

ผลของโอโซนต่ออายุการเก็บรักษาลิ้นจี่

Effect of Ozone on Shelf-life of Lychee

อรุณทัย ซาววา^{1/} และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข^{1/}

Aroonothai Sawwa^{1/} and Tanachai Pankasemsuk^{1/}

Abstract: Effect of ozone on lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) cv. Chakapat fruits was studied. Fruits were soaked in water at pH 3-4 (adjusted by lactic acid) and exposed to ozone at the concentrations of 100 mg/hr for 0 (control), 30, 45 or 60 minutes then stored at 10 °C. The results revealed that ozone treated fruits for 45 and 60 minutes had 28 days shelf-life. The ozone treated fruits had lower fruit rot percentage than untreated fruits. Ozone did not affect fruit quality. Pericarp sections of treated fruits were investigated under light microscopes. The results showed that the exocarp layers of the untreated and ozone treated for 30 minutes had more complete exocarp than those of the ozone treated for 45 and 60 minutes. The exocarp from 45 and 60 minutes ozone treated fruits had the pulpy epidermis layers.

บทคัดย่อ: จากการศึกษาผลของโอโซนต่ออายุการเก็บรักษาลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ โดยนำผลลิ้นจี่แช่ในน้ำกลั่น ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 3-4 ด้วยกรดแลกติก จากนั้นปล่อยก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 100 มก/ชม ลงไปในน้ำกลั่นเป็นเวลา 0 (ชุดควบคุม), 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ แล้วนำเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 °ซ พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซนนาน 45 และ 60 นาที มีอายุการเก็บรักษา 28 วัน ผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนมีการเน่าเสียน้อยกว่า โดยก๊าซโอโซนไม่มีผลต่อคุณภาพผลลิ้นจี่ การทำ microtome section ของเปลือกผลลิ้นจี่ พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ไม่ผ่านการรม (ชุดควบคุม) และที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนนาน 30 นาที มีลักษณะของเซลล์ชั้น exocarp ที่ยังคงสภาพสมบูรณ์มากที่สุด ส่วนเปลือกผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนนาน 45 และ 60 นาที เซลล์ชั้น exocarp มีลักษณะฉีกขาดและแตกยุ่ยมากที่สุด

^{1/}ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

^{1/}Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

Index words: โอโซน การเก็บรักษา ลิ้นจี่ การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว
lychee, ozone, shelf-life, postharvest management

คำนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ปัจจุบันลิ้นจี่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ เนื่องจากลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีฤดูกาลเก็บเกี่ยวและอายุการเก็บรักษาสั้น เน้นเสียได้เร็วมาก ทำให้มีอายุการวางจำหน่ายสั้น การที่ผลผลิตถูกเชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายนั้น ก่อให้เกิดการสูญเสียทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ ดังนั้นการควบคุมโรคจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลลิ้นจี่ได้ โอโซน (O_3) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ และเป็นสารเร่งปฏิกิริยาเคมีอย่างดี โดยที่มีข้อดี คือ การแตกตัวของโอโซนทำให้เกิดออกซิเจนสถานะเดียว โอโซนยังมีความสามารถในการช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือฆ่าจุลินทรีย์ เพราะเยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ซึ่งเป็นโปรตีนห่อหุ้มและหล่อเลี้ยงจะถูกทำลาย (ชมภูศักดิ์, 2540) Sarig *et al.* (1996) ได้ศึกษาผลของโอโซนต่อการควบคุมการเน่าเสียของผลองุ่น ที่เกิดขึ้นโดยมีสาเหตุจาก *Rhizopus stolonifer* พบว่าเมื่อให้โอโซนที่อัตรา 8 มิลลิกรัม/นาทีก่อนเป็นเวลา 20 นาที ทำให้ปริมาณของเชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่ผิวองุ่นลดน้อยลง ทำให้ลดการเกิดอาการเน่าเสียภายหลังการเก็บเกี่ยวที่เกิดจากเชื้อราลงได้ Chiam and Robert (1994) ได้ศึกษาผลของโอโซนและอุณหภูมิในการเก็บรักษาแครอท (*Daucus carota* L.) และเชื้อสาเหตุสองชนิดที่เกิดหลังจากการเก็บรักษา คือ *Botrytis cinerea* Pers. และ *Sclerotinia sclerotiorum* de Bary พบว่า การใช้โอโซนที่ความเข้มข้น 0, 7.5, 15,

30 และ 60 ไมโครลิตร/ลิตร โดยให้ไหลผ่านเข้าไปในห้องที่เก็บรักษาแครอทอยู่ในอัตราเร็ว 0.5 ลิตร/นาทีก่อนเวลา 8 ชั่วโมงนาน 28 วัน ที่ระดับความเข้มข้นของโอโซนสูงสุด อัตราการเจริญของเชื้อสาเหตุจะลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และสีผิวของแครอทที่ความเข้มข้นทุกระดับของโอโซนมีสีที่สว่างกว่าชุดควบคุมอีกด้วย การใช้โอโซนน่าจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวและยืดอายุการเก็บรักษาของลิ้นจี่ได้

วิธีการทดลอง

นำผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ ซึ่งเก็บเกี่ยวในเดือนพฤษภาคม 2544 มาจากสวนเกษตรกร อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ ภายในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง ทำการวิจัยที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และห้องปฏิบัติการวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยทำการตัดขนาดผลลิ้นจี่สดที่แก่จัด ให้มีขนาดใกล้เคียงกัน ใช้ผลที่มีสีแดงตั้งแต่ 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป มีสภาพสดไม่มีรอยช้ำ ดำหนิจากโรคแมลง และตำหนิอื่นๆ ตัดก้านออกให้เหลือประมาณ 5 มิลลิเมตร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design : CRD) มี 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 324 ผล จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ผลลิ้นจี่ 108 ผล วิธีการวิจัย ปลอ่ยก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง ต่อน้ำ 10 ลิตร ที่ปรับ pH เท่ากับ 3 ด้วยกรดแลกติก แล้วแช่ผลลิ้นจี่

นานตามแต่ละกรรมวิธี ดังต่อไปนี้ คือ กรรมวิธีที่ 1 รมด้วยโอโซนนาน 0 นาที (ชุดควบคุม), กรรมวิธีที่ 2 รมด้วยโอโซนนาน 30 นาที, กรรมวิธีที่ 3 รมด้วยโอโซนนาน 45 นาที, กรรมวิธีที่ 4 รมด้วยโอโซนนาน 60 นาที ตามลำดับ เมื่อครบกำหนดเวลา นำผลลิ้นจี่ในแต่ละกรรมวิธีไปผึ่งให้แห้ง หลังจากนั้นแบ่งใส่ถุงพลาสติก polyethylene (PE) ขนาด 9x11 นิ้ว ที่เจาะรูเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร แล้วรัดปากถุงด้วยยางรัดให้แน่น เก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

การบันทึกผลการทดลอง ทุก 4 วัน โดยใช้ผลลิ้นจี่ชำละ 9 ผล จำนวน 3 ซ้ำต่อ 1 กรรมวิธี เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงดังนี้ อายุการเก็บรักษา (เมื่อชุดทดลองใดมีการเน่าเสียเฉลี่ยตั้งแต่ 55 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา), การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้, ปริมาณกรดที่ไทเทรต, ปริมาณแอนโรไซยานิน), การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (การสูญเสียน้ำหนักสด, ความแน่นเนื้อ, การเปลี่ยนแปลงของสีเปลือก, เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อเปลือกและเมล็ด)

จากนั้นทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเปลือกผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน โดยการทำ microtome section ของเปลือกผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ชั่วโมง ที่ระยะเวลา 30, 45, 60 นาที ตามลำดับ เปรียบเทียบกับเปลือกผลลิ้นจี่ที่ไม่ได้ผ่านการรมก๊าซโอโซน (ชุดควบคุม) แล้วทำการบันทึกผลการทดลองโดยตรวจสอบสภาพเซลล์เปรียบเทียบกับเปลือกผลลิ้นจี่ที่รมด้วยก๊าซโอโซนกับไม่ได้รมก๊าซ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการกำหนดระยะเวลาของการเก็บรักษาผลลิ้นจี่สิ้นสุดเมื่อมีการเน่าเสียของผลลิ้นจี่ตั้งแต่ 55 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ผลลิ้นจี่ที่ทำการเก็บรักษาไว้เริ่มแสดงอาการเน่าเสียโดยเกิดจุดนิ่มและการเน่าและบนเนื้อผล พบว่า ผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน 45 และ 60 นาที มีอายุการเก็บรักษา 28 วัน โดยมีการเน่าเสียเฉลี่ย 50.00 และ 54.17 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) และผลลิ้นจี่ที่ไม่ผ่านการรมก๊าซโอโซนและรมก๊าซโอโซน 30 นาที มีอายุการเก็บรักษา 24 วัน เนื่องจากในวันที่ 28 ของการเก็บรักษาผลลิ้นจี่มีการเน่าเสีย 70.83 และ 83.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อระยะเวลาในการรมก๊าซโอโซนเพิ่มขึ้นการเน่าเสียน้อยลง ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่ก๊าซโอโซนมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์ จึงสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยเข้าไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงชีวิตต่อไปได้ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับหุตาและคณะ (2541) ที่ได้กล่าวไว้ว่า โอโซนสามารถกำจัดและทำลายเชื้อโรค รวมทั้งเชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้ การเน่าเสียของผลลิ้นจี่จึงลดลงเมื่อรมก๊าซโอโซนระยะเวลานานขึ้น เช่นเดียวกับงานทดลองของ *Pe'rez et al.* (1999) พบว่า การเก็บรักษาผลสตอเบอร์รี่ที่อุณหภูมิ 2 °C ในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซโอโซนเข้มข้น 0.35 สดล นาน 3 วันแล้วย้ายไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 °C หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วันผลสตอเบอร์รี่ที่ผ่านสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซโอโซนสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราและลดการเน่าเสียของผลได้

Table 1 Fruit rot of lychee fruit cv. 'Chakapat' stored at 10 °C after treated with O₃ (100 mg/hr) for 30,45 and 60 minutes.

teatments	fruit rot (%)				
	days after storage				
	12	16	20	24	28
O ₃ 0 minute (control)	0.00	8.33	16.67	29.17	70.83*
O ₃ 30 minute	0.00	4.17	8.33	20.83	83.33*
O ₃ 45 minute	0.00	4.17	4.17	16.67	50.00
O ₃ 60 minute	0.00	4.17	4.17	12.50	54.17
LSD _{0.05}	-	ns	ns	ns	ns
%CV	-	85.41	73.20	58.91	35.96

NS = not significant

* = end of storage

จากการวัดปริมาณ TSS, TA และความแน่นเนื้อของผลลิ้นจี่ในช่วงระยะเวลาต่างๆ พบว่าระยะเวลาในการรมก๊าซโอโซนไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS, TA และความแน่นเนื้อของผลลิ้นจี่ ซึ่งปริมาณ TSS มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 18.57-16.49 องศาบริกซ์ มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บรักษา ปริมาณ TA มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ซึ่งทุกกรรมวิธีมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยก่อนการเก็บรักษาผลลิ้นจี่มีปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.74-0.87 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด เมื่อเก็บรักษานาน 24 วัน ปริมาณ TA อยู่ระหว่าง 0.51-0.76 กรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ในแต่ละกรรมวิธี และความแน่นเนื้อของผลลิ้นจี่ที่เก็บรักษาไว้ในทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยก่อนการเก็บรักษาผลลิ้นจี่มีค่าเฉลี่ยความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง

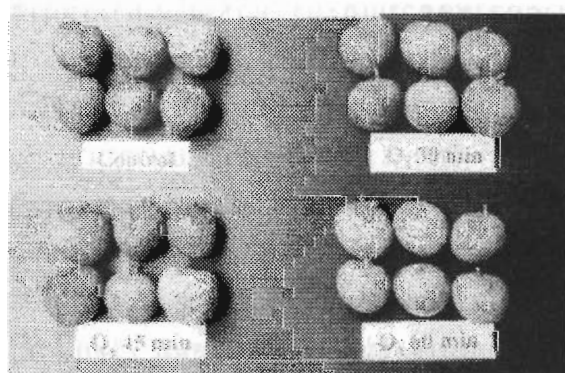
0.60-0.70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเก็บรักษานาน 24 วัน ความแน่นเนื้อของผลอยู่ระหว่าง 0.51-0.54 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ตลอดอายุการเก็บรักษา

ปริมาณแอนโทไซยานินของผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรม/ไม่ผ่านการรมก๊าซโอโซน พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น โดยก่อนการเก็บรักษามีปริมาณแอนโทไซยานินอยู่ระหว่าง 28.92-37.58 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด ในวันที่ 24 ของการเก็บรักษา มีปริมาณแอนโทไซยานินเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 22.71-30.69 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) ในทุกกรรมวิธี ซึ่งการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานิน น่าจะเกิดจากการเสื่อมสภาพโครงสร้างของรงควัตถุแอนโทไซยานิน เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ในกลุ่ม oxidoreductase เช่น

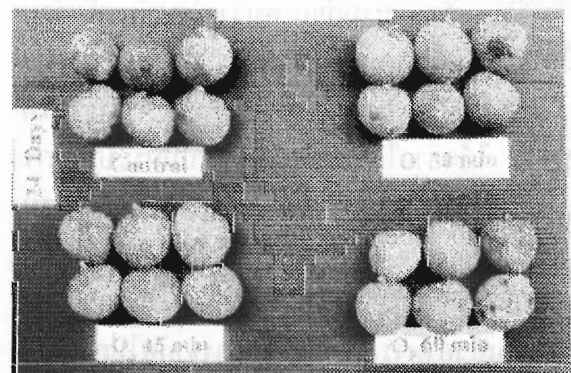
เอนไซม์เปอร์ออกซิเดส และ เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (Underhill, 1992)

เมื่อพิจารณาจากคุณภาพด้านสีเปลือกของผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมและไม่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซน พบว่าค่าความสว่าง (L^*) มีค่าลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยค่า L^* ก่อนเก็บรักษามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 36.73-40.96 และเมื่อเก็บรักษานาน 24 วัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 36.88-39.19 ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มลดลงเช่นกันเมื่อเทียบกับก่อนการเก็บ

รักษา การประเมินการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ด้วยสายตาพบว่า เปลือกผลมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น (ภาพที่ 1) ซึ่งการเกิดสีน้ำตาลที่ผิวเปลือกผลลิ้นจี่น่าจะเนื่องมาจากการสลายตัวของแอนโทไซยานิน ภายหลังการเก็บเกี่ยวความเข้มข้นของแอนโทไซยานินบริเวณเปลือกผลลิ้นจี่จะลดลงอย่างช้าๆ จากการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ทำให้เกิดการสลายตัวของแอนโทไซยานินและก่อให้เกิดสารประกอบฟีนอลที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล (Zhang *et al.*, 2000)



0 day



24 days

Figure 1 Lychee fruits after exposed to ozone at the concentrations of 100 mg/hr for 0 (control), 30, 45 or 60 minutes then stored at 10 °C for 0 and 24 days.

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผลลิ้นจี่ พบว่า ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา ผลลิ้นจี่ที่ไม่ผ่านการรมก๊าซโอโซน (O_3 0 นาที, ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดสูงสุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.92 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) รองลงมาได้แก่ผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน 45, 30 และ 60 นาที โดยมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ยเป็น 1.21, 0.96 และ 0.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) เช่นเดียวกันกับในวันที่ 16 ของการเก็บรักษา ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดของผลลิ้นจี่ที่ไม่ผ่านการรมก๊าซโอโซนมากที่สุด รองลงมาคือ ผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน 45, 30 และ 60 นาที มีค่าเฉลี่ยคือ 4.19, 2.79, 2.54 และ 1.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha = 0.05$) แต่เมื่อทำการเก็บรักษาไว้นาน 24 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 5.83-2.68

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผลลึ้นจีที่ไม่ได้รับโอโซน มีแนวโน้มที่มีการสูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด ผลลึ้นจีในทุกกรรมวิธีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น . ซึ่งเป็นผลทำให้น้ำหนักผลลดลง ทั้งนี้เนื่องมาจากหลังการเก็บเกี่ยว ผลลึ้นจียังคงมีชีวิตอยู่ กระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาและชีวเคมียังคงดำเนินอยู่เช่นเดียวกับผลที่ยังไม่ได้เก็บเกี่ยว มีการคายน้ำหรือการสูญเสียน้ำ และการสูญเสียเนื่องจากการหายใจ (สายชล, 2528) จึงเป็นผลทำให้น้ำหนักผลลดลง

สำหรับเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของผลลึ้นจีส่วนเนื้อ เมล็ด และเปลือก พบว่า น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อมีแนวโน้มลดลงทั้งนี้เนื่องมาจากผลลึ้นจีภายหลังการเก็บเกี่ยวยังคงมีการหายใจอยู่ ซึ่งจริงแท้ (2541) ได้กล่าวไว้ว่า การหายใจเป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่พลังงานซึ่งอยู่ในรูปของอาหารสะสม เช่น น้ำตาล แป้ง หรือไขมัน ถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของพลังงานในการหายใจ สำหรับผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้วอาหารสะสมมีอยู่อย่างจำกัดไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้อีก เมื่ออาหารสะสมถูกใช้ไปเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของส่วนเนื้อลึ้นจีจึงลดลง ส่วนเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเมล็ดและเปลือกผลลึ้นจีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยส่วนเมล็ดเนื่องจากเมล็ดยังคงมีการเจริญเติบโต(ขึ้นหัว) และการเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยส่วนเปลือก เนื่องมาจากเปลือกผลลึ้นจีมีลักษณะฉ่ำน้ำและมีการสูญเสียน้ำขึ้นระหว่างการเก็บรักษาเมื่อน้ำไปอบแห้งจึงเป็นผลทำให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของเปลือกเพิ่มขึ้น

จากการทำตัวอย่าง microtome section ของเปลือกผลลึ้นจีที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ชม. ระยะเวลา 30, 45 และ 60 นาที และเปลือกผลลึ้นจีที่ไม่ผ่านการรมก๊าซ

โอโซน(หูดควบคุม) เมื่อนำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ขนาดกำลังขยาย 400 เท่า พบว่าก่อนการเก็บรักษา ผลลึ้นจีในหูดควบคุมและกรรมวิธีที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 30 นาที ในชั้นผิว (exocarp) อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์มากที่สุดเมื่อเทียบกับผลลึ้นจีที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 45 และ 60 นาที ซึ่งเซลล์ในชั้นผิวแตกยุบมากขึ้นตามลำดับ (ภาพที่ 2) เมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพียงเล็กน้อย แต่ลักษณะการแตกยุบและลักษณะของเซลล์ยังคงพบในกรรมวิธีที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 45 และ 60 นาที มากกว่าหูดควบคุมและกรรมวิธีที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 30 นาที ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันมากนักภายหลังการเก็บรักษานาน 28 วัน เปลือกผลลึ้นจีที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนระยะเวลานาน 45 และ 60 นาที จะมีลักษณะของเซลล์ที่แตกยุบและฉีกขาดมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติการเป็นตัวออกซิไดซ์ของก๊าซโอโซน และคุณสมบัติในการฟอกสีของก๊าซ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540) จึงทำให้ความแข็งแรงของผนังเซลล์ของเปลือกผลลึ้นจีลดลง เช่นเดียวกับการทดลองของ สิริริยา (2545) ซึ่งทำ microtome section ในเปลือกผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 100 มก./ชม ระยะเวลา 0, 30, 60 และ 90 นาที พบว่า ผลที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน 0 นาที (หูดควบคุม) มีสภาพของเซลล์ที่สมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาได้แก่ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 30 และ 60 นาที ตามลำดับ ในขณะที่ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนนาน 90 นาที มีลักษณะของเซลล์ที่ยุบมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าก๊าซโอโซนมีผลต่อสภาพเซลล์ของเปลือกผลลึ้นจี เมื่อรมในระยะเวลา 30 นาทีขึ้นไป น่าจะทำให้เซลล์มีความอ่อนแอมากขึ้นเช่นกัน

Table 2 Weight loss of lychee fruit cv. 'Chakapat' stored at 10° C after treated with O₃ (100 mg/hr) for 30, 45 and 60 minute.

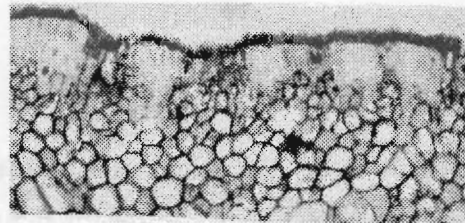
teatments	weight loss (%)							
	days of storage							
	0	4	8	12	16	20	24	28
O ₃ 0 minute (control)	0.00	1.92a	2.19	4.92	4.19a	4.98	5.83	-
O ₃ 30 minute	0.00	0.96b	2.47	1.84	2.54b	2.65	4.40	-
O ₃ 45 minute	0.00	1.21b	3.27	3.63	2.79ab	3.88	6.42	7.47
O ₃ 60 minute	0.00	0.68b	1.81	2.16	1.77b	3.49	2.68	3.96
LSD _{0.05}	-	0.59	ns	ns	1.34	ns	ns	-
%CV	-	30.37	50.87	40.60	29.02	24.95	35.01	-

a, b means followed with the same latter did not significant difference at $\alpha = 0.05$ by lsd.

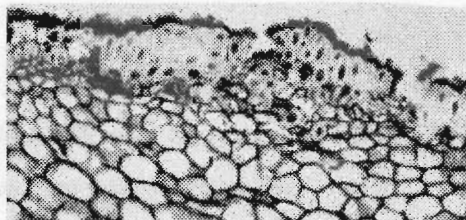
ns = not significant



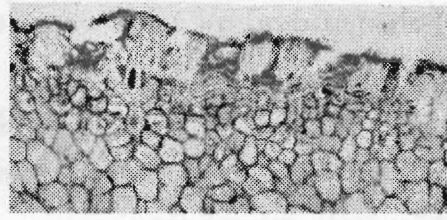
O₃ 0 min.



O₃ 30 min.



O₃ 45 min.



O₃ 60 min.

Figure 2 Microtome section of lychee pericarp from untreated and ozone treated fruit before storage.

สรุปผลการทดลอง

โอโซนที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง ที่ระยะเวลาในการรมผลลิ้นจี่นาน 45 และ 60 นาที สามารถเก็บรักษาผลลิ้นจี่ไว้ได้นาน 28 วัน โดยไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดที่ไตเตรดได้ ปริมาณแอนโทไซยานิน ความแน่นเนื้อ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก ค่าสีผิว เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งส่วนเนื้อ เมล็ด และเปลือก

ในการทำ microtome section ของเปลือกผลลิ้นจี่ที่ไม่ผ่านการรมก๊าซโอโซน(ชุดควบคุม) และผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน 30 นาที มีสภาพของเซลล์ที่สมบูรณ์มากที่สุด ส่วนผลลิ้นจี่ที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ระยะเวลานาน 45 และ 60 นาที เซลล์มีสภาพที่แตกย่อย

เอกสารอ้างอิง

จรัส แก้วศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.

ชมภูศักดิ์ พูลเกษม. 2540. การใช้โอโซนทางการแพทย์และสิ่งแวดล้อม. บริษัท ไบรท์ เอนเทค มาร์เก็ตติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ. 134 น.

ชมภูศักดิ์ พูลเกษม และเทพนม เมืองแมน. 2540. การใช้โอโซนทางการแพทย์ และสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์เดือนตุลาคม, กรุงเทพฯ. 136 น.

ชูลา ศรีสุคนธ์, ไชยฤทธิ์ สถาปนาวัตร และสังสิทธิ์ ศรีสุคนธ์. 2541. การทำให้อายุยืนยาวและมีความสุขโดยวิธีธรรมชาติบำบัด ภาคหนึ่ง "โอโซน". สำนักพิมพ์เดือนตุลา, กรุงเทพฯ. 103 น.

สายชล เกตษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ. 364 น.

สิริริยา เรืองยุทธการณ. 2545. ผลของโอโซนต่ออายุการเก็บรักษาลำไย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 176 น.

Chiam, L.L. and K.P. Robert. 1994. Effect of ozone and storage temperature on postharvest diseases and physiology of carrots (*Daucus carota* L.). J.Amer.Soc.Hort.Sci. 119(3):563-567.

Pe'rez, A. G., C. Sanz, J. J. Ri'os, R. Oli'as and J. M. Oli'as. 1999. Effect of ozone treatment on postharvest strawberry quality. J. Agri. Food Chem. 47(5):1652-1656

Sarig, P., T. Zahavi, Y. Zutkhi, S. Yanni, N. Lisker and R. Ben-Arie. 1996. Ozone for control of post-harvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*. Physiological and Molecular Plant Pathology 48:403-415.

Underhill, S.J.R. 1992. Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) with emphasis on colour retention. Trop. Sci. 32: 305-312.

Zhang, D., C. Q. Peter, and M.G. John. 2000. Changes in pheolic compounds in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. J. Postharvest Biol. Technol. 19:165-172.