

ผลของโอโซนต่ออายุการเก็บรักษาลำไย

Effect of Ozone on Longan Shelf-life

สิศิรียา เรืองยุทธิการณ์¹ และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข²

Sikeeriya Ruangyuttikarn¹ and Tanachai Pankasemsuk²

Abstract: Longan (*Euphoria longana* Lam.) fruits cv. Daw were soaked in 0°C water pH 3-4 and exposed to ozone at the concentration of 100 mg./hr. for 0, 30, 60 and 90 minutes then stored at 5°C. The results revealed that ozone treated fruits had longer shelf-life than untreated fruits for 6-9 days. The fruits treated with ozone for 30 minutes, had the lightest exocarp color and got the highest acceptable quality from sensory evaluation.

บทคัดย่อ : การศึกษาผลของโอโซนต่ออายุการเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอ โดยนำผลลำไยลงแช่ในน้ำเย็นที่ 0°C ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างด้วยกรดแลกติก ให้มีค่าเท่ากับ 3-4 หลังจากนั้นปล่อยก๊าซโอโซนระดับความเข้มข้น 100 มก./ชม. ให้ไหลลงไปใต้น้ำ เป็นเวลา 0, 30, 60 และ 90 นาที ตามลำดับ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C พบว่าผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซน สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รมก๊าซโอโซน 6-9 วัน และผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนนาน 30 นาที สีเปลือกมีความสว่าง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

Index words : ลำไย โอโซน อายุการเก็บรักษา การจัดการหลังการเก็บเกี่ยว

Longan, Ozone, Shelf-life, Post harvest management

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

²Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

คำนำ

ลำไยจัดเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของภาคเหนือโดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ผลผลิตของลำไยสามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งในรูปผลสด อบแห้ง แช่แข็ง และลำไยกระป๋อง ซึ่งทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายพันล้านบาท และมีแนวโน้มว่าจะมีการส่งออกเพิ่มขึ้นอีก (พาวัน, 2543) สำหรับการผลิตและการส่งออกลำไยในลักษณะผลไม้สดไปยังตลาดต่างประเทศ ต้องใช้เวลาในการขนส่งนาน ทำให้ลำไยสดที่ส่งออกต่างประเทศมีปัญหาด้านคุณภาพคือการเปลี่ยนสีผิวเป็นสีน้ำตาลเข้ม และการเน่าเสีย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536) ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงด้านการรักษาคุณภาพผลลำไย โดยใช้วิธีการต่างๆ หลายวิธี เช่น การใช้น้ำร้อน น้ำเย็น แช่ผลลำไยในสารละลายของสารเคมีเพื่อกำจัดเชื้อรา หรือการรมผลลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide; SO₂) (ดาวเรือง, 2530 และธิดา, 2535) การใช้ก๊าซ SO₂ ในผลผลิตที่รับประทานสดมีที่ท่าที่จะถูกห้ามใช้ในการค้าระหว่างประเทศในอนาคตอันใกล้ เพราะมีผลกระทบต่อผู้ที่สูดดมก๊าซ SO₂ เข้าไปในร่างกาย ดังนั้นความพยายามในการค้นหาวิธีการหรือสารเคมีชนิดใหม่ซึ่งเป็นที่ยอมรับได้และมีผลในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยจึงนับเป็นความจำเป็นที่เร่งด่วนอีกประการหนึ่ง

โอโซนเป็นก๊าซที่ไม่คงตัว มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดซ์อย่างแรง มีคุณสมบัติในการฟอกสีและฆ่าเชื้อโรคที่เหนือกว่าสารเคมีจำพวกคลอรีน คลอรีนไดออกไซด์ โปแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยเซลล์โปรตีนที่ห่อหุ้มและหล่อเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส สปอร์ หรือเชื้อราจะถูกทำลายไป ซึ่งทำให้

เชื้อจุลินทรีย์นั้นๆไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ และโอโซนได้รับการรับรองว่าปลอดภัยว่าเป็นสารจำพวก Generally Recognized As Safe (GRAS) ด้วยเหตุนี้เอง โอโซนจึงน่าที่จะนำมาใช้ในการรักษาความสดของผักหรือผลไม้บางชนิดได้ (ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540)

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) แบ่งออกเป็น 4 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ลำไย 180 ผล โดยกรรมวิธี คือ ระยะเวลาในการรมก๊าซโอโซนที่ 0, 30, 60 และ 90 นาที ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ผลลำไยรมก๊าซโอโซนนาน 0 นาที (ชุดควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 ผลลำไยรมก๊าซโอโซนนาน 30 นาที

กรรมวิธีที่ 3 ผลลำไยรมก๊าซโอโซนนาน 60 นาที

กรรมวิธีที่ 4 ผลลำไยรมก๊าซโอโซนนาน 90 นาที

ใช้ลำไยพันธุ์คอ ทำการคัดผลให้มีขนาดใกล้เคียงกัน มีสภาพสด ไม่มีรอยช้ำ และตำหนิอื่นๆ มาตัดก้านออกให้เหลือก้านเหนือขั้วผลประมาณ 5 มม. จากนั้นแบ่งผลลำไยออกเป็น 4 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 540 ผล เพื่อนำลงแช่ในน้ำเย็นที่ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างด้วยกรดแลกติกให้มีค่าเท่ากับ 3-4 หลังจากนั้นปล่อยก๊าซโอโซนความเข้มข้น 100 มก./ชม.ลงในน้ำที่บรรจุลำไยอยู่ แช่ผลลำไยนานตามระยะเวลาข้างต้นผึ่งลมให้แห้งแล้วบรรจุถุงพลาสติก high density polyethylene เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. จำนวน 8 รูแล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C บันทึกผลการทดลองทุกๆ 3 วัน

การบันทึกผลการทดลอง

1. อายุการเก็บรักษา

การสิ้นสุดระยะเวลาของการเก็บรักษาพิจารณาจากการปรากฏให้เห็นของเชื้อราที่ผลลำไย โดยเมื่อพบว่าเริ่มมีเชื้อราปรากฏให้เห็นให้ถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา และ/หรือเมื่อผู้บริโภคไม่ยอมรับตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพแบบ profile test ในระดับคะแนนของการยอมรับโดยรวม หรือสีเปลือกด้านนอก ที่น้อยกว่า 4 เป็นเวลา 2 ครั้งติดกัน ให้ถือว่าหมดอายุการเก็บรักษา

2. การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS)

โดยใช้น้ำคั้นจากเนื้อลำไยหยดลงบนแผ่นปริซึมของเครื่อง hand refractometer ก่อนใช้ปรับสเกลให้เป็นศูนย์ด้วยน้ำกลั่น ค่าที่ได้มีหน่วยเป็น °บrix

3. การวัดการเปลี่ยนสีของเปลือกด้านนอก

โดยใช้เครื่องวัดสี (chroma meter) ค่าที่ได้จะแสดงในรูปค่า L^* และ b^*

ค่า L^* เป็นค่าที่แสดงความมืดและความสว่างของสี มีค่าตั้งแต่ 0-100 ถ้าค่า L^* มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า วัตถุมีความสว่างน้อย หากมีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่า วัตถุมีความสว่างมาก

ค่า a^* เป็นค่าที่แสดงสีเขียวและสีแดง ถ้าค่า a^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุมีสีเขียว หากมีค่าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีแดง

ค่า b^* เป็นค่าที่แสดงสีน้ำเงินและสีเหลือง ถ้าค่า b^* มีค่าเป็นลบ แสดงว่าวัตถุมีสีน้ำเงิน หากมีค่าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง

4. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพของผลลำไยระหว่างการเก็บรักษาโดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 7 คน และใช้วิธีการทดสอบแบบ ideal ratio profile technique (ดัดแปลง

จากสรวงสุตา, 2540) ซึ่งรวมลักษณะปรากฏ (สีเปลือกด้านนอกและสีเปลือกด้านใน) กลิ่น (กลิ่นลำไยและกลิ่นแปลกปลอม) รสชาติ (รสหวานและรสแปลกปลอม) และเนื้อสัมผัส (ความกรอบและความแน่นเนื้อ) โดยมีระดับคะแนน ดังนี้ คือ 0 = ไม่ชอบมากที่สุด, 1 = ไม่ชอบมาก, 2 = ไม่ชอบ, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 4 = ค่อนข้างไม่ชอบ, 5 = เฉยๆ, 6 = ค่อนข้างชอบ, 7 = ชอบปานกลาง, 8 = ชอบ และ 9 = ชอบมากที่สุด

ผลการทดลอง

1. อายุการเก็บรักษา

ลักษณะสีเปลือกของผลลำไยก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C พบว่าเปลือกด้านนอกและด้านในของผลลำไยในทุกกรรมวิธีที่ผ่านการรมก๊าซไอโซนมีความสว่างและมีสีเหลืองมากขึ้น เมื่อเทียบกับผลลำไยที่ไม่ได้ผ่านการรมก๊าซไอโซน (ชุดควบคุม) ซึ่งเปลือกผลมีสีคล้ำมากที่สุด ในขณะที่เนื้อผลลำไยในแต่ละกรรมวิธีมีสภาพไม่แตกต่างกัน

จากการกำหนดให้ระยะเวลาของการเก็บรักษาผลลำไยสิ้นสุดเมื่อพบว่าเริ่มมีเชื้อราปรากฏที่ผล และ/หรือเมื่อผู้บริโภคไม่ยอมรับตามเกณฑ์การให้คะแนนของการประเมินคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า ผลลำไยที่ไม่ได้ผ่านการรมก๊าซไอโซน มีอายุการเก็บรักษาสั้นที่สุด คือ 15 วัน เนื่องจากตรวจพบเชื้อราและสีเปลือกด้านนอกมีสีน้ำตาลแดง เข้มกว่ากรรมวิธีอื่น ซึ่งมีผลทำให้สภาพของผลลำไยไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ในขณะที่ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซไอโซนเป็นเวลา 30, 60 และ 90 นาที สามารถเก็บรักษาได้นาน 24, 21 และ 21 วัน ตามลำดับ (ภาพที่ 1-2)

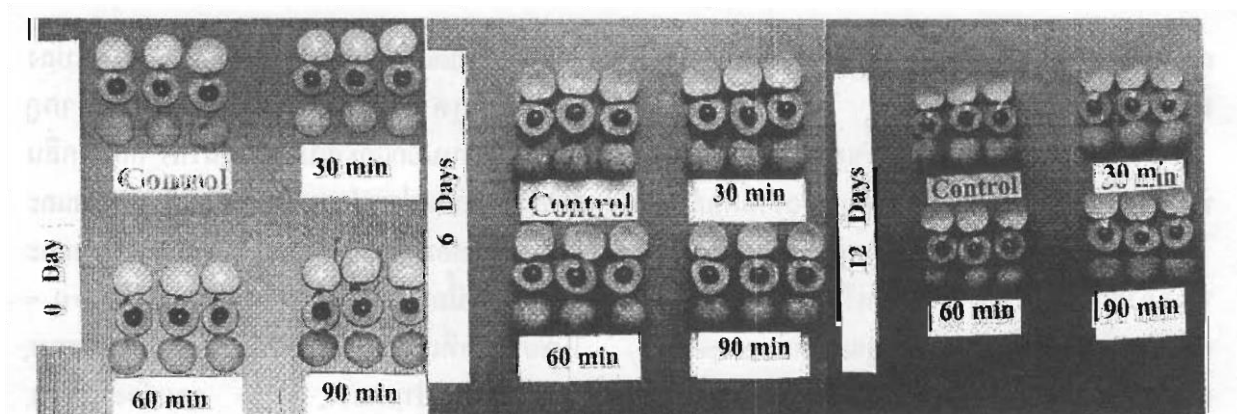


Figure 1 Pericarp and aril of longan fruits which were exposed to ozone at concentrations of 100 mg/hr. for 0, 30, 60 and 90 minutes stored at 5°C for 0, 6 and 12 days.

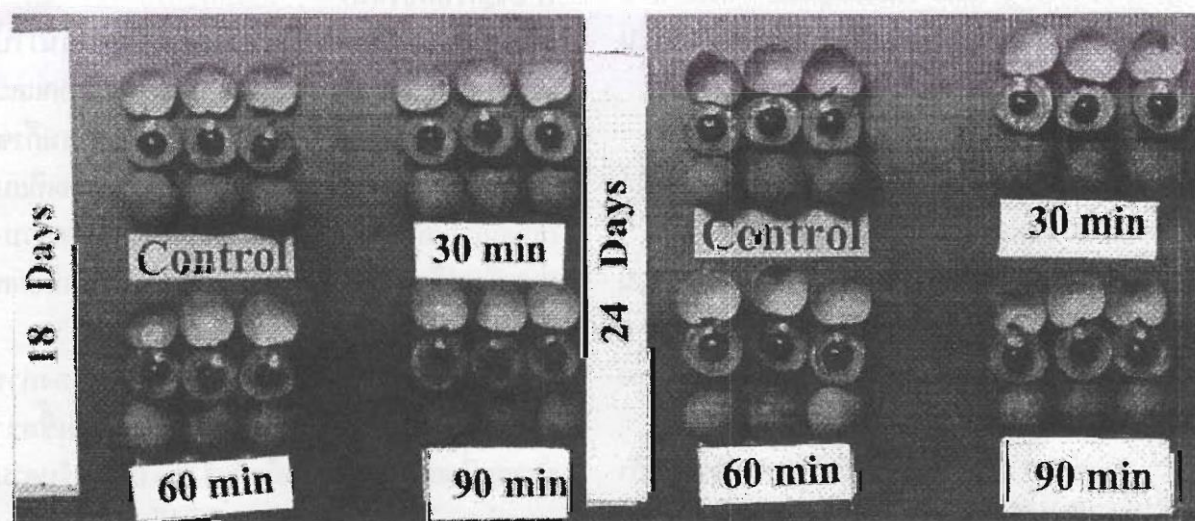


Figure 2 Pericarp and aril of longan fruits which were exposed to ozone at concentrations of 100 mg/hr. for 0, 30, 60 and 90 minutes stored at 5°C for 18 and 24 days.

2. ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solids, TSS)

จากการศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่ช่วงเวลาต่างๆ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C พบว่า การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของผลลำไยที่เก็บรักษาไว้ในทุกกรรมวิธีมีปริมาณเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆตลอดอายุการเก็บรักษา โดยวัดได้สูงสุดในวันที่สามของการเก็บรักษา มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 19.35-19.76 °บrix ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี

3. การเปลี่ยนสีของเปลือกด้านนอก

จากการศึกษาการเปลี่ยนสีของเปลือกด้านนอก โดยการวัดค่า L (แสดงถึงความสว่างของสี) a* (มีค่าบวกแสดงว่าวัตถุมีสีแดง) และ b* (มีค่าบวกแสดงว่าวัตถุมีสีเหลือง) จากเปลือกด้านนอกของผลลำไยที่ช่วงเวลาต่างๆของการเก็บรักษา พบว่า ค่า L มีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนค่า a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่ค่า b* มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเก็บรักษา และเริ่มลดลงหลังจากเก็บรักษาไว้ได้ 9 วัน โดยค่า L ที่วัดได้จากผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 0, 30, 60 และ 90 นาที มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในวันแรกของการเก็บรักษา คือ 51.62, 56.19, 56.53 และ

56.02 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ค่า a* มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา เท่ากับ 6.70, 3.96, 5.93 และ 5.63 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) สำหรับค่า b* ที่วัดได้จากผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 0 และ 30 นาที มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา คือ 38.12 และ 40.78 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 60 และ 90 นาที มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา เท่ากับ 39.98 และ 40.27 ตามลำดับ

4. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากการประเมินคุณภาพด้านการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค พบว่า คะแนนการยอมรับโดยรวมมีแนวโน้มลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งในวันแรกของการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละกรรมวิธี ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 30 นาที มีคะแนนการยอมรับโดยรวมมากที่สุด รองลงมา คือ ผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 90 และ 60 นาที สำหรับผลลำไยที่ไม่ได้ผ่านการรมก๊าซโอโซน (ชุดควบคุม, 0 นาที) มีคะแนนการยอมรับโดยรวมน้อยที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Table 1 L value (lightness) of exocarp color of longan that exposed to ozone at the concentrations of 100 mg./hr. for 0, 30, 60 and 90 minutes then stored at 5°C.

Treatments	L value of exocarp color								
	Day after storage								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
O ₃ 0 min	51.62b	49.01b	50.32	49.26b	47.92b	47.17b	46.93*	48.12b*	44.03b*
O ₃ 30 min	56.19a	52.56a	52.74	52.30a	52.03a	50.11ab	50.79	52.82a	48.62ab
O ₃ 60 min	56.53a	53.33a	51.11	52.20a	51.22a	50.50a	48.68	47.38b	49.10a*
O ₃ 90 min	56.02a	51.64a	48.47	50.74ab	49.87ab	49.60ab	48.03	46.86b	45.63ab*
LSD _{0.05}	2.32	2.06	NS	2.59	2.17	3.27	NS	4.52	4.93
C.V.(%)	2.23	2.12	4.66	2.68	2.29	3.52	5.30	4.91	5.59

means in the same column followed with the same letter did not significant difference at $\alpha=0.05$ by Lsd.

* : shelf-life ended

Table 2 a* value (redness) of exocarp color of longan that exposed to ozone at the concentrations of 100 mg./hr. for 0, 30, 60 and 90 minutes then stored at 5°C.

Treatments	a* value of exocarp color								
	Day after storage								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
O ₃ 0 min	5.27a	2.33ab	3.13	3.82a	5.45a	6.70a	6.69*	5.43*	9.61*
O ₃ 30 min	2.97b	1.50ab	1.80	1.20ab	1.08b	2.08b	3.19	3.92	3.96
O ₃ 60 min	2.27b	0.83b	0.23	1.08b	4.38a	2.25b	4.46	5.93	6.50*
O ₃ 90 min	3.21b	2.87a	2.39	3.29ab	4.71b	4.74b	5.56	5.63	7.18*
LSD _{0.05}	1.91	1.93	NS	2.96	2.66	3.18	NS	NS	NS
C.V.(%)	29.49	54.35	82.48	60.74	36.09	42.74	41.67	38.82	30.73

means in the same column followed with the same letter did not significant difference at $\alpha=0.05$ by Lsd.

* : shelf-life ended

Table 3 b* value (yellowness) of exocarp color of longan that exposed to ozone at the concentrations of 100 mg./hr. for 0, 30, 60 and 90 minutes then stored at 5 °C.

Treatments	b* value of exocarp color								
	Day after storage								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
O ₃ 0 min	30.76	38.09b	38.12	37.14b	36.24b	33.74b	36.76*	37.54*	34.13b*
O ₃ 30 min	35.49	40.46a	40.78	39.75a	40.15a	38.76a	39.16	39.79	37.69ab
O ₃ 60 min	33.87	39.98a	39.54	39.93a	39.06a	38.21a	37.56	37.61	38.41a*
O ₃ 90 min	34.84	40.27a	37.62	38.97ab	39.07a	38.21a	37.13	36.37	35.47ab*
LSD _{0.05}	NS	1.39	NS	2.41	1.48	4.18	NS	NS	3.67
C.V.(%)	8.17	1.86	5.47	3.29	2.04	5.96	6.63	5.82	5.34

abc : means in the same column followed with the same letter did not significant difference at $\alpha=0.05$ by lsd.

* : shelf-life ended

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

โอโซนที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./ชม. มีระยะเวลาที่เหมาะสมในการรมผลลำไยพันธุ์ดอ คือ 30 นาที โดยสามารถเก็บรักษาผลลำไยไว้ได้นานที่สุด คือ 24 วัน และไม่มีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ การให้ก๊าซโอโซนที่ระยะเวลา 60 และ 90 นาที แก่ผลลำไยน่าจะเป็นระดับที่มากเกินไป เพราะทำให้สีเปลือกผลลำไยคล้ำลง และมีปริมาณการเน่าเสียของผลเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลลำไยที่ผ่านการรมก๊าซโอโซนที่ทุกระยะเวลา พบว่าสีเปลือกมีความสว่างมากกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้จะเกิดจากคุณสมบัติในการเป็นตัวออกซิไดซ์ของก๊าซโอโซน ทำให้ก๊าซโอโซนสามารถกำจัดเชื้อโรคได้ โดยการเข้าไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ ไม่สามารถสืบพันธุ์และมีชีวิตต่อไปได้

(ชมภูศักดิ์ และเทพนม, 2540) Mudd *et al.* (1969) ได้รายงานไว้ว่า โอโซนมีผลกระทบต่อเชื้อแบคทีเรีย โดยมุ่งไปที่การทำลายส่วนเยื่อหุ้มเซลล์ โดยการเกิดปฏิกิริยา peroxidation ของสาร phospholipid และ lipoprotein ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Ishizaki *et al.* (1987) ที่ได้ศึกษาผลกระทบของโอโซนที่มีต่อเชื้อ *Escherichia coli* ซึ่งพบว่าโอโซนจะมีการซึมผ่านผนังเซลล์ แล้วทำปฏิกิริยากับสารที่อยู่ภายในไซโตพลาสซึมและทำการเปลี่ยน plasmid DNA ที่มีลักษณะเป็นวงกลมปิดให้เป็นวงกลมเปิด มีผลทำให้แบคทีเรียมีการแบ่งเซลล์ลดลง

อนึ่ง การใช้สารเคมีในการควบคุมโรคหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไย นับว่าเป็นวิธีการที่นิยมทำกันมากที่สุด และการใช้ก๊าซโอโซนเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไย ยังคงต้องมีการศึกษาต่อไปเกี่ยวกับระยะเวลาที่เหมาะสม และวิธีการรม เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งการเก็บ

รักษาผลลำไยโดยการรมก๊าซโอโซนเพียงครั้งเดียว
อาจไม่เพียงพอต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลลำไย

เอกสารอ้างอิง

- ชนัญศักดิ์ พูลเกษ และเทพนม เมืองแมน. 2540. การใช้
โอโซนทางการแพทย์และสิ่งแวดล้อม. สำนัก
พิมพ์เดือนตุลา, กรุงเทพฯ. 136 น.
- ดาวเรือง ศรีกอก. 2530. ดัชนีการเก็บเกี่ยว และการเก็บ
รักษาผลลำไยพันธุ์ดอ (*Euphoria longana*
Lam.cv. Daw) วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชา
ชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 98 น.
- ธิดา ไชยวงศ์ศรี. 2535. โรคของผลลำไยพันธุ์ดอก่อนและหลัง
การเก็บเกี่ยว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาชีว-
วิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 134 น.
- พาวิน มะโนชัย. 2543. ลำไย. สาขาไม้ผล ภาควิชา
พืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัย
แม่โจ้, เชียงใหม่. 115 น.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานปลัด
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
2536. ควรวิจัยอะไรกับลำไย. รายงาน
สัมมนาเชิงวิชาการ ณ โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ,
เชียงใหม่. หน้า 40-43.

สรวงสุตา ไชยทิพย์. 2540. ผลของอุณหภูมิและสาร
เคลือบผิวที่บริโภคได้ต่อคุณภาพและอายุการ
เก็บรักษาของสับปะรดสดพร้อมบริโภค.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
เชียงใหม่. 135 น.

Ishizaki, K., D. Sawadaishi, K. Miura and N. Shinriki.
1987. Effect of ozone on plasmid DNA
of *Escherichia coli* in situ. Water Res. (7):823-
828.

Mudd J.B., R. Leavitt, A. Ongun and T. McManus. 1969.
Reaction of ozone with amino acids and proteins.
Atmos Environ. 3:669-682.