Agricultural Sci. J. 42 : 1 (Suppl.) : 615-618 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 1 (พิเศษ) : 615-618 (2554)

ผลของการบรรจุแบบ Active Modified Atmosphere ต่อคุณภาพของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดง
Effect of Active Modified Atmosphere Packaging on Quality of Red-Flesh

วาริช ศรีละออง[1] และ ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา[1]
Varit Srilaong[1] and Laddawan Kammapana[1]

Abstract

The effect of active modified atmosphere packaging on quality of red dragon fruit was investigated. The fruit were packed in nylon-laminated polyethylene bags flushed with 2.5, 5 or 10 %O_2, (balanced with N_2), and placed at 10°C for 3 weeks. Fruit without packaging was considered the control. The results showed that active modified atmosphere packaging could reduce water loss from the fruit. Higher fructose and fiber levels were observed. In addition, disease incidence was delayed especially at 5% O_2. However, 2.5 and 5% O_2 caused the peel to turn dark red faster while 10% O_2 retarded peel colour development. In conclusion, all the active modified atmosphere conditions resulted in the fruits storage life of 3 weeks compared with the control that had a storage life of 18 days. This indicated that low O_2 content and the accumulation of CO_2 inside package could retard the senescence processes. Five percent oxygen seems to be the best treatment due to no disease incident was observed during storage.

Keywords: red dragon fruit, modified atmosphere packaging, quality, storage life

บทคัดย่อ

การศึกษาการดัดแปลงบรรยากาศแบบแอกทีฟ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดง โดยศึกษาการเก็บรักษาในถุงพอลิเอทิลีนลามิเนตด้วยไนลอนที่มีออกซิเจนภายในถุงร้อยละ 2.5, 5 และ 10 ตามลำดับ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยชุดควบคุมคือผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศปกติ พบว่าสภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟทุกชุดการทดลองช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนัก นอกจากนี้พบว่ามีการสะสมน้ำตาลฟรักโตสและปริมาณเส้นใยในเนื้อผลเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งยังช่วยชะลอการเกิดโรคโดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศที่มีออกซิเจนร้อยละ 5 อย่างไรก็ตามพบว่าการเก็บรักษาผลแก้วมังกรในบรรยากาศดัดแปลงที่มีออกซิเจนร้อยละ 2.5 และ 5 ส่งผลให้มีการพัฒนาสีเปลือกไปเป็นสีแดงเข้มมากกว่าชุดควบคุม ในขณะที่การเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนร้อยละ 10 ช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสี จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดงได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ โดยมีอายุการเก็บรักษาประมาณ 3 สัปดาห์ และ 18 วัน ตามลำดับ เนื่องมาจากความเข้มข้นของออกซิเจนที่ต่ำและการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์ส่งผลให้ชะลอการเสื่อมสภาพของผลแก้วมังกรได้ การบรรจุในบรรยากาศที่มีออกซิเจนร้อยละ 5 เป็นสภาวะที่ดีที่สุดเนื่องจากไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ: แก้วมังกรสายพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดง, การบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง, คุณภาพ, อายุการเก็บรักษา

บทนำ

แก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดง (*Hylocereus costaricensis* (Weber) Britt และ Rose) เป็นพืชในวงศ์ Cactaceae อยู่ในสกุลเดียวกับสายพันธุ์เนื้อขาว แต่เป็นคนละ species (สุรพงษ์, 2545) ลักษณะผลมีขนาดเล็ก รูปทรงกลมรี เนื้อผลสีแดงมีรสชาติหวานกว่าสายพันธุ์เนื้อขาว แก้วมังกรจัดเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหาร มีวิตามินซีมาก ซึ่งมีผลในการต่อต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย และมีแร่ธาตุ เช่น โพแตสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียม เป็นต้น นอกจากนี้ในส่วนของเปลือกผล และเนื้อผลยังมีสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และเบตานินซึ่งมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ Wu *et al*. (1996) รายงานว่าจากการศึกษาทาง cell culture พบว่าสารสกัดจากเปลือกผลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเซลล์มะเร็งได้ดีกว่าเนื้อผล และในส่วนของเปลือกและเนื้อผลแก้วมังกรยังมีสารจำพวกเมือก (mucilage) เป็นจำนวนมาก ซึ่งสารเหล่านี้จัดเป็นพอลิแซ็คคาไรด์เชิงซ้อน มีลักษณะคล้ายวุ้นเหลว หรือเยลลี่มีประโยชน์คือช่วยดูดซับน้ำใน

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

ร่างกาย ควบคุมระดับกลูโคสในคนที่เป็นโรคเบาหวาน (ชนิดไม่พึ่งอินซูลิน) (สุรัสวดี, 2547) ดังนั้นในปัจจุบันแก้วมังกรจึงได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น โดยบริโภคในรูปผลสด แต่ปัญหาของผลแก้วมังกรคือมีอายุการเก็บรักษาหรืออายุการใช้ประโยชน์สั้น เนื่องจากการเสื่อมสภาพของผล เช่น การเหี่ยวของผล และการเหี่ยวของกลีบ ซึ่งส่งผลให้เนื้อสัมผัสและรสชาติด้อยลง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการศึกษาเพื่อหาวิธีรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาผลแก้วมังกร และต้องเป็นวิธีที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาวิธีการเก็บรักษาผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดงในสภาพบรรยากาศดัดแปลงเนื่องจากเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่ไม่ใช้สารเคมีทำให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยและมีสุขภาพดี โดยมุ่งศึกษาการใช้สภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตผลสดทางการเกษตรได้หลายชนิด (Pretel *et al*., 2000; Charles *et al*., 2010)

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกผลแก้วมังกรในระยะเก็บเกี่ยวสายพันธุ์เนื้อแดง (อายุประมาณ 45 วันหลังจากดอกบาน) ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์ ปราศจากตำหนิ โรคและแมลงจากสวนที่ปลูกแก้วมังกรเพื่อการค้าและมีการดำเนินการปลูกตามระบบเกษตรที่ดี (GAP) ทำการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แล้วทำการคัดคุณภาพอีกครั้ง เพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผล บรรจุผลแก้วมังกรจำนวน 3 ผลต่อถุง ใส่ในถุงพอลิเอทิลีนลามิเนตด้วยไนลอน ขนาด 32 × 45 cm ความหนา 120.2 μm จากนั้นบรรจุก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 2.5 5 หรือ 10 ตามลำดับเข้าไปในถุงโดยใช้เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ Vac-star s225 ที่ต่อเข้ากับระบบเติมก๊าซ โดยปรับวาล์วควบคุมระดับก๊าซให้อยู่ประมาณ 0.5 bar และตั้งค่าโปรแกรมของเครื่อง Vac-star s225 ดังนี้ คือ 1.) Vacuum ตั้งค่าเป็น max (100 %) 2.) Gas ตั้งค่าเป็น max (100 %) 3.) Welding ตั้งค่าเป็น 3.0 s และ 4.) Soft air ตั้งค่าเป็น 2.0 s ส่วนชุดควบคุมคือเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ จากนั้นนำผลแก้วมังกรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงสี (เครื่อง Minolta model DP-301) การสูญเสียน้ำหนัก (เครื่องชั่ง ADAM AFP-4100LC) ปริมาณเส้นใย ปริมาณน้ำตาลฟรักโตส (เครื่อง HPLC, Shimadzu) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์ (เครื่อง OXYBABY) และการเกิดโรค ทุก ๆ 3 วัน จนหมดอายุการเก็บรักษา และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดงมีการเปลี่ยนแปลงจากสีแดงเป็นสีแดงคล้ำ โดยสังเกตจากค่า ΔE (ค่าความแตกต่างของสีผลิตผลที่เปลี่ยนแปลงไปจากวันแรกที่เก็บรักษา) ที่เพิ่มขึ้นหลังจากการเก็บรักษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และ 5 มีการเพิ่มขึ้นของค่า ΔE อย่างต่อเนื่องตลอดอายุการเก็บรักษา และมีค่าสูงกว่าชุดควบคุม ส่วนผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 10 มีค่า ΔE ต่ำสุด (Figure 1A) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกผลแก้วมังกรที่เกิดขึ้นอาจเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของ betalain ซึ่งเป็นสารสีที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชภายในเซลล์ โดยการเก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนร้อยละ 10 มีค่า ΔE ต่ำสุด อาจเนื่องมาจากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์มีความเข้มข้นสูงกว่าชุดการทดลองอื่น (Figure 3B) ส่งผลให้รักษาระดับความเป็นกรดภายในเซลล์ทำให้ betalain มีความคงตัว (พีเอช 3-7) (Woo *et al*., 2010) สำหรับการสูญเสียน้ำหนักสดของผลแก้วมังกรสังเกตเห็นได้จากการเหี่ยวบริเวณปลายผล โดยชุดควบคุมมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าชุดการทดลองที่เก็บรักษาในบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟ (Figure 1B) เนื่องจากการบรรจุแก้วมังกรในบรรจุภัณฑ์สามารถลดการคายน้ำออกจากผลได้ดีกว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ นอกจากนี้การสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ยังมีส่วนช่วยในการลดอัตราการหายใจซึ่งส่งผลให้มีการคายน้ำน้อยลง (Thompson, 1996) เมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาผลแก้วมังกรในสภาพบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟที่มีก๊าซความเข้มข้นต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของการสูญเสียน้ำหนักตลอดอายุการเก็บรักษา

ปริมาณเส้นใยในเนื้อผลแก้วมังกรมีการเพิ่มขึ้นในทุกชุดการทดลองในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 10 มีการสะสมของเส้นใยในเนื้อผลมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ ในขณะที่ปริมาณเส้นใยในเนื้อผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนร้อยละ 2.5 และ 5 มีการเพิ่มขึ้นของเส้นใยในแนวโน้มที่ใกล้เคียงกัน โดยชุดควบคุมมีปริมาณเส้นใยน้อยที่สุด (Figure 2A) ซึ่งจากผลการทดลองเป็นที่น่าสนใจว่าการเก็บรักษาผลแก้วมังกรในบรรยากาศที่มีออกซิเจนต่ำกว่าบรรยากาศปกติโดยเฉพาะอย่างยิ่งความเข้มข้นของออกซิเจนร้อยละ 10 มีการ

สะสมปริมาณเส้นใยในผลแก้วมังกรมากขึ้น โดยผลการทดลองที่ได้แตกต่างจากการศึกษาที่ผ่านมาซึ่งพบว่าการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยชะลอการสะสมของเส้นใยในพืชได้ สำหรับการเพิ่มขึ้นของเส้นใยในผลแก้วมังกรอาจเนื่องจากการพัฒนาของเมล็ดที่อยู่ภายในผลแต่อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาผลของออกซิเจนและกลไกการพัฒนาของเมล็ดผลแก้วมังกรต่อไป การเก็บรักษาผลแก้วมังกรในบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟในทุกชุดการทดลอง ช่วยชะลอการลดลงของปริมาณน้ำตาลฟรักโตสได้ดีกว่าชุดควบคุม (Figure 2B) เนื่องจากการเก็บรักษาในบรรยากาศดัดแปลงสามารถช่วยชะลอปฏิกิริยาต่างๆ เช่น การหายใจ เป็นต้น หรือช่วยชะลอกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมของน้ำตาล เช่นเดียวกับที่พบในหน่อไม้ฝรั่ง และบรอคโคลี ที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศควบคุมสามารถชะลอการลดลงของน้ำตาลได้ (McKenzie *et al*., 2004)

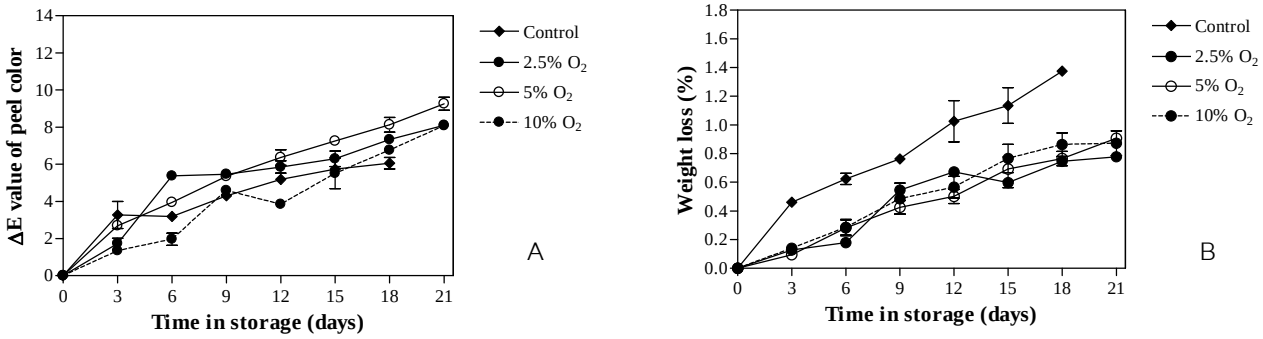

Figure 1. Effect of active modified atmosphere packaging on peel color (A) and weight loss (B) of red dragon fruit during storage at 10 °C

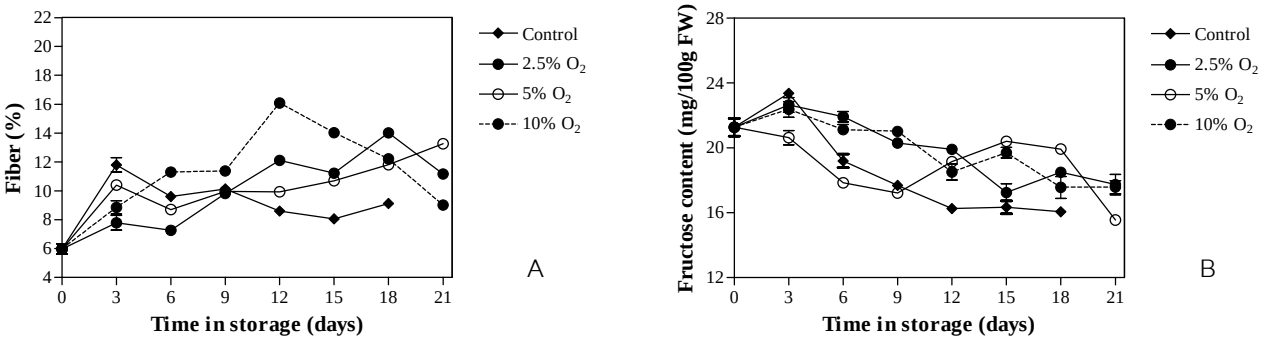

Figure 2. Effect of active modified atmosphere packaging on fiber (A) and fructose content (B) of red dragon fruit during storage at 10 °C

การเกิดโรคของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดงที่เก็บรักษาในบรรยากาศต่างๆ พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลแก้วมังกรเป็นระยะเวลานานมากกว่า 14 วัน โอกาสที่เชื้อจะเข้าทำลายมีเพิ่มขึ้น โดยในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ชุดควบคุมมีการเกิดโรคคิดเป็นร้อยละ 25 ในขณะที่ชุดการทดลองอื่น ๆ ไม่พบการเกิดโรค อย่างไรก็ตามในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 2.5 และ 10 พบการเกิดโรคคิดเป็นร้อยละ 50 ขณะที่ผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 ไม่พบการเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษา (Figure 3A) เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซในบรรจุภัณฑ์ พบว่ามีคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์สูง (Figure 3B) และออกซิเจนต่ำ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ซึ่งสภาวะดังกล่าวสามารถชะลอการเสื่อมสภาพ ตลอดจนยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ดังนั้นผลแก้วมังกรที่เก็บรักษาในบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟทุกชุดการทดลองจึงพบการเกิดโรคน้อยกว่าการเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ (คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03)

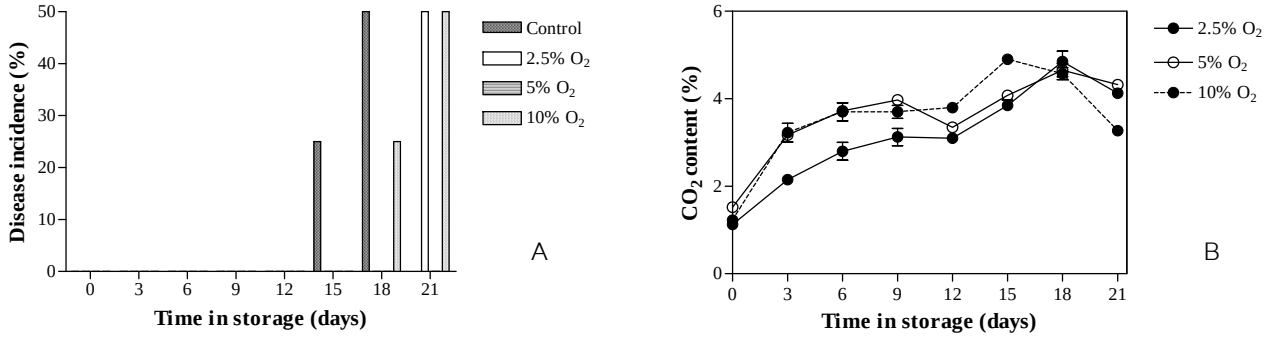

Figure 3. Effect of active modified atmosphere packaging on disease incidence (A) and CO_2 concentration (B) in the package of red dragon fruit during storage at 10 °C

สรุป

การเก็บรักษาในบรรยากาศดัดแปลงแบบแอกทีฟสามารถชะลอการเสื่อมสภาพ ชะลอการเกิดโรค ตลอดจนช่วยรักษาคุณภาพ และยืดอายุการเก็บรักษาของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เนื้อแดงได้ โดยการบรรจุในบรรยากาศที่มีออกซิเจนความเข้มข้นร้อยละ 5 เป็นสภาวะที่ดีที่สุด ดังนั้นการบรรจุในสภาพบรรยากาศแบบแอกทีฟจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเก็บรักษาผลแก้วมังกร และเป็นวิธีที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

มาโนชญ์ กุลพฤกษี. 2534. ผลกระทบของสภาพบรรยากาศดัดแปลงและอุณหภูมิต่ำที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 195 น.

สุรัสวดี สมนึก. 2547. ดัชนีน้ำตาลของทุเรียน มะม่วง ลำไย ฝรั่ง สับปะรดและแก้วมังกรกับการเปลี่ยนแปลงระดับของน้ำตาล ระดับไขมัน และความหนืดของเลือดภายหลังการรับประทานผลไม้แต่ละชนิดและปริมาณต่างกันในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 และมีภาวะไขมันในเลือดสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโภชนาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 22-60 น.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกรพืชไม้เศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ. สมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 208 น.

Charles, F., J. Sanchez, N. Rugani and N. Gontard. 2010. Active modified atmosphere packaging of fresh endives: modeling gas transfer and studying effect on quality. Acta Hort. 857: 79-88.

McKenzie, M., L.A. Greer, J.A. Heyes and P. L. Hurst. 2004. Sugar metabolism and compartmentation in asparagus and broccoli during controlled atmosphere storage. Postharvest Biology and Technology 32: 45-56.

Mizrahi, Y. and P.S. Nobel. 1997. Cacti as crops. Horticultural Review 18: 291-346.

Pretel, M. T., M. Souty and F. Romojaro. 2000. Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) European Food Research and Technology 211(3) : 191-198.

Thompson, A.K. 1996. Controlled Atmosphere Storage of Fruit and Vegetables. CAB International, New York. 64 p.

Woo, K.K., F. H. Ngou, L.S. Ngo, W.K. Soong and P.Y. Tang. 2010. Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). Am. J. Food Technol. 6: 140-148.

Wu, L.C., H.W. Hso, Y.C. Chen, C.C. Chiu, Y.I. Lin and J. A. Ho. 1996. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. Food Chemistry 95: 319-327.