที่อุณหภูมิห้องการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ 90% (ภาพที่ 3B)

ปริมาณผลลองกองร่วงที่มีสภาพดีในชุดควบคุม ภายหลังเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มี 0.5% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นวันละ 1% การหลุดร่วงของผลเพิ่มขึ้นเป็น 10% หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ลองกองที่บรรจุโดยใช้กระดาษเคลือบพลาสติกมีผลร่วงที่มีสภาพดีภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มากกว่าชุดควบคุม 3 เท่า จนถึง

วันที่ 6 พบผลร่วงที่มีสภาพดีเป็นเท่ากับ 16% ส่วนการบรรจุโดยใช้กระดาษและรองด้วยพลาสติกอีกชั้นมีผลลองกองหลุดร่วงสภาพดีภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน 7% และเมื่อย้ายออกมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องปริมาณผลร่วงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง 3% ทุกๆ 2 วัน และเพิ่มขึ้นเป็น 25% ในวันที่ 6 ลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติก low-OTR ภายหลังการเก็บรักษาเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วันมีผลร่วงดีสูงถึง 93% แต่ผลหลุดร่วงทั้งหมดจึงไม่ได้เก็บข้อมูลต่อ ส่วนในถุง high-OTR พบว่าภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดี 82% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อผลร่วงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และสูงสุดในวันที่ 6 เป็น 85% (ภาพที่ 3C)

สำหรับปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียในชุดควบคุมภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วันเท่ากับ 3% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียเพิ่มขึ้นประมาณ 4% ทุกๆ 2 วัน ลองกองที่บรรจุโดยใช้กระดาษและพลาสติกอีกชั้น พบการเน่าเสียหลังเก็บเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วันประมาณ 7% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีผลร่วงและเน่าเสียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 18% และ 25% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนการบรรจุโดยใช้กระดาษเคลือบพลาสติกมีผลร่วงที่เน่าเสียประมาณ 2 เท่าของชุดควบคุมหลังย้ายไปที่อุณหภูมิห้อง ส่วนการบรรจุในถุง low-OTR พบการผลร่วงที่เน่าเสียภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วันเท่ากับ 7% (ไม่ได้เก็บข้อมูลต่อ) และการบรรจุในถุง high-OTR มีผลร่วงที่เน่าเสียภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน 5% และพบผลร่วงเพิ่มขึ้นน้อยมากเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 3D)



ภาพที่ 3 การสูญเสียน้ำหนัก (A) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (B) การหลุดร่วงของผลที่มีสภาพดี (C) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (D) ของลองกองที่ได้รับการบรรจุด้วยวิธีต่างๆ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

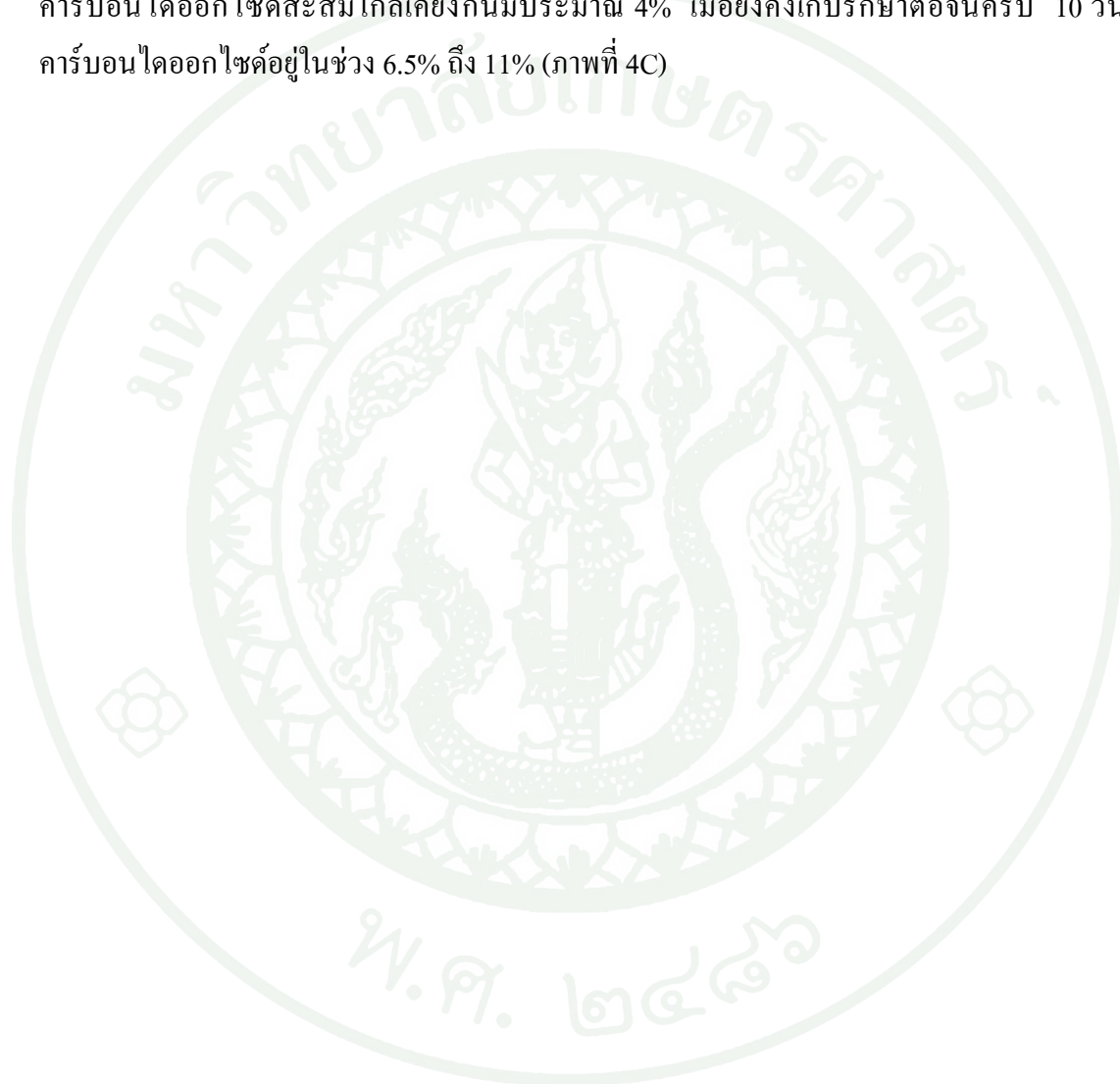
ความเข้มข้นของแก๊สต่างๆ ภายในห้องเย็นและภายในภาชนะบรรจุต่างๆ

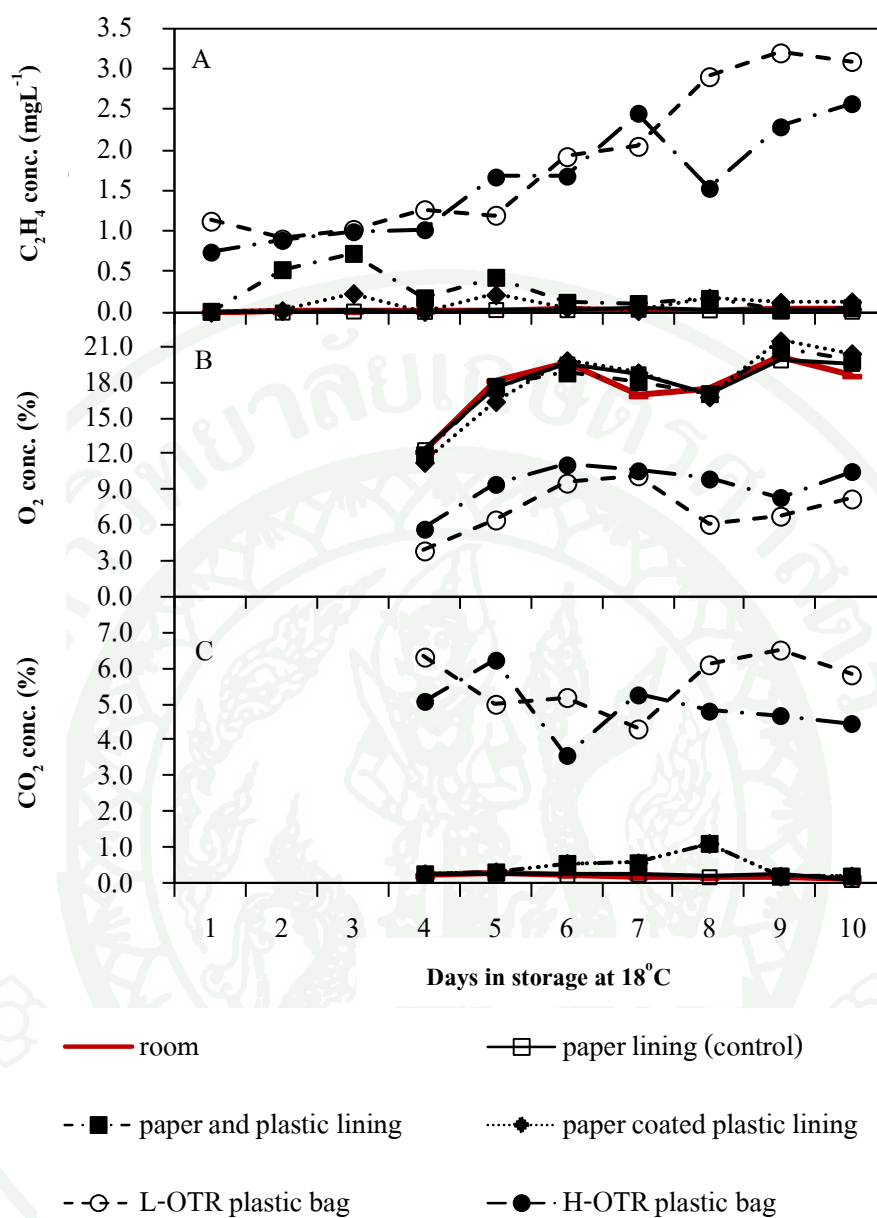
จากการเก็บตัวอย่างแก๊สภายในห้องเย็นความจุปริมาตร 6.9 m^3 ที่ตั้งอุณหภูมิ 18°C และมีลองกองรวมประมาณ 780 kg พบความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีนภายในห้องวันแรก 0.003 mgL^{-1} และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง 1 เท่า ทุกๆวัน และเริ่มคงที่ในวันที่ 7 โดยมีความเข้มข้นของเอทิลีนสะสมสูงสุด 0.042 mgL^{-1} ส่วนในตะกร้าบรรจุลองกองที่กรุด้วยกระดาษ (ชุดควบคุม) พบว่าความเข้มข้นของเอทิลีนสะสมใกล้เคียงกับเอทิลีนภายในห้องเย็นตลอดการเก็บรักษา ส่วนลองกองที่บรรจุโดยใช้กระดาษรองด้วยพลาสติกอีกชั้น มีความเข้มข้นของเอทิลีนในวันแรกเป็น 0.015 mgL^{-1} และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องสูงสุด 0.73 mgL^{-1} ในวันที่ 3 หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ลดลง และคงที่ที่ระดับประมาณ 0.20 mgL^{-1} จนกระทั่งในวันที่ 9 และ 10 ความเข้มข้นของเอทิลีนลดต่ำลงเหลือ 0.032 และ 0.059 mgL^{-1} ตามลำดับ การบรรจุลองกองในตะกร้ากรุกระดาษที่เคลือบด้วยพลาสติกมีความเข้มข้นของเอทิลีนในวันแรกใกล้เคียงกับลองกองที่บรรจุในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ แต่เมื่อเก็บรักษาต่อพบว่ามีความเข้มข้นของเอทิลีนเพิ่มและลดลงสลับกันไปอยู่ในช่วง 0.131 ถึง 0.234 mgL^{-1} ส่วนการบรรจุลองกองในถุงพลาสติก low-OTR มีความเข้มข้นของเอทิลีนใน 5 วันแรกอยู่ในช่วง 0.95 - 1.20 mgL^{-1} หลังจากนั้นความเข้มข้นของเอทิลีนจึงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสูงสุดมากกว่า 3.0 mgL^{-1} ในวันที่ 9 และ 10 ส่วนการบรรจุด้วยถุงพลาสติก high-OTR มีความเข้มข้นของเอทิลีนสูงใกล้เคียงกับพลาสติก low-OTR ในช่วงแรก จนกระทั่งภายหลังวันที่ 7 เอทิลีนจึงลดต่ำลงเหลือ 1.533 mgL^{-1} แต่หลังจากนั้นเอทิลีนกลับสูงขึ้นอีก และสูงสุดเป็น 2.58 mgL^{-1} ในวันสุดท้าย (ภาพที่ 4A)

ความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนภายในห้องเก็บรักษาลองกองในวันที่ 4 เท่ากับ 12% และเมื่อเก็บรักษาต่อพบว่าออกซิเจนมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 17% ถึง 20% จนสิ้นสุดการทดลอง สำหรับลองกองที่บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษ ในตะกร้าที่กรุกระดาษรองด้วยพลาสติกอีกชั้น และในตะกร้ากรุกระดาษเคลือบพลาสติก มีความเข้มข้นของแก๊สออกซิเจนใกล้เคียงกับบรรยากาศในห้องเก็บรักษา ส่วนการบรรจุลองกองในถุงพลาสติก low-OTR หลังเก็บในห้องเก็บรักษา 4 วัน มีออกซิเจนประมาณ 4% และเมื่อเก็บรักษาต่อพบว่าออกซิเจนมีความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 6.5% ถึง 10% และสำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติก high-OTR ออกซิเจนมีความเข้มข้นมากกว่าในถุง low-OTR ประมาณ 3% ตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 4B)

ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเก็บรักษาหลังจากเก็บรักษาลองกองเป็นเวลา 4 วันเท่ากับ 0.2% และหลังจากนั้นมีความเข้มข้นผันแปรอยู่ในช่วง 0.1% ถึง 0.27% ตลอดการเก็บรักษา ลองกองที่บรรจุในตะกร้าที่กรุกระดาษ และลองกองที่บรรจุในตะกร้าที่กรุกระดาษเคลือบ

พลาสติก พบว่ามีคาร์บอนไดออกไซด์สะสมใกล้เคียงกับความเข้มข้นภายในห้องตลอดการเก็บรักษา ลองกองที่บรรจุในตะกร้าที่ถูกระคายแล้วรองด้วยพลาสติกอีกชั้นในช่วงแรกมีคาร์บอนไดออกไซด์ใกล้เคียงกับภายในห้อง แต่ในวันที่ 6 คาร์บอนไดออกไซด์เริ่มสูงขึ้นและมากกว่าภายในห้องเก็บรักษา และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 1.1% ในวันที่ 8 แต่หลังจากนั้นจึงลดต่ำเท่ากับภายในห้องเก็บรักษา ส่วนลองกองที่บรรจุในพลาสติก low-OTR และ high-OTR เป็นเวลา 4 วัน มีคาร์บอนไดออกไซด์สะสมใกล้เคียงกันมีประมาณ 4% เมื่อยังคงเก็บรักษาต่อจนครบ 10 วัน คาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในช่วง 6.5% ถึง 11% (ภาพที่ 4C)





ภาพที่ 4 ความเข้มข้นแก๊สเอทิลีน (A) ออกซิเจน (B) และคาร์บอนไดออกไซด์ (C) ภายในห้องเย็นบรรจุดอกกอง และภายในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน

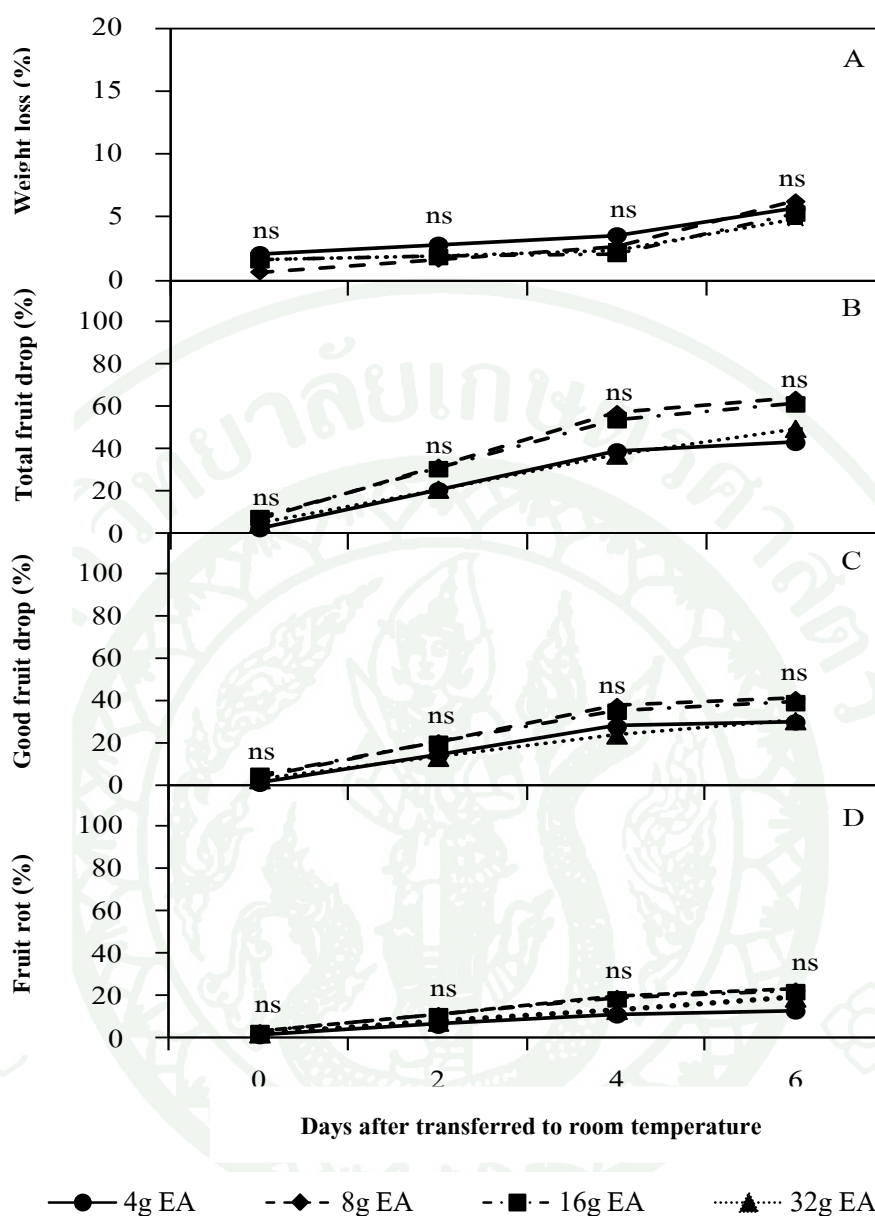
การทดลองที่ 1.3 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้ KMnO_4 ต่อความเข้มข้นของเอทิลีนสะสม

ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ลองกองที่บรรจุในภาชนะที่มี KMnO_4 เป็นสารดูดซับเอทิลีน (ethylene absorber; EA) ทุกอัตราสูญเสียน้ำหนัก 1-2% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องพบว่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 4-6% ในวันที่ 6 (ภาพที่ 5A)

เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน พบว่าลองกองในทุกวิธีการมีการหลุดร่วงทั้งหมดใกล้เคียงกันประมาณ 5% และเริ่มเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อนำมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ลองกองชุดที่ใช้ EA ปริมาณ 4g/kg มีการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นประมาณ 20 % ในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้น 10% ทุกๆ 2 วัน ซึ่งมีผลร่วงทั้งหมดไม่แตกต่างจากการใช้ EA 32 g/kg ส่วนลองกองที่ใช้ EA ปริมาณ 8 และ 6 g/kg มีผลร่วงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 32% และ 55% ในวันที่ 2 และ 4 ตามลำดับ และหลุดร่วงมากกว่า 60% ในวันที่ 6 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 5B)

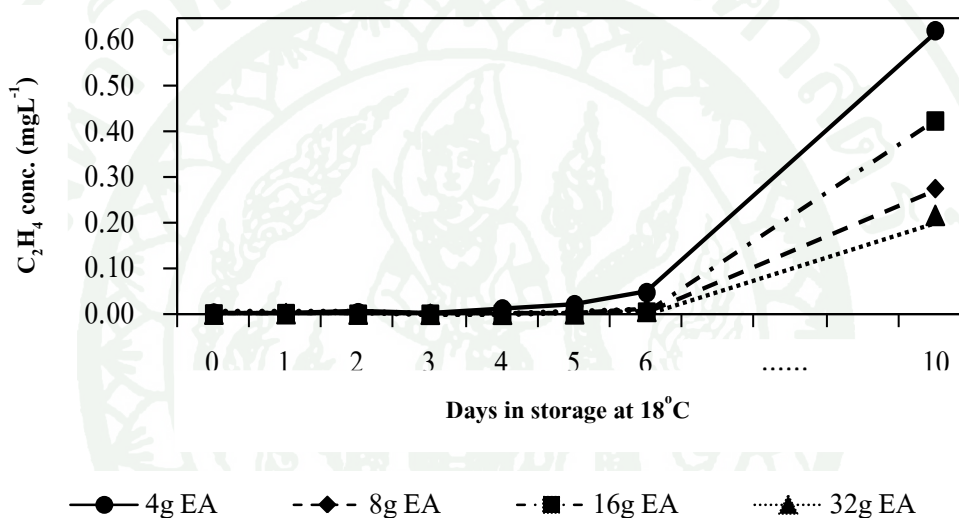
เมื่อเก็บรักษาลองกองที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน การใช้ EA ปริมาณ 4 และ 32 g/kg ส่งผลให้มีปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดี 1% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสูงสุดเป็น 30% ในวันที่ 6 ส่วนการใช้ EA ปริมาณ 8 และ 16 g/kg มีผลร่วงที่มีสภาพดีใกล้เคียงกันโดยภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีผลร่วงประมาณ 4% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นเป็น 20% ในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการใช้ EA ทุกระดับ (ภาพที่ 5C)

สำหรับผลร่วงที่เน่าเสียเมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วันพบว่าการใช้ EA 4 และ 32 g/kg มีผลร่วงที่เน่าเสีย 2% และเพิ่มขึ้นประมาณ 5% ทุกๆ 2 วัน เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียสูงสุดเท่ากับ 11% ในวันที่ 6 สำหรับการ ใช้ EA ปริมาณ 8 และ 6 g/kg พบการหลุดร่วงและเน่าเสียเมื่อเก็บรักษาครบ 10 วันเป็น 3% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องพบการหลุดร่วงและเน่าเสียเพิ่มขึ้น 10% ทุกๆ 2 วัน และสูงสุดเป็น 23% ในวันที่ 6 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติจากการใช้ EA ทุกระดับ (ภาพที่ 5D)



ภาพที่ 5 การสูญเสียน้ำหนัก (A) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (B) การหลุดร่วงของผลที่มีสภาพดี (C) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (D) ของลองกองบรรจุในถุงพลาสติก LPDE สารดูดซับเอทิลีน (EA) จำนวน 4 8 16 และ 32 g/ลองกอง 1 kg เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT)

ความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีนในตะกร้าบรรจุลองกองระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C พบว่าทั้ง 4 วิธีการ มีความเข้มข้นของเอทิลีนต่ำกว่า 0.01 mgL⁻¹ ใน 3 วันแรก และมีความเข้มข้นของเอทิลีนเพิ่มขึ้น ในชุดที่ใช้ EA ปริมาณ 4 g/kg ในวันที่ 6 ส่วนชุดอื่นๆ ยังคงมีความเข้มข้นของเอทิลีนต่ำกว่า 0.01 mgL⁻¹ เมื่อครบ 10 วัน พบว่าลองกองแต่ละชุดมีความเข้มข้นของเอทิลีนเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.2 mgL⁻¹ โดยชุดที่ใช้ EA ปริมาณ 4 g/kg มีความเข้มข้นของเอทิลีนสูงที่สุด 0.6 mgL⁻¹ รองลงมาคือชุดที่ใช้ EA 16, 8 และ 32 g/kg มีความเข้มข้น 0.4 0.3 และ 0.2 mgL⁻¹ ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ความเข้มข้นแก๊สเอทิลีนสะสมในถุงพลาสติก LPDE ที่บรรจุลองกองพร้อมสารดูดซับเอทิลีน (EA) ปริมาณ 4 8 16 และ 32 g/ลองกอง 1 kg เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน

ตอนที่ 2 การทดลองระดับเลียนแบบการค้า

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการเก็บรักษาลองกอง

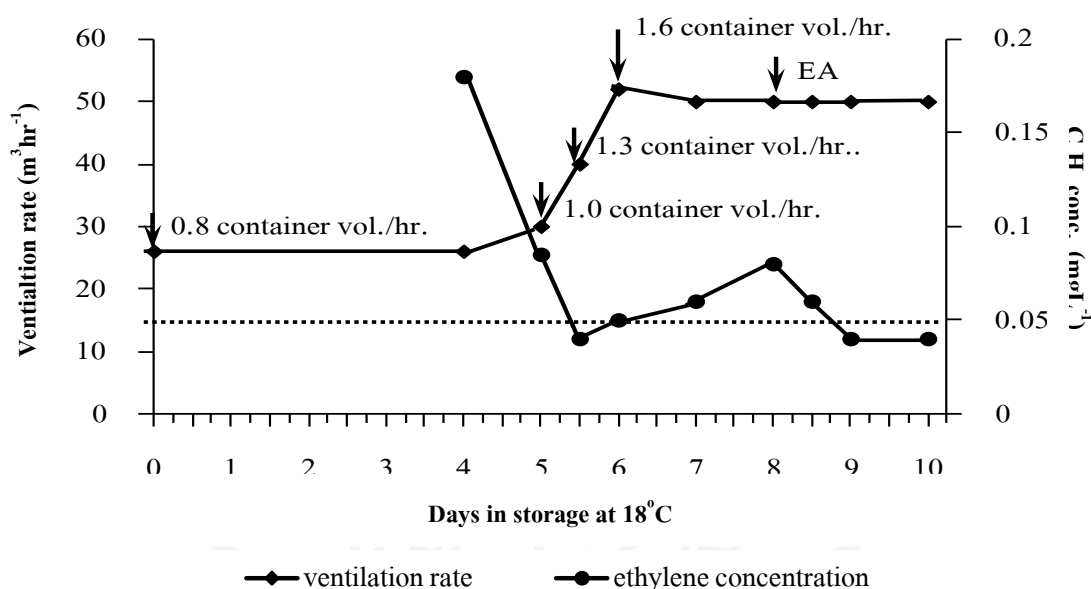
เมื่อนำลองกองไปเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ตั้งอุณหภูมิที่ 18°C ข้อมูลจากเครื่องบันทึกอุณหภูมิและความชื้น ตรวจวัดได้ว่าอุณหภูมิเริ่มต้นในตู้คอนเทนเนอร์เฉลี่ย 36°C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70% และใช้เวลาประมาณ 1 วันในการลดอุณหภูมิจนเหลือ 18°C ความชื้นสัมพัทธ์ 94 ถึง 97%

เมื่ออุณหภูมิของอากาศคงที่แล้ว ตรวจวัดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า ตำแหน่งด้านหน้าสุดใกล้กับพื้นตู้ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลมเย็นไหลเข้าภายในตู้ มีอุณหภูมิ $17.8 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ บริเวณกลางตู้มีอุณหภูมิ $18.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ด้านท้ายใกล้ประตูมีอุณหภูมิ $18.2 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ส่วนตำแหน่งหน้าสุดด้านบน ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ลมไหลออกจากตู้เข้าสู่เครื่องทำความเย็น มีอุณหภูมิใกล้เคียงกับตำแหน่งด้านท้าย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์บริเวณด้านหน้าสุดใกล้กับพื้นตู้เท่ากับ $94.5 \pm 4\%$ บริเวณกลางตู้เท่ากับ $97.4 \pm 4\%$ ด้านท้ายเท่ากับ $98.4 \pm 4\%$ ส่วนตำแหน่งหน้าสุดด้านบนตู้ใกล้เคียงกับบริเวณกลางตู้ เมื่อขนย้ายลองกองไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจวัดอุณหภูมิได้เท่ากับ $26.1 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $81.9 \pm 1\%$

สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยภายในคอนเทนเนอร์คงที่มีค่าเท่ากับ $17.8 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $93.1 \pm 4\%$ ส่วนภายในถุงพลาสติกมีอุณหภูมิ $18.3 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่าภายในตะกร้ากระจกระคาย 2% เมื่อครบกำหนดเก็บรักษาแล้วย้ายไปที่อุณหภูมิห้อง ภายในตะกร้ากระจกระคายมีอุณหภูมิ $24.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $97.6 \pm 1.6\%$ ส่วน ในถุงพลาสติกมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับในตะกร้ากระจกระคาย และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $99.3 \pm 1\%$

การทดลองที่ 2.1 การทดสอบการปรับอัตราการระบายอากาศต่อความเข้มข้นของเอทิลีนที่สะสมในตู้คอนเทนเนอร์

เมื่อนำลองกองใส่ตู้คอนเทนเนอร์แล้วปรับอัตราการระบายอากาศเริ่มต้นเป็น 0.8 เท่าของปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์/ชม. แล้วตรวจวัดเอทิลีนในวันที่ 4 พบว่า มีความเข้มข้นของเอทิลีนเท่ากับ 0.17 mgL^{-1} จึงทำการเพิ่มอัตราการระบายอากาศเป็น 1 ปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์/ชม. เอทิลีนจึงลดต่ำลงเหลือ 0.08 mgL^{-1} ซึ่งยังคงสูงกว่าระดับที่ชักนำให้เกิดการหลุดร่วง (0.05 mgL^{-1}) จึงเพิ่มอัตราการระบายอากาศในวันที่ 5 ขึ้นเป็น 1.3 และ 1.6 ปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์/ชม. ตามลำดับ ความเข้มข้นของเอทิลีนจึงลดต่ำลงกว่า 0.05 mgL^{-1} จนกระทั่งในวันที่ 8 ของการเก็บรักษาเอทิลีนกลับเพิ่มสูงขึ้นเป็น 0.08 mgL^{-1} จึงทำการเปิดฝาดะกร้าบรรจุสารดูดซับเอทิลีน (EA) ในแถวสุดท้ายของตู้ให้อากาศไหลผ่าน ความเข้มข้นของเอทิลีนจึงลดลง และต่ำกว่า 0.05 mgL^{-1} ภายใน 1 วันและคงที่จนกระทั่งถึงวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 อัตราการระบายอากาศจากตู้คอนเทนเนอร์และความเข้มข้นของเอทิลีนในตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างการเก็บรักษาลองกอง 10 วัน (ปริมาตรตู้เท่ากับ 32 m^3)

การทดลองที่ 2.2 การเปรียบเทียบอายุการเก็บเกี่ยวข้อลงกองต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน พบการเกิดสีน้ำตาลในลงกองอายุ 12 สัปดาห์ น้อยมาก แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นตามลำดับและสูงสุดเป็น 3.1 คะแนนในวันที่ 6 ลงกองอายุ 13 สัปดาห์ มีการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกันทางสถิติจากลงกองอายุ 12 สัปดาห์ตลอดการเก็บรักษา ส่วนลงกองอายุ 14 สัปดาห์ มีคะแนนการเกิดสีน้ำตาลภายหลังการเก็บรักษาเท่ากับ 1.0 คะแนน และเมื่อย้ายมาเก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ จนสูงสุด 4.6 คะแนน แตกต่างจากลงกองอายุ 12 และ 13 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 8A)

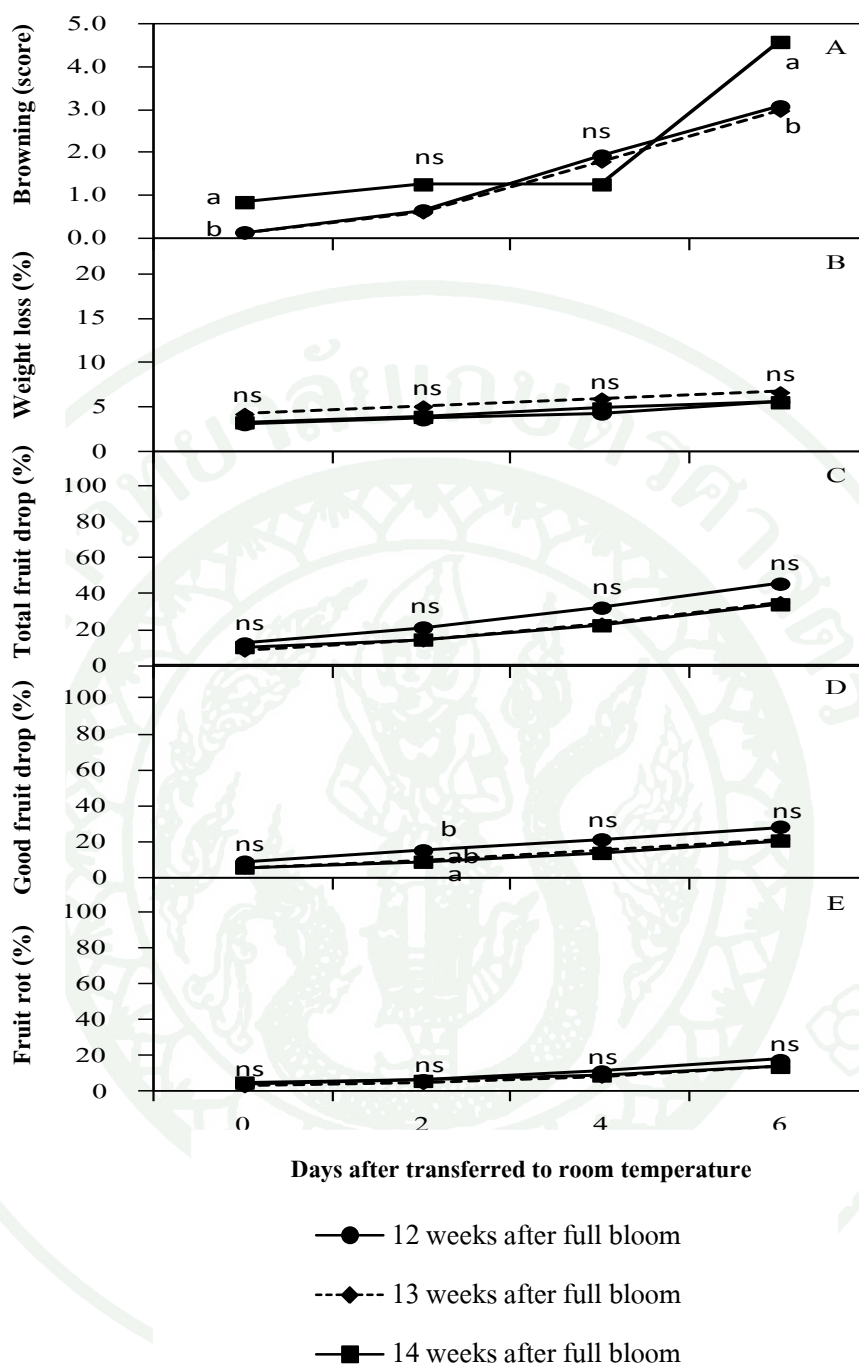
ลงกองอายุ 12 สัปดาห์มีการสูญเสียน้ำหนัก 3.1% เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ สูงสุด 5.7 % ในวันที่ 6 ตามลำดับ ส่วนลงกองอายุ 13 และ 14 สัปดาห์มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากลงกองอายุ 12 สัปดาห์ตลอดการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่าลงกองอายุ 13 สัปดาห์สูญเสียน้ำมากกว่าเล็กน้อย (ภาพที่ 8B)

ลงกองอายุ 12 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด 12% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีผลหลุดร่วงเพิ่มขึ้นประมาณ 10% ทุกๆ 2 วัน และสูงที่สุดในวันที่ 6 เท่ากับ 45% ส่วนลงกองอายุ 13 และ 14 สัปดาห์ ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีการหลุดร่วง 9% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 6 วัน การหลุดร่วงเพิ่มขึ้นโดยลำดับ และมีแนวโน้มน้อยกว่าลงกองอายุ 12 สัปดาห์ แต่อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างทางสถิติของลงกองทุกอายุ (ภาพที่ 8C)

ปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีของลงกองอายุ 12 สัปดาห์ หลังจากเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มี 8% และเพิ่มขึ้น 6% ทุกๆ 2 วันเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ลงกองอายุ 13 และ 14 สัปดาห์ มีผลหลุดร่วงเริ่มต้น 5% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณผลหลุดร่วงเพิ่มขึ้นประมาณ 6% ทุกๆ 2 วัน ไม่แตกต่างทางสถิติจากลงกองอายุ 12 สัปดาห์ ยกเว้นภายหลังการย้ายไปที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน ลงกองอายุ 12 สัปดาห์มีผลร่วงที่มีสภาพดีมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 8D)

ลองกองทุกอายุมีผลร่วงที่เน่าเสียไม่เกิน 5% หลังจากเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ผลร่วงที่เน่าเสียสูงที่สุดประมาณ 18% ในวันที่ 6 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างลองกองทั้ง 3 อายุ (ภาพที่ 8E)





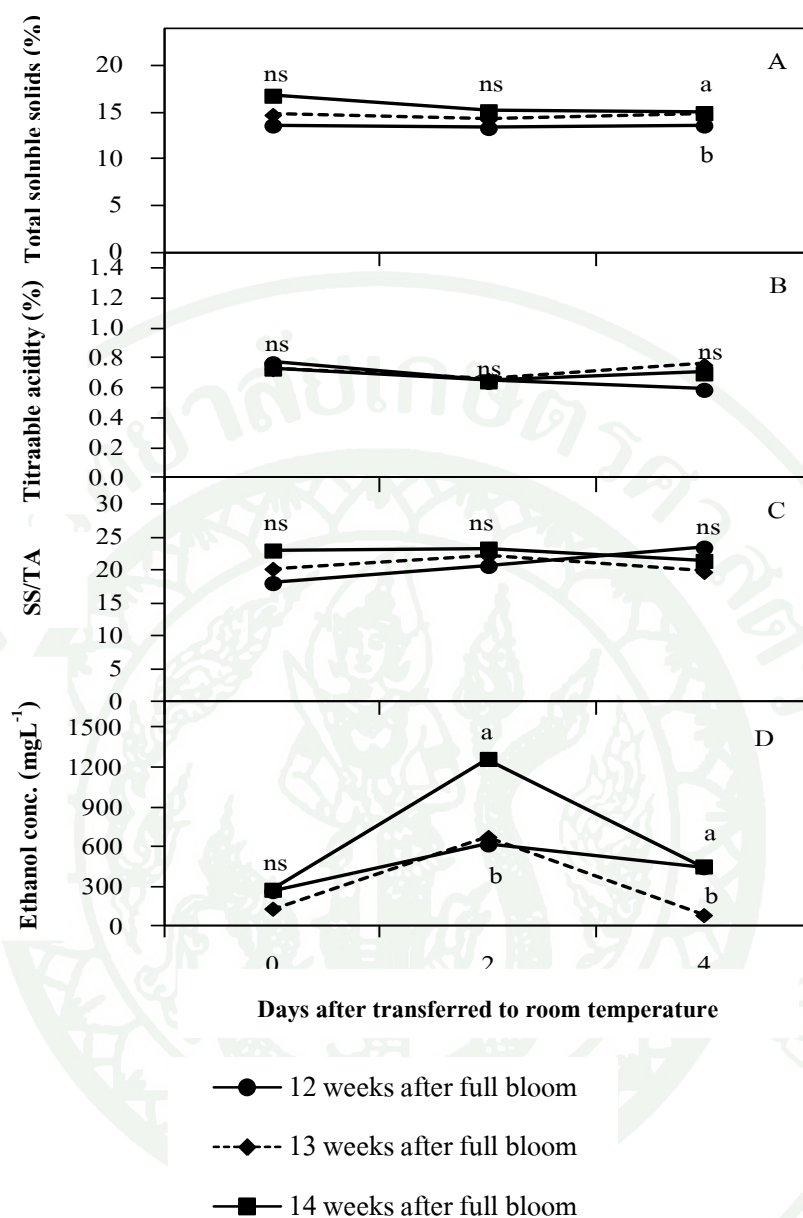
ภาพที่ 8 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 13 และ 14 สัปดาห์หลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

ภายหลังการเก็บรักษาลองกองอายุ 12 สัปดาห์ที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเป็น 13.7% เมื่อย้ายออกไปที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำคงที่ ส่วนลองกองอายุ 13 สัปดาห์ ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 14.8% เมื่อย้ายไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำคงที่เช่นกัน แต่ในวันที่ 4 พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมากกว่าลองกองอายุ 12 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนลองกองอายุ 14 สัปดาห์ เมื่อเก็บรักษานครบ 10 วัน มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ 15.7% เมื่อย้ายไปที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำลดลงจนเท่ากับลองกองอายุ 13 สัปดาห์ ในวันที่ 4 (ภาพที่ 9A)

ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของลองกองอายุ 12 สัปดาห์เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน เท่ากับ 0.74% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้มีแนวโน้มลดลง และลองกองอายุ 13 และ 14 สัปดาห์ มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ไม่แตกต่างทางสถิติจากลองกองอายุ 12 สัปดาห์ ยกเว้นในวันสุดท้ายที่มีแนวโน้มสูงกว่า (ภาพที่ 9B)

ภายหลังการเก็บรักษาลองกองอายุ 12 สัปดาห์ที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน อัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไคเตรทได้เท่ากับ 18.1 และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง อัตราส่วนเพิ่มขึ้นเท่ากับ 20.7 และ 23.5 ในวันที่ 2 และ 4 ตามลำดับ ลองกองอายุ 13 สัปดาห์ ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน พบอัตราส่วนเป็น 20.0 และยังมีค่าค่อนข้างคงที่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง สำหรับลองกองอายุ 14 สัปดาห์เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีอัตราส่วนเฉลี่ยประมาณ 23.0 และค่อนข้างคงที่ หลังย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 9C)

หลังการเก็บรักษาลองกองอายุ 12 สัปดาห์ ที่ 18°C ครบ 10 วัน เอทานอลมีความเข้มข้นเท่ากับ 265 mgL^{-1} เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน ความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็น 670 mgL^{-1} ในวันที่ 2 หลังจากนั้นจึงลดต่ำลงมาเล็กน้อยในวันที่ 4 เป็น 445 mgL^{-1} ส่วนลองกองที่ 13 สัปดาห์ ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีความเข้มข้นของเอทานอลเพียงครึ่งหนึ่งของลองกองอายุ 12 สัปดาห์ และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นของเอทานอลจึงเพิ่มขึ้นและเท่ากับลองกองอายุ 12 สัปดาห์ในวันที่ 2 แต่หลังจากนั้นกลับลดลงน้อยกว่าถึง 3 เท่า (84 mgL^{-1}) และสำหรับลองกองที่ 14 สัปดาห์หลังเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วันมีความเข้มข้นของเอทานอลไม่แตกต่างจากลองกองอายุ 12 สัปดาห์ แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง เอทานอลเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และมากกว่าลองกองที่อายุ 12 สัปดาห์ถึง 2 เท่า หลังจากนั้นจึงลดลงและเท่ากับลองกองที่อายุ 12 สัปดาห์ในวันที่ 4 (ภาพที่ 9D)



ภาพที่ 9 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อกรดที่ไทเทรตได้ (C) และความเข้มข้นของเอทานอล (D) ของลองกองที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 12 13 และ 14 สัปดาห์หลังดอกบาน เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

การทดลองที่ 2.3 การทดสอบบรรจุภัณฑ์เปรียบเทียบกระดาส กับถุงพลาสติก (มัดและไม่มัดปากถุง) ต่อการหลุดร่วงของลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

การบรรจุลองกองในตะกร้ากระดาส 2 ชั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน พบว่าเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย (1 คะแนน) แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็น 1.7 2.2 และ 3.1 คะแนน ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งแบบมัดและไม่มัดปากถุง มีการเกิดสีน้ำตาลใกล้เคียงกันไม่แตกต่างจากลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาส แต่ภายหลังจากวันที่ 4 ลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าการบรรจุในตะกร้ากระดาสอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 10A)

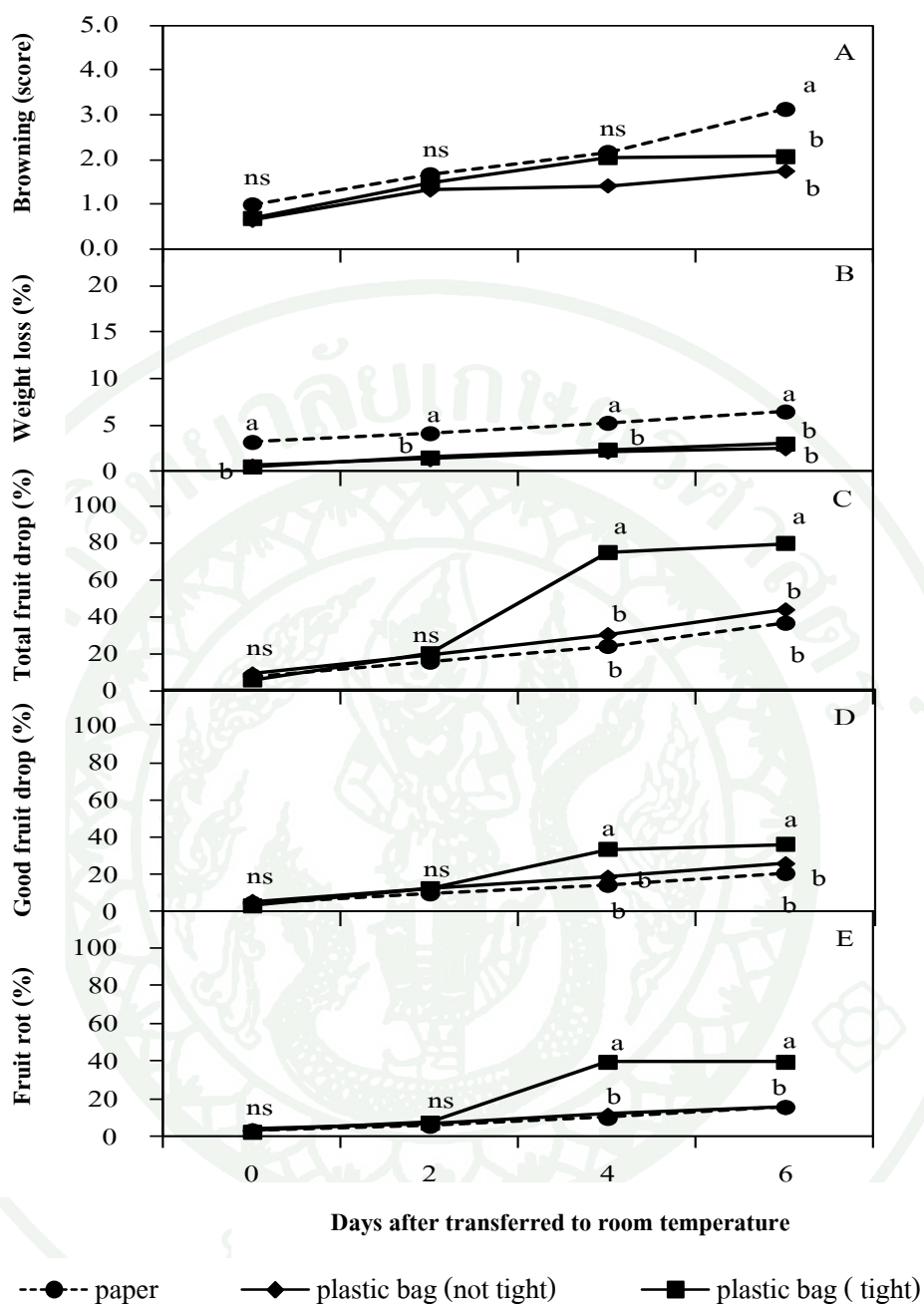
ภายหลังการเก็บรักษาลองกองที่ 18°C ครบ 10 วัน ลองกองบรรจุในตะกร้ากระดาส สูญเสียน้ำหนัก 3% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นประมาณ 1% ทุกๆ 2 วัน ในวันที่ 4 และ 6 พบการสูญเสียน้ำหนักเป็น 5.3 และ 6.5% ตามลำดับ ส่วนลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งแบบมัดและไม่มัดปากถุง ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 0.6% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบน้ำหนักสูญเสียเพิ่มขึ้น 2 เท่า ทุกๆ 2 วัน โดยในวันที่ 4 และ 6 พบการสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยเป็น 2.3% และ 2.7% ตามลำดับ ต่ำกว่าการบรรจุในตะกร้าที่กระดาสอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 10B)

เมื่อเก็บรักษาลองกองที่ 18°C ครบ 10 วัน มีปริมาณการหลุดร่วงของลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาสทั้งหมดเป็น 8% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มีผลหลุดร่วงทั้งหมดเพิ่มเป็น 2 เท่าในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 24% และ 37% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ สำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบไม่มัดปากถุงมีปริมาณลองกองหลุดร่วงเท่ากับลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาสตลอดการเก็บรักษา ส่วนลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุงภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีปริมาณการหลุดร่วงทั้งหมดใกล้เคียงกับการบรรจุในตะกร้ากระดาส และถุงพลาสติกแบบไม่มัดปาก แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่ออีก 6 วัน การหลุดร่วงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงกว่า 70% ตั้งแต่วันที่ 4 (ภาพที่ 10C)

ภายหลังการเก็บรักษาลองกองที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาสมีผลร่วงที่มีสภาพดี 5% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นประมาณ 5% ทุกๆ 2 วัน ลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแต่ไม่มัดปากถุงภายหลังการเก็บรักษาที่

18°C ครอบ 10 วัน มีปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีไม่แตกต่างทางสถิติจากลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาษ เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นประมาณ 7% ในทุกๆ 2 วัน สำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุงภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครอบ 10 วัน มีปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีเพียง 3% ไม่แตกต่างจากกับลองกองในตะกร้ากระดาษ และในถุงพลาสติกแบบไม่มัดปาก เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นสูงกว่าลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาษ และถุงพลาสติกแบบไม่มัดปาก อย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 10D)

ปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียของลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาษ หลังจากการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีประมาณ 3% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่ออีก 6 วัน พบผลร่วงเน่าเสียเพิ่มขึ้นเป็น 5% 10% และ 15% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ สำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่มัดปากภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครอบ 10 วัน แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องพบผลร่วงเน่าเสียไม่แตกต่างจากการบรรจุกระดาษตลอดการเก็บรักษา การบรรจุลองกองในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุง ภายหลังการเก็บรักษาครอบ 10 วัน แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน พบผลร่วงเน่าเสียไม่แตกต่างจากการบรรจุกระดาษเช่นกัน แต่ภายหลังจากนั้นปริมาณผลร่วงเน่าเสียเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงสุดเป็น 40% ในวันที่ 4 และ 6 แตกต่างจากการบรรจุในตะกร้ากระดาษ และในถุงไม่มัดปากอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 10E)



ภาพที่ 10 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลที่มีสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบาน ที่บรรจุในตะกร้ากระดาษด้วยกระดาษ 2 ชั้นหรือในถุงพลาสติกแบบไม่มิด และมิดปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

การตรวจวัดคุณภาพลองกองที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกที่ถูกระดาศ 2 ชั้น ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเท่ากับ 15.4% เมื่อย้ายออกไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่ออีก 4 วัน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำมีแนวโน้มลดลง ส่วนลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้งแบบมัด และไม่มัดปากถุง พบว่ามีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำไม่แตกต่างจากลองกองที่บรรจุในตะกร้าถูกระดาศตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 11A)

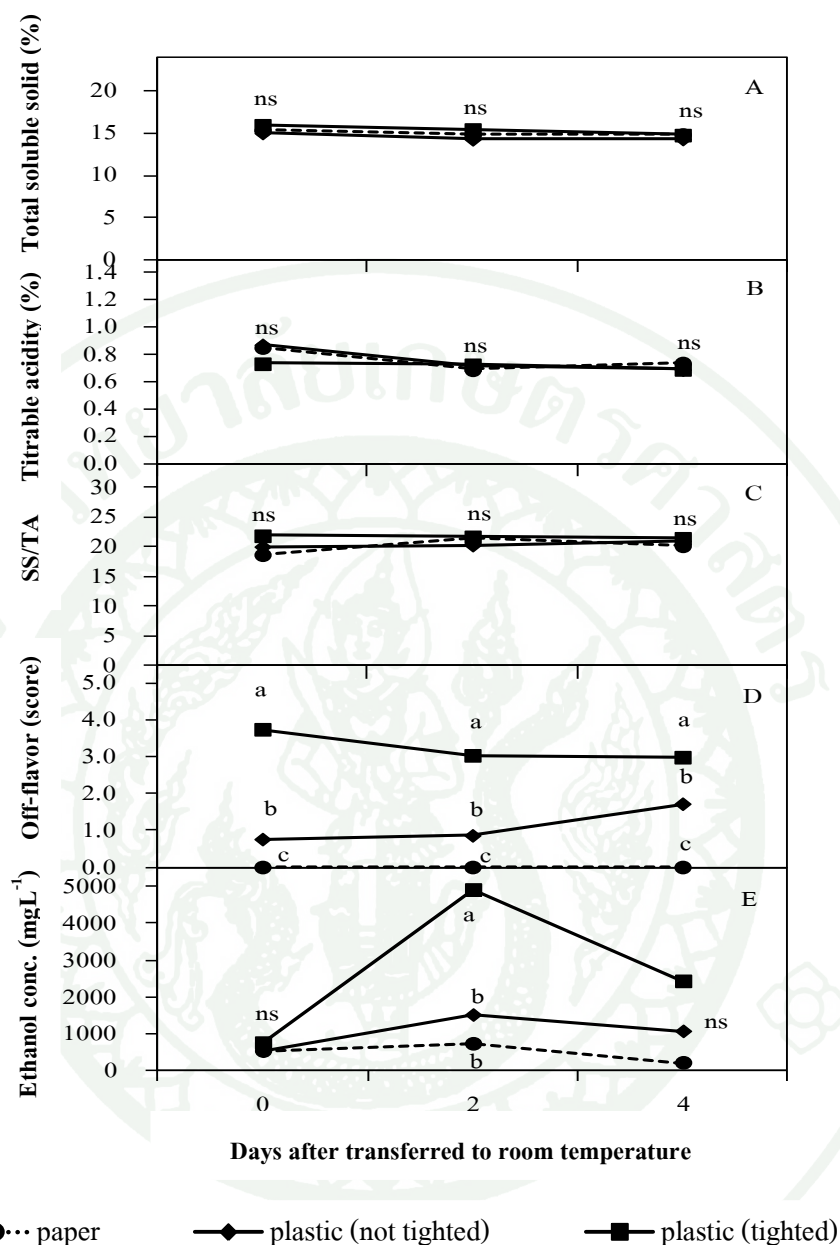
ปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ของลองกองที่บรรจุในตะกร้าถูกระดาศหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน เท่ากับ 0.86% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 4 วัน พบปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ลดลงเล็กน้อย และสำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 แบบ มีปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ไม่แตกต่างทางสถิติจากลองกองลองกองที่บรรจุในตะกร้าถูกระดาศตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 11B)

ภายหลังการเก็บรักษาลองกองที่บรรจุในตะกร้าถูกระดาศเป็นเวลา 10 วัน พบว่าอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไคเตรทได้เท่ากับ 18.7 และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการ 4 วัน พบว่าอัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ มีปริมาณเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย สำหรับลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 แบบ พบว่ามีอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไคเตรทได้ไม่แตกต่างจากลองกองที่บรรจุในตะกร้าถูกระดาศตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 11C)

ภายหลังการเก็บรักษาลองกองที่ 18°C ครบ 10 วัน และหลังจากย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการอีก 4 วัน ลองกองที่บรรจุในตะกร้าถูกระดาศ ไม่มีกลิ่นผิดปกติตลอดการเก็บรักษา ในขณะที่ลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบไม่มัดปากถุงภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วันพบกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยเท่ากับ 0.8 คะแนน และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ในวันที่ 4 พบว่ากลิ่นผิดปกติเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเป็น 1.7 คะแนน ส่วนลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุงภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน พบกลิ่นผิดปกติชัดเจนถึง 3.7 คะแนน และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องกลิ่นผิดปกติลดลงเล็กน้อยเป็น 3.0 คะแนน (ภาพที่ 11D)

ลองกองในตะกร้าถูกระดาศ หลังจากเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีเอทานอลสะสม 523 mgL^{-1} เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน ความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็น 719 mgL^{-1} ในวันที่ 2 หลังจากนั้นจึงลดต่ำลงมาเป็น 201 mgL^{-1} ในวันที่ 4 ส่วนลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกไม่มัดปากถุง ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C จนครบ 10 วัน มีความเข้มข้นของ

เอทานอลไม่แตกต่างจากการบรรจุในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของลองกองที่บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษ ในวันที่ 2 แต่หลังจากนั้นลดต่ำลง ส่วนของลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุง ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ครบ 10 วัน พบความเข้มข้นของเอทานอลเท่ากับการบรรจุในตะกร้ากรุกระดาษ แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และมากกว่าลองกองที่บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษถึง 7 เท่า ในวันที่ 2 หลังจากนั้นความเข้มข้นของเอทานอลจึงลดต่ำลง อย่างไรก็ดีตามไม่พบความแตกต่างทางสถิติในวันสุดท้ายระหว่างการบรรจุลองกองทั้ง 3 แบบ (ภาพที่ 11E)



ภาพที่ 11 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (A) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (B) อัตราส่วนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (C) คะแนนกลิ่นผิดปกติของลองกอง (D) และความเข้มข้นของเอทานอล (E) ของลองกองอายุ 13 สัปดาห์หลังดอกบานที่บรรจุในตะกร้าที่กรุกระดาษ 2 ชั้น หรือในถุงพลาสติกแบบไม่มัดและมัดปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วันก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องต่อเป็นเวลา 4 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

การทดลองที่ 2.4 การเปรียบเทียบการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุต่อการหลุดร่วงของ ลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

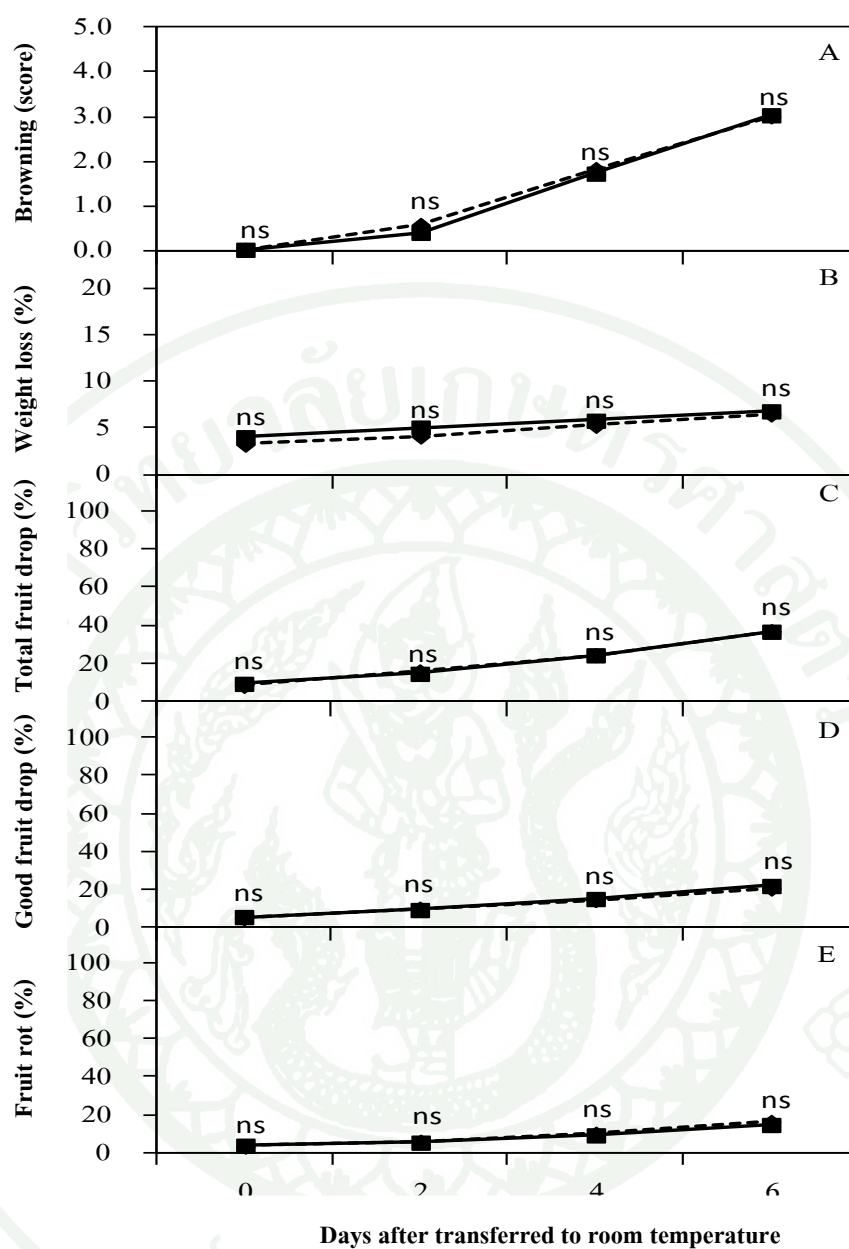
เมื่อนำลองกองไปรมด้วย 1-MCP $1000 \mu\text{g L}^{-1}$ ก่อนการบรรจุลงตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ 2 ชั้น ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นระยะเวลา 10 วัน มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นน้อยมาก แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน พบว่าเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วสูงสุดถึง 3 คะแนน ในวันที่ 6 ส่วนลองกองที่บรรจุลงตะกร้าที่กรุกระดาษแล้วจึงรม 1-MCP ภายในตะกร้าการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างจากการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 12A)

ลองกองที่ผ่านการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุ เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน สูญเสียน้ำหนักประมาณ 3% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.5% ต่อวัน และเท่ากับ 5% และ 6% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ภายในตะกร้า (ภาพที่ 12B)

ลองกองที่ผ่านการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุเมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด 8% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องผลหลุดร่วงทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในวันที่ 2 และหลุดร่วงต่อเนื่องเป็น 25% และ 37% ของวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากการรม 1-MCP ภายในตะกร้าหลังการบรรจุ (ภาพที่ 12C)

ลองกองที่ผ่านการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุเมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน ลองกองมีผลร่วงที่มีสภาพดี 5% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องปริมาณผลร่วงเพิ่มขึ้นในอัตราประมาณ 2.5% ต่อวัน และสูงสุด 20% ในวันที่ 6 ไม่แตกต่างจากการรม 1-MCP หลังการบรรจุภายในตะกร้า (ภาพที่ 12D)

ลองกองที่การรม 1-MCP ก่อนการบรรจุเมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน ลองกองมีผลร่วงที่เน่าเสีย 4% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องปริมาณร่วงที่ผลเน่าเพิ่มขึ้นเท่าตัวทุกๆ 2 วัน ประมาณ 10% และ 16% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ทั้งนี้ผลที่ได้ไม่แตกต่างจากการการรม 1-MCP หลังการบรรจุภายในตะกร้า (ภาพที่ 12E)



---◆--- fumigated 1-MCP before packing —■— fumigated 1-MCP after packing

ภาพที่ 12 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลที่มีสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ ก่อน และหลังการบรรจุลงตระกร้าที่กรุด้วยกระดาษ 2 ชั้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)

การทดลองที่ 2.5 เปรียบเทียบปริมาณการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุต่อการหลุดร่วงของ ลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

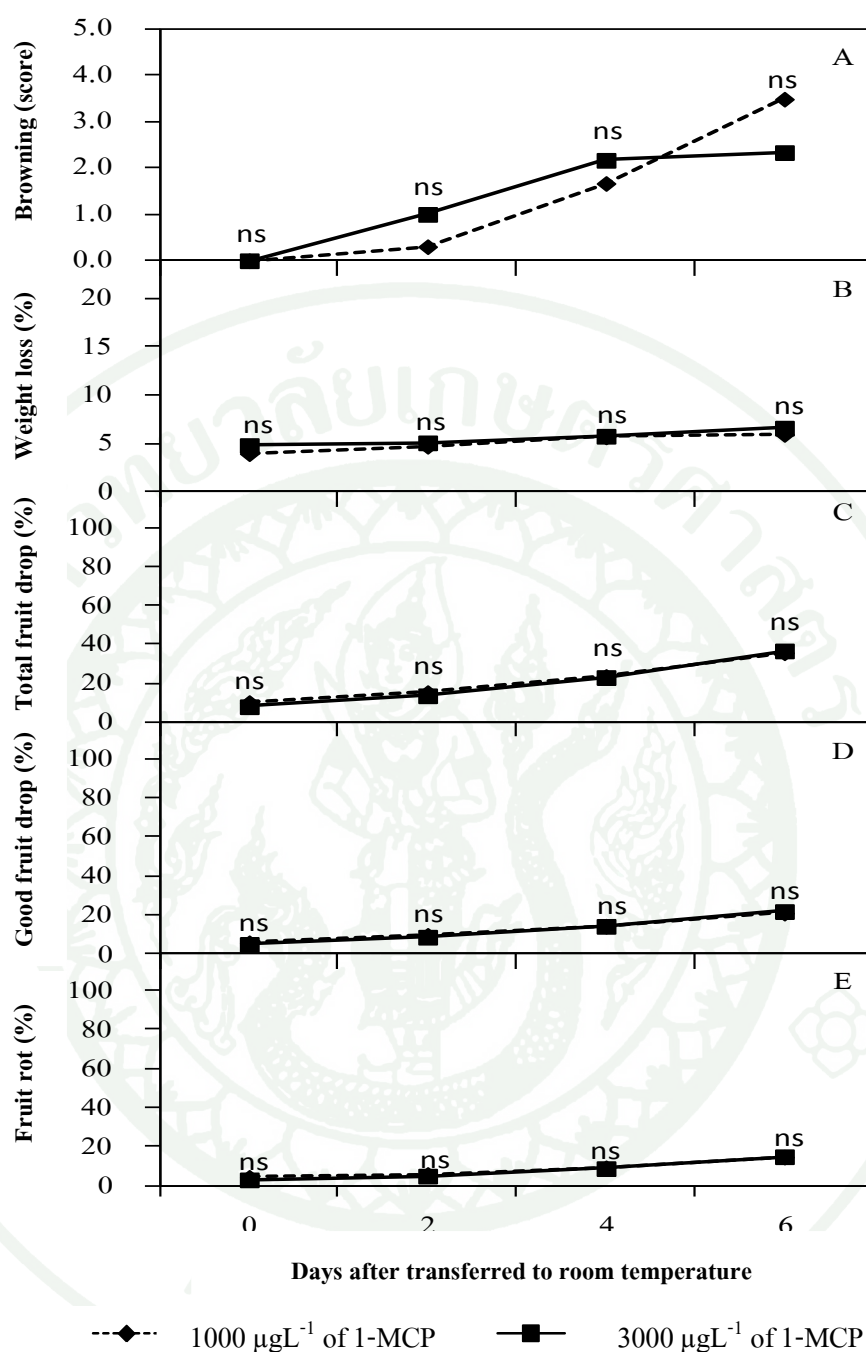
ลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ ภายหลังการบรรจุและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ไม่พบการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือก และเมื่อย้ายไปที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน พบการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (0.3 คะแนน) หลังจากนั้นการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 1.7 และ 3.4 คะแนนในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ สำหรับการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุที่ความเข้มข้น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ เมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 2 วัน สีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 คะแนน และเพิ่มสูงขึ้นสูงสุดเป็น 2.2 คะแนน ในวันที่ 6 แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างการรมทั้ง 2 ความเข้มข้น (ภาพที่ 13A)

ลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีการสูญเสียน้ำหนักประมาณ 4% และเมื่อนำไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเฉลี่ย 0.5% ต่อวัน และสูญเสียน้ำหนักสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ 6% ไม่แตกต่างจากลองกองที่รม 1-MCP ความเข้มข้น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ (ภาพที่ 13B)

การรมลองกองด้วย 1-MCP ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ และเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีผลร่วงทั้งหมด 10% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 15% และ 23% ในวันที่ 2 และ 4 ของการเก็บรักษา และสูงสุดเป็น 35% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาไม่แตกต่างจากการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ (ภาพที่ 13C)

การรม 1-MCP ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ เก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีปริมาณผลร่วงสภาพดี 6% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 6 วัน พบว่าผลร่วงสภาพดีเพิ่มขึ้น 5% ทุกๆ 2 วัน ไม่แตกต่างจากการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ (ภาพที่ 13D)

ลองกองที่ผ่านการรม 1-MCP เข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ เก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีผลร่วงที่เน่าเสีย 4% และปริมาณการเน่าเสียเพิ่มขึ้นอีก 1% 3% และ 5% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนลองกองที่รม 1-MCP ความเข้มข้น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ มีปริมาณผลเน่าเสียและหลุดร่วง ไม่แตกต่างจากการรม 1-MCP ที่ $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ ตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 13E)



ภาพที่ 13 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การร่วงของผลที่มีสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1000 และ 3000 $\mu\text{g/L}$ ภายหลังการบรรจุในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)

ตอนที่ 3 การส่งลงกองไปฮ่องกงโดยทางเรือ

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างการขนส่งและเก็บรักษาลองกอง

การตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่าอุณหภูมิเริ่มต้นในตู้คอนเทนเนอร์เมื่อปิดตู้หลังนำลงกองที่บรรจุเสร็จชุดแรก (ประมาณครึ่งหนึ่งของปริมาตรตู้) เข้าบรรจุเท่ากับ 34.8°C และใช้เวลาประมาณ 3 ชม. อุณหภูมิลดลงมาที่ 20°C ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นจาก 80% เป็นมากกว่า 95% หลังจากนั้นในวันที่ 2 อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 3°C ช่วงระยะเวลานานประมาณ 1 ชม. แล้วลดลง เนื่องจากการเปิดตู้เพื่อบรรจุตะกร้าลงกองที่ผ่านกรรมวิธีต่างๆ ส่วนที่เหลือ และหลังจากนั้นอุณหภูมิลดลงจนคงที่เฉลี่ย $18.2 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ตามที่ตั้งอุณหภูมิไว้ ความชื้นสัมพัทธ์ 99.9% ต่อมาในวันที่ 8 คอนเทนเนอร์ถูกเปิดเพื่อตรวจสอบโดยด่านศุลกากรฮ่องกงอีกครั้ง ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย (0.4°C) แต่ความชื้นสัมพัทธ์ไม่เปลี่ยนแปลง (ภาพที่ 14A)

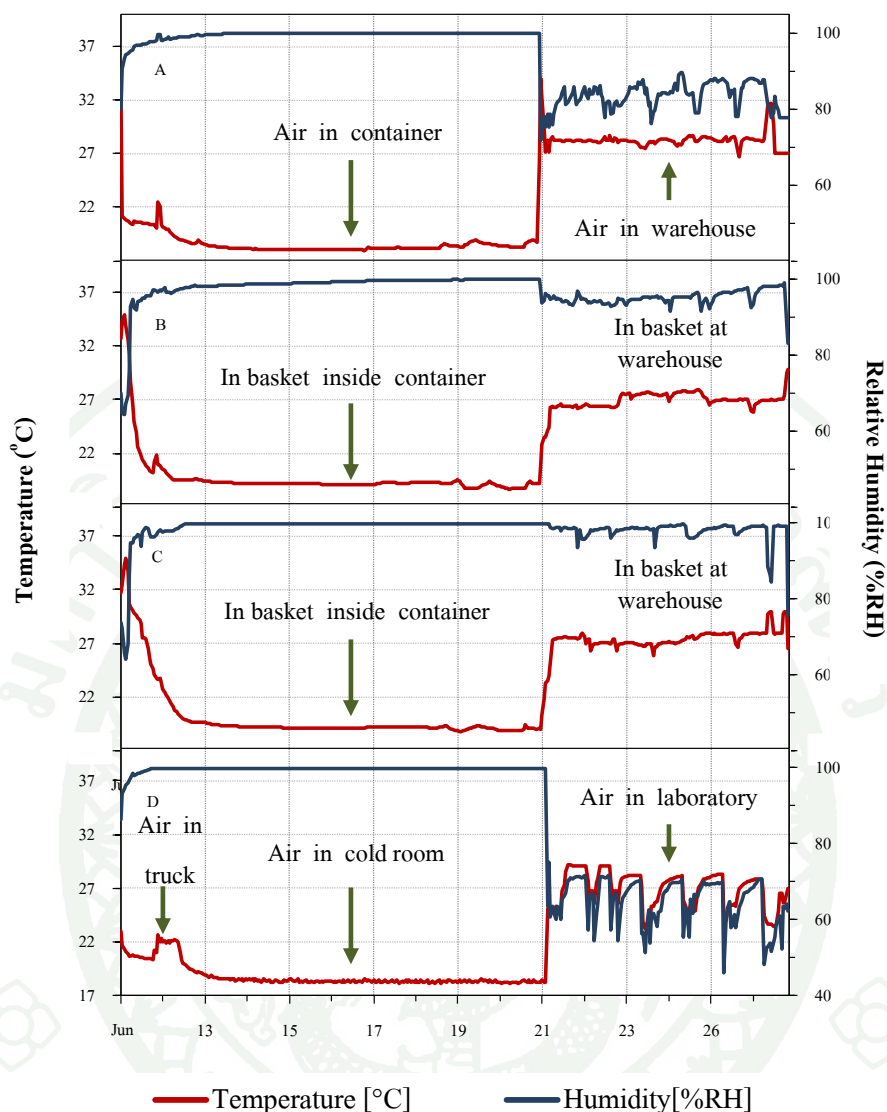
อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตะกร้าลงกองกรุกระดาดชุดแรกที่นำเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ มีอุณหภูมิเริ่มต้นเป็น 34.2°C และลดลงเป็น 20°C ในวันที่ 2 หลังจากนั้นอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1.6°C ในช่วงเวลาสั้นๆ เนื่องจากการเปิดตู้เพื่อบรรจุตะกร้าลงกองชุดสุดท้าย และหลังจากนั้นอุณหภูมิลดลงจนคงที่เฉลี่ย $19.2 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 99.9% และอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงจนครบ 10 วัน แม้ว่าตู้คอนเทนเนอร์ถูกเปิดอีกครั้ง ณ ด่านศุลกากรฮ่องกง (ภาพที่ 14B)

ส่วนอุณหภูมิภายในตะกร้ากรุกระดาดที่บรรจุลงกองในชุดสุดท้ายที่นำเข้าสู่ตู้คอนเทนเนอร์ มีอุณหภูมิเริ่มต้นเป็น 34.9°C และลดลงช้ากว่า 2 ชุดแรก อย่างต่อเนื่องจนเริ่มคงที่เฉลี่ย $19.2 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 99.9% และสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในตู้คอนเทนเนอร์ประมาณ 1°C แต่ความชื้นสัมพัทธ์ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 14C)

สำหรับอุณหภูมิภายในโกดังเก็บสินค้าตรวจวัดได้ เฉลี่ยเท่ากับ $28.3 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $83.2 \pm 5\%$ ส่วนภายในตะกร้ากรุกระดาดที่บรรจุลงกองทั้งชุดแรกและชุดสุดท้ายที่นำเข้าสู่ มีอุณหภูมิ $27.2 \pm 3.8^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ 95.2 ± 3.8 ใกล้เคียงกันตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 14A)

สำหรับอุณหภูมิภายในตะกร้าลงกองที่เก็บรักษาในประเทศไทย พบว่าเมื่อบรรจุเสร็จ อุณหภูมิภายในตะกร้าลงกองที่นำเข้าห้องเย็นของศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรีชั่วคราว มีอุณหภูมิ

เริ่มต้นเป็น 34.9°C แล้วลดลงเหลือ $20.5 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ $97.3 \pm 2\%$ ต่อมาในวันที่ 2 เมื่อขนย้ายลงกองจากจังหวัดจันทบุรี ไปเก็บรักษา ณ คณะเกษตร กำแพงแสน ในขณะที่เดินทางอุณหภูมิภายในรถห้องเย็นเพิ่มขึ้นเป็น $22.0 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 99% และเมื่อถึงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทำการย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องเย็น ในการลดอุณหภูมิเหลือ $18.4 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 99% ต้องใช้เวลาประมาณ 1 วัน เมื่อครบกำหนดเก็บรักษา 10 วัน นำไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการ ตรวจวัดอุณหภูมิที่ผันแปรในตอนกลางวันสูงสุดได้ 29.3°C และตอนกลางคืนต่ำสุดวัดได้ 23.6°C อุณหภูมิเฉลี่ย $27.2 \pm 3.6^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย $66.4 \pm 4.7\%$ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้คอนเทนเนอร์ และ โกดังสินค้า (A) ภายในตะกร้าลองกองที่บรรจุเสร็จชุดแรก (B) ภายในตะกร้าลองกองที่บรรจุเสร็จชุดสุดท้าย (C) ขนส่งไปฮ่องกงเป็นเวลา 6 วัน และจอดรอที่ลานจอดคอนเทนเนอร์ต่ออีกจนครบ 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อใน โกดังสินค้าอีก 6 วัน และภายในรถบรรทุกและในห้องเย็นก่อนย้ายไปยังห้องปฏิบัติการในประเทศไทย (D) (เริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่เริ่มบรรจุลองกองใส่ตู้คอนเทนเนอร์วันที่ 11 มิถุนายน 2556 เวลา 11.00น. จนถึงสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 27 มิถุนายน 2556 เวลา 17.00น.)

ความเข้มข้นแก๊สเอทิลีนภายในตู้คอนเทนเนอร์

ภายหลังการขนส่งลงกองไปถึงท่าเรือฮ่องกงใช้ระยะเวลา 6 วัน และเก็บรักษาในลานจอดตู้คอนเทนเนอร์อีก 3 วัน ตรวจวัดความเข้มข้นแก๊สเอทิลีน ภายในตู้ได้เท่ากับ 0.06 mgL^{-1} และตรวจวัดครั้งสุดท้ายก่อนเปิดตู้ในวันที่ 10 พบความเข้มข้นแก๊สเอทิลีนเท่ากับ 0.05 mgL^{-1}

การทดลองที่ 3.1 การเปรียบเทียบคุณภาพลองกองจากต่างสวน

การเปรียบเทียบคุณภาพลองกองจาก 4 สวน พบว่าภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาลองกองในตู้คอนเทนเนอร์ที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน พบว่าลองกองจากต่างสวนมีคุณภาพแตกต่างกันดังนี้

การเกิดสีน้ำตาลของลองกองจากทั้ง 4 สวน ในวันที่ 10 ไม่แตกต่างกันมีคะแนนประมาณ 0.25 คะแนน แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้า การเกิดสีน้ำตาลของลองกองจากสวน หมู่ 4 ต.เขาวิ้ว อ.ท่าใหม่ จ. จันทบุรี (สวน A) เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในวันที่ 4 และ 6 เป็น 0.9 และ 1.3 คะแนน ตามลำดับ ลองกองจากสวนของเกษตรกรใน ต.ซากไทย อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี (สวน C) และลองกองจากสวนเกษตรกร หมู่ 9 ต.เขาวิ้ว อ. ท่าใหม่ จ.จันทบุรี (สวน D) ภายหลังการย้ายเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิต่ำ ในวันที่ 2 พบการเกิดสีน้ำตาลใกล้เคียงกับสวน A ลองกองจากสวนใน ต.จมน อ.มะขาม จ.จันทบุรี (สวน B) เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิต่ำ 2 วัน มีสีน้ำตาลเกิดขึ้น ไม่แตกต่างจากสวน A แต่ภายหลังวันที่ 4 พบว่าสีน้ำตาลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมากกว่าสวนอื่นๆ ตลอดจนถึงสิ้นสุดการทดลอง

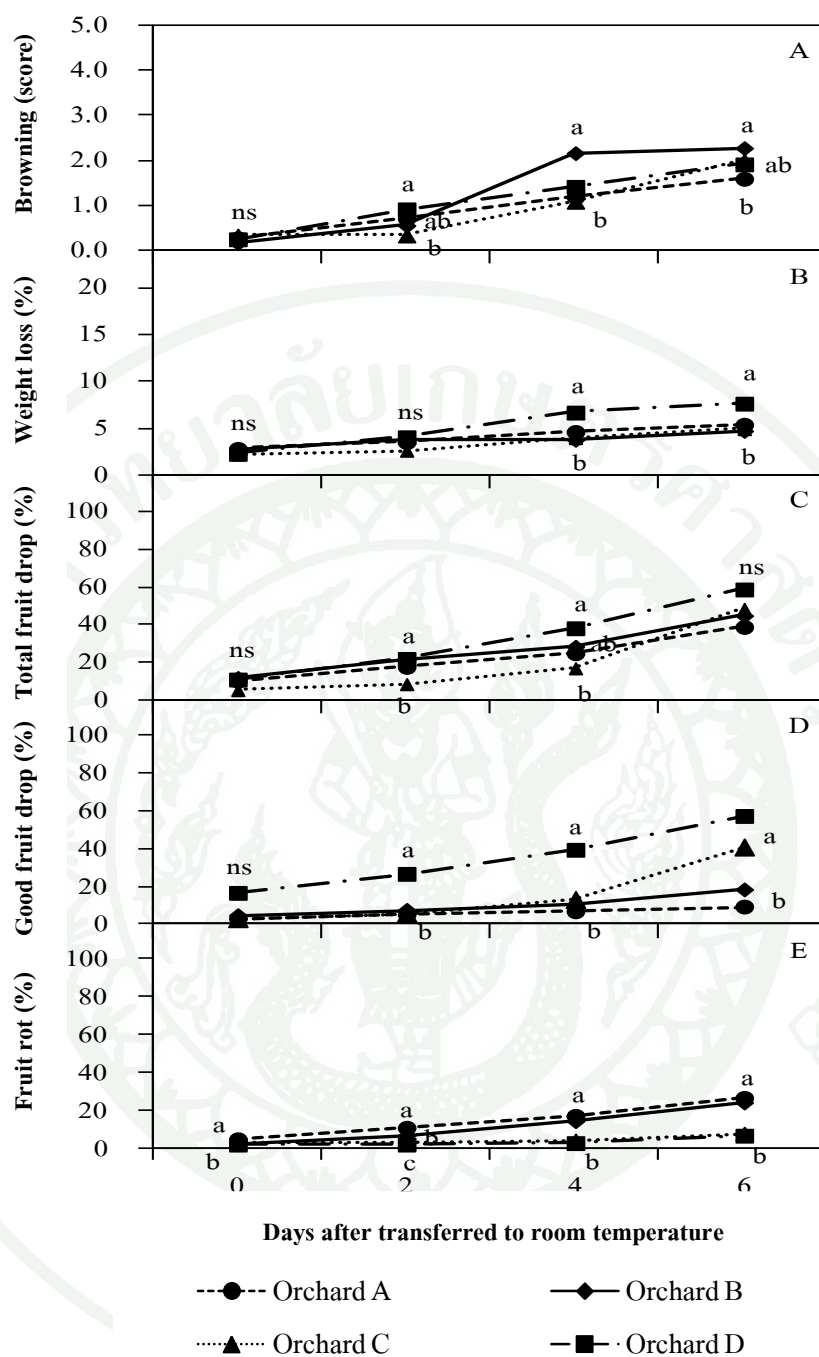
การสูญเสียน้ำหนัก ภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาลองกองจากสวนเกษตรกรทั้ง 4 สวน เป็นเวลา 10 วัน ใกล้เคียงกันประมาณ 2.5% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ในวันที่ 2 ลองกองจากทั้ง 4 สวนยังคงมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างกัน (ประมาณ 3.5%) แต่หลังจากนั้น ลองกองจากสวน A B และ C มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นประมาณ 1% ทุกๆ 2 วัน สำหรับลองกองจากสวน D เมื่อย้ายเก็บรักษาต่อในวันที่ 4 เป็นต้นไปมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าสวนอื่นๆ ถึง 2 เท่าตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 15B)

ลองกองจากสวนของเกษตรกรทั้ง 4 สวนเมื่อขนส่งและเก็บรักษา จนครบ 10 วัน มีปริมาณผลร่วงทั้งหมด 7% ไม่แตกต่างกัน เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิต่ำอีก 6 วัน ลองกองจากสวน

A หลุดร่วงเพิ่มเป็น 18% 25% และ 39% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ ลองกองจากสวน B มีปริมาณผลร่วงทั้งหมดไม่แตกต่างทางสถิติจากสวน A ตลอดการเก็บรักษา ส่วนลองกองจากสวน C ภายหลังการย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณผลร่วงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และน้อยกว่าสวนอื่นๆ ในวันที่ 4 มีการหลุดร่วงเป็น 16.9% ในวันที่ 6 พบว่าการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 48% ส่วนลองกองจากสวน D ภายหลังการย้ายเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 38% ในวันที่ 4 และสูงสุดในวันที่ 6 เป็น 59% แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของการหลุดร่วงของลองกองจากทุกสวนในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (ภาพที่ 15C)

เมื่อขนส่งและเก็บรักษาครบ 10 วัน ลองกองจากสวน A B และ C มีปริมาณผลร่วงสภาพดีไม่แตกต่างกันทางสถิติประมาณ 3% แต่ลองกองจากสวน D ที่มีผลร่วงสภาพดีมากถึง 16% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ลองกองจากสวน A มีผลร่วงสภาพดีเพิ่มขึ้นเป็น 5% 7% และ 9% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ ลองกองจากสวน B เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีปริมาณผลร่วงสภาพดีไม่แตกต่างจากสวน A ตลอดการเก็บรักษา ลองกองจากสวน C เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 4 วัน ปริมาณผลร่วงสภาพดีไม่แตกต่างทางสถิติจากสวน A แต่ภายหลังวันที่ 4 พบว่าผลร่วงสภาพดีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วสูงสุดเท่ากับ 40% ในวันที่ 6 และสำหรับลองกองจากสวน D เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณผลร่วงสภาพดีเพิ่มขึ้นมากกว่าสวน A 6 เท่าตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 15D)

ผลร่วงเน่าเสียของลองกองจากสวน A และ B ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C จนครบ 10 วัน เท่ากับ 5% และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 6 วัน พบปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียเพิ่มขึ้นเป็น 11% 17% และ 27% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนลองกองจากสวน C และ D หลังจากการขนส่งและเก็บรักษาครบ 10 วันพบการเน่าเสียไม่แตกต่างทางสถิติจากสวน A และ B แต่เมื่อย้ายไปที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณการเน่าเสียเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆเป็นประมาณ 3% และ 7% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับแต่ต่ำกว่าลองกองจากสวน A และ B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 15E)



ภาพที่ 15 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองจาก 4 สวน ที่ผ่านการขนส่งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องต่อเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษร เหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

การทดลองที่ 3.2 การทดสอบการรม 1-MCP ต่อคุณภาพของลองกองภายหลังการเก็บเกี่ยว

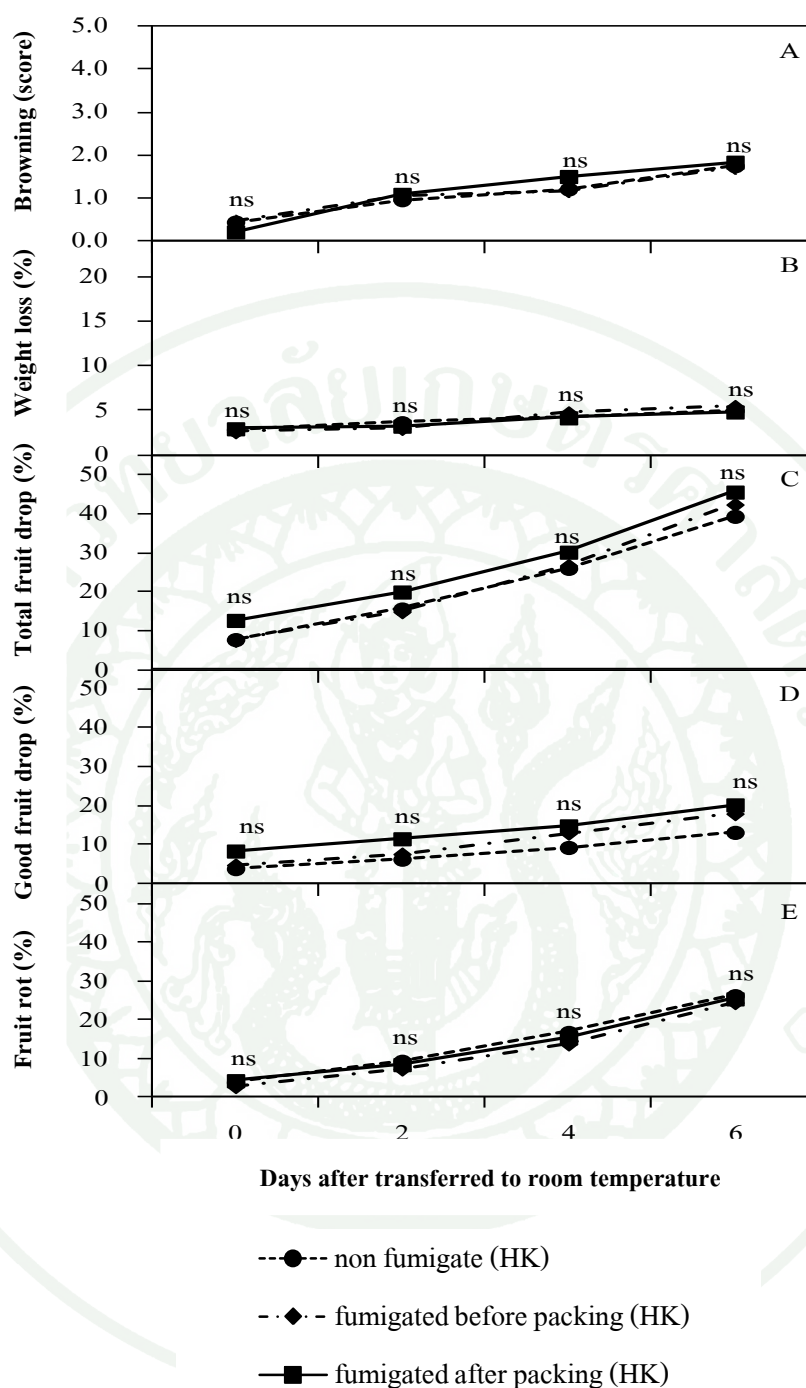
ลองกองที่ขนส่งไปฮ่องกง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ครบ 10 วัน ชดควบคุมที่ไม่ได้ผ่านการรม 1-MCP เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย 0.3 คะแนน แต่หลังจากย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้าที่อุณหภูมิห้อง การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็น 1.0 คะแนนในวันที่ 2 และจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นและสูงสุดเป็น 1.6 คะแนน ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่ลองกองที่รม 1-MCP ทั้งก่อนและหลังการบรรจุ เกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างทางสถิติจากชดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 16A)

ลองกองชดควบคุมภายหลังการขนส่งไปฮ่องกงและเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีการสูญเสียน้ำหนัก 2.9% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาในโกดังเก็บสินค้าต่อ การสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้น 0.7% ทุกๆ 2 วัน ส่วนลองกองที่ผ่านการรม 1-MCP ทั้งก่อนและหลังการบรรจุมีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากชดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 16B)

ลองกองชดควบคุมที่ขนส่งไปฮ่องกงและเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน มีการหลุดร่วงทั้งหมด 7.9% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้า พบการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นเป็น 26.1% และ 39.5% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ สำหรับลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุมีปริมาณผลร่วงทั้งหมดไม่แตกต่างจากชดควบคุมตลอดการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่าการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุมีผลหลุดร่วงมากกว่า (ภาพที่ 16C)

ลองกองชดควบคุมที่ขนส่งไปฮ่องกง เก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีผลหลุดร่วงสภาพดี 3.8% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง พบผลร่วงเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 และ 6 เป็น 9.2% และ 13.1% ตามลำดับ ส่วนลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ทั้ง 2 แบบ มีผลร่วงไม่แตกต่างจากชดควบคุมตลอดการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่าการรม 1-MCP ภายหลังการบรรจุมีปริมาณการหลุดร่วงสูงกว่า (ภาพที่ 16D)

ลองกองชดควบคุมที่ขนส่งและเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีผลหลุดร่วงที่เน่าเสีย 4.0% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้า การหลุดร่วงของผลเน่าเสียเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่าในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นสูงสุดเป็น 23.8% ในวันที่ 6 ขณะที่ลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ทั้ง 2 แบบ มีผลหลุดร่วงที่เน่าเสียไม่แตกต่างจากทางสถิติกับลองกองชดควบคุม (ภาพที่ 16E)



ภาพที่ 16 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่ไม่รม และรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุลงตระกร้าที่กรด้วยกระดาษ 2 ชั้น แล้วบรรจุใส่ตู้คอนเทนเนอร์ขนส่งไปยังประเทศฮ่องกง ตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้าอีกเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-Test)

สำหรับลองกองที่เก็บรักษาในประเทศไทยได้ผลการทดลองใกล้เคียงกับลองกองที่ขนส่งไปฮ่องกงโดยมีรายละเอียดดังนี้

ลองกองชุดควบคุมภายหลังจากเก็บรักษาที่ครบ 10 วัน มีการเกิดสีน้ำตาลเพียงเล็กน้อย 0.3 คะแนน หลังจากย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 2 หลังจากนั้นสีน้ำตาลจึงเพิ่มขึ้นอย่างมากเป็น 2.3 และ 2.4 คะแนน ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุ เกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา แต่มีแนวโน้มว่าผลลองกองที่รม 1-MCP ก่อนการบรรจุมีสีน้ำตาลต่ำกว่าเล็กน้อย (ภาพที่ 17A)

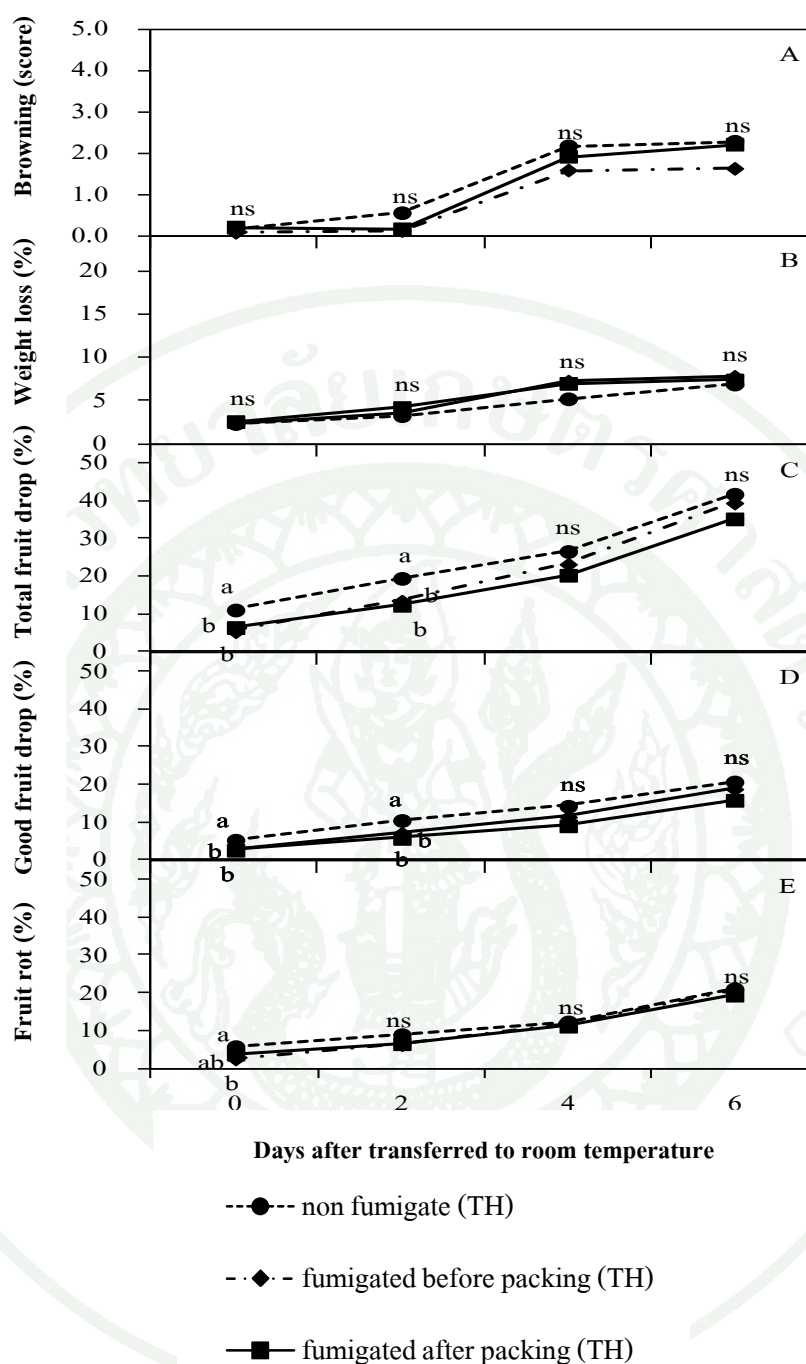
ชุดควบคุมเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีน้ำหนักสูญเสียเท่ากับ 2.4% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องต่ออีก 6 วัน การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 3.4% 5.2% และ 6.9% ในวันที่ 2 4 และ 6 สำหรับลองกองทั้งที่ได้รับการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุ มีการสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 17B)

ลองกองชุดควบคุมมีปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด 11.1% เมื่อเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน หลังจากย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การหลุดร่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นในอัตราค่อนข้างคงที่ในวันที่ 4 เป็น 26.7% แต่พบว่าในวันที่ 6 การหลุดร่วงเพิ่มขึ้นอย่างมากเป็น 41.9% ลองกองที่ได้ผ่านการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุหลังจากเก็บรักษาที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีผลหลุดร่วงน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การหลุดร่วงเพิ่มขึ้นแต่น้อยกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 2 หลังจากนั้นปริมาณผลหลุดร่วงเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับชุดควบคุมในวันที่ 4 และ 6 สำหรับลองกองที่รม 1-MCP หลังการบรรจุ มีปริมาณผลร่วงไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม และการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 17C)

ชุดควบคุมมีผลร่วงที่มีสภาพดี 5% เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน หลังจากนั้นย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นเป็น 14.3% และ 20.7% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ลองกองที่ได้ผ่านการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุ เมื่อเก็บรักษาลองกองที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีผลร่วงสภาพดีเป็นครึ่งหนึ่งของชุดควบคุม และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง มีผลร่วงดีน้อยกว่าชุดควบคุม 4% ในวันที่ 2 แต่ภายหลังจากวันที่ 2 มีปริมาณผลร่วงสภาพดีเพิ่มขึ้นและไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุมในวันที่ 4 และ 6 และสำหรับลองกองที่รม 1-MCP หลังการ

บรรจุ มีผลร่วงสภาพดีไม่แตกต่างจากชุดที่รม 1-MCP ก่อนการบรรจุตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 17D)

เมื่อเก็บรักษาลองกองที่ 18°C ครบ 10 วัน ลองกองชุดควบคุมมีปริมาณผลร่วงที่เน่าเสีย 5.8% หลังจากย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ผลร่วงเน่าเสียเพิ่มขึ้นเป็น 12.3% ในวันที่ 4 และสูงสุดในวันที่ 6 เท่ากับ 21.1% ขณะที่ลองกองที่ได้รับการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุ หลังจากเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน พบผลที่เน่าเสียน้อยกว่าชุดควบคุมครึ่งหนึ่ง แต่ภายหลังจากการย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณผลร่วงที่เน่าเสียเพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างจากชุดควบคุม สำหรับลองกองที่รม 1-MCP หลังการบรรจุ มีการเน่าเสียไม่แตกต่างจากชุดควบคุม และชุดการรม 1-MCP ก่อนการบรรจุตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 17E)



ภาพที่ 17 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่ไม่ได้รม และรม 1-MCP ทั้งก่อนและหลังการบรรจุลงตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษแล้วนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี DMRT)

การทดลองที่ 3.3 การทดลองลดการเกิดสีน้ำตาลโดยใช้และไม่ใช้ผ้าเปียกคลุมผิวหน้าลองกองก่อนปิดตะกร้า

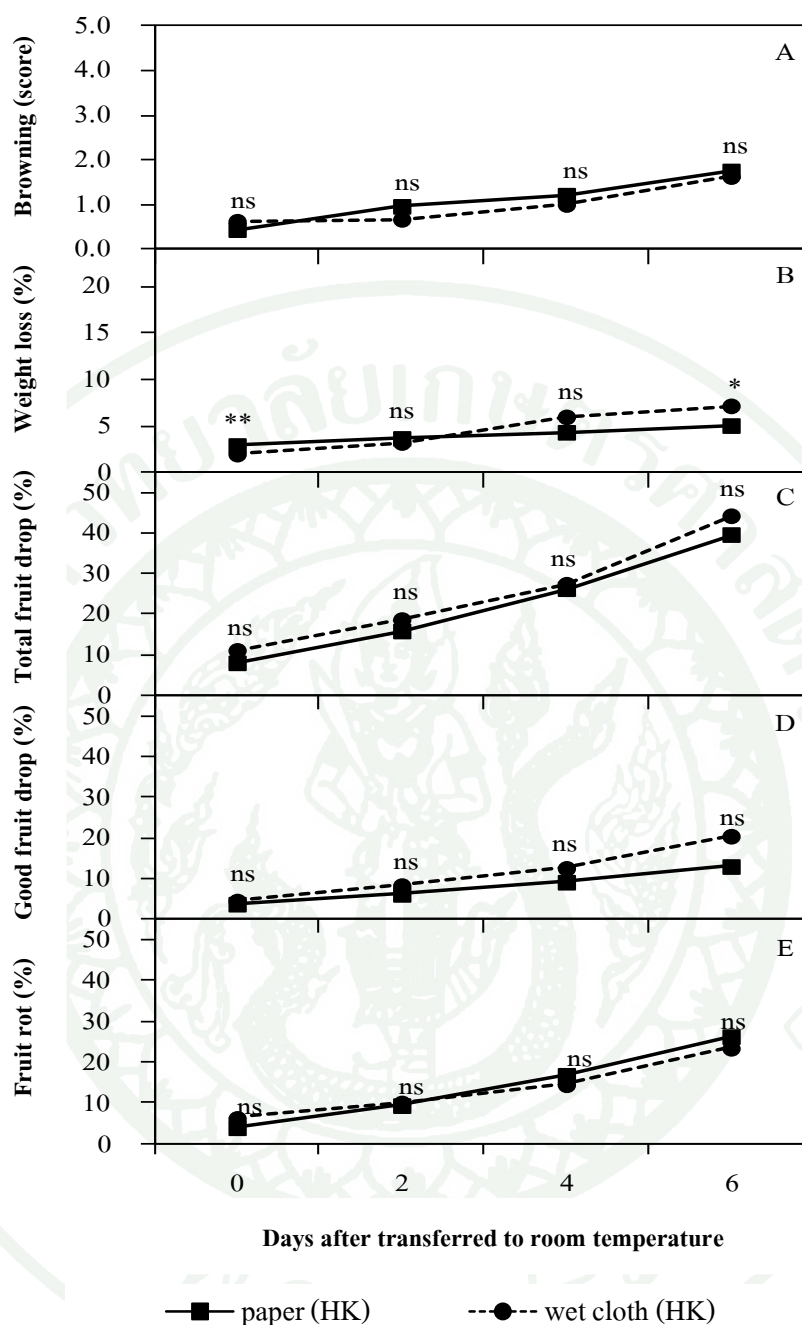
เมื่อประเมินลองกองชุดควบคุมที่ไม่คลุมผ้าเปียกก่อนปิดตะกร้าที่ขนส่งไปห้องด้วยสายตาพบว่า เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย 0.4 คะแนน เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้าที่อุณหภูมิห้อง การเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น 0.5 คะแนน ในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 1.2 และ 7.8 คะแนน ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ขณะที่ลองกองที่ใช้ผ้าเปียกคลุมก่อนปิดตะกร้าเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างจากการไม่ใช้ผ้าเปียกคลุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 18A และ 20A)

ลองกองชุดควบคุมที่เก็บรักษาเป็นเวลา 10 วันที่ 18°C สูญเสียน้ำหนัก 2.9% หลังจากย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องอีก 6 วัน การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 3.7% และ 4.3% ตามลำดับ และพบการสูญเสียน้ำหนักสูงสุดในวันที่ 6 เป็น 5.1% ส่วนลองกองที่คลุมด้วยผ้าเปียกที่ผิวหน้าก่อนปิดตะกร้า มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักภายหลังจากการขนส่ง และเก็บรักษาน้อยกว่าชุดควบคุมแต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ภาพที่ 18B)

ลองกองชุดควบคุมเมื่อขนส่ง และเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์ครบ 10 วันที่อุณหภูมิ 18°C มีผลหลุดร่วงทั้งหมดเป็น 7.9% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 26.1% และ 39.5% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนลองกองที่ปิดทับด้วยผ้าเปียก มีการหลุดร่วงไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 18C)

ลองกองชุดควบคุมภายหลังจากการเก็บรักษาลองกองในตู้คอนเทนเนอร์ครบ 10 วันที่ 18°C มีผลร่วงสภาพดี 3.8% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ผลร่วงที่มีสภาพดีเพิ่มขึ้นในวันที่ 4 เป็น 9.2% และสูงสุดเป็น 13.1% ในวันที่ 6 สำหรับลองกองที่คลุมด้วยผ้าเปียก มีปริมาณผลร่วงสภาพดีไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 18D)

ลองกองชุดควบคุมภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาลองกองในตู้คอนเทนเนอร์ครบ 10 วันที่ 18°C มีผลร่วงเน่าเสีย 4.0% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในอุณหภูมิห้อง การเน่าเสียเพิ่มขึ้นเป็น 9.5% ในวันที่ 2 และเพิ่มเป็น 16.9% และ 26.4% ในวันที่ 4 และ 6 ตามลำดับ ส่วนลองกองที่ปิดทับด้วยผ้าเปียก มีปริมาณผลเน่าเสียไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 18E)



ภาพที่ 18 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกกรุด้วยกระดาษแล้วปิดฝาตะกร้าเพียงอย่างเดียว และที่คลุมด้วยผ้าเปียกที่ผิวหน้าลองกองก่อนปิดฝาตะกร้า ก่อนบรรจุใส่ตู้คอนเทนเนอร์ส่งไปยังประเทศฮ่องกง โดยตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน จากนั้นย้ายมาเก็บรักษาต่อในโกดังเก็บสินค้าอีกเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-Test)

สำหรับลองกองที่เก็บรักษาในประเทศไทยได้ผลการทดลองใกล้เคียงกับชุดที่ส่งไปฮ่องกง ยกเว้นการเกิดสีน้ำตาล ดังนี้

ภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาลองกองชุดควบคุมที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน เกิดสีน้ำตาลน้อยมาก (0.2 คะแนน) แต่เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการ สีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเป็น 0.4 คะแนน ในวันที่ 2 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 4 เกิดสีน้ำตาลเท่ากับ 2.2 คะแนน หลังจากนั้นสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยและสูงสุดเป็น 2.3 คะแนน ในวันที่ 6 แต่ในส่วนของลองกองที่คลุมผ้าเปียก ภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน เกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างจากชุดควบคุม และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่าชุดควบคุมเกือบ 3 เท่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยในวันที่ 4 และ 6 มีสีน้ำตาลเท่ากับ 0.8 และ 1.3 คะแนน ตามลำดับ (ภาพที่ 19A และ 20B)

ภายหลังการเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน ลองกองชุดควบคุมสูญเสียน้ำหนัก 2.2% เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง การสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 3.1% 5.2% และ 6.9% ในวันที่ 2 4 และ 6 ตามลำดับ สำหรับลองกองที่คลุมผ้าเปียกสูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 19B)

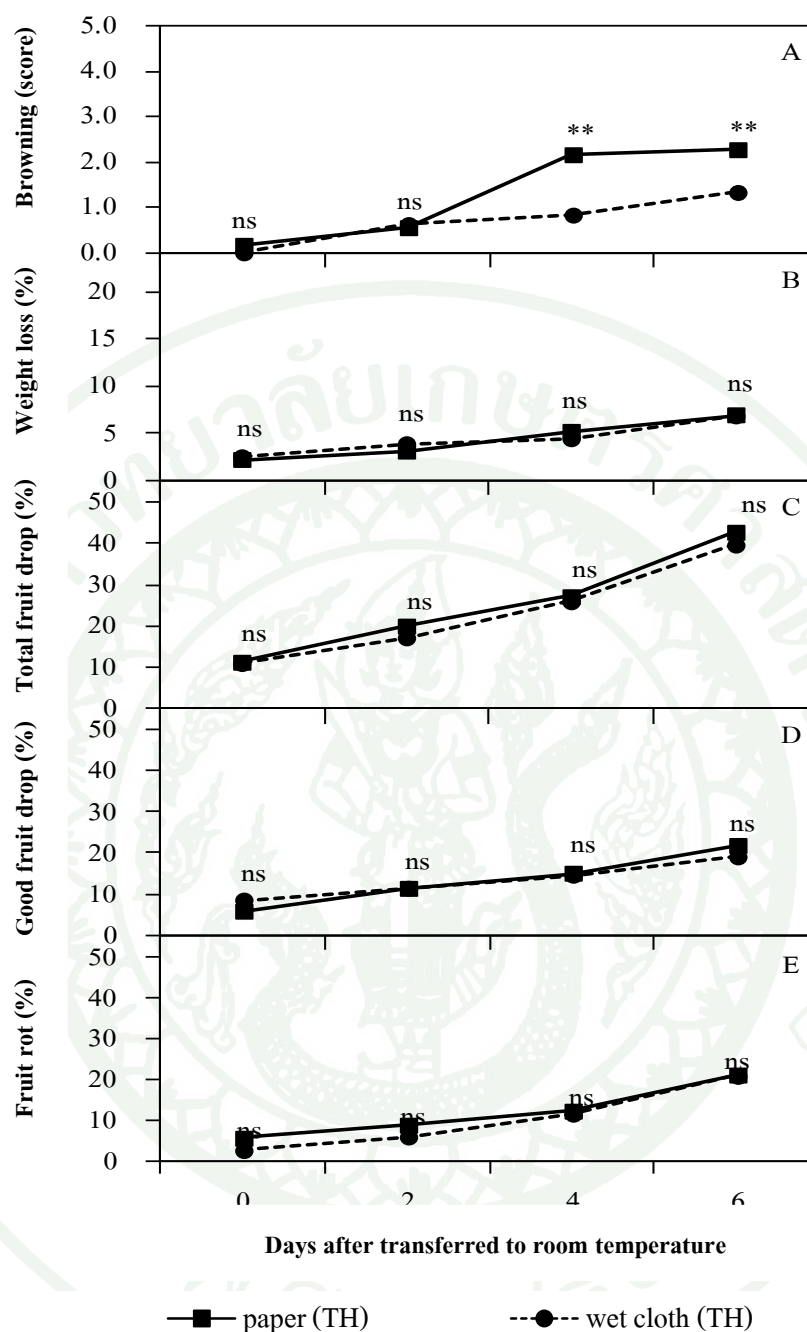
ลองกองชุดควบคุมหลังจากเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วันพบผลหลุดร่วงทั้งหมด 11.4% แต่หลังจากย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณผลร่วงเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวในวันที่ 2 และปริมาณผลร่วงเพิ่มเป็น 27.3% ในวันที่ 4 และสูงสุดเท่ากับ 42.9% ในวันที่ 6 สำหรับลองกองที่คลุมผ้าเปียกมีปริมาณผลร่วงทั้งหมดไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 19C)

ลองกองชุดควบคุมมีผลร่วงที่ยังมีสภาพดี 5.7% เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน และเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ผลร่วงเพิ่มขึ้นเป็น 11.3% และ 15% ในวันที่ 2 และ 4 ตามลำดับ จากนั้นผลร่วงที่ยังมีสภาพดีเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วสูงสุดเป็น 21.7% ในวันที่ 6 และพบว่าลองกองที่คลุมด้วยผ้าเปียกที่มีผลร่วงที่ยังมีสภาพดีไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 19D)

ในชุดควบคุมมีปริมาณผลร่วงที่เน่าเสีย 5.7% เมื่อขนส่งและเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน เมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณผลเน่าเสียเพิ่มขึ้นเป็น 8.9% และ 12.3% ในวันที่ 2 และ 4 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาต่อไปพบว่าผลเน่าเสียมีปริมาณเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่าเป็น 21.6% ใน

วันที่ 6 และสำหรับลองกองที่คลุมผ้าเปียกมีผลเน่าเสียไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (ภาพที่ 19E)





ภาพที่ 19 การเกิดสีน้ำตาล (A) การสูญเสียน้ำหนัก (B) การหลุดร่วงของผลทั้งหมด (C) การหลุดร่วงของผลสภาพดี (D) และการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย (E) ของลองกองที่บรรจุในตะกร้าพลาสติกกรุกระดาษแล้วปิดฝาตะกร้าเพียงอย่างเดียว และที่คลุมด้วยผ้าเปียกที่ผิวหน้าลองกองก่อนปิดฝาตะกร้าแล้วนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นตั้งอุณหภูมิที่ 18°C เป็นเวลา 10 วัน ก่อนย้ายไปเก็บรักษาต่อในห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน (ค่าเฉลี่ยในวันเดียวกันที่กำกับด้วย ** มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ส่วนที่กำกับด้วย ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามวิธี T-test)

ผลจากแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภคและผู้นำเข้าชาวฮ่องกง

จากการสอบถามความพึงพอใจในการนำเข้าลองกองของผู้นำเข้าชาวฮ่องกง หลังจากเปิดตะกร้าขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน พบว่า สภาพของลองกองภายในตะกร้าอยู่ในระดับพอใช้ มีการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวลองกองประมาณ 10% ผลหลุดร่วงประมาณ 30% มีผลเน่าเสียประมาณ 10% ลองกองมีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน มีกลิ่นหอมชัดเจน ไม่พบกลิ่นผิดปกติ และภาพรวมมีความพึงพอใจที่จะนำเข้ามาจำหน่ายเพียง 60%

ผลการสอบถามผู้บริโภคชาวฮ่องกงที่ชิมลองกองภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาที่ 18°C ครบ 10 วัน (ตารางที่ 1) แล้วย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้อง 4 วัน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ 48.8% ให้ความเห็นว่าลองกองมีเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอยู่ที่ระดับ 2 หรือผิวมีสีน้ำตาล 10% ของพื้นที่ผิว รองลงมาคือเปลือกมีสีน้ำตาลระดับ 1 3 และ 4 ตามลำดับ ส่วนที่มีความเห็นว่าเปลือกสีน้ำตาลระดับ 5 มีน้อยที่สุดคือ 7% (ตารางที่ 1)

ผู้บริโภคชาวฮ่องกงส่วนใหญ่ 48.9% ที่ทดลองชิมลองกอง ให้ความเห็นว่าลองกองมีกลิ่นหอมปานกลาง รองลงมาคือ 37.8% มีกลิ่นหอมเล็กน้อย ส่วนที่เห็นว่าลองกองมีกลิ่นหอมมาก และไม่มีกลิ่นหอมเท่ากับ 8.9% และ 4.4% ตามลำดับ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (77.8%) ให้ความเห็นว่าลองกองไม่มีกลิ่นผิดปกติ มีเพียง 22% ที่ประเมินว่ามีกลิ่นผิดปกติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ผู้บริโภค 37.8% ให้ความเห็นว่าลองกองมีรสชาติเปรี้ยวอมหวาน รองลงมาคือรสหวานอมเปรี้ยว และรสหวาน (ประมาณ 25% เท่ากัน) ส่วนที่เห็นว่าลองกองมีรสจืดมีเพียง 11.1%

และเมื่อสอบถามถึงความพึงพอใจที่จะซื้อลองกองบริโภคพบว่า 10.9% มีความต้องการซื้อมากที่สุด 43.4% มีต้องการซื้อปานกลางและน้อย มีเท่ากันประมาณ 30% และส่วนที่มีความต้องการซื้อน้อยมากมีเพียง 3.6%

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจของผู้บริโภคชาวฮ่องกงต่อคุณภาพของลองกองภายหลังการขนส่งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน และย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องต่ออีก 4 วัน (เปอร์เซ็นต์ของผู้บริโภคที่ระดับความพึงพอใจต่างๆ)

ลักษณะคุณภาพ	ระดับคะแนนความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
การเกิดสีน้ำตาล ^a	16.2	48.8	14.0	14.0	7.0
กลิ่นหอม ^b	4.4	37.8	48.9	9	-
กลิ่นผิดปกติ ^c	77.8	22.2	0	0	-
รสชาติ ^d	11.1	37.8	26.7	24.4	-
ความต้องการซื้อ ^e	3.6	11.6	30.4	43.5	10.9

หมายเหตุ	a คะแนน	1 = เกิดสีน้ำตาล 0-10%	2 = 11-20%	3 = 21-30%
		4 = 31-40%	5 = มากกว่า 40% ของผิวลองกองทั้งหมด	
	b คะแนน	1 = ไม่มีกลิ่น	2 = มีกลิ่นหอมเล็กน้อย	
		3 = มีกลิ่นหอมปานกลาง	4 = มีกลิ่นหอมชัดเจน	
	c คะแนน	1 = ไม่มีกลิ่นผิดปกติ	2 = มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อยแต่รับได้	
		3 = มีกลิ่นผิดปกติเล็กน้อย	4 = มีกลิ่นผิดปกติชัดเจน	
	d คะแนน	1 = รสจืด	2 = รสเปรี้ยวอมหวาน	
		3 = รสหวานอมเปรี้ยว	4 = รสหวาน	
	e คะแนน	1 = ผู้บริโภคมีความมั่นใจว่าซื้อ 20%	2 = 40%	3 = 60%
		4 = 80%	5 = 100%	

วิจารณ์

ตอนที่ 1 การทดลองเบื้องต้นระดับห้องปฏิบัติการ

แคลเซียมเป็นธาตุที่เกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของผนังเซลล์พืช โดยเป็นตัวเชื่อมในโครงสร้างระหว่างโมเลกุล pectin ในรูปแบบที่เรียกว่า conjunction zone ช่วยยึดให้ผนังเซลล์มีความแข็งแรงมากขึ้น (Talmadge *et al.*, 1973) ในอดีตมีการทดลองใช้ 5% CaCl_2 ฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยวเมื่อลองกองอายุ 10 ถึง 11 สัปดาห์ สามารถลดการหลุดร่วงของลองกองหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Rattanapong *et al.*, 1995) จากการทดลองฉีดพ่นสารละลาย 4% calcium chloride (CaCl_2) ก่อนการเก็บเกี่ยว 2 สัปดาห์ จำนวน 1 ครั้ง (ผลการทดลองที่ 1.1) พบว่าการฉีดพ่น CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวไม่มีผลต่อการหลุดร่วง การเน่าเสีย และการเกิดสีน้ำตาล ระหว่างการเก็บรักษาของลองกอง อย่างไรก็ตาม การฉีดพ่น CaCl_2 สามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักได้ (ภาพที่ 1) การฉีดพ่นสารละลาย 4% CaCl_2 มีการหลุดร่วง และผลเน่าเสียไม่แตกต่างจากการไม่ฉีดพ่น CaCl_2 เพราะในการทดลองนี้ภายหลังการเก็บเกี่ยวมีการจุ่มลองกองลงในสารละลายผสม NAA CaCl_2 และ Carbendazim (สารละลายผสม NCC) ซึ่ง NAA มีประสิทธิภาพในการลดการสร้างเอทิลีน (Yuan and Carbaugh, 2007) calcium chloride เพิ่มความแข็งแรงของผนังเซลล์ (Ferguson, 1984) และ Carbendazim ลดการเข้าทำลายของโรค (สมใจ, 2548) ดังนั้นจึงอาจไม่จำเป็นต้องฉีดพ่น CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยวหากภายหลังการเก็บเกี่ยวได้รับการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC แล้ว

การเลือกใช้วัสดุบรรจุที่เหมาะสมในเชิงการค้า โดยการบรรจุลองกองในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ (ชุดควบคุม) กระดาษเคลือบพลาสติก กระดาษที่รองด้วยพลาสติกอีกชั้น ถุง low-OTR และ high-OTR (การทดลองที่ 1.2) พบว่าการบรรจุลองกองในตะกร้ากรุด้วยกระดาษมีปริมาณผลร่วงทั้งหมด ผลร่วงสภาพดี หรือผลร่วงเน่าเสียน้อยกว่าการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากการบรรจุลองกองในตะกร้ากรุกระดาษยอมให้แก๊สเอทิลีนผ่านออกได้ง่ายกว่าการบรรจุในถุงพลาสติก ความเข้มข้นของแก๊สเอทิลีนสะสมภายในตะกร้าจึงต่ำกว่า เป็นผลให้ลองกองที่บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษมีการหลุดร่วงน้อยกว่าในพลาสติก ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ อภิตา และคณะ (2545) ว่าการบรรจุลองกองในถุงพลาสติกทั้งแบบเจาะรูและไม่เจาะรู มีผลทำให้การหลุดร่วงมากกว่าการบรรจุในกล่องกระดาษถูกฟูกถึง 3 เท่า อย่างไรก็ตามการบรรจุลองกองในตะกร้ากรุกระดาษมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า เพราะกระดาษสามารถยอมให้ความชื้นสามารถผ่านเข้าออกได้สะดวกกว่าพลาสติกเช่นกัน น้ำระเหยออกจากภายในตะกร้าได้ง่าย ความแตกต่างของความชื้น

ระหว่างภายในตะกร้าและผลผลิตจึงแตกต่างกันมากส่งผลให้ความแตกต่างความดันไภายในผลสูงกว่าในตะกร้า ผลผลิตจึงสูญเสียอย่างมาก (จริงแท้, 2546)

แก๊สเอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีผลกระตุ้นปฏิกิริยาการหลุดร่วง (จริงแท้, 2546) ของลองกอง เอทิลีนมีผลชักนำให้เกิดการหลุดร่วง โดยไปกระตุ้นเอนไซม์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการสลายผนังเซลล์ เช่น β -glucanase, polygalacturonase, pectatelyase, pectin methylesterase และ xyloglucan endotransglucosylase เป็นต้น ทำให้ผนังเซลล์โดยเฉพาะบริเวณการหลุดร่วงเสื่อมสภาพ ในการเก็บรักษาลองกองในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ แก๊สเอทิลีนสามารถแพร่ผ่านออกไปได้มากกว่าการบรรจุในวัสดุที่เป็นกระดาษเคลือบพลาสติก หรือถุงพลาสติก เป็นผลทำให้แก๊สเอทิลีนมีความเข้มข้นสะสมภายในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษเคลือบพลาสติกหรือถุงพลาสติกมากกว่าในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ (ภาพที่ 4) เป็นผลให้ลองกองในตะกร้าที่ใช้กระดาษเคลือบพลาสติกหรือถุงพลาสติก มีการหลุดร่วงมากกว่าการบรรจุในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ ซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้ถุงพลาสติกแบบ Nylon/LLDPE (ศรินญา และคณะ, 2553) หรือถุงพลาสติกทั้งแบบเจาะรูและไม่เจาะรู (อภิธา และคณะ, 2545) มีผลทำให้การหลุดร่วงมากกว่าการบรรจุในกล่องกระดาษลูกฟูกถึง 3 เท่า

ลองกองที่บรรจุในตะกร้าที่กรุกระดาษเคลือบพลาสติก และในกระดาษที่รองด้วยพลาสติกอีกชั้น มีปริมาณลองกองเน่าเสียมากกว่าการบรรจุลองกองในตะกร้าที่กรุกระดาษเช่นกัน เนื่องจากลองกองที่บรรจุในตะกร้าที่กรุด้วยวัสดุที่มีพลาสติกประกอบทั้ง 2 แบบ ยอมให้ความชื้นผ่านเข้าออกได้ยากกว่า ทำให้ความชื้นภายในวัสดุบรรจุสูงกว่ากระดาษ ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา แต่พบว่าการบรรจุลองกองในถุงพลาสติก high-OTR มัดปากถุงมีปริมาณผลร่วงและเน่าเสียไม่แตกต่างจากกระดาษนั้น เนื่องจากเชื้อราที่ก่อโรคนั้นจำเป็นต้องมีออกซิเจนในการเจริญเติบโต (Nickerson and Edwards, 1949) แต่สภาพบรรยากาศภายในถุงพลาสติก high-OTR ยอมให้ออกซิเจนเข้าได้ดีกว่า แต่อาจไม่มากพอต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อีกทั้งคาร์บอนไดออกไซด์สะสมมาก เนื่องจากแก๊สทั้งสองถูกจำกัดการผ่านเข้า-ออก เกิดเป็นสภาพที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Nickerson and Edwards, 1949)

การบรรจุในถุงพลาสติกมีผลทำให้กลิ่นของลองกองผิดปกติไป เนื่องจากถุงพลาสติกมีคุณสมบัติจำกัดการผ่านเข้าออกของแก๊สออกซิเจนเช่นเดียวกับเอทิลีน เมื่อลองกองใช้ออกซิเจนในการหายใจจนเหลือน้อย และปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จนสะสมอยู่ภายในถุงมาก จึงมีผล

ชักนำให้ลองกองเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่งผลให้เกิดการสร้างและสะสม acetaldehyde และ ethanol ขึ้น จึงทำเกิดรสชาติผิดปกติไป (DeEll *et al.*, 2003)

การบรรจุลองกองเพื่อการส่งออกจึงควรใช้ตะกร้ากรุด้วยกระดาษ เพราะรสชาติที่ผิดปกติจากการบรรจุในถุงพลาสติก จะทำให้ผู้บริโภคปฏิเสธการซื้อ แม้ว่ารูปร่างภายนอกจะดีกว่า อย่างไรก็ตามยังต้องหาวิธีการลดการเกิดสีน้ำตาลจากการบรรจุด้วยกระดาษต่อไป การเลือกใช้ถุงพลาสติกที่มี OTR สูงมากขึ้นอาจช่วยลดปัญหากลิ่นและรสชาติผิดปกตินี้ได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ถุงพลาสติกก่อให้เกิดการควบแน่นเกิดเป็นหยดน้ำอยู่ภายในถุงจำนวนมาก ทำให้ไม่เหมาะแก่การวางขายและอาจก่อให้เกิดโรคในลองกอง ในการทดลองส่งไปฮ่องกงจึงเลือกใช้การบรรจุในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ

ลองกองในถุงพลาสติกมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าที่บรรจุในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ ทั้งนี้เพราะวัสดุที่มีพลาสติกเป็นองค์ประกอบ สามารถป้องกันการเข้าออกของไอน้ำได้ดีกว่ากระดาษ ทำให้สภาพบรรยากาศภายในถุงหรือในตะกร้าที่กรุด้วยพลาสติกมีความชื้นสูง และความดันไอระหว่างภายในผลลองกองกับอากาศภายในตะกร้ามีความแตกต่างกันน้อย การสูญเสียจึงเกิดน้อยกว่ากระดาษ (จริงแท้, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ศรีณญา และคณะ (2553) ที่รายงานว่า การบรรจุลองกองในถุงชนิด Nylon/LLDPE สามารถลดการสูญเสียน้ำได้มากกว่า 10% เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุในกล่องกระดาษ

การสูญเสียน้ำที่มากกว่าส่งผลให้ลองกองที่บรรจุในตะกร้ากรุกระดาษเกิดสีน้ำตาลมากที่สุด สอดคล้องกับการรายงานของ สุมิตร (2541) ที่เก็บรักษาลองกองที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และเกิดสีน้ำตาลมากอย่างชัดเจน อาจเนื่องมาจากลองกองสูญเสียน้ำมากส่งผลทำให้เกิดความเครียดในผลลองกอง และชักนำให้กิจกรรมของเอนไซม์ PPO เพิ่มขึ้น (Burton, 1982) ซึ่ง PPO เป็นเอนไซม์ที่กระตุ้นปฏิกิริยาเปลี่ยนสารประกอบ phenol เป็น quinone จากนั้น quinone จะเกิดการรวมตัวเป็นโมเลกุลใหญ่กลายเป็นสารสีน้ำตาล (จริงแท้, 2550)

การเปรียบเทียบการใช้สารดูดซับเอทิลีน (EA) (การทดลองที่ 1.3) พบว่า การใช้ EA ในปริมาณต่ำที่สุด 4 g/ลองกอง 1 kg พบเอทิลีนสะสม 0.65 mgL⁻¹ และเมื่อใช้ปริมาณสูงสุด 32 g/ลองกอง 1 kg มีเอทิลีนสะสม 0.20 mgL⁻¹ ซึ่งพิจารณาได้ว่าความเข้มข้นของเอทิลีนภายในตะกร้าแตกต่างกันไม่มากนักแม้ว่าเพิ่มปริมาณ EA ขึ้นต่างกัน 8 เท่า (ภาพที่ 6) และพบว่าการใช้ EA ในปริมาณต่างๆ ลองกองมีการหลุดร่วงทั้งหมด รวมถึงผลร่วงที่มีสภาพดี ผลร่วงและเน่าเสียไม่

แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของเอทิลีนที่เหลืออยู่ภายในตะกร้าที่ใช้ EA ปริมาณต่างกัน ยังคงสูงกว่า 0.05 mgL^{-1} ซึ่งเป็นระดับต่ำสุดที่สามารถชักนำให้ลองกองหลุดร่วง

ภายหลังการเก็บรักษาครบ 10 วัน เมื่อนำของบรรจุ EA มาตรวจสอบ พบว่า EA ภายในของผ้าที่ใส่ลงไปยังคงมีสีม่วงของ KMnO_4 ชัดเจนซึ่งแสดงว่า EA ในทุกระดับการใช้ยังมีความสามารถดูดซับ หรือทำปฏิกิริยากับเอทิลีนได้อีก ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ยังพบปริมาณ KMnO_4 ในระดับที่สูงอยู่ แสดงว่าประสิทธิภาพในการดูดซับเอทิลีนค่อนข้างต่ำ และเป็นที่น่าสังเกตว่าตัววัสดุ (perlite) ที่ใช้เป็นที่ยึดของ KMnO_4 ภายหลังการเก็บรักษามีความชื้นสูง หรือบางของบรรจุน้ำไปด้วยน้ำที่เกิดจากการควบแน่นเนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องเย็นไม่คงที่ ความชื้นนี้มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับเอทิลีนลดต่ำลง สอดคล้องกับการรายงานของ Wills and Warton (2004) ว่าประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนของ aluminum oxide ที่จุ่มลงในสารละลายต่างที่บ่มอิมมัลชัน เมื่ออยู่ในสภาพที่มีความชื้นสูง โดยที่ระดับความชื้น 90% ทำให้ต่างที่บ่มมีประสิทธิภาพลดลงกว่า 50% เมื่อเปรียบเทียบกับในสภาพความชื้น 70% จึงเป็นไปได้ว่า ความชื้นที่ไปเกาะอยู่บน perlite ทำให้ความมีรูพรุนของ perlite ลดต่ำลง ส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับเอทิลีนลดลง

ผลการทดลองครั้งนี้จึงสรุปได้ว่า ในการปฏิบัติทางการค้าไม่จำเป็นต้องให้ CaCl_2 ก่อนการเก็บเกี่ยว หากลองกองได้รับการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC ภายหลังการเก็บเกี่ยว และควรเลือกบรรจุลองกองในตะกร้ากรุด้วยกระดาษ เนื่องจากมีปริมาณการหลุดร่วง และเน่าเสียน้อยกว่าการบรรจุโดยใช้พลาสติกทั้งในรูปกระดาษเคลือบพลาสติก หรือถุงพลาสติก และยังจำเป็นต้องหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของ KMnO_4 เช่นป้องกันไม่ให้ KMnO_4 สัมผัสกับความชื้น หรืออาจใช้วิธีการอื่นๆ ในการกำจัดเอทิลีนเช่นการใช้ palladium เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalysed) ระหว่างโมโนเมอร์มากกว่า 1 ชนิดเช่น C_2H_4 และ α -Olefins มาทำปฏิกิริยากัน (copolymerization) กับสาร methyl acrylate เกิดเป็นโคพอลิเมอร์ (copolymer) (Mecking *et al.*, 1998) หรือใช้โอโซน (O_3) ในการออกซิไดซ์เอทิลีน และ ACC ให้ลดลง และเกิดเป็นสารประกอบคาร์บอน (Skog and Chu, 2001) เป็นต้น

ตอนที่ 2 การทดลองเลียนแบบการส่งออก

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของเอทิลีนที่สะสมภายในตู้คอนเทนเนอร์ซึ่งผลิตขึ้นจากผลลองกองเอง (Taesakul *et al.*, 2012) และจากเชื้อราต่างๆ ที่เจริญบนลองกอง (สมใจ, 2548; Lui *et al.*, 2011) ทำให้ทราบว่าแม้ว่าจะปรับอัตราการระบายอากาศสูงถึง 1.6 เท่าของปริมาตรตู้/ชม. ก็ยังไม่สามารถควบคุมความเข้มข้นของเอทิลีนสะสมไม่ให้สูงเกิน 0.05 mgL^{-1} จึงต้องใช้สารดูดซับ

เอทิลีนเสริม นอกเหนือจากที่บรรจุอยู่ในตะกร้าลองกอง อย่างไรก็ตามการระบายอากาศระดับที่สูง อาจทำให้ลองกองสูญเสียน้ำหนักเกินไป นอกจากนี้ในการเพิ่มปริมาณสารดูดซับเอทิลีนมากขึ้นถึง 8 เท่า แต่ความเข้มข้นของเอทิลีนสะสมภายในตะกร้าลองกองยังคงแตกต่างกันไม่มากนัก และ ปริมาณผลลองกองที่หลุดร่วงก็ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นเพราะภายในตะกร้าลองกองมีความชื้นมาก มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดเอทิลีนลดลง สังเกตได้จากภายหลังจากการเก็บรักษาครบ 10 วัน แล้วพบว่า perlite ที่ใช้เป็นวัสดุยึดจับค้างทับทมมีความชื้นสูง ของบรรจุ perlite บางช่องเปียกโชก ไปด้วยน้ำ และเมื่อตรวจสอบ perlite พบว่าส่วนใหญ่ยังคงมีสีม่วงสดอยู่ แสดงว่าค้างทับทมส่วนใหญ่ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับเอทิลีนภายในตู้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องกำจัดเอทิลีนให้หมด โดยคำนึงถึงทั้ง แหล่งที่มาของเอทิลีน และวิธีการกำจัด ในประเด็นแหล่งที่มาของเอทิลีนนี้ยังมีข้อสงสัยว่าเอทิลีนที่ สะสมส่วนใหญ่ นั้นสร้างขึ้นโดยผลลองกองเอง (Taesakul *et al.*, 2012) หรือจากเชื้อราที่เข้าทำลาย ไปกระตุ้นให้เซลล์ของพืชสร้างเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น (Chapell *et al.*, 1984) หรือจากเชื้อราที่เข้า ทำลายเอง (Lui *et al.*, 2011) ซึ่งหากเกิดจากเชื้อรา ก็จะต้องหาวิธีกำจัดเชื้อราหรือลดการ เจริญเติบโตของเชื้อราให้มากที่สุด (สมใจ, 2548) แต่ถ้าเอทิลีนเกิดจากผลลองกองผลิตขึ้นเองก็ต้อง คัดเลือกลองกองระยะที่มีการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุด ในประเด็นวิธีการกำจัดเอทิลีนควรศึกษา ทดสอบวิธีการอื่นๆที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้เช่นการใช้ palladium (Terry *et al.*, 2007) หรือใช้ โอโซน (O_3) (Skog and Chu, 2001) เป็นต้น

การเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะความบริบูรณ์ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณภาพ ของผลิตผล เนื่องจากผลิตผลมีขนาด สี กลิ่น และรสชาติที่ดี (Kader, 1999) อีกทั้งระยะความ บริบูรณ์ต่างกันมีผลต่อการสังเคราะห์ และตอบสนองเอทิลีนต่างกันด้วย (จิ่งแท้, 2550; Klee, 2004) ในการทดลองเปรียบเทียบอายุการเก็บเกี่ยวลองกอง ที่อายุ 12 13 และ 14 สัปดาห์หลังดอก บาน (การทดลองที่ 2.1) โดยพิจารณาจากสีผิวของช่อลองกอง พบว่าลองกองอายุ 12 สัปดาห์มี ปริมาณการหลุดร่วงไม่ว่าจะเป็น การหลุดร่วงทั้งหมด การหลุดร่วงของผลดี และการหลุดร่วงจาก ผลเน่าเสีย มากกว่าลองกองอายุ 13 สัปดาห์ ส่วนลองกองอายุ 14 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงไม่แตกต่าง จากลองกองอายุ 13 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการเก็บเกี่ยวลองกองเพื่อการส่งออก จึงควรเลือกเก็บเกี่ยวช่อลองกองที่อายุ 13 สัปดาห์ขึ้นไป (ช่อลองกองมีเปลือกสีเหลืองเสมอกันทุกผล) ในทางตรงกันข้ามควรหลีกเลี่ยงการเก็บเกี่ยวช่อลองกองที่ยังมีผลสีเขียวอยู่ด้วย เพราะลองกองระยะ นี้จะมีการหลุดร่วงได้มาก เนื่องจากเป็นระยะที่สร้างเอทิลีนสูง สอดคล้องกับการรายงานของ อภิธา และคณะ (2544) ว่าลองกองอายุ 13 สัปดาห์มีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยกว่าลองกองที่อายุ 11 และ 12 สัปดาห์ ทำให้มีปริมาณการหลุดร่วง และผลเน่าเสียน้อยกว่าลองกองที่อายุอื่นๆ แต่อย่างไรก็ ตามจากการทดลองนี้เห็นความแตกต่างของอัตราการหลุดร่วงระหว่างลองกองอายุต่างๆ ไม่ชัดเจน

นัก อาจเนื่องจากลองกองทุกอายุได้รับการจุ่มลงในสารละลายผสม NAA, CaCl_2 และ carbendazim ที่มีประสิทธิภาพในการลดการสร้างเอทิลีน เพิ่มความแข็งแรงให้ผนังเซลล์ และลดปริมาณเชื้อโรคตามลำดับอยู่แล้ว

แม้ว่าลองกองอายุ 14 สัปดาห์มีผลหลู่วางไม่แตกต่างจากลองกองอายุ 13 สัปดาห์ แต่พบว่าผิวลองกองเกิดสีน้ำตาลมากกว่าลองกองทั้ง 12 และ 13 สัปดาห์ ทั้งนี้เพราะลองกองที่มีอายุเพิ่มขึ้นมีปริมาณสารประกอบฟีนอล และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสีน้ำตาลมากขึ้นตามไปด้วย (Venkatachalam and Meenune, 2012) โดยสารประกอบฟีนอลเหล่านี้ถูกเร่งปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) เปลี่ยนไปเป็นสารที่มีอนุพันธ์ quinone แล้วรวมตัวกันเกิดเป็นสารสีน้ำตาลในที่สุด (จริงแท้, 2550) อีกทั้งลองกองมีการเสื่อมสภาพตามระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเช่น การหายใจลดลง และมีการสร้างเอทิลีนสูงขึ้น โดยเอทิลีนนี้เป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ รวมทั้งการเกิดสีน้ำตาลได้อีกทั้งหากเก็บรักษาในระยะนานขึ้น ขนของลองกอง (trichome) ได้รับความเสียหายมากขึ้น ทำให้สูญเสียน้ำหนักมากขึ้น ส่งผลให้ผลเหี่ยว และผิวมีสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้นด้วย (Lichanporn *et al.*, 2009)

นอกจากนี้ยังพบว่า ลองกองอายุ 14 สัปดาห์ มีปริมาณเอทานอลสะสมมากกว่าลองกองอายุ 12 และ 13 สัปดาห์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลระยะนี้ความบริบูรณ์มาก เซลล์เริ่มเสื่อมสภาพเชื้อหุ้มไมโทคอนเดรียเกิดความเสียหายทำให้ปฏิกิริยาการหายใจด้วยออกซิเจนไม่สมบูรณ์ (Ke *et al.*, 1994) จึงเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนมากและสะสมเอทานอลมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Forney *et al.* (1999) ที่รายงานว่าสตรอเบอร์รี่ระยะที่มีสีแดงเต็มผลมีการผลิตเอทานอลมากกว่าระยะที่มีสีแดง 50% ของผล

การส่งออกลองกองควรคัดเลือกข้อผลอายุ 13 สัปดาห์เนื่องจากมีปริมาณผลร่วง และการเกิดสีน้ำตาลน้อย แต่รสชาติออกเปรี้ยวอมหวาน หากต้องการให้ลองกองมีรสหวานน่า อาจใช้ลองกองอายุ 14 สัปดาห์ได้ แต่ต้องเพิ่มความชื้นในภาชนะบรรจุ และปรับปรุงวิธีการกำจัดเอทิลีนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเพื่ลดการเกิดสีน้ำตาลซึ่งพบได้มากในลองกองอายุ 14 สัปดาห์ สำหรับการส่งออกไปยังเวียดนามซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ลองกองอายุประมาณ 12 สัปดาห์นั้นควรปรับเปลี่ยนเป็นลองกองที่อายุ 13 สัปดาห์ ซึ่งจะมีการหลู่วางน้อยกว่าและมีคุณภาพในการบริโภคดีกว่า

การเปรียบเทียบคุณภาพลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาษ และการบรรจุถุงพลาสติกแบบไม่มัดและมัดปากถุง พบว่าลองกองในตะกร้ากระดาษมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าการบรรจุในถุงพลาสติกทั้ง 2 แบบ มีผลทำให้เกิดสีน้ำตาลที่เปลือกมากกว่า เนื่องจากการสูญเสียน้ำมาก ลองกองจึงเกิดความเครียด และกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ PPO ที่ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาล

ลองกองที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุง มีปริมาณผลที่หลุดร่วงทั้งหมดมากกว่าลองกองที่บรรจุในตะกร้ากระดาษ และในถุงพลาสติกแบบไม่มัดปากถุง เนื่องจากการแก๊สเอทิลีนที่ผลิตขึ้น ไม่สามารถแพร่ออกมาจากถุงที่มัดปากได้ ทำให้เกิดการสะสมภายในถุงมาก ส่งผลให้ลองกองหลุดร่วงมาก

ผลของลองกองในถุงพลาสติกแบบมัดปากถุง มีปริมาณการเน่าเสียมากกว่าผลลองกองที่บรรจุลองกองในกระดาษ เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาอุณหภูมิผันแปรขึ้นลงเสมอ ส่งผลให้เกิดกลิ่นตัวเป็นหยดน้ำภายในถุง และไม่สามารถระบายออกนอกถุงได้ ทำให้ความชื้นภายในถุงสูง ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Tournas, 2005)

1-MCP เป็นสารในรูปแก๊ส ทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยมีความสามารถแข่งขันกับตัวรับเอทิลีนได้มากกว่า 10 เท่า ซึ่งสามารถใช้ได้กับผลิตผลทางการเกษตรทุกชนิด ได้แก่ ผลไม้ พืชผัก ดอกไม้ และไม้กระถาง (Serek *et al.*, 1995) เช่น แอปเปิล (Yuan and Carbaugh, 2007) และบลอคโคลี (Ku and Wills, 1999) เป็นต้น ในอดีตเคยมีการทดลองรม 1-MCP ในลองกอง และสามารถลดการหลุดร่วงของลองกองได้ ซึ่งจากรายงานของ Taesakul *et al.* (2012) ที่ใช้ 1-MCP ความเข้มข้น 1000 μgL^{-1} เป็นเวลา 6 ชม. สามารถชะลอการหลุดร่วงได้ 5 วัน สอดคล้องกับการรายงานของ นุจรินทร์ (2554) พบว่าการรม 1-MCP สามารถลดการหลุดร่วงได้ถึง 60% เมื่อเปรียบเทียบช่อลองกองที่ไม่ได้รับการไม่รม 1-MCP

การทดลองเปรียบเทียบการรม 1-MCP ก่อนและหลังบรรจุ ที่ระดับความเข้มข้นเท่ากัน พบว่าไม่พบความแตกต่างของปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด ปริมาณผลหลุดร่วงสภาพดี หรือการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย ระหว่างวิธีการรมทั้ง 2 แบบ (การทดลองที่ 2.3) แต่อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้ได้แย้งได้ว่า การบรรจุ 1-MCP ในตะกร้าพร้อมผลไม้ (รม 1-MCP หลังการบรรจุ) ความเข้มข้นของ 1-MCP อาจมีความเข้มข้นไม่สูงถึง 1000 μgL^{-1} เนื่องจาก 1-MCP รั่วไหลออกจากกระดาษที่ห่อหุ้มลองกอง ดังนั้นความเข้มข้นจึงต่ำกว่าที่คำนวณไว้ ประสิทธิภาพในการชะลอการรับสัญญาณเอทิลีนจึงน่าจะน้อยลง

อย่างไรก็ตามเมื่อทดลองเพิ่มความเข้มข้น 1-MCP ภายหลังการบรรจุลงตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษจาก $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ เป็น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ ไม่พบความแตกต่างของปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด ปริมาณผลหลุดร่วงสภาพดี หรือการหลุดร่วงของผลเน่าเสีย อย่างไรก็ตามพบว่า การรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น $3000 \mu\text{gL}^{-1}$ มีแนวโน้มสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลได้ (การทดลองที่ 2.4) เนื่องจากเอทิลีนมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของลองกองสอดคล้องกับการรายงานของ จิริงแท้ และจารุวัฒน์ (2547) และ Lichanporn *et al.* (2009)

สาเหตุที่ผลของการรม 1-MCP ก่อนและหลังให้ผลไม่แตกต่างกันแม้ว่าจะเพิ่มความเข้มข้นถึง 3 เท่า อาจเนื่องมาจากลองกองที่ใช้ในการทดลอง ผ่านการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC ซึ่ง NAA มีคุณสมบัติลดการสร้างเอทิลีน (Yuan and Carbaugh, 2007) CaCl_2 เพิ่มความแข็งแรงของผนังเซลล์ (Ferguson, 1984) และ Carbendazim ลดการเข้าทำลายของโรค (สมใจ, 2548) ซึ่งเพียงพอแล้ว จึงสรุปได้ว่าไม่จำเป็นต้องใช้ 1-MCP หากลองกองได้รับการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC ภายหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน และต้นทุนการดำเนินการลงได้ แต่การทดลองนี้ไม่มีลองกองชุดที่ไม่ได้รม 1-MCP เป็นชุดเปรียบเทียบ จึงได้ทำการทดลองรม 1-MCP รูปแบบต่างๆ อีกครั้งในตอนที่ 3 เพื่อเป็นการยืนยัน

ตอนที่ 3 การส่งลองกองไปฮ่องกงโดยทางเรือ

สภาพแวดล้อมในพื้นที่ปลูกลองกองแตกต่างกันทั้งโดยธรรมชาติ และการปฏิบัติของเกษตรกร ส่งผลให้ต้นพืชมีความสมบูรณ์แตกต่างกัน รวมไปถึงความหนาแน่นและชนิดของเชื้อก่อโรคก็ต่างกันเช่นกัน จึงมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตผล

จากการทดลองที่ 3.1 ลองกองที่เก็บเกี่ยวจากต่างสวน ได้รับการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น $1000 \mu\text{gL}^{-1}$ จากนั้นนำไปจุ่มลงในสารละลายผสม NCC และส่งไปฮ่องกงโดยเก็บรักษาในตู้คอนเทนเนอร์จนที่ 18°C จนครบ 10 วัน สามารถควบคุมปริมาณผลร่วงทั้งหมดได้ไม่เกิน 10% ตามเป้าหมายและเมื่อย้ายไปเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องสำหรับค้าปลีก 4 วัน ส่วนใหญ่การหลุดร่วงไม่เกิน 30% ตามมาตรฐาน มกอช. แต่พบว่าปริมาณการหลุดร่วงของลองกองจากต่างสวนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 17) เมื่อเข้าสำรวจและตรวจสอบประวัติสวนโดยการสอบถามเกษตรกร พบว่าสวน A และ B เกษตรกรมีการให้น้ำ และสารป้องกันเชื้อราก่อนการเก็บเกี่ยวรวมทั้งกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ แต่ทรงพุ่มค่อนข้างทึบ หลังการเก็บรักษา 4 วันปริมาณการหลุดร่วงไม่แตกต่างกันไม่เกิน 28% ส่วนสวน C มีการตัดแต่งทรงพุ่มโปร่ง มีการกำจัดวัชพืชในแปลง

อย่างดี มีการให้น้ำ และฉีดพ่นสารป้องกันเชื้อราก่อนเก็บเกี่ยวทุกๆ 2 สัปดาห์ หลังการเก็บรักษา มีปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมดต่ำที่สุด สำหรับสวน D เกษตรกรให้น้ำและไม่สม่ำเสมอและพบว่าไม่ได้ฉีดพ่นสารกำจัดเชื้อราก่อนการเก็บเกี่ยว 1 เดือน ตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง แม้ว่าจะมีการตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง แต่ปล่อยให้วัชพืชเจริญเติบโตมาก ภายหลังการเก็บรักษาพบว่า มีปริมาณผลหลุดร่วงสูงที่สุดมากกว่า 30% ในวันที่ 4 และสูงถึง 60% ในวันที่ 6 หลังย้ายไปที่ อุณหภูมิห้อง

ดังนั้นในการส่งออกผู้ส่งออกควรเลือกเก็บเกี่ยวผลองกองจากสวนที่มีการปฏิบัติเช่นเดียวกับสวน C คือ ให้น้ำและให้น้ำ กำจัดวัชพืชภายในแปลงอย่างสม่ำเสมอ ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง และฉีดพ่นสารกำจัดเชื้อราก่อนการเก็บเกี่ยวทุกๆ 2 สัปดาห์ ซึ่งการให้น้ำให้น้ำอย่างดีทำให้ผลองกองที่เก็บเกี่ยวมา มีความสมบูรณ์แข็งแรง และมีสารอาหารสะสมมาก การตัดแต่งทรงพุ่มและกำจัดวัชพืชภายในแปลง รวมถึงการฉีดพ่นสารกำจัดเชื้อราสามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนให้น้อยลง ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีคุณภาพดี และเก็บรักษาได้นาน แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพองกองไม่ได้ขึ้นกับการจัดการภายในสวนของเกษตรกรเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้อาจขึ้นกับสภาพแวดล้อมต่างๆ ภายนอกด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันว่าองกองจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกันในแต่ละแปลงๆ นำมาปฏิบัติตามวิธีภายหลังการเก็บเกี่ยวของการทดลองนี้ จะสามารถควบคุมการหลุดร่วงไม่ให้เกินมาตรฐานทุกครั้ง

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าปริมาณผลหลุดร่วง ระหว่างสวนทั้ง 4 บางครั้งไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนั้นปริมาณผลองกองเน่าเสียของสวน D ไม่แตกต่างจากสวน C และน้อยกว่าสวน A และ B แม้ว่าจะได้รับการดูแลรักษาน้อยกว่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นการปฏิบัติก่อนการเก็บเกี่ยว เพื่อยืนยันว่าการปฏิบัติที่ดีภายในสวนก่อนการเก็บเกี่ยวสามารถช่วยลดการหลุดร่วงของผลองกองจากข้อได้

จากการทดลองในตอนี่ 2 ที่ทดสอบวิธีการรม 1-MCP ก่อนและหลังการบรรจุ พบว่ามีผลไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองตอนที่ 2 นี้ขาดชุดเปรียบเทียบไม่รม 1-MCP จึงไม่สามารถยืนยันได้ว่า หากองกองได้รับการจุ่มสารละลายผสม NCC แล้วจำเป็นต้องรม 1-MCP อีกหรือไม่ ในการทดลองที่ 3.2 จึงเพิ่มชุดองกององกองที่ไม่ได้รับการรม 1-MCP เปรียบเทียบกับการรมทั้งก่อนและหลังการบรรจุมีองกอง พบว่า มีการเกิดสีน้ำตาล การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณผลหลุดร่วงทั้งหมด และผลเน่าเสียไม่แตกต่างทางสถิติกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไม่จำเป็นต้องรม 1-MCP ให้องกองเลยหากองกองได้รับการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC ภายหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่ง

สารละลายผสม NCC นี้มีสารประกอบช่วยลดการสร้างเอทิลีน เพิ่มความแข็งแรงให้ผนังเซลล์ และป้องกันการเกิดเชื้อราแล้ว

การทดลองคลุมลองกองในตะกร้าด้วยผ้าเปียกชุดที่ส่งไปฮ่องกง พบว่ามีการสูญเสีย น้ำหนัก ปริมาณผลร่วงทั้งหมด และการเกิดสีน้ำตาลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่จากการ ประเมินด้วยสายตาของผู้วิจัยสีเปลือกของลองกองที่คลุมผ้าเปียกยังคงดูสดอยู่ดีมากกว่าลองกองชุด ที่ไม่ได้คลุมผ้าเปียก และสำหรับลองกองที่เก็บรักษาในประเทศไทยพบว่าเกิดสีน้ำตาลแตกต่างกัน อย่างชัดเจน โดยลองกองที่ไม่ได้คลุมผ้าเปียกเกิดสีน้ำตาลมากกว่าลองกองที่ได้รับการคลุมผ้า ก่อคือการเพิ่มความชื้นโดยใช้ผ้าเปียกคลุมที่ผิวหน้าลองกองสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวของ ลองกองได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 20) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของสุมิตร (2541) ที่ว่าความชื้น สัมพัทธ์ต่ำส่งผลทำให้เกิดการคายน้ำมาก ทำให้ผลเหี่ยว และผิวเป็นสีน้ำตาล สาเหตุที่ผลการ ทดลองในประเทศไทยแตกต่างจากผลการทดลองในฮ่องกง เพราะความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศที่ เก็บรักษาที่ฮ่องกงมีค่อนข้างสูงเฉลี่ยประมาณ 90% ในขณะที่ในประเทศไทยมีความชื้นสัมพัทธ์ใน บรรยากาศเพียง 65% (ภาพที่ 16) ดังนั้นลองกองที่เก็บรักษาในประเทศไทยไม่ที่ได้รับการคลุมด้วย ผ้าเปียกจึงมีการสูญเสียน้ำมากกว่า เป็นผลให้ลองกองเหี่ยว และผิวเกิดเป็นสีน้ำตาลได้อย่างชัดเจน ส่วนลองกองที่ส่งไปฮ่องกงระหว่างการเก็บรักษาในโกดังสินค้าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมี ค่อนข้างสูง ทำให้แรงดันไอระหว่างภายในผลกับในบรรยากาศมีความแตกต่างกันน้อย และ ไม่แตกต่างกันมากระหว่างชุดที่คลุมและไม่คลุมผ้าเปียกลองกองจึงสูญเสียน้ำ และเกิดสีน้ำตาลน้อย กว่าลองกองที่เก็บรักษาในประเทศไทย นอกจากนั้นในการบรรจุแล้วทำการคลุมผิวหน้าลองกองด้วย ผ้าที่เปียก ไม่พบว่ามีผลทำให้ลองกองเน่าเสียเพิ่มขึ้น เนื่องจากการบรรจุลองกองในตะกร้าที่กรุ กระดาษมีการระเหยของน้ำได้สะดวก และการระบายของอากาศของผู้คอนเทนเนอร์สูง เมื่อครบ กำหนดวันเก็บรักษาเมื่อเปิดตะกร้าออกดู พบว่าผ้าที่คลุมลองกองนั้นไม่เปียกเหมือนวันแรกที่บรรจุ

ดังนั้นการปฏิบัติเพื่อส่งออกลองกองภายหลังการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC แล้วควร ผึ่งลองกองเพียงพอหมาด หรืออาจบรรจุได้ทันทีโดยไม่ต้องผึ่งลม แต่ควรทำให้เย็นโดยเร็ว สำหรับ ผ้าเปียกที่จะใช้ขึ้นอยู่กับสภาพความชื้นที่จุดหมายปลายทาง ในการทดสอบครั้งนี้ใช้ผ้าขนาด 46 x 33 cm จำนวน 2 ชั้น สามารถอุ้มน้ำได้ 36 mL ซึ่งหากที่ปลายทางมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง สามารถใช้ขนาดผ้าเท่าเดิม แต่ถ้าปลายทางมีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่ำ อาจเพิ่มความชื้นใน ตะกร้าได้ โดยการเพิ่มความหนาหรือจำนวนชั้นของผ้าที่ใช้คลุม เพื่อให้สามารถอุ้มน้ำ และ เก็บรักษาความชื้นได้มากขึ้น

ความคิดเห็นต่อลองกองของผู้บริโภคชาวฮ่องกง

ความคิดเห็นของผู้นำเข้าประเมินว่าลองกองที่ได้รับอยู่ในสภาพค่อนข้างดีมีเปลือกสีน้ำตาลเพียงเล็กน้อย รสชาติออกเปรี้ยวอมหวาน มีกลิ่นหอมของลองกองปานกลางตรงกับการประเมินของผู้วิจัย แต่มีผลเน่าถึงร้อยละ 10 ผลหลุดร่วงถึงร้อยละ 30 ซึ่งไม่ตรงกับการตรวจวัดอย่างละเอียดของผู้วิจัย ทั้งนี้เพราะเป็นการประเมินด้วยสายตาของผู้นำเข้าไม่มีการวัดหรือชั่งแต่อย่างใด การหลุดร่วงที่กล่าวมาสูงถึง 30% นั้น หมายความว่าถึงเปอร์เซ็นต์ของช่องที่มีการหลุดร่วงหรือเน่าเสียมากกว่าปริมาณผลที่หลุดร่วงทั้งหมด กล่าวคือหากมีช่องลองกองมีผล (บางผล) หลุดร่วง 3 ช่อง จาก 10 ช่อง ก็ถือว่าการหลุดร่วงเป็น 30% ซึ่งโดยรวมแล้วผู้นำเข้ามีความต้องการนำเข้าไปขายเพียง 60%

สำหรับผู้บริโภคชาวฮ่องกงให้ความเห็นว่าลองกองยังคงมีกลิ่นหอมและรสชาติของลองกองอยู่ แต่พบไม่มีรสชาติผิดปกติเกิดขึ้น ผิวเปลือกมีสีน้ำตาลเพียงเล็กน้อย โดยภาพรวมผู้บริโภคมีความชอบลองกอง และมีความพึงพอใจที่จะซื้อมากกว่า 60%

แม้ว่าผลการสอบถามความคิดเห็นของทั้งผู้นำเข้า และผู้บริโภคซึ่งมีความต้องการซื้อเพียง 60% นั้น อาจเป็นเพราะปัจจุบันผู้บริโภคในฮ่องกงยังไม่คุ้นเคยลองกองมากนัก จึงยังไม่มั่นใจที่จะซื้อ หากผู้นำเข้าและผู้บริโภคได้รับประทานลองกองบ่อยครั้งขึ้นโดยการส่งเสริมการขาย เช่นการให้ทดสอบชิมฟรี และการให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณค่าทางอาหาร คาดได้ว่าในอนาคตจะมีความต้องการลองกองมากขึ้น และประเทศไทยจะสามารถส่งลองกองไปจำหน่ายในฮ่องกงและจีนได้เป็นปริมาณมากเช่นเดียวกับทุเรียน มังคุด และลำไย

สรุป

ตอนที่ 1 การทดลองเบื้องต้นระดับห้องปฏิบัติการ

1.1 ไม่จำเป็นต้องฉีดพ่นแคลเซียมคลอไรด์ก่อนการเก็บเกี่ยวหากภายหลังการเก็บเกี่ยวลองกองได้รับการจุ่มลงในสารละลายผสม NCC ประกอบด้วย NAA 200 mgL^{-1} , CaCl_2 2.5 gL^{-1} และ Carbendazim 1000 mgL^{-1} เป็นเวลา 3 นาที

1.2 การบรรจุลองกองลงในตะกร้ากระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน มีผลลดรูปร่างน้อยกว่าการบรรจุในวัสดุที่มีพลาสติกเป็นองค์ประกอบ

1.3 ประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีนเพิ่มขึ้นไม่มาก แม้ว่าเพิ่มปริมาณ KMnO_4 มากขึ้นถึง 8 เท่า เนื่องจากความชื้นมีผลต่อประสิทธิภาพการดูดซับเอทิลีน

ตอนที่ 2 การทดลองเลียนแบบการส่งออก

2.1 ลองกองที่ 13 สัปดาห์เป็นระยะที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวมากที่สุด เนื่องจากมีการหลุดร่วง และกลิ่นผิดปกติเกิดน้อยที่สุด

2.2 การบรรจุลองกองในตะกร้ากระดาษ ภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลา 10 วัน และเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 วัน พบว่ามีการหลุดร่วงน้อยที่สุด และไม่พบการเกิดรสชาติผิดปกติ เมื่อเทียบกับการบรรจุลงในถุงพลาสติกทั้งแบบมัดและไม่มัดปากถุง

2.3 ไม่จำเป็นต้องรมลองกองด้วย 1-MCP หากภายหลังการเก็บเกี่ยวได้รับการจุ่มลงในสารละลาย NCC

ตอนที่ 3 การส่งลองกองไปฮ่องกงโดยทางเรือ

3.1 ลองกองจากสวนที่มีการจัดการที่ดี มีการให้น้ำ ใส่ปุ๋ย ตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง และฉีดพ่นสารป้องกันเชื้อราก่อนเก็บเกี่ยวอย่างสม่ำเสมอ มีการเกิดสีน้ำตาล สูญเสียน้ำ การหลุดร่วง และการเน่าเสียน้อยกว่าลองกองจากสวนที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม

3.2 สามารถยืนยันไม่จำเป็นต้องรมลงกองด้วย 1-MCP หากภายหลังการเก็บเกี่ยวได้รับการจุ่มลงในสารละลาย NCC

3.3 การบรรจุลงกอง หากคลุมด้วยผ้าเปียกก่อนปิดตะกร้าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ ซึ่งเห็นผลได้ชัดเจนหากสถานที่เก็บรักษาที่จุบปลายทางมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

ในการปฏิบัติต่อลงกองเพื่อการส่งออกโดยทางเรือ ผู้ส่งออกควรคัดเลือกลงกองอายุ 13 สัปดาห์ จากสวนที่ให้ปุ๋ยและน้ำอย่างสม่ำเสมอ มีการฉีดพ่นยาป้องกันเชื้อราก่อนการเก็บเกี่ยว รวมถึงการตัดแต่งกิ่ง ให้ทรงพุ่มโปร่งเพื่อลดการสะสมของเชื้อราในทรงพุ่ม ภายหลังการเก็บเกี่ยว ตัดแต่งผลลงกองที่ไม่สมบูรณ์ และคัดแมลงและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ออก แล้วจุ่มสารละลายผสม NAA 200 mgL^{-1} , CaCl_2 2.5 gL^{-1} และ Carbendazim 1000 mgL^{-1} เป็นเวลา 3 นาที โดยไม่จำเป็นต้องรม 1-MCP ฟุ้งพองหมด แล้วบรรจุลงในตะกร้าที่กรุด้วยกระดาษ ใช้ผ้าชุบน้ำคลุมที่ผิวหน้าลงกองก่อนปิดฝา เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C ปรับอัตราการระบายอากาศ 1 ปริมาตรตู้คอนเทนเนอร์/ชม. สามารถควบคุมการหลุดร่วงได้ไม่เกิน 10% ในระยะเวลาการขนส่ง 10 วัน หลังจากย้ายมาเก็บรักษาต่อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 วัน การหลุดร่วงเพิ่มขึ้นแต่ไม่เกิน 30% ตามมาตรฐานของ มกอช.

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กาญจนา บุญเรือง. 2548. สรีรวิทยาและผลของเอทิลีนต่อการหลุดร่วงของกลีบดอกมะลิลา.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กลุ่มเกษตรสัญจร. 2531. ลางสาด-ลอกท้อง. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์สหมิตร, กรุงเทพฯ 64 น.

ศิริ อำไพสวัสดิ์. 2540. ไม้ผลเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์เกษตรสยาม, กรุงเทพฯ 160 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5.

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 396 น.

_____. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการหายใจของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 453 น.

จริงแท้ ศิริพานิช และ จารุวัฒน์ โรจนภัทรกุล. 2547. การชะลอการหลุดร่วงของผลลองกองโดยใช้ 1-methylcyclopropene. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 35: 487-491.

ชูศักดิ์ คุณุไทย. 2549. การเปลี่ยนแปลงหลังการเก็บเกี่ยวและการใช้ 1-Methylcyclopropene ในลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.). ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง). หจก. ฟีนีพับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ 379น.

นุจรินทร์ ประดิษฐการ. 2554. ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวต่อการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพรัตน์ พันธุนิช. 2528. การเจริญเติบโตของผล ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์, อินทิรา ลิจันทรพร และศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2551. ผลของบรรจุภัณฑ์ต่อการหลุดร่วงของผลลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 39: 261-264.

ประพิณพร แต่สกุล. 2554. กระบวนการร่วงของลองกองหลังการเก็บเกี่ยวและการควบคุม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปรมปรี ฌ สงขลา. 2541. รวมกลยุทธ์ลองกอง. เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 107 น.

มงคล แซ่หลิม, พิมพ์รณ ดันสกุล และ อธิจิตต์ ตะเวทีกุล. 2523. การศึกษาสภาวะออกดอกและติดผลและคุณภาพของผลลองกองบางพันธุ์ในภาคใต้. ใน รายงานการวิจัย ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

มุกิตา มินุ่น, สุกัญญา จันทะชุม และนันทพร สุขกระจ่าง. 2547. ดัชนีการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับช่อผลลองกอง. น. 154. ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 4 คณะทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

มุกิตา มินุ่น. 2552. ผลของการตัดแปลงสภาพบรรยากาศและการใช้อุณหภูมิต่ำต่อการรักษาคุณภาพลองกอง และการลดการหลุดของขั้วผลลองกอง ระหว่างการยืดอายุการเก็บรักษาเพื่อการส่งออก. ใน รายงานวิจัยศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

มยุรี ภาคลำเจียก. 2533. คู่มือการใช้พลาสติกเพื่อการหีบห่อ. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ. 19 น.

พันธิพา จันทวัฒน์. 2527. ภาชนะบรรจุและวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุ. สมาคมการบรรจุหีบห่อไทย. กรุงเทพฯ. 175 น.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. ชีววิทยา 2. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์บริษัทโอเล็ฟแอนด์อัลเลอส์ จำกัด, กรุงเทพฯ 440 น.

เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง, สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์, ปิยะ ผกามาศ และชุติมา รื่นสำราญ. 2540. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาลองกอง. น. 26-33. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 (สาขาพืช). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลลภา ชีรภาวะ และ วารุณี ปรีขมาโนช. 2532. โรคหลังเก็บเกี่ยวของลองกองและวิธีการเก็บรักษา. ใน รายงานการวิจัยกลุ่มงานวิจัยโรคพืชผลิตผลเกษตร กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศรินญา สังข์สัญญา, นูรฮูดา กามะ, ณัฐนันท์ วรรณกุล และ มุทิตา มินุ่น. 2553. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพลองกองเพื่อการส่งออกกระหว่างเก็บรักษาโดยใช้อุณหภูมิต่ำร่วมกับบรรจุภัณฑ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41: 145-148.

สมพร จันทเดช. 2535. การปลูกลองกอง. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์โอ.เอส.พรินต์ติ้งเฮาส์, กรุงเทพฯ. 98 น.

สมใจ แก้วสร. 2548. โรคหลังการเก็บเกี่ยวของผลลองกอง และผลของการฉีดพ่นสารเคมีและชีวภัณฑ์ก่อนการเก็บเกี่ยวที่มีต่อโรค. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลองกอง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุมิตร คุณเจตต์. 2541. ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของลองกอง. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรัชัญญา จันทาทักษิณภาส และสุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2530. การเจริญเติบโตของผลลองกอง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 21: 142-150.

โสภารัตน์ ชัยศรี. 2550. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพผลผลิตลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.) โดยใช้แคลเซียมคลอไรด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (ลองกอง).** มกอช. 11-2549.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2554.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 201 น.

อภิธา บุญศิริ, เจริญ ขุนพรหม, สมนึก บ่อทอง, ชุพน อ่อนศิริ และ พิชญ บุญศิริ. 2544. อายุการเก็บรักษาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาลองกอง. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 34: 119-122.

อภิธา บุญศิริ, เจริญ ขุนพรหม, สมนึก บ่อทอง, ชุพน อ่อนศิริ พิชญ บุญศิริ และ สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์. 2545. การยืดอายุการเก็บรักษาลองกองภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศ. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 33: 115-118.

_____. 2546. การพัฒนาการผลิตและการจัดการผลผลิตลองกองภาคใต้. ใน **รายงานวิจัยประจำปี ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**, สงขลา.

อินทิรา ลิจันทรพร, เบญจมาพร มธุลาภรังสรรค์, นันทิพา เอี่ยมสกุล และ ศิริชัย กัลยานรัตน์. 2553. ผลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อการหลุดร่วง และการผลิตเอทิลีนในช่อผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 41: 79-82.

อรอุมา สันตวิธิ. 2548. ผลของโครงสร้างโมเลกุลและองค์ประกอบของความเป็นกึ่งของพอลิเอทิลีนที่มีต่อกลไกการสลายตัวของพอลิไวนิลคลอไรด์ในพอลิเมอร์ผสมของพอลิไวนิลคลอไรด์และพอลิเอทิลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

A.O.A.C.. 2000. **Official Method of Analysis.** Associate of Official Analytical Chemists Inc. Virginia. 1298 p.

Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: A Review. **Postharvest Biology and Technology** 28:1-5.

- Boller, T., R.C. Herner and H. Kende. 1979. Assay for and Enzymatic Formation of An Ethylene Precursor, 1-aminocyclopropene-1-carboxylic acid. **Planta** 145:293-303.
- Broughton, W.J. and K.F. Wu. 1979. Storage Condition and Ripening of Two Cultivars of Banana. **Scientia Horticulturae** 10: 83-93.
- Burton, W.G. 1982. **Post-Harvest Physiology of Food Crops**. Longman Group Ltd., London 330 p.
- Chamara, D., K. Illeperuma, P.T. Galappetty and K.H. Sarananda. 2000. Modified Atmosphere Packaging of 'Kolikuttu' Bananas at Low Temperature. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology** 75: 92-96.
- Chapell, J., K. Hahlbrock and T. Boller. 1984. Rapid Induction of Ethylene Biosynthesis in Cultured Parsley Cells by Fungal Elicitor and Its Relationship to the Induction of Phenylalanine Ammonia-lyase. **Planta** 161: 475-480.
- Chatta, G.A., M.A. Anjum and A. Hussain. 1999. Effect of Various Growth Regulator on Reducing Fruit Drop in Mango (*Mangifera indica* L.). **International Journal of Agricultural and Biology** 1: 288-289.
- Conway, W.S., C.E. Sams and K.D. Hickey. 2002. Pre- and Postharvest Ca Treatment of Apple Fruits and its Effect on Quality. **Acta Horticulturae** 549: 413-419.
- Crisosto, C.H., R.S. Johnson, T. DeJong and K.R. Day. 1997. Factors Affecting Postharvest Stone Fruit Quality. **Horticulturae Science** 35(5): 820-823.
- Daly, J. and B. Kourelis. 2001. Synthesis Method, Complexes and Delivery Methods for the Safe and Convenient Storage, Transport and Application of Compound for Inhibiting the Ethylene Response in Plants. **In United State Patent**. IFI CLAIMS Patent Services, USA.

- DeEll, J.R., R.K. Prange and H.W. Peppelenbos. 2003. Postharvest Physiology of Fresh Fruits and Vegetables, p. 455-483. *In* A. Chakraverty, A.S. Mujumdar, G.S.V. Raghavan and H. S. Ramaswamy (eds.). **Handbook of Postharvest Technology Cereals, Fruits, Vegetables, Tea and Spices**. New York, USA.
- Fallik, E., N.T. Gorodeiski, S. Grinberg and H. Davidson. 1995. Prolonged Low-temperature Storage of Eggplants in Polyethylene Bags. **Postharvest Biology and Technology** 5:83-89.
- Ferguson, I.B., C.B. Watkins and J.E. Harman. 1982. Inhibition by Calcium of Senescence of Detached Cucumber Cotyledons. **Plant Physiol.** 71: 182-186.
- Ferguson, I.B. 1984. Calcium in Plant Senescence and Fruit Ripening. **Plant, Cell and Development** 7: 477-489.
- Forney, C.F., W. Kalt and M.A. Jordan. 1999. The Composition of Strawberry Aroma Is Influenced by Cultivar, Maturity, and Storage. **HortScience** 36: 1022-1026.
- Fujino, D.W. M.S., Reid and S.F. Yang. 1980. Effect of Aminooxyacetic Acid on Postharvest Characteristics of Carnation. **Acta Horticulturae** 113: 59-64.
- Gaspar, J.W., F.A.A. Couto and L.C.C. Salomao. 1997. Effect of Low Temperature and Plastic Film on Post-harvest Life of Guava (*Psidium guajava* L.). **Acta Horticulturae** 452: 107-114.
- Gerasopoulos, D., V. Chouliaras and S. Lionakis. 1996. Effects of Preharvest Calcium Chloride Sprays on Maturity and Storability of Hayward Kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology** 7:65-72.

- Gonzalez, G. and M. Tiznado. 1993. Postharvest Physiology of Bell Peppers Stored in Low Density Polyethylene Bags. **LWT-Food Science and Technology** 26: 450-455.
- Iqbal, M., M.Q. Khan, J.U. Din, K. Rehman and M. Munir. 2009. Effect of Foliar Application of NAA on Fruit Drop, Yield and Physical-Chemical Characteristics of Guava (*Psidium guajava* L.) red flesh cultivar. **Journal of Agricultural Research (Lahore)** 47: 259-269.
- Jacxsens, L., F. Devlieghere, C.V. der Steen and J. Debever. 2001. Effect of High Oxygen Modified Atmosphere Packaging on Microbial Growth and Sensorial Qualities of Fresh-cut Produce. **International Journal of Food Microbiology** 71: 197-210.
- Kader, A.A. 1999. Fruit Maturity, Ripening, and Quality Relationships. **Acta Horticulturae** 485:203-208.
- Kader, A.A., D. Zagory, E.L. Kerbel, and C.Y. Wang. 1989. Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables. **Food Science and Nutrition** 28: 1-30.
- Kaur, H., J.S. Randhawa and G.S. Kanundal. 2004. Effect of Growth Regulators on Pre-harvest Fruit Drop in Subtropical Plum c.v. Satluj Purple. **Acta Horticulturae** 662: 341-343.
- Ke, D., L. Zhou, and A.A. Kader. 1994. Mode of Oxygen and Carbon Dioxide action on Strawberry Ester Biosynthesis. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 119:971-975.
- Klee, H.J.. 2004. Ethylene Signal Transduction Moving beyond Arabidopsis. **Plant Physiology** 135: 660-667.
- Ku, V.V.V. and R.B.H. Wills. 1999. Effect of 1-Methylcyclopropene on the Storage Life of Broccoli. **Postharvest Biology and Technology** 17:127-132.

- Lichanporn, I. and S. Kanlayanarat. 2003. Effects of 1-methylcyclopropene on Quality and Shelf Life of Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff). In **Proceedings of the APEC symposium on postharvest handling systems**. Thailand p. 269.
- Lichanporn, I., V. Srilaong, C. Wongs-Aree and S. Kanlayanarat. 2009. Postharvest Physiology and Browning of Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) Fruit under Ambient conditions. **Postharvest Biology and Technology** 52:249-299.
- Lui, Y., P. Zhu, Z. Xu, L. Xu, T. Nonomaru, Y. Matsuda and H. Toyoda. 2011. A Simplified Method for Screening Ethylene-Producing Phytopathogenic Fungi. **Annual Report of Kansai Plant Protection Society** 53: 7-12.
- Mecking, S., L.K. Johnson, L. Wang and M. Brookhart. 1998. Mechanistic Studies of the Palladium-Catalyzed Copolymerization of Ethylene and R-Olefins with Methyl Acrylate. **Journal of the American Chemical Society** 120: 888-899.
- Nickerson, W.J. and G.A. Edwards. 1949. Studies on the Physiological Bases of Morphogenesis in Fungi. **The Journal of General Physiology** 33: 41-55.
- Ram, S. 1983. Hormonal Control of Fruit Growth and Fruit drop in Mango cv. 'Dashihari'. **Acta Horticulturae** 134: 169-178.
- Rattanapong, J., M. Lim and S. Sadoode. 1995. Effect of Calcium Chloride on the Quality of Longkong (*Lansium domesticum* Corr.) fruit. **Khon Kaen Agriculture Journal** 23: 67-73.
- Roberts, J. A., K. A. Elliott and Z. H. Gonzalez-Carranza. 2002. Abscission, Dehiscence, and Other Cell Separation Processes. **Annual Review of Plant Biology** 53: 131-158.

- Sapii, A.T., N. Yunus, P. Muda and T. Sin Lin. 1999. Postharvest Quality Changes in Dokong (*Lansium domesticum* Corr.) Harvested at Different Stages of Ripeness, pp. 201-205. In G.I. Johnson, L.V. To, N.D. Duc and M.C. Webb. (eds.) **Proceeding of the 19th ASEAN/1st APEC Seminar on Postharvest Technology**. Australian Centre for International Agricultural Research, Vietnam.
- Scott, K.J., W.B. McGlasson and E.A. Roberts. 1970. Potassium Permanganate as an Ethylene Absorbent in Polyethylene Bags to Delay Ripening of Bananas During Storage. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry** 10(43): 237-240.
- Serek, M., E.C. Sisler and M.S. Reid. 1995. 1-Methylcyclopropene, A Novel Gaseous Inhibitor of Ethylene Action, Improve The Life of Fruit, Cut Flowers and Potted Plants. **Acta Horticulturae** 394: 337-345.
- Sisler, E.C. and M. Serek. 1997. Inhibitors of Ethylene Responses in Plants at The Receptor Level: Recent Developments. **Plant Physiology** 100: 557-582.
- Skog, L.J. and C.L. Chu. 2001. Effect of Ozone on Qualities of Fruits and Vegetables in Cold Storage. **Canadian Journal of Plant Science** 81: 773-778.
- Sunggeun, K., K. Jonghoon, K. Yarnghyo, S. Seungwood and H. Haeuyong. 1997. Effect of Auxin on Flower Setting and Tree Growth of Satsumas Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) Grown in Plastic Film House. **Horticultural Abstracts** 68(8): 860.
- Taesakul, P., N. Pradisthakarn, S. Chantaksinopas and J. Siriphanich. 2012. Longkong Fruit Abscission and Its Control. **Postharvest Biology and Technology** 64: 91-93.
- Talmadge, K.W., K. Keegstra, W.D. Bauer and P. Albersheim. 1973. The Structure of Plant Cell Wall. **Plant Physiology** 51: 158-173.

- Terry, L.A., T. Ilkenhans, S. Poulston, L. Rowsell and A.W.W. Smith. 2007. Development of New Palladium-Promoted Ethylene Scavenger. **Postharvest Biology and Tchnology** 45: 214-220.
- Tournas, V.H. 2005. Spoilage of Vegetable Crops by Bacteria and Fungi and Related Health Hazards. **Critical Reviews in Microbiology** 31:33-44.
- Venkatachalam, K. and M. Meenune. 2012. Changes in Physiochemical Quality and Browning Related Enzyme Activity of Longkong Fruit during Four Different Week of on-tree Maturation. **Food Chemistry** 131: 1437-1442.
- Wills, R.B.H. and G.H. Kim. 1995. Effect of Ethylene on Postharvest Life of Strawberry. **Postharvest Biology and Technology** 6: 249-255.
- Wills, R.B.H. and M.A. Warton. 2004. Efficacy of Potassium Permanganate Impregnated into Alumina Beads to Reduce Atmospheric Ethylene. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 129: 433-438.
- Yahia, E.M. and G.G. Aguilar. 1997. Use of Passive and Semi-Active Atmospheres to Prolong The Postharvest Life of Avocado Fruit. **Lebensmittle.-Wissenschaft and Technologie**. 31: 602-606.
- Yuan, R. and D.H. Carbaugh. 2007. Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on Ethylene Biosynthesis, Preharvest Fruit Drop, Fruit Maturity, and Quality of ‘Golden Supreme’ and ‘Golden Delicious’ Apples. **Horticultural Science** 42: 101–105.



ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การเตรียม CaCl_2 4% สำหรับฉีดพ่นก่อนการเก็บเกี่ยว

ชื่อสาร	ปริมาณสาร	ปริมาณน้ำ (mL)
1. 74% Calcium chloride	3.4 g	996.6

ตารางผนวกที่ 2 การเตรียมละลาย NCC

ชื่อสาร	ปริมาณสาร (mL)	ปริมาณน้ำ (mL)
1. 4.5% 1-naphthyl acetic acid	44.4	915.8
2. 74% Calcium chloride	19.8	
3. 50% methylbenzimidazol-2-ylcarbamate	20	

ตารางผนวกที่ 3 การเตรียมสารดูดซับเอทิลีน

ชื่อสาร	ปริมาณสาร (g)	ปริมาณน้ำ (mL)
1. 100% Potassium permanganate	8	100
2. นำ perlite แฉ่งลงในสารละลาย Potassium permanganate ที่ได้เป็นเวลา 30 นาที	15	

แบบสอบถามพ่อค้าที่ได้รับลองกอง
โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องที่ต้องการ

- 1) ท่านเป็นพ่อค้า

ปลีก	ส่ง	ทั้งปลีกและส่ง
------	-----	----------------
- 2) ตะกร้าที่ได้รับมีสายรัดสี

ขาว	เหลือง	เขียว	แดง	น้ำเงิน
-----	--------	-------	-----	---------
- 3) เมื่อเปิดตะกร้าพบว่าคุณภาพลองกอง
โดยทั่วไป

ดีมาก	ดี	พอใช้	ใช้ไม่ได้
-------	----	-------	-----------
- 4) พบป็นสีน้ำตาลบนผลลองกอง

5%	10%	20%	30%	>30%
----	-----	-----	-----	------
- 5) พบการหลุดร่วงของลองกอง

5%	10%	20%	30%	>30%
----	-----	-----	-----	------
- 6) พบผลเน่าเสีย

5%	10%	20%	30%	>30%
----	-----	-----	-----	------
- 7) รสชาติของลองกอง

หวาน	หวานอมเปรี้ยว	เปรี้ยวอมหวาน	จืด
------	---------------	---------------	-----
- 8) กลิ่นหอมของ
ลองกอง

หอมชัดเจน	หอมปานกลาง	หอมเล็กน้อย	ไม่มีกลิ่น
-----------	------------	-------------	------------
- 9) กลิ่นรสผิดปกติ

ไม่มี	เล็กน้อยแต่รับได้	ชัดเจนแต่รับได้	รับไม่ได้
-------	-------------------	-----------------	-----------
- 10) โอกาสที่ท่านจะซื้อไปขาย

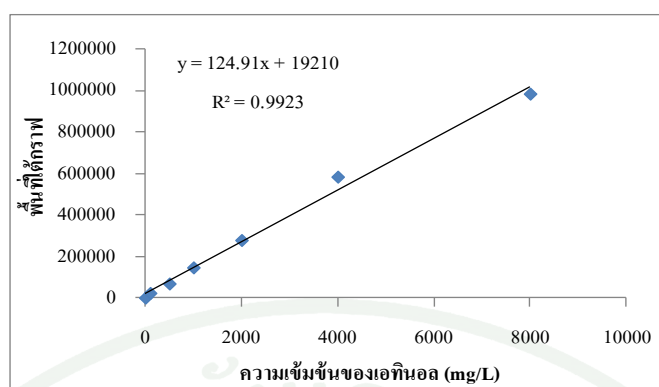
100%	80%	60%	40%	20%
------	-----	-----	-----	-----

หมายเหตุ ในกล่องผลไม้อาจพบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเช่น มด เพลี้ย กิ่งกือ ตะขาบ แมงป่อง และหอยทาก และอาจมีกลิ่นผิดปกติอื่นๆ เช่น จากลองกองที่เน่าเสีย ซึ่งหากลองกองข้อใดพบกลิ่นเน่าจากแมลงที่ตายโปรดทั้งลองกองข้อนั้นมีเข็มนั้นกลิ่นอาจติดไปกับลองกองข้ออื่นๆ

ขอขอบคุณ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ประเทศไทย

ภาพผนวกที่ 1 คำแปลแบบสอบถามความพึงพอใจต่อลองกองไทยของผู้บริโภคชาวฮ่องกง



ภาพผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์เอทานอลตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นายภัคธร ลาภบริบูรณ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	21 ตุลาคม พ.ศ. 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	ตำแหน่ง Agricultural Technologist บริษัท โดล ไทยแลนด์ จำกัด
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว