Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 657-660 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 657-660 (2554)

ผลของการดัดแปลงสภาพบรรยากาศในบรรจุภัณฑ์ต่อการเปลี่ยนแปลงพฤกษเคมีในแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดง

Effect of modified atmosphere packaging on phytochemical changes in red pitaya fruit

วาริช ศรีละออง[1,2] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1,2] และลัดดาวัลย์ คำมะปะนา[1,2]
Varit Srilaong[1,2], Apiradee Uthairatanakij[1,2] and Laddawan Kammapana[1,2]

Abstract

The effect of modified atmosphere packaging on phytochemical changes in red pitaya fruit was studied. The fruits were packed in sealed polyethylene (PE) bags, partial vacuum PE bags and wrapped with linear low-density polyethylene (LLDPE) or polyvinyl chloride (PVC) film and kept at 10°C and 90% RH for 3 weeks. Unpacked fruits were regarded as a control. The results revealed that PVC film wrapping reduced the changes in vitamin C , β-carotene and total phenol level in stored fruits. In addition, PVC wrapping increased the accumulation of crude fiber, betalains and mucilage lavels in flesh tissue of red pitaya fruit. Antioxidant activity was also high in red pitaya fruits wrapped with PVC film. In conclusion, modified atmosphere conditions could retard phytochemical change in red pitaya fruit.

Keywords: red pitaya fruit, modified atmosphere packaging, phytochemical

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารพฤกษเคมีในผลแก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดงที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลง โดยบรรจุผลแก้วมังกรในถุงพอลิเอทิลีน ปิดสนิท บรรจุในถุงพอลิเอทธิลีนในสภาพกึ่งสุญญากาศ และหุ้มผลด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด linear low-density polyethylene (LLDPE) และ polyvinyl chloride (PVC) โดยชุดควบคุม คือผลแก้วมังกรที่ไม่บรรจุถุงพลาสติกหรือหุ้มฟิล์มพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า การที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC สามารถช่วยชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซี เบตาแคโรทีน และปริมาณฟีนอลทั้งหมดของผลแก้วมังกร นอกจากนี้ยังมีการสะสมเส้นใย มีปริมาณเบตาเลน และมิวซิเลจในเนื้อผลเพิ่มขึ้น และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าชุดการทดลองอื่น ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาผลแก้วมังกรในสภาพบรรยากาศดัดแปลงสามารถชะลอการลดลงของสารพฤกษเคมีได้ดีกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ: แก้วมังกรพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดง การบรรจุแบบสภาพบรรยากาศดัดแปลง พฤกษเคมี

บทนำ

สารพฤกษเคมีเป็นสารเคมีที่พืชสร้างขึ้น เช่น แทนนิน ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แคโรทีนอยด์ วิตามิน และเส้นใย เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีประโยชน์อย่างมาก โดยเฉพาะสารประกอบในกลุ่มพอลิฟีนอล และวิตามินซีที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระมีประโยชน์ต่อระบบที่สำคัญต่าง ๆ ในร่างกายทั้ง 5 ระบบ ได้แก่ ระบบหลอดเลือดและหัวใจ ระบบภูมิคุ้มกัน ระบบกลุ่มเซลล์ประสาท ระบบต่อต้านการเกิดโรคมะเร็งต่าง ๆ และระบบการชะลอความชรา รวมทั้งป้องกันการเกิดโรคหัวใจชนิดเฉียบพลันที่เกิดจากการอุดตันของเส้นเลือด (Kondo *et al*., 2002; Jimenez-Escrig *et al*., 2001) ในปัจจุบันได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระในผักและผลไม้หลายชนิด เช่น องุ่น แอปเปิล บรอคโคลี่ มะเขือเทศ (Chaiprasart *et al*., 2001; Kondo *et al*., 2002) นอกจากนี้ Wu *et al*. (1996) ได้ศึกษาสารสำคัญในแก้วมังกร พบว่ามีสารประกอบฟีนอล ฟลาวโว-นอยด์ และเบตาเลนในส่วนของเปลือก และเนื้อผล แต่พบว่าในส่วนของเปลือกมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าในเนื้อผล และสำหรับประโยชน์ของการรับประทานผลแก้วมังกร พบว่าสามารถควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดได้ดีในกลุ่มผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน และมีสารมิวซิเลจที่มีลักษณะคล้ายวุ้น หรือเยลลี่ที่ช่วยดูดซับน้ำในร่างกาย (สุรพงษ์, 2545) นอกจากนี้แก้วมังกรยังมีสรรพคุณในการป้องกันการเกิด

[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 สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400
[2] Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education, Bangkok 10400, Thailand

โรคหัวใจ มะเร็งลำไส้และต่อมลูกหมาก ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน อย่างไรก็ตามการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารพฤกษเคมีในผลแก้วมังกรภายหลังการเก็บเกี่ยวยังมีการศึกษาอยู่น้อย ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่ผู้วิจัยให้ความสำคัญในการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้ข้อมูลทางโภชนาการต่อผู้บริโภคในการตัดสินใจบริโภคแก้วมังกรมากขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกผลแก้วมังกรสายพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดงอายุประมาณ 45 วันหลังดอกบาน ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์ ปราศจากตำหนิ โรคและแมลง จากสวนแก้วมังกรที่ปลูกเพื่อการค้า และมีการดำเนินการปลูกตามระบบเกษตรที่ดีที่เหมาะสม ทำการขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แล้วทำการคัดคุณภาพอีกครั้ง เพื่อความสม่ำเสมอของคุณภาพผล จากนั้นบรรจุผลแก้วมังกรในถุง polyethylene (PE) ความหนา 45.3 ไมโครเมตร ที่ปิดสนิท บรรจุในถุง PE ในสภาพกึ่งสุญญากาศ (ดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์ 70 เปอร์เซ็นต์) หุ้มผลด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด linear low-density polyethylene (LLDPE) ความหนา 25 ไมโครเมตร และหุ้มผลด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด polyvinyl chloride (PVC) ความหนา 13 ไมโครเมตร ส่วนชุดควบคุม คือไม่บรรจุถุงพลาสติกหรือหุ้มฟิล์มพลาสติก ทำการบันทึกผลทุก ๆ 3 วัน ในระหว่างการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์ โดยทำการวิเคราะห์สารพฤกษเคมีต่าง ๆ เช่นปริมาณวิตามินซี (Roe *et al*., 1948) เบตาแคโรทีน ฟีนอล-ทั้งหมด (Singlegon and Rossi, 1965) เบตาเลน เส้นใย (Gould, 1997) มิวซิเลจ (ดัดแปลงตามวิธีของ Sepulveda *el al*., 2007)และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (ดัดแปลงตามวิธีของ Thaipong *et al*., 2006) นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณวิตามินซีของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดงในทุกทรีทเมนต์ มีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่ามากที่สุดในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นปริมาณวิตามินซีในทุกทรีทเมนต์มีค่าลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งชุดควบคุมมีปริมาณวิตามินซีลดลงมากที่สุดตลอดอายุการเก็บรักษา ขณะที่ผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LLDPE , PVC และผลแก้วมังกรที่บรรจุในสภาพกึ่งสุญญากาศ มีปริมาณวิตามินซีลดลงอย่างช้า ๆ และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1A) ซึ่งผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาผลแก้วมังกรในบรรจุภัณฑ์สามารถช่วยชะลอการสูญเสียวิตามินซีได้ เนื่องจากในสภาพบรรยากาศดัดแปลงที่มีความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูงสามารถช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการสลายตัวของวิตามีนซี

ผลแก้วมังกรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ มีการสะสมปริมาณเส้นใยเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา ยกเว้นชุดควบคุม โดยผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยพลาสติกฟิล์มชนิด LLDPE และ PVC มีการสะสมของปริมาณเส้นใยมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (15.62 และ 15.70% ตามลำดับ) (Figure 1B) เนื่องจากปริมาณเส้นใยในเนื้อผลแก้วมังกรส่วนใหญ่ได้มาจากเมล็ดซึ่งไม่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยด่างเข้มข้น และการเก็บรักษาในสภาพบรรยากาศดัดแปลงช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของผลแก้วมังกร

สำหรับการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตาแคโรทีน พบว่าปริมาณเบตาแคโรทีนในเนื้อผลแก้วมังกรในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 44.85 µg/g FW และมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตาแคโรทีน ค่อนข้างคงที่ตลอดอายุการเก็บรักษา (Figure 2A) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟีนอลทั้งหมดและเบตาเลน ในเนื้อผลแก้วมังกรสายพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดง พบว่าในช่วง 12 วันแรกของการเก็บรักษา ผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC มีปริมาณฟีนอลทั้งหมดมากที่สุด (Figure 2B) และมีปริมาณ เบตาเลนมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีค่าลดลงและมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างคงที่ในช่วงวันที่ 9-15 ของการเก็บรักษา ซึ่งทุกทรีตเมนต์มีปริมาณเบตาเลน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังจากนั้นผลแก้วมังกรในทุกทรีทเมนต์มีปริมาณเบตาเลนเพิ่มขึ้นจนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC มีปริมาณเบตาเลน เพิ่มมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อเปรียบเทียบกับทรีทเมนต์อื่น (Figure 3A) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณเบตาแคโรทีน ฟีนอลทั้งหมด และเบตาเลน มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ เนื่องจากสารเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สอดคล้องกับรายงานของ Wu *et al*. (2006) พบว่า ในเปลือกผล และเนื้อผลแก้วมังกร พบสารประกอบฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และเบตาเลน ซึ่งสารพฤกษเคมีเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทำการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระพบว่าการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผลแก้วมังกรใน

ทุกทรีทเมนต์มีค่าลดลงในช่วง 3 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา โดยผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงสุดมีค่าเท่ากับมีค่าเท่ากับ 36.52 mM TE/100g FW (Figure 3B) ดังนั้นจึงช่วยชะลอการสลายตัวของเบตาแคโรทีน ฟีนอลทั้งหมด และเบตาเลนได้

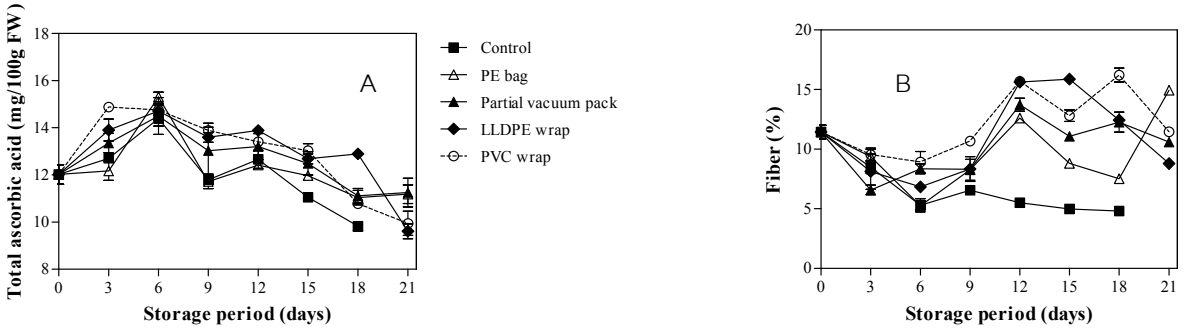

Figure 1 Effect of modified atmosphere packaging on total ascorbic acid (A) and fiber (B) levels of red pitaya fruit during storage at 10 °C

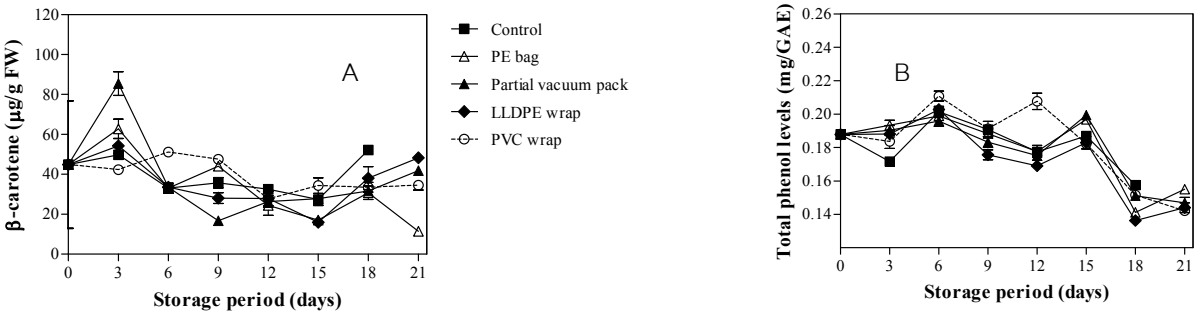

Figure 2 Effect of modified atmosphere packaging on β -carotene (A) and total phenol (B) levels of red pitaya fruit during storage at 10 °C

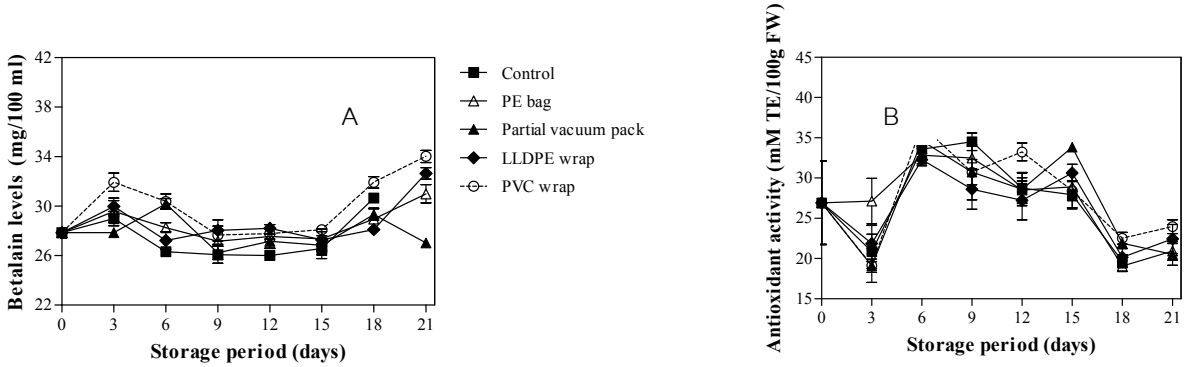

Figure 3 Effect of modified atmosphere packaging on batalain levels (A) and antioxidant activity (B) of red pitaya fruit during storage at 10 °C

ส่วนปริมาณมิวซิเลจในเนื้อแก้วมังกร พบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองมีปริมาณมิวซิเลจเท่ากับ 5.21% DW หลังจากนั้นทุกทรีทเมนต์มีปริมาณมิวซิเลจลดลง แต่อย่างไรก็ตามผลแก้วมังกรที่หุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด LLDPE มีปริมาณมิวซิเลจลดลงช้ากว่าทรีทเมนต์อื่น ๆ หลังจากนั้นทุกทรีทเมนต์มีปริมาณมิวซิเลจเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันจนกระทั่งหมดอายุการเก็บรักษา (Figure 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของชมัยพร และปราณี (2552) ที่ได้ศึกษาวิธีการสกัดมิวซิเลจและสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจผงจากพุทราพันธุ์สามรส (*Ziziphus mauritiana* Lam.) โดยนำพุทราที่มีการสุก 3 ระดับ คือพุทราแก่ภายหลังการเก็บเกี่ยว 3 6 และ 9 วัน พบว่า พุทราที่บ่มให้สุกเป็นระยะเวลา 9 วัน มีปริมาณมิวซิเลจสูงที่สุด โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณมิวซิเลจเพิ่มขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด และพันธุ์พืช

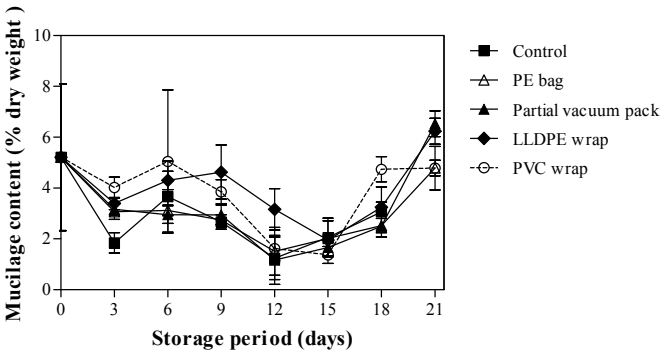

Figure 4 Effect of modified atmosphere packaging on mucilage content of red pitaya fruit during storage at 10 °C

สรุปผลการทดลอง

สภาพบรรยากาศดัดแปลงที่เหมาะสมซึ่งช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของสารพฤกษเคมีในเนื้อของผลแก้วมังกรสายพันธุ์เปลือกแดงเนื้อแดง คือการหุ้มผลด้วยฟิล์มพลาสติกชนิด PVC ซึ่งสามารถช่วยชะลอการสูญเสียวิตามินซี การลดลงของ ปริมาณเบตาแคโรทีน ฟีนอลทั้งหมด และปริมาณเบตาเลน ช่วยให้มีการสะสมเส้นใย และ มิวซิเลจในเนื้อผลมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทโครงการความร่วมมือระหว่างไทยและอิสราเอล ประจำปี 2552 และขอขอบคุณสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ได้อำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่ และอุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

ชมัยพร แรงกลาง และปราณี อ่านเปรื่อง. 2552. การสกัดมิวซิเลจและสมบัติเชิงหน้าที่ของมิวซิเลจผงจากพุทราพันธุ์สามรส (*Ziziphus mauritiana* Lam.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40:19-22.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2545. แก้วมังกร: พืชเศรษฐกิจ ผลไม้สุขภาพ. ฟันนี่พับลิชชิ่ง. กรุงเทพฯ. 208 หน้า

Chaiprasart, P., H. Gemma and S. Iwahori. 2001. Changes in chlorophyll fluorescence and enzyme activity for scavenging of free radicals in banana fruits stored at low temperatures. Japanese Journal of Tropical Agriculturae 45(3): 181-191.

Gould, W.A. 1997. Food Quality Assurance. The publishing company Inc. Connecticut. p. 314.

Jimenez-Escrig, A., M. Rincon, R. Pulido and F. Saura-Calixto. 2001. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49: 5489–5493.

Kondo, S., K. Tsuda, N. Muto and J. Ueda. 2002. Antioxidant activity of apple skin or flesh extracts associated with fruit development on selected apple cultivars. Scientia Horticulturae 96: 177-185.

Roe, J.H., B. M. Mary, M.J. Oesterling and M.D. Charlotle. 1948. The determination of diketo L-gulonic acid, dehydro-L-ascorbic acid and L-ascorbic acid in the same tissue extracted by 2,4-dinitrophenyl hydrazine method. Journal of Biological Chemistry 174 : 201-208.

Sepulveda, E., C. Saenz, E. Aliaga and C. Aceituno. 2007. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. Journal of Arid Environments 68 : 534-545.

Singleton, V. L. and J. F. Rossi. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphosyntungstic acid reagents. American of Journal Enol and Viticulture 16: 154-157.

Thaipong, K., U. Boonprakop, K. Crosby, L. Zevallos-Cisneros and D.H. Byrne. 2006. Comparition of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidation activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis 19: 669-675.

Wu, L.C., H.W. Hsu, Y.C. Chen, C.C. Chiu, Y.I. Lin and J. A. Ho. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. Food Chemistry 95: 319-327.