Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 263-266 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 263-266 (2554)

ผลของสภาพบรรยากาศออกซิเจนต่ำต่อการยืดอายุการเก็บรักษาของผลมะเฟือง

Effect of Low Oxygen Atmospheres on Prolonging Storage Life of Carambola Fruit

พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย[1,2] **และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์**[1,2]

Panida Boonyaritthongchai[1,2] and Sirichai Kanlayanarat[1,2]

Abstract

Effect of low oxygen atmospheres on physiological changes and quality of carambola fruits during storage was investigated by keeping in 10%O_2+0.03%CO_2, 5%O_2+0.03%CO_2 and 21%O_2+0.03%CO_2 (control) at 10°C, 92-95%RH throughout the experimental period. The results revealed that carambola fruits kept under low oxygen atmospheres had a storage life 25 days while the control set had a 20-day storage life. Storage in 5%O_2+ 0.03%CO_2 could delay senescence and fruit softening more effectively than the other treatments. This treatment also resulted in a lower percentage of ion leakage than the other treatments and delayed increasing a* value and decreasing hue value. Carambola fruits kept in 5%O_2+0.03%CO_2 showed the highest acceptable score. However, no significant difference in L value, b* value, total ascorbic acid, titratable acidity or total sugar content was observed in all the treatments.

Keywords: low oxygen atmosphere, quality, carambola

บทคัดย่อ

ผลของการเก็บรักษาผลมะเฟืองในสภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าบรรยากาศปกติ (10%O_2+0.03%CO_2, 5%O_2+0.03%CO_2) และสภาพบรรยากาศปกติ (ชุดควบคุม) (21%O_2+0.03%CO_2) ที่อุณหภูมิ10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 92-95% พบว่า ผลมะเฟืองที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าบรรยากาศปกติมีอายุการเก็บรักษา 25 วัน ในขณะที่ผลมะเฟืองชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 20 วัน โดยการเก็บรักษาในสภาพ 5%O_2+0.03%CO_2 สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของผลมะเฟือง โดยมีค่าความแน่นเนื้อของผลมะเฟืองสูงกว่าชุดการทดลองอื่น มีค่าการรั่วไหลของไอออนต่ำกว่าชุดการทดลองอื่น และสามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า a* และการลดลงของค่า hue เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดลองอื่น ๆ นอกจากนี้ ผลมะเฟืองที่เก็บรักษาในสภาพที่มี 5%O_2+0.03%CO_2 ยังมีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคสูงกว่าชุดการทดลองอื่น อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างในการเปลี่ยนแปลงค่า L* b* ปริมาณวิตามินซีทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดภายในผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้

คำสำคัญ: สภาพออกซิเจนต่ำ, คุณภาพ, มะเฟือง

คำนำ

มะเฟืองเป็นผลไม้ที่มีวิตามินซีและโปรวิตามินเอสูงและมีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมาก ประกอบกับได้มีการนำพันธุ์มะเฟืองใหม่ๆ จากต่างประเทศนำมาปลูกในไทยซึ่งมีรสชาติดี จึงทำให้มะเฟืองกลายเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมมากขึ้น และกำลังจะกลายเป็นผลไม้ที่มีบทบาททางเศรษฐกิจในอนาคต สำหรับปัญหาที่พบกับผลมะเฟืองได้แก่ การเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว เช่น การเหี่ยว นิ่ม สีผลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่าจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ผลมะเฟืองเป็นผลไม้ที่เกิดการชอกช้ำและบาดแผลได้ง่าย เนื่องจากมีน้ำในปริมาณสูง และเปลือกค่อนข้างบาง

ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพมะเฟืองเพื่อการส่งออกจึงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยววิธีการต่างๆ เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษา และลดปัญหาที่เกิดขึ้น การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (controlled atmosphere, CA storage) การบรรจุผักและผลไม้สดใน CA คือ การเก็บรักษาผลิตผลในสภาพที่มีระดับก๊าซออกซิเจนต่ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าสภาพบรรยากาศทั่วไป วิธีการเก็บรักษาแบบ CA เป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผักและผลไม้ร่วมกับการเก็บที่อุณหภูมิต่ำ โดยเฉพาะผลิตผลที่อ่อนแอต่อการเกิดอาการสะท้านหนาว (chilling injury, CI)

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

[1] Division of Postharvest Technology , School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

[2] Postharvest Technology Innovation Center, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

องค์ประกอบของบรรยากาศ เช่น ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจ และมีผลยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โดยตรง ทั้งนี้การเก็บรักษาในสภาพที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากเกินไปอาจจะเกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้เกิดการหมักในผลิตผลได้ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงเกินไปก่อให้เกิดความเสียหายแก่ผลิตผลอีกด้วย ดังนั้นในปัจจุบันมีการศึกษาการใช้ ultralow oxygen (ULO) ในการเก็บรักษาผลผลิตสดทางการเกษตรและควบคุมแมลงศัตรูพืชอีกด้วย ซึ่งโดยปกติ ULO หมายถึงระดับออกซิเจนน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ แต่อย่างไรก็ตาม ULO นี้สามารถส่งผลให้มีการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนทำให้เกิดการหมักในผลิตผลได้เช่นกัน (Beaudry, 2000)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาสภาพการเก็บรักษามะเฟืองในสภาวะที่มีออกซิเจนต่ำแต่สูงกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อชะลอการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ของผลิตผลได้ เช่น การสุก อาการเนื้อฉ่ำน้ำ เนื้อสัมผัสอ่อนนิ่ม ผลเหี่ยว การเกิดโรค หรือการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอื่นๆและช่วยยืดอายุในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อส่งไปจำหน่ายยังตลาดเป้าหมายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

มะเฟืองพันธุ์ B17 ซึ่งได้รับการปรับปรุงและคัดเลือกจากพันธุ์มาเลเซียเก็บเกี่ยวจากสวนเกษตรกรในจังหวัดนครปฐม โดยทำการเก็บผลมะเฟืองที่มีอายุ 10-11 สัปดาห์ หลังดอกบาน โดยทำการบรรจุผลมะเฟืองลงในตะกร้าและขนส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (วิทยาเขตบางขุนเทียน) จากนั้นทำการคัดเลือกผลที่มีขนาดสม่ำเสมอกัน ไม่เป็นโรค ไม่มีบาดแผล ล้างด้วยน้ำประปาที่อุณหภูมิห้อง เพื่อเอาสิ่งสกปรกออก แล้วผึ่งให้แห้ง แล้วนำผลมะเฟืองที่ผ่านการเตรียมเบื้องต้นมาทำการบรรจุในกล่องพลาสติก polyvinyl chloride (PVC) ซึ่งมีปริมาตร 30x21x11 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยด้านข้างกล่องมีช่องสำหรับให้อากาศเข้าและออกจำนวน 2 ช่อง บรรจุมะเฟืองจำนวน 5 ผล หลังจากบรรจุแล้วปิดฝากล่องแล้วปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนเข้าภายในกล่องโดยแบ่งชุดการทดลอง ดังนี้ เก็บรักษาภายใต้ความเข้มข้นก๊าซ 21%O_2 + 0.03%CO_2 (ชุดควบคุม), 10%O_2 + 0.03%CO_2 และ 5%O_2 + 0.03%CO_2 แล้วเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 10°C ตลอดระยะเวลาการทดลอง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ในแต่ละวิธีการใช้ผลมะเฟือง 10 ผล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแตกต่างทางสถิติแบบ DMRT และทำการตรวจบันทึกผลการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพ ทุก 3 วัน

ผล

ผลมะเฟืองซึ่งเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศออกซิเจนต่ำกว่าปกติร้อยละ 5 และ 10 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 25 วัน ทั้ง 2 ระดับความเข้มข้น และมะเฟืองเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เก็บรักษาได้ 20 วัน (Table 1)

Table 1 Storage life of carambola fruits under ambient conditions and low oxygen atmosphere storage conditions in 5%O_2 or 10%O_2 at 10°C

Treatment	Storage life (days)
21%O_2 + 0.03%CO_2	20
10%O_2 + 0.03%CO_2	25
5%O_2 + 0.03%CO_2	25

การเก็บรักษาในในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการเปลี่ยนสี ซึ่งการพัฒนาสีของผลมะเฟืองจะถูกวัดโดย colorimeter และแสดงผลออกมาเป็นค่า L* a* b* และ hue โดยค่า L* แสดงถึงความสว่างของผลมะเฟือง ถ้าค่า L* เพิ่มขึ้นหมายถึง ผลิตผลมีความสว่างมากขึ้น และค่า L* ลดลง หมายถึง ผลผลิตมีความสว่างลดลง ส่วนค่า a แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวไปเป็นสีแดง ถ้าค่า a* เป็น แสดงสีเขียว และค่า a* เป็น + จะแสดงสีแดง ค่า b* แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงจากสีน้ำเงินเป็นเหลือง ถ้าค่า b* เป็น – จะแสดงสีน้ำเงิน และค่า b* เป็น + จะแสดงสีเหลือง และค่า hue ของมะเฟืองจะอยู่ในช่วง 97 – 112 ซึ่งแสดงถึงสีเขียว – เหลือง การเพิ่มขึ้นของสีเหลือง-ส้มบนเปลือกผลมะเฟืองสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า L* a* b* และการลดลงของค่า hue ด้วย โดยในระหว่างการสุกของผลมะเฟือง พบว่าค่า a* และ b* และ L* มี

แนวโน้มเพิ่มขึ้น และค่า hue ลดลง แสดงให้เห็นว่า สีเขียวในผลมะเฟืองค่อย ๆ หายไป และปรากฏเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นบนเปลือกผล และค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่เข้มขึ้น โดยผลมะเฟืองที่เก็บรักษาในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำกว่าปกติที่ร้อยละ 5 และ 10 พบว่าสามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีจากสีเขียว-เหลืองเป็นสีเหลืองได้นาน 25 วัน การเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 5 ชะลอการเพิ่มขึ้นของค่า L และ b และชะลอการลดลงของค่า hue ได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น โดยการเก็บรักษาในสภาพที่มีออกซิเจนร้อยละ 5 สามารถชะลอการเปลี่ยนสีผลได้ดีที่สุด (Figure 1)

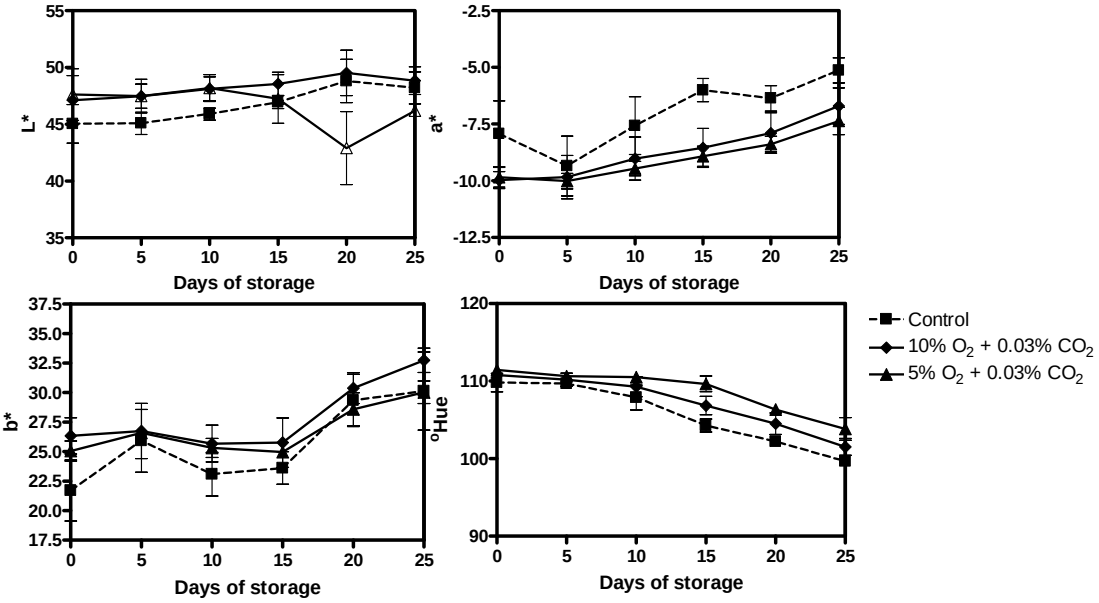

Figure 1 Effect of low oxygen atmosphere storage in 5%O_2 or 10%O_2 at 10°C on L*, a*, b* and hue angle of carambola fruits

สภาพที่มีออกซิเจนร้อยละ 5 ยังสามารถรักษาความแน่นเนื้อของผลมะเฟืองได้ดีกว่าชุดทดลองอื่นในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย (Figure 2) ในการเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพของผลิตผลมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพและทางชีวเคมีหลายอย่าง เช่น การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผนังเซลล์และคุณสมบัติในการยอมให้สารผ่านเข้าออก (Gemma et al., 1994) ดังนั้นการวัดอัตราการรั่วไหลของไอออนจึงสามารถบอกลักษณะของผลิตผลนั้นๆได้ว่าเข้าสู่ระยะการเสื่อมสภาพหรือยัง โดยการเก็บรักษาผลมะเฟืองในสภาพที่มีออกซิเจนร้อยละ 5 มีอัตราการรั่วไหลของไอออนต่ำกว่าผลมะเฟืองในชุดทดลองอื่น (Figure 3) นอกจากนั้นคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสำหรับผลมะเฟืองเก็บรักษาในสภาวะควบคุมก๊าซออกซิเจนร้อยละ 5 สูงกว่ามะเฟืองเก็บรักษาในสภาพออกซิเจนร้อยละ 10 และชุดควบคุม (Figure 4)

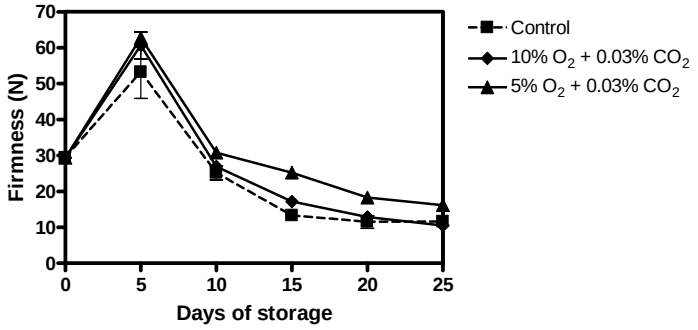

Figure 2 Effect of low oxygen atmosphere storage in 5%O_2 or 10%O_2 at 10°C on firmness of carambola fruits

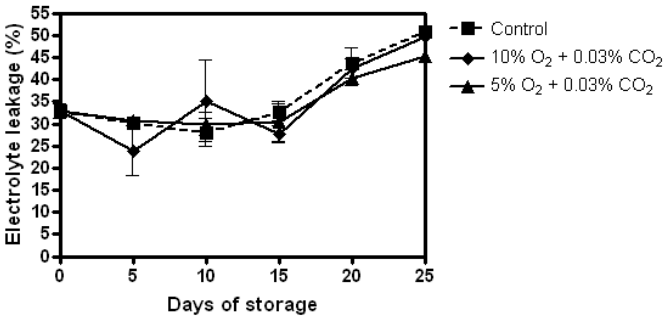

Figure 3 Effect of low oxygen atmosphere storage in 5%O_2 or 10%O_2 at 10°C on electrolyte leakage (%) of carambola fruits

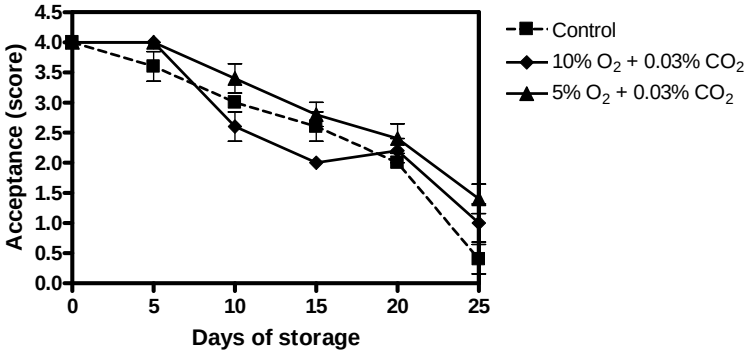

Figure 4 Effect of low oxygen atmosphere storage in 5%O_2 or 10%O_2 at 10°C on acceptance score of carambola fruits.

การเก็บรักษามะเฟืองในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าบรรยากาศปกติที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 และ 10 สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 25 วัน โดยยังคงรักษาสีเขียวอ่อนของผลมะเฟืองได้ ทั้งนี้การสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกี่ยวข้องกับการผลิตเอทิลีน (Goldschmidt, 1997) และในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำสามารถชะลอการผลิตเอทิลีน และชะลอการเสื่อมสภาพของผลิตผลอีกด้วย (Kader, 2003) Knee (1991) ได้รายงานว่าสภาพที่มีออกซิเจนต่ำสามารถลดอัตราการหายใจ การผลิตและการตอบสนองต่อเอทิลีน และลดกระบวนการลิปิดแคทตาบอลิซึม และกระบวนการอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับ ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งนี้ผลมะเฟืองที่เก็บรักษาในสภาพที่มีออกซิเจนร้อยละ 5 สามารถลดอัตราการรั่วไหลของไอออนและชะลอการเปลี่ยนแปลงของความแน่นเนื้อได้ดีกว่าผลมะเฟืองในชุดการทดลองอื่น Coupe และคณะ (2003a) ได้รายงานว่าก๊าซออกซิเจนที่ระดับร้อยละ 5 ชะลอการเสื่อมสภาพในบรอคโคลี่ได้ และชะลอการแสดงออกของยีนส์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพโดยเฉพาะ acid invertases นอกจากนี้ผลมะเฟืองเก็บรักษาในสภาวะนี้ยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมะเฟืองเก็บรักษาในสภาพออกซิเจนร้อยละ 10 และชุดควบคุม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Beaudry, R. M. 2000. Response of horticultural commodities to low oxygen: Limits to the expanded use of modified atmosphere Packaging. HortScience 10(3): 491-500.

Coupe, S. A., B. K. Sinclair, L.A. Greer, N. E. Gapper, L. M. Watson and P. L. Hurst. 2003. Analysis of acid invertase gene expression during the senescence of broccoli florets. Postharvest Biol. Technol. 28: 27-37.

Gemma, 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 tissues. Japanese Journal of Tropical Agriculture 38 (3): 216-220.

Goldschmidt, E. E. 1997. Ripening of citrus and other non-climacteric fruits: a role of ethylene. Acta Hort. 463: 325-334. Kader, A. A. 2003. Physiology of CA treated Produce, *In* J. Oosterhaven and H. W. Reppelenbos (eds.). Proc. 8th Int. Conference, Acta Hort. 600: 1254-1255.

Knee, M. 1991. Fruit metabolism and practice problems of fruit storage under hypoxia and anoxia. *In* M.B. Jackson, D.D. Davies and H. Lambers (eds.). Plant Life under Oxygen Deprivation. SPB Academic Publishing, the Hague. pp. 229-243.