Agricultural Sci. J. 34 : 4-6 (Suppl.) : 108-111 (2003) ว. วิทย. กษ. 34 : 4-6 (พิเศษ) : 108-111 (2546)

คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศ

Quality and Storage Llife of Pineapple cv. Trad-seethong under Controlled Atmosphere

ต้องรัก บรรเทาทุกข์[1] วิษณุ นิยมเหลา[1] และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์[1]

Tongrak Bantaotook[1], Wissanu Niyomlao[1] and Sirichai Kanlayanarat[1]

Abstract

Study on effect of controlled atmosphere on quality and storage life of pineapple cv. Trad-seethong. Freshly harvested pineapple fruits were procured from a commercial orchard in Trad province and selected for uniformity in size (600 g/fruit) and freedom from defects. Were keep in 3%O_2 or 5%CO_2 and 5%O_2 or 10%CO_2 at 8 °C. Measurements of fruit responses include respiration rate, color firmness, ripeness and storage life in every 5 days. Result shows that pineapple kept in 3%O_2 and 5%O_2 or 10%CO_2 can delay respiration rate, color and firmness when compared with other treatments. Inaddition 3%O_2 and 5%O_2 or 10%CO_2 can prolong the storage life for 20 days.

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสภาพควบคุมบรรยากาศต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทอง โดยนำสับปะรดจากสวนของเกษตรกร จ. ตราด เลือกผลที่มีขนาดสม่ำเสมอ (600 กรัมต่อผล) และไม่มีตำหนิมาทำการเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจน 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิ 8 °ซ. ทำการบันทึกผลทุก 5 วัน ได้แก่ อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ การสุก และอายุการเก็บรักษา จากการทดลองพบว่าการเก็บรักษาสับปะรดในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ การสุกของสับปะรดได้ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการเก็บรักษาสับปะรดในสภาพที่มีก๊าซอ๊อกซิเจนความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นระดับอื่นๆ สำหรับอายุการเก็บรักษาพบว่าสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 20 วัน รองลงมาได้แก่การที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บอนไดออกไซด์ระดับความเข้มข้นความเข้มข้น 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์

บทนำ

สับปะรดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย และเป็นที่นิยมบริโภคสดไม่น้อยไปกว่าผลไม้ที่มีชื่อเสียงทั้งหลายของประเทศ ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสับปะรดและส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดรายใหญ่ที่สุดของโลก คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณการส่งออกทั้งหมด (ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร, 2545) แต่อย่างไรก็ตามการส่งออกผลสับปะรดสดไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศมักจะประสบปัญหาทั้งในด้านคุณภาพและอายุการเก็บรักษา เนื่องจากภายหลังการเก็บเกี่ยวสับปะรดมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นเช่นเดียวกันกับผลิตผลทั่วไป การนำเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเข้ามาช่วยแก้ปัญหาหรือป้องกันปัญหาดังกล่าวนี้ จึงจำเป็นโดยจะต้องมีการปฏิบัติที่ดีตั้งแต่ขั้นตอนการเก็บเกี่ยวจนกระทั่งการเก็บรักษาและส่งจำหน่าย ซึ่งเทคโนโลยีในการเก็บรักษาที่ใช้กันอย่างกว้างขวางมากในปัจจุบันนี้คือ การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (Controlled atmosphere; CA) โดยการควบคุมความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้สูงกว่าร้อยละ 0.03 และก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าร้อยละ 21 และคงสภาพความเข้มข้นของก๊าซไปตลอดอายุการเก็บรักษา การเก็บรักษาในสภาพควบคุมบรรยากาศทำให้ผลิตผลมีเมตาบอลิซึมลดลง จึงลดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพได้ (จริงแท้, 2542) การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ยังมีส่วนในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลหลายชนิด เช่น แอปเปิ้ล สาลี่ ท้อ เงาะ และหน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น เนื่องจากมีผลทำให้ชะลอกระบวนการสูญเสียคลอโรฟิลล์ การสูญเสียปริมาณกรด การนิ่มของผล รวมทั้งยับยั้งการผลิตเอทิลีน และกระบวนการหายใจ (Kader, 1989) ส่วนการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนให้ผลในการป้องกันการเกิดกระบวนการ oxidation ของผลิตผลที่จะนำไปสู่การเกิดสีน้ำตาล (จริงแท้, 2542)

[1] สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1] Division of Postharvest Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntein campus, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยครั้งนี้ใช้สับปะรดพันธุ์ตราดสีทองที่เพาะปลูกในพื้นที่จังหวัดตราด ซึ่งทำการเก็บเกี่ยวโดยพิจารณาจากการเกิดสีเหลืองของผลย่อยหรือตาได้จำนวน 2 แถวจากก้านผล และคัดเลือกผลที่มีขนาดสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิหรือบาดแผล ป้ายรอยตัดบริเวณก้านของผลด้วย Benomyl ความเข้มข้น 5,000 ppm (จริงแท้, 2541) เพื่อควบคุมการเข้าทำลายของเชื้อรา ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ด้วยรถห้องเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ 20±3 °ซ. วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ในแต่ละสิ่งทดลองประกอบด้วย 4 ซ้ำ ในแต่ละซ้ำใช้สับปะรดจำนวน 2 ผล เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 ทำการบันทึกผลทุก 5 วันได้แก่ อัตราการหายใจ การเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ การสุกและอายุการเก็บรักษา

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงสี พบว่าสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมทุกสภาพการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงค่า L (ค่าความสว่าง) ของเปลือกไม่แตกต่างกันและค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา ในขณะที่การเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกตินั้นสับปะรดมีการเปลี่ยนแปลงค่า L เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม โดยค่า L จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5 วันแรกของการเก็บรักษา (Figure 1A) การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของเปลือก พบว่าผลสับปะรดที่เก็บรักษาในทุกสภาพการเก็บรักษามีการเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา โดยสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติมีการลดลงของค่า Hue angle อย่างรวดเร็วมากกว่าสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม (Figure 1B) จะเห็นได้ว่าสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติมีการเพิ่มขึ้นของค่า L และการลดลงของค่า Hue angle มากกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม ซึ่งค่า L ที่เพิ่มสูงขึ้น จะบ่งบอกถึงความสว่างของสี และการลดลงของค่า Hue angle จะเป็นการบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของโทนสีที่เปลี่ยนไปตามค่ามุม ซึ่งค่าที่ได้ในการเก็บรักษาสับปะรดจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกจากสีเขียวไปเป็นสีเหลือง เนื่องจากในเปลือกสับปะรดมีคาโรทีนอยด์ ซึ่งให้สีเหลืองเป็นองค์ประกอบแต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ เมื่อสับปะรดเข้าสู่การชราภาพคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่จะเกิดการสลายตัวไปและทำให้สีเหลืองของคาโรทีนอยด์ปรากฏขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปการสลายตัวการสูญเสียสีเขียวของคลอโรฟิลล์จะบ่งบอกถึงความชราภาพ (จริงแท้, 2542) การเก็บรักษาภายใต้สภาพบรรยากาศที่มีก๊าซออกซิเจนต่ำจะสามารถชะลอการสูญเสียคลอโรฟิลล์ได้ (Cano *et al*., 1998; Prange *et al*., 2002) โดยคลอโรฟิลล์ที่มีอยู่ภายในผลิตผลสามารถถูกออกซิไดซ์ได้โดยก๊าซออกซิเจน ดังนั้นการลดปริมาณของออกซิเจนในบรรยากาศจึงมีผลในการชะลอปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของการทำลายพันธะคู่ภายในวงแหวน prophyrin ring ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้สีเขียวของคลอโรฟิลล์ยังคงอยู่ ในขณะที่สับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติจะสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นได้ง่ายกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุม

ความแน่นเนื้อของสับปะรดในทุกสภาพการเก็บรักษามีค่าลดลงในช่วง 15 วันแรก หลังจากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่จนกระทั่งสิ้นสุดการเก็บรักษา ยกเว้นการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 การเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อเริ่มคงที่ตั้งแต่วันที่ 10 ของการเก็บรักษา โดยตลอดการเก็บรักษาสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 จะมีความแน่นเนื้อสูงที่สุด และการเก็บรักษาสับปะรดในสภาพบรรยากาศปกติมีความแน่นเนื้อต่ำที่สุด ส่วนการเก็บรักษาในสภาพอื่นๆ มีความแน่นเนื้อใกล้เคียงกัน (Figure 2)

การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจของสับปะรดวัดจากปริมาณการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าการเก็บรักษาสับปะรดในทุกสภาพการเก็บรักษา จะมีอัตราการหายใจเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในรูปแบบเดียวกันตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยอัตราการหายใจของทุกสภาพการเก็บรักษาลดลงในช่วง 10 วันแรก แต่กลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเพิ่มขึ้นในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และอัตราการหายใจลดลงอีกเล็กน้อยในวันที่ 20 ก่อนจะเพิ่มขึ้นอีกในวันที่ 25 ของการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาสับปะรดในสภาพบรรยากาศควบคุมในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 3 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 และการเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 10 จะมีอัตราการหายใจสูงที่สุดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยจะมีอัตราการหายใจเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเท่ากับ 57.66 และ 39.85 $mgCO_2/kg.hr$ ตามลำดับ ขณะที่การเก็บรักษาสับปะรดในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 3 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และการเก็บรักษาในสภาพที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 จะมีอัตราการหายใจรองลงมา โดยจะมีอัตราการหายใจเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเท่ากับ 43.66 และ

26.56 mgCO_2/kg.hr ตามลำดับ (Figure 3) การเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจ จากการทดลองพบว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมมีอัตราการหายใจสูงกว่าสับปะรดที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ โดยจะเห็นได้ว่าทั้ง 2 สภาพการเก็บรักษาจะมีอัตราการหายใจลดต่ำลงในช่วง 10 วันแรก หลังจากนั้นจะมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้งในวันที่ 20 ของการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสับปะรดสับปะรดเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน ไม่สามารถทนทานต่อสภาพอุณหภูมิต่ำจนถึงจุดน้ำค้างแข็ง (Frost) ได้ (Barthomew and Kadzimin, 1977) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 °ซ. ซึ่งจัดเป็นอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ในสภาพดังกล่าวอาจทำให้สับปะรดอยู่ในสภาวะเครียด (Stress) จึงมีผลในการทำให้กระตุ้นการหายใจ สภาวะเครียดของพืชที่เกิดจากอุณหภูมิต่ำ (Cold stress) จะทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น นอกจากนี้สายชล (2528) กล่าวว่าพืชจะมีการหายใจที่ผิดปกติระหว่างหรือหลังจากที่พืชได้รับอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง โดยพืชมีอัตราการหายใจสูงขึ้น ขณะที่ได้รับหรืออยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็ง ซึ่งเกิดขึ้นก่อนที่พืชจะแสดงอาการภายนอกปรากฏให้เห็น

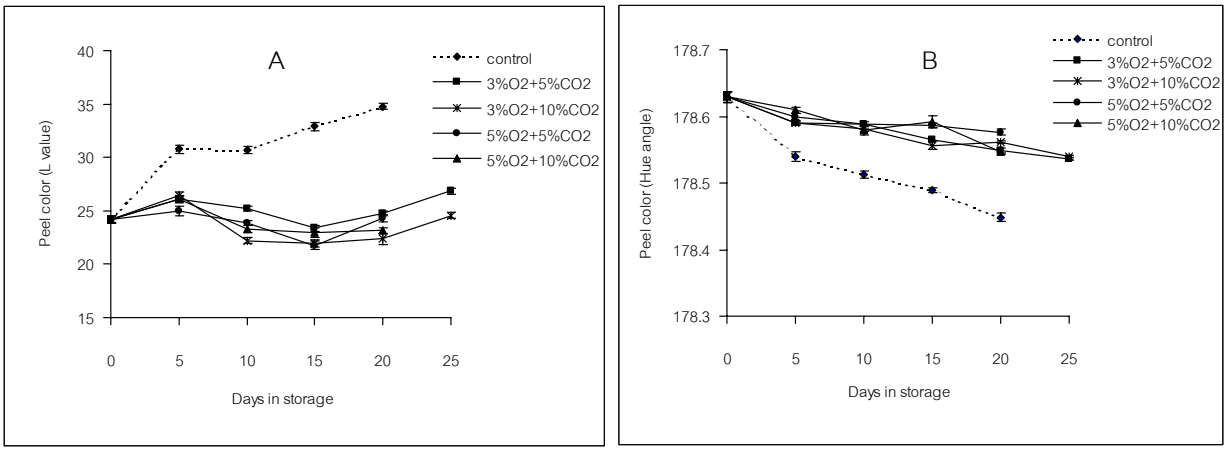

Figure 1 Peel color changes of pineapple cv. Trad-seethong (L value and Hue angle) during stored under normal and controlled atmosphere at 8 °C, 90-95%RH.

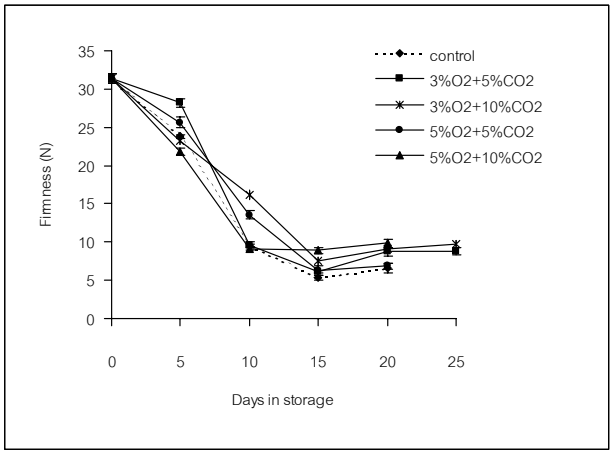

Figure 2 Firmness changes of pineapple cv. Trad-seethong during stored under normal and controlled atmosphere at 8 °C, 90-95%RH.

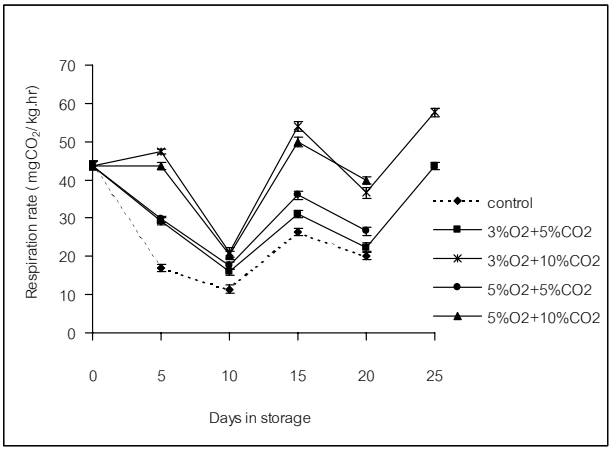

Figure 3 Respiration rate of pineapple cv. Trad-seethong during stored under normal and controlled atmosphere at 8 °C, 90-95%RH.

สรุป

การเก็บรักษาสับปะรดในสภาพบรรยากาศควบคุม โดยการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 3 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10 สามารถชะลอการเกิดอาการไส้สีน้ำตาลและคงคุณภาพของสับปะรดพันธุ์ตราดสีทองได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 ร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 5 และ 10 และการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ ซึ่งในสภาพดังกล่าวนี้สามารถคงคุณภาพของสับปะรดให้เป็นที่ยอมรับและมีอายุการเก็บรักษา 20 วัน

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. คุณภาพของผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียและพันธุ์ภูเก็ตภายใต้สภาพบรรยากาศควบคุมโดยใช้ตู้คอนเทนเนอร์ และผลของสารเคลือบผิวและสารป้องกันกำจัดเชื้อรา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 41 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 396 น.

สายชล เกตุษา. 2528. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 364 น.

ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร. 2545. สถานการณ์การผลิตสับปะรด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2543-2544. ศูนย์วิจัยพืชสวนชุมพร สถาบันวิจัยพืชสวน. กรมวิชาการเกษตร. น. 153-157.

Barthomew, D.P. and S.B. Kadzimin. 1977. Pineapple. *In* Alvim, P. and T. T. Kozlowski (eds.) Ecophysiology of Tropical Crops. Academic Press. New York. p. 113-156

Cano, M.P., M. Monreal, B. de Ancos and R. Alique. 1998. Effects of Oxygen Levels on Pigment Concentrations in Cold-Stored Green Beans (Phaseolus vulgaris L. Cv. Perona). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46(10): 4164-4170.

Kader, A.A. 1989. A Summary of CA Requirements and Recommendation of Fruit Other than Pome Fruit: Vol. 2 Other Commodities and Storage Recommendations. pp. 303-328. Proceeding of the 5th International CA conference. 14-16 June 1989. Wenatchee. Washington. USA.

Prange, R.K., J.M. DeLong, J.C. Leyte and P.A. Harrison. 2002. Oxygen Concentration Affects Chlorophyll Fluorescence in Chlorophyll-Containing Fruit. Postharvest Biology and Technology. 24(2): 201-205.