ผลของการดัดแปลงสภาพบรรยากาศต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown Turkey
Effect of Modified Atmosphere on Storage Life of Fig Fruit cv. Brown Turkey

ชัยพิชิต เชื้อเมืองพาน[1] และดนัย บุณยเกียรติ[2]
Chaipichit Chuamuangphan[1] and Danai Boonyakiat[2]

Abstract

The study on effect of modified atmosphere on storage life of fig fruit cv. Brown Turkey was investigated. Fig fruits were harvested at commercial maturity, and then stored in modified atmospheric (MA) conditions varied by different concentrations of O_2 and CO_2, and compared with ambient atmospheric condition (control) at 4 ºC, 76-80 %RH. The results showed that fig stored in MA consisted of 10 % O_2 and 10 % CO_2 had the longest storage life of 14.00±0.00 days. Fig in control treatment, on the other hand, had storage life of 9.70±0.48 days. The fruits stored in MA condition had higher firmness, but lower total soluble solids, phenolic compound and antioxidant activity compared to those values obtained from the control treatment.

Keywords: fig, modified atmosphere, storage life

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการดัดแปลงสภาพบรรยากาศต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown Turkey โดยนำผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บเกี่ยวในระยะความแก่ทางการค้ามาเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีส่วนประกอบของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกันเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพปกติ (ชุดควบคุม) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสความชื้นสัมพัทธ์ 76-80 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 14.00±0.00 วัน ส่วนผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 9.70±0.48 วัน โดยผลมะเดื่อฝรั่งเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลมะเดื่อฝรั่งในชุดควบคุม แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณสารประกอบฟีนอล และกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุม

คำสำคัญ: มะเดื่อฝรั่ง ดัดแปลงสภาพบรรยากาศ อายุการเก็บรักษา

คำนำ

มะเดื่อฝรั่งหรือ Fig (*Ficus carica*) เป็นผลไม้ที่มีศักยภาพที่จะกลายเป็นผลไม้เศรษฐกิจได้ เพราะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ไม่ต้องการความหนาวเย็นมาก ให้ผลผลิตสูง สามารถนำไปบริโภคได้ทั้งบริโภคสดและนำไปแปรรูปเป็นมะเดื่อแห้ง เป็นแหล่งวิตามินและเกลือแร่ เช่น วิตามิน B6 ทองแดง แมงกานีส โพแทสเซียม กรดแพนโททีนิก และเป็นแหล่งใยอาหารที่สำคัญ แต่มะเดื่อฝรั่งเป็นผลไม้ที่มีอายุการเก็บรักษาและวางจำหน่ายสั้นมาก ผลมักจะแตก ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายและทำให้เน่าเสียไปอย่างรวดเร็ว การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ถึงมือผู้บริโภคอย่างมีคุณภาพดีดำเนินการได้ยาก โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลมะเดื่อฝรั่งคือ -1 ถึง 0 องศาเซลเซียส และการเก็บรักษาหรือบรรจุหีบห่อแบบดัดแปลงสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere packaging) ให้มีแก๊สออกซิเจน 5-10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ 15-20 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยลดอัตราการหายใจ การสังเคราะห์เอทิลีน กระบวนการเมแทบอลิซึม และควบคุมการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายได้ ส่งผลให้ยืดอายุการเก็บรักษาหรือวางจำหน่ายของผลมะเดื่อฝรั่งได้ (Türk *et al*., 1994) ดังนั้นจึงนำมาสู่การศึกษาผลของการดัดแปลงสภาพบรรยากาศต่ออายุการเก็บรักษาของผลมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown Turkey

[1] ศูนย์ผลิตผลโครงการหลวงเชียงใหม่, มูลนิธิโครงการหลวง, จ.เชียงใหม่ 50100
[1] Chiang Mai Royal Project Produce Center, Royal Project Foundation, Chiang Mai 50100
[2] ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, Bangkok 10400

อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 7 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีมี 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยผลมะเดื่อฝรั่ง 250 กรัม

นำผลมะเดื่อฝรั่งพันธุ์ Brown Turkey ที่เก็บเกี่ยวในระยะความแก่ทางการค้า คือ สีผลเปลี่ยนจากเขียวเป็นน้ำตาลทั้งผล มาบรรจุลงในภาชนะบรรจุที่ใช้สำหรับการจำหน่ายหรือกล่องพลาสติกใส PET (polyethylene terephthalate) ขนาด10x16x7 เซนติเมตร แล้วบรรจุกล่องพลาสติกที่มีผลมะเดื่อฝรั่งในถุงไนลอน-พอลิเอทิลีน (nylon-LLDPE) ขนาด 20x42 เซนติเมตร มีปริมาตรภายในถุง 3,720 มิลลิลิตร ไล่อากาศภายในถุงออกและปิดปากถุงให้สนิท จากนั้นเติมแก๊สที่มีส่วนผสมของออกซิเจนร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับต่างๆ คือ O_2 5 % ร่วมกับ CO_2 5 %, O_2 5 % ร่วมกับ CO_2 10 %, O_2 10 % ร่วมกับ CO_2 5 %, O_2 10 % ร่วมกับ CO_2 10 %, O_2 5 % ร่วมกับ CO_2 15 % และ O_2 10 % ร่วมกับ CO_2 15 % เปรียบเทียบกับผลมะเดื่อฝรั่งที่บรรจุในกล่องพลาสติก (ชุดควบคุม) หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76-80 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีจนกว่าผลมะเดื่อฝรั่งหมดอายุการเก็บรักษา

ผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ-เคมีและอายุการเก็บรักษาของผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีส่วนประกอบของแก๊สออกซิเจนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกันเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาในสภาพปกติ (ชุดควบคุม) ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76-80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 10 วัน พบว่า

ผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทุกกรรมวิธีมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุม โดยผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด คือ 0.37±0.13 กิโลกรัม ส่วนผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีค่าความแน่นเนื้อเท่ากับ 0.10±0.04 กิโลกรัม (Table 1)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 18.30±0.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทุกกรรมวิธีที่มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 12-16 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

การเก็บรักษาผลมะเดื่อฝรั่งในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลมะเดื่อฝรั่งมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้น้อยที่สุด คือมีค่าเท่ากับ 0.15±0.00 เปอร์เซ็นต์ และแตกต่างกันกับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศอื่นๆและผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุม (Table 1)

ผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทุกกรรมวิธีและชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกัน คือ อยู่ในช่วง 5-6 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (Table 1)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลของผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีค่าเท่ากับ 646.67±21.06 ไมโครกรัม gallic acid equivalent/กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมากกว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลของผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทุกกรรมวิธี (Table 2)

ผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือเท่ากับ 139.42±4.37 ไมโครกรัม gallic acid equivalent/กรัมน้ำหนักสด และแตกต่างกันกับกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระของผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทุกกรรมวิธี (Table 2)

การเก็บรักษาผลมะเดื่อฝรั่งในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สออกซิเจน 5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลมะเดื่อฝรั่งมีปริมาณเพกทินมากที่สุด คือ เท่ากับ 5.06±0.15 และ 5.02±0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันกับผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมและผลมะเดื่อฝรั่งในสภาพดัดแปลงบรรยากาศอื่นๆ (Table 2)

ผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีปริมาณเส้นใยหยาบ (crude fiber) มากกว่าผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทุกกรรมวิธี คือมีค่าเท่ากับ 1.91±0.05 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

การเก็บรักษาผลมะเดื่อฝรั่งในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 14.00±0.00 วัน ส่วนผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมมีอายุการเก็บรักษา 9.70±0.48 วัน ซึ่งผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุมหมดอายุการเก็บรักษาเนื่องจากผลแสดงอาการเหี่ยว ส่วนผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศหมดอายุการเก็บรักษาเนื่องจากมีกลิ่นและรสชาติผิดปกติ รวมทั้งมีของเหลวที่มีลักษณะเหนียวไหลออกมาจากช่องเปิดบริเวณก้นผล โดยไม่พบการเน่าเสียและการเข้าทำลายของเชื้อรา (Table 2)

Table 1 Firmness, total soluble solids, titratable acidity and vitamin C of fig fruit stored in modified atmospheric (MA) conditions compared with ambient atmospheric condition (control) at 4 °C, 76-80 %RH for 10 days

Method	Firmness (Kg.)	TSS (%)	TA (%)	Vitamin C (mg./100g.fw.)
Control	0.10±0.04^{d}	18.30±0.10^{a}	0.20±0.00^{a}	5.03±2.18
O_2 5 % + CO_2 5 %	0.22±0.08^{bc}	12.80±0.10^{f}	0.19±0.00^{a}	5.03±2.18
O_2 5 % + CO_2 10 %	0.22±0.07^{bc}	15.17±0.11^{c}	0.15±0.00^{c}	5.03±2.18
O_2 10 % + CO_2 5 %	0.28±0.09^{ab}	14.67±0.05^{d}	0.17±0.00^{b}	6.29±2.18
O_2 10 % + CO_2 10 %	0.37±0.13^{a}	12.57±0.15^{g}	0.20±0.00^{a}	5.03±2.18
O_2 5 % + CO_2 15 %	0.15±0.05^{cd}	16.03±0.05^{b}	0.17±0.01^{b}	5.03±2.18
O_2 10 % + CO_2 15 %	0.14±0.04^{cd}	14.20±0.10^{e}	0.19±0.00^{a}	5.03±2.18
$LSD_{0.05}$	0.10	0.17	0.01	3.81
C.V. (%)	18.14	0.69	0.00	21.88

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05

Table 2 Phenolic compound, antioxidant activity, pectin and crude fiber of fig fruit stored in modified atmospheric (MA) conditions compared with ambient atmospheric condition (control) at 4 °C, 76-80 %RH for 10 days and storage life of fig fruit

Method	Phenolic compound (µg.GAE/g.fw.)	Antioxidant activity (µg.GAE/g.fw.)	Pectin (%)	Crude fiber (%)	Storage life (days)
Control	646.67±21.06^{a}	139.42±4.37^{a}	4.44±0.08^{e}	1.91±0.05^{a}	9.70±0.48^{de}
O_2 5 % + CO_2 5 %	563.91±17.35^{b}	117.57±4.37^{b}	4.56±0.11^{de}	1.19±0.08^{c}	9.40±0.51^{e}
O_2 5 % + CO_2 10 %	577.70±21.06^{b}	124.85±5.04^{b}	4.86±0.03^{b}	1.15±0.06^{c}	9.80±0.42^{d}
O_2 10 % + CO_2 5 %	577.70±26.10^{b}	120.48±6.67^{b}	4.60±0.14^{cd}	1.42±0.09^{b}	12.00±0.00^{b}
O_2 10 % + CO_2 10 %	577.70±26.10^{b}	123.40±5.04^{b}	5.06±0.15^{a}	1.24±0.13^{c}	14.00±0.00^{a}
O_2 5 % + CO_2 15 %	593.79±23.89^{b}	124.85±9.09^{b}	5.02±0.08^{a}	1.15±0.09^{c}	10.30±0.48^{c}
O_2 10 % + CO_2 15 %	589.39±56.16^{b}	119.03±5.04^{b}	4.74±0.09^{bc}	1.16±0.09^{c}	9.60±0.51^{de}
$LSD_{0.05}$	50.38	10.28	0.16	0.13	0.36
C.V. (%)	5.02	4.73	2.22	6.59	3.83

Different letters in the same column denote significant differences at P = 0.05

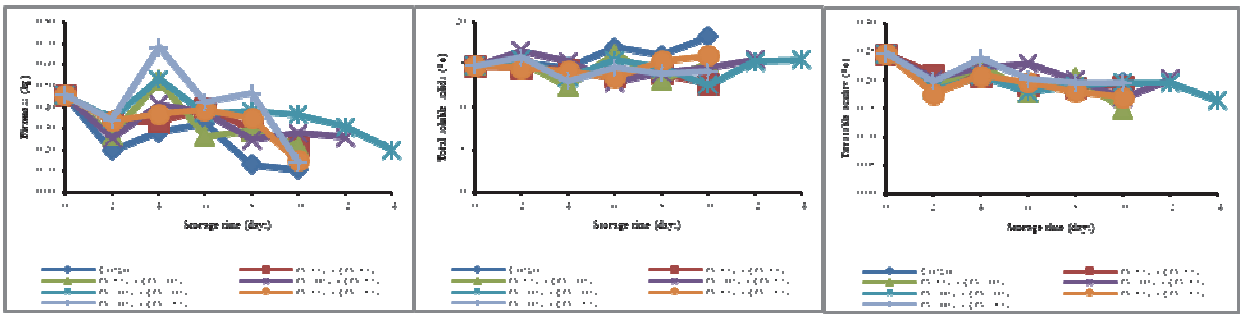

Figure 1 Firmness, total soluble solids and titratable acidity of fig fruit stored in modified atmospheric (MA) conditions compared with ambient atmospheric condition (control) at 4 °C, 76-80 %RH

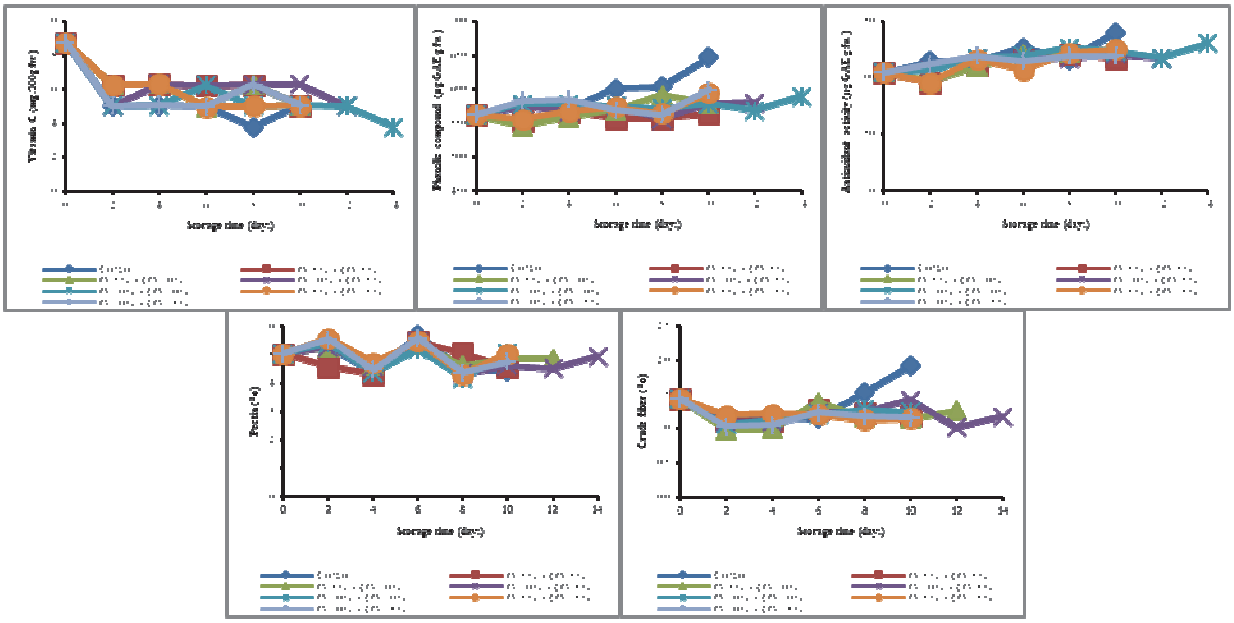

Figure 2 Vitamin C, phenolic compound, antioxidant activity, pectin and crude fiber of fig fruit stored in modified atmospheric (MA) conditions compared with ambient atmospheric condition (control) at 4 ºC, 76-80 %RH

วิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ-เคมีและอายุการเก็บรักษาของผลมะเดื่อฝรั่งในสภาพดัดแปลงบรรยากาศ ซึ่งผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพที่มีแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษานานที่สุด โดยการเก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศทำให้ผลมะเดื่อฝรั่งมีความแน่นเนื้อมากกว่าชุดควบคุม แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ สารประกอบฟีนอล กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ และเส้นใยหยาบน้อยกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากมะเดื่อฝรั่งเป็นผลไม้ชนิด climacteric ซึ่งการเก็บรักษาในสภาพปกติ (ชุดควบคุม) จะทำให้กระบวนการสุกเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่อง แต่การเก็บรักษาในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของแก๊สในบรรยากาศให้ปริมาณออกซิเจนน้อยลงและคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นจะทำให้ระยะ climacteric peak เกิดช้าลง (ดนัย, 2556) รวมทั้งมีผลทำให้อัตราการหายใจ กระบวนการเมแทบอลิซึม การสังเคราะห์และการทำงานของแก๊สเอทิลีนลดลง และยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย จึงทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตผลได้นานขึ้น ซึ่งนิยมใช้ร่วมกับการลดอุณหภูมิภายในห้องเก็บรักษาให้ต่ำลงด้วย (นิธิยาและดนัย, 2548)

สรุปผล

1. ผลมะเดื่อฝรั่งที่เก็บรักษาในสภาพดัดแปลงบรรยากาศมีความแน่นเนื้อมากกว่าผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุม แต่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ ปริมาณสารประกอบฟีนอล กิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระ และเส้นใยหยาบน้อยกว่าผลมะเดื่อฝรั่งชุดควบคุม

2. การเก็บรักษาผลมะเดื่อฝรั่งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในสภาพดัดแปลงบรรยากาศที่มีแก๊สออกซิเจน 10 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ผลมะเดื่อฝรั่งมีอายุการเก็บรักษานานที่สุด 14 วัน

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ. 2548. สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผลิตผลพืชสวน. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 360 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2548. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 248 น.

Türk, R., A. Eriş, M. H. Özer and E. Tuncelli. 1994. Research on the CA storage of fig cv. Bursa Siyahi. Acta Horticulturae 368 : 830-839.