Agricultural Sci. J. 33 : 6 (Suppl.) : 27-31 (2002) **ว. วิทย. กษ. 33 : 6 (พิเศษ) : 27-31 (2545)**

ผลของการให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงระยะเวลาต่างๆ ต่อการเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียน

Effect of High Carbon Dioxide Shock on Storage Life of 'Rong-rein' Rambutan

พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1] ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร[1] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1]

Panida Boonyaritthongchai[1], Chairut Techavuthiporn[1] and Sirichai Kanlayanarat[1]

Abstract

High Carbon Dioxide was investigated in order to study the storage-life extending of 'Rong-rein' rambutan. Rambutan were treated by high carbon dioxide 20 and 40% for 30, 90 and 120 mins. storage at 13 °C, %RH 90-95. The result was show that the fruits were treated and untreated by carbon dioxide had storage life 10 and 8 days, respectively. In high relative humidity atmosphere, main cause of deterioration in rambutan by infected fungal. There were obviously infected by fungi introduced to fruits deterioration.

Keywords: Rambutan, Carbon Dioxide

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียนความเข้มข้นสูงร้อยละ 20 และ 40 เป็นระยะเวลา 30 90 และ 120 นาที เมื่อครบกำหนดนำมาเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส พบว่าผลเงาะที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอายุการเก็บรักษา 10 วัน ส่วนผลเงาะที่ไม่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอายุการเก็บรักษา 8 วัน โดยการเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 ทำให้ผลเงาะเสื่อมสภาพเนื่องจากเกิดโรคเข้าทำลาย และการเกิดสีน้ำตาลบนขนเงาะและเปลือกของผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาพที่ไม่ได้รับคาร์บอนไดออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ในการเกิดสีน้ำตาลของผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เกิดเนื่องจากโรคเข้าทำลายเป็นหลัก โดยมีอาการเป็นจุดสีน้ำตาลเป็นวงกว้าง

คำสำคัญ: ผลเงาะพันธุ์โรงเรียน, คาร์บอนไดออกไซด์

คำนำ

เงาะเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสูงของประเทศไทย ปัญหาที่สำคัญของผลเงาะได้แก่ การเกิดสีน้ำตาลและอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้น (อรษา, 2536) ในการแก้ปัญหาการสูญเสียคุณภาพของผลเงาะ พบว่าการเก็บรักษาผลิตผลสดที่อุณหภูมิต่ำสามารถลดการสูญเสียน้ำได้และชะลอการเปลี่ยนแปลงไปสู่การเกิดสีน้ำตาล วิธีการเก็บรักษาเพื่อยืดอายุและคุณภาพของผลผลิตอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจได้แก่ การใช้วิธีการให้ผลผลิตได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลาสั้น ก่อนการนำไปเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ (Kubo *et al.*, 1990) สำหรับการศึกษาการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงกับเงาะนั้นได้มีการศึกษาโดย อรษา (2536) พบว่า การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 15 และ 50 เป็นเวลา 3 6 และ 12 ชั่วโมง ก่อนการเก็บรักษาในสภาวะปกติที่ 12 องศาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลเงาะที่ไม่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 1 วัน แต่ผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ขนเงาะเหี่ยวและฟุบลง แม้ว่าสีขนไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจเป็นเพราะความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงมากเกินไป เพราะโดยปกติความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาเงาะคือร้อยละ 9-12 (O'Hare *et al.*, 1994) และไม่ควรเกินร้อยละ 20 (Hulme, 1956) และการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงในระยะเวลาสั้นๆช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของพวกเชื้อรา เช่น ความเข้มข้นร้อยละ 30-60 ใช้ 2-10 วันจะช่วยยับยั้งรอยแผลของผลแอปเปิ้ล (Patterson, 1970) การศึกษาในผลมะนาวพันธุ์ Femminello comune ที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 เป็นเวลา 3 6 และ 9 วัน ก่อนการเก็บรักษาที่สภาวะปกติที่ 0 หรือ 12 องศาเซลเซียส สามารถลดอาการ chilling injury ได้ (สมบูรณ์, 2538) เช่นเดียวกับผลอาโวกาโดพันธุ์ Fuerte ที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการเก็บรักษาที่สภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 2 และ 17 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถลดอาการ chilling injury ได้ (De Silva DLR, 1985) ในหน่อไม้ฝรั่งและบร็อคโคลี่พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษาจะช่วยชะลอการเปลี่ยนสีเหลืองและชะลอการเหี่ยว (Baxter and Waters, 1991) (สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2531)

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาหาวิธีการยืดอายุการเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียน โดยการให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงๆ เป็นระยะเวลาต่างๆ ต่อคุณภาพการเก็บรักษาผลเงาะพันธุ์โรงเรียน

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
Division of Postharvest Technology, King Mongkut' University of Technology Thonburi, Trungkru, Bangkok, Thailand 10140

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัสดุทดลอง

เงาะพันธุ์โรงเรียน ใช้แปรงขนอ่อนปัดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตามขนเงาะออกและตัดขั้วผล คัดผลที่มีขนาดเท่าๆ กันและมีอายุสม่ำเสมอ มาบรรจุในกล่องพลาสติก(polyvinyl chloride (PVC) ซึ่งมีปริมาตร 30 x 21 x 11 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยด้านข้างกล่องมีช่องสำหรับปล่อยอากาศเข้าและออกจำนวน 2 ช่องบรรจุเงาะจำนวน 30 ผล หลังจากบรรจุแล้วปิดฝากล่องแล้วปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงเข้าภายในกล่องเป็นระยะเวลาต่างๆ สามารถแบ่งการทดลองได้ดังนี้ ผลเงาะที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที เมื่อผลเงาะได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จนครบเวลาของแต่ละชุดการทดลอง หลังจากนั้นนำเงาะเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

2. การตรวจผล

2.1 การสูญเสียน้ำหนัก

2.2 สีเปลือกและขนเงาะ ใช้เครื่องวัดสี Minolta Model DP-301 ซึ่งรายงานผลเป็นค่า Hunter scale ประกอบด้วยค่าต่างๆ ดังนี้

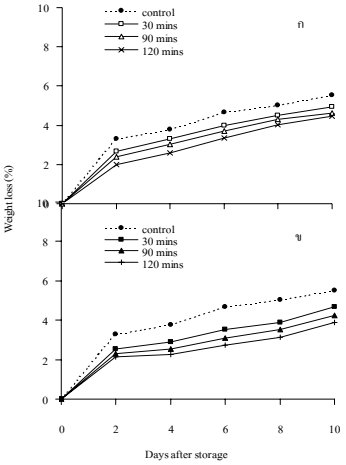
- ค่า L เป็นค่าที่รายงานความสว่างของสี
- ค่า a เป็นค่าที่รายงานถึงการเปลี่ยนแปลงของสีในช่วงสีเขียวในกรณีที่ค่า a มีค่าเป็นลบ และช่วงสีแดงในกรณีที่ค่า a มีค่าเป็นบวกในการวัดจะใช้หัววัดแนบให้สัมผัสกับผิวเงาะให้มากที่สุด

2.3 ปริมาณวิตามินซีโดยวัดปริมาณ ascorbic acid (A.O.A.C., 1990)

2.4 การรั่วไหลของไอออนออกจากเนื้อเยื่อเปลือก (Gamma *et al.*, 1994)

ผลและวิจารณ์

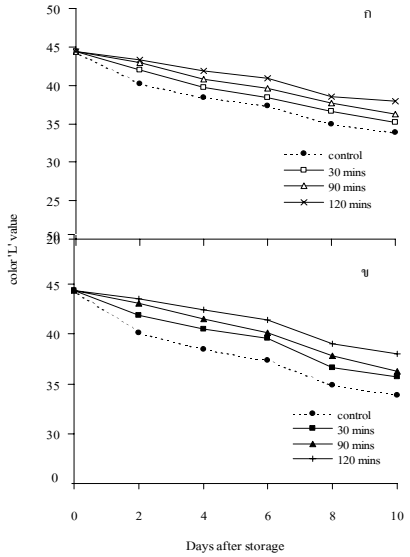
การที่ผลเงาะที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และที่ไม่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอายุการเก็บรักษาแตกต่างกัน 1 วัน เนื่องจากในการเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นร้อยละ 90-95 เป็นการเก็บรักษาในระบบเปิดโดยใช้ปั๊มลมผ่านน้ำเพื่อให้ได้อากาศที่มีความชื้นซึ่งควบคุมอัตราการไหลของอากาศโดยใช้ flow board โดยในสภาวะระบบเปิดนี้จะมีอากาศชื้นไหลเวียนผ่านกล่องที่บรรจุผลเงาะ และเมื่อผลเงาะที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงผลเงาะซึ่งเก็บรักษาในสภาวะนี้ยังคงมีการหายใจ โดยในการหายใจมีการคายน้ำและความร้อน ซึ่งในระบบนี้อากาศรอบๆผลเงาะจะมีการเคลื่อนที่จึงพัดพาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้รับค่อยๆออกจากบริเวณรอบๆผลเงาะจนเข้าสู่สภาวะสมดุลย์ (สุรพงษ์, 2532) จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างผลเงาะที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และที่ไม่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีอัตราการสูญเสียน้ำใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ปริมาณการสูญเสียน้ำหนักของผลเงาะพันธุ์โรงเรียนที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

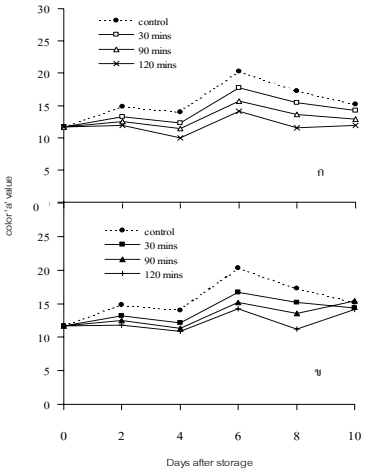
การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะ พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาในทุกสภาวะของการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงของค่า L ในแนวโน้มที่ลดลงจากค่าเริ่มต้น โดยผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติมีการลดลงของค่า L เร็วกว่าการเก็บรักษาในสภาวะอื่นผลเงาะที่เก็บรักษาในทุกวิธีการเก็บมีค่า L ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยพบว่าในการที่ค่า L ลดลงต่ำแสดงถึงผลเงาะมีสีคล้ำขึ้น จะพบว่าในสภาวะบรรยากาศปกติมีค่า L ลดลงเร็วกวาผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดย

ผลเงาะมีการสูญเสียน้ำออกจากผล ขนและเปลือกเงาะจะมีสีน้ำตาล และเกิดโรคเข้าทำลายเป็นจุดๆ โดยการสูญเสียน้ำทำให้เนื้อเยื่อ membrane ส่วนเปลือกเสื่อมสภาวะหรือเซลล์เปลือกเงาะแตกทำให้โรคสามารถเข้าทำลายได้ (Paull and Chen, 1987) ในขณะที่ผลเงาะที่ได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงเป็นระยะเวลาต่างๆก่อนเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงค่า L และพบว่าการที่ค่า L ลดลงเร็วกว่าการเก็บรักษาแบบอื่น เนื่องจากผลเงาะเสื่อมสภาวะเนื่องจากเกิดโรคเข้าทำลายทำให้ผลเงาะมีสีน้ำตาลคล้ำ เป็นพื้นที่บริเวณกว้างทำให้ค่า L ลดลงและมีอายุในการเก็บรักษา 10 วัน ซึ่งเท่ากับการเก็บรักษาผลเงาะในสภาวะบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 2)



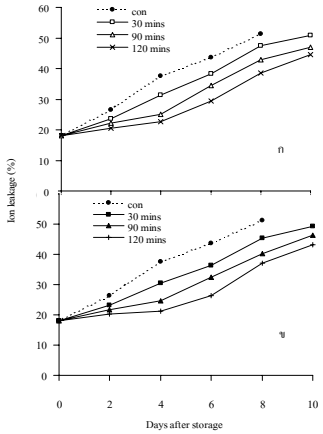
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสีของเปลือกเงาะ 'L' ผลเงาะพันธุ์โรงเรียนที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่า a ซึ่งเป็นตัวชี้ให้ถึงการพัฒนาของสีแดงเพิ่มขึ้นถ้ามีค่า a มากขึ้น จะให้ผลในทางตรงข้ามกับค่า L คือ เมื่อผลเงาะมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น ค่า a มีค่าเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะมีปริมาณแอนโธไซยานินมากขึ้น ซึ่งพบว่าในผลไม้ตระกูลนี้มีรงควัตถุอยู่ในรูป cyanidine และ pelargonidin ซึ่งเมื่อเข้าสู่ระยะการสุกหรือเสื่อมสภาวะจะมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ cyanidin glycoside และตามด้วยการเพิ่มขึ้นของ pelargonidin 3-rhamnoside และ pelargonidin 3,5-diglycoside ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโธไซยานินจะเกิดขึ้นได้ดีในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่ำ ผลเงาะเมื่อมีการเสื่อมสภาวะหรือหมดอายุจะมีอาการเปลือกและขนมีสีน้ำตาลเป็นการลดลงของปริมาณแอนโธไซยานิน (Bertolini *et al.*, 1991) (ภาพที่ 3)



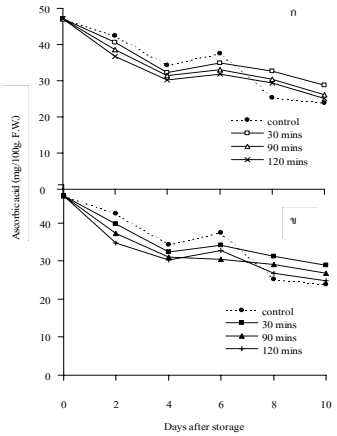
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเปลือกเงาะ 'a' ของผลเงาะพันธุ์โรงเรียนที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น ร้อยละ 20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ในการเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาวะของผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางชีวเคมีหลายอย่าง ในสภาวะที่ผลิตผลเข้าสู่ระยะสุกแก่มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผนังเซลล์และคุณสมบัติในการยอมให้สารผ่านเข้าออก (Rhodas *et al.*, 1981) ดังนั้นการวัดอัตราการรั่วไหลของไอออนจึงสามารถบอกลักษณะของผลิตผลนั้นๆ ได้ว่าเข้าสู่ระยะสุกแก่หรือได้เข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาวะ โดยพบว่ามีการรั่วไหลของสารละลายภายในเซลล์ออกสู่ภายนอกเซลล์ (Hulme, 1956) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณการรั่วไหลของไอออน ของผลเงาะพันธุ์โรงเรียนที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

ผลเงาะที่เก็บรักษาในทุกสภาวะมีปริมาณวิตามินซีลดลงจากวันแรกของการเก็บรักษา แม้ว่าบางสภาวะของการเก็บรักษามีปริมาณวิตามินซีเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา (ภาพที่ 5) อาจเป็นไปได้ว่ามีกลูโคสบางส่วนสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นวิตามินซีได้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณวิตามินซีก็จะลดลงในที่สุดเมื่อเก็บรักษายาวนานขึ้น (Pantastico, 1975) (อนุชา, 2527) โดยผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีการลดลงของปริมาณวิตามินซีมากกว่าผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีการลดลงของวิตามินซีมากกว่าผลเงาะที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการเก็บรักษาในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นสูงมีผลต่อการสูญเสียวิตามินซี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในผลสตรอเบอร์รี่ โดยพบว่าเมื่อเก็บรักษาผลสตรอเบอรี่ในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้ปริมาณวิตามินซีลดลงมากกว่าผลสตรอเบอรี่ที่เก็บรักษาในสภาวะบรรยากาศปกติ เนื่องจากในสภาวะที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงมีผลต่อการสังเคราะห์กิจกรรมของเอนไซม์ ascorbate dehydrogenase นอกจากนี้ในสภาวะของการเก็บรักษาที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อการเพิ่มความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์ ส่งผลกระทบให้มีการสลายตัวของ ascorbic acid เร็วขึ้น เนื่องจาก ascorbic acid สามารถถูกออกซิไดซ์ไปเป็น dehydroascorbic acid ขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-ด่าง โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณ dehydroascorbic acid ในเซลล์พืชเป็นตัวบ่งชี้ถึงการสุก และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ไม่ดี (สายชล และ อรยา, 2537)



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน ที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส

สรุป

ผลเงาะที่ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 20 และ 40 เป็นเวลา 30 90 และ 120 นาที ก่อนเก็บรักษาในสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ถึง 95 ที่อุณหภูมิ 13 องสาเซลเซียส มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลเงาะที่ไม่ได้ผ่านการได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 1 วัน โดยมีอายุการเก็บรักษา 10 และ 9 วัน ตามลำดับ ผลเงาะเสื่อมสภาพเนื่องจากโรคเข้าทำลายและมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวเคมีใกล้เคียงกัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว

เอกสารอ้างอิง

สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2531. รายงานการศึกษาการใช้ประโยชน์จากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการเก็บรักษาผักและผลไม้เพื่อการส่งออก. การเก็บรักษาเงาะ. ฉบับที่ 7. หน้า 1-10.

สมบูรณ์ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. สรีรวิทยาของพืช. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 213 หน้า.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2532. คู่มือดัชนีการเก็บเกี่ยวเงาะ. สถาบันวิจัยพืชสวน. กรุงเทพฯ. 8 หน้า.

สายชล เกตุษา และอรษา แกล้วเกษตรกรณ์. 2537. ผลกระทบการใช้ฟิล์มพลาสติกกรุภาชนะบรรจุและอุณหภูมิต่ำที่มีต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน. วารสารเกษตรศาสตร์ (วิทยาศาสตร์). ปีที่ 28. หน้า 149-160.

อนุชา อินทร์พันธุ์. 2527. ผลของอุณหภูมิและภาชนะที่ใช้ในการเก็บรักษาเงาะพันธุ์สีชมพู. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 10-13.

อรษา แกล้วเกษตรกรณ์. 2536. ความเสียหายหลังการเก็บเกี่ยวและอิทธิพลของบรรยากาศดัดแปลง การห่อด้วยพลาสติกฟิล์ม การได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในความเข้มข้นสูงระยะเวลาสั้นก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของเงาะพันธุ์โรงเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาพืชสวน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 60 หน้า.

Harvey, E.A., B.M. Frank and O.G. James. 1994. Wrapping in polyvinyl chloride film slows quality loss of yellow passion fruit. HortScience. 29(4) : 295-296.

Hulme, A.C. 1956. CO_2 injury and the presence of succinic acid in apples. Nature. 178: 218-219.

Siripanich, J. and A.A. Kader. 1985. Effect of CO_2 on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase and ploy phenol oxidase in lettuce tissue. Journal American Society of Horticultural Science. 110(2): 249-253.

Kubo, Y., A. Inaba and R. Nakamura. 1990. Respiration and C_2H_4 production in various harvested crops held in CO_2 enriched atmosphere. Journal American Society of Horticultural Science. 115: 975-978.

Hulme, A.C. 1956. CO_2 injury and the presence of succinic acid in apples. Nature. 178: 218-219.

Patterson, M.E. 1970. The role of ripening in the affairs of man. HortScience. 5: 30-33.

De. Silva DLR, R.C. Cox, A.M. Hetherington, T.A. Mansfield. 1985. Suggested involement of calcium and calmodulin in the responses of stomata to abscisic acid. New Phytol. 101: 555-563.

Paull, R.E. and N.M. Chen. 1987. Change in longan and rambutan during postharvest storage. Journal of Horticultural Science. 22: 1303-1304.

Bertolini, P., G. Lanza and G. Tonini. 1991. Effect of pre-storage carbon dioxide treatments and storage temperatures on membranosis of 'Femminello comune' lemons. Scientia Horticulturae. 46: 89-95.

Rhodas, M.J.C., L.S.C. Wooltorton and A.C. Hill. 1981. Change in phenolic metabolism in fruit and vegetable tissues under stress. *In* Journal of Friend and M.J.C. Rhodas (eds.). Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables. Academic Press. London. pp. 193-220.

Pantastico, Pantastico, Er.B., J.B. and V.B. Cosico. 1975. Some form and function of the fruit and vegetable epidermis. Kalikasan Philippine Journal of Biology. 4: 175-179.

Baxter, L. and Jr. L. Waters. 1991. Quality changes in asparagus spears stored in a flow-through CA system or in consumer packages. Journal of Horticultural Science. 26: 339-402.

O'Hare, T.J., A. Prasad and A.W. Cooke. 1994. Low temperature and controlled atmosphere storage of rambutan. Postharvest Biology and Technology. 4: 147-157.

Association of Official Analytical Chemists. 1990. Office method of analysis. Virginia. A.O.A.C. 1298 p.

Gamma, H., M. Yuri and W. Hong-kong. 1994. Ripening characteristics and chilling injury of banana fruit I: Effect of storage temperature on respiration, ethylene production and membrane permeability of peel and pulp tissue. Japan Journal of Tropical Agriculture. 38: 216-220.