Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 100-103 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 100-103 (2549)

ผลของกรดออกซาลิกร่วมกับอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย

Effects of Oxalic Acid and Temperature Storage on Browning of 'Hong Huay' Lychee Pericarp

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ[1] กอบเกียรติ แสงนิล[1] กานดา หวังชัย[1] และ จำนงค์ อุทัยบุตร[1]

Kanyarat Lueangprasert[1], Kobkiat Saengnil[1], Kanda Whangchai [1] and Jamnong Uthaibutra[1]

Abstract

Effects of oxalic acid and low temperature storage on browning of lychee pericarp were determined by soaking the fruits in hot water for 30 seconds followed by 5 and 10 % oxalic acid treatments. They were then kept in two ways : at 5 °C and 84 % relative humidity, and at room temperature (25 $\pm$ 1 °C) and 74 % relative humidity for 30 days. The results showed that the oxalic acid treated fruits stored at 5 °C delayed pericarp browning better than at room temperature. PPO and POD activities of the treated fruits and storage at these two temperatures were low and not different. Treatment with 10 % oxalic acid followed by storing at 5 °C gave the best results on reducing pericarp browning and the two enzyme activities, and maintaining levels of total anthocyanins. Furthermore, storage at 5 °C prolonged storage life without exhibiting pathological decay during storage time.

Key Words : Lychee, browning, oxalic acid

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกรดออกซาลิกร่วมกับอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่ โดยการแช่ผลในน้ำร้อนเป็นเวลา 30 วินาทีและแช่ในสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 และ 10 % จากนั้นเก็บรักษาผลใน 2 สภาพคือ ที่อุณหภูมิ 5 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 84 % และอุณหภูมิห้อง (25 $\pm$ 1 °ซ) ความชื้นสัมพัทธ์ 74 % เป็นเวลา 30 วัน พบว่าผลที่แช่กรดออกซาลิกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลได้ดีกว่าที่อุณหภูมิห้อง แอคติวิตีของ PPO และ POD ของผลที่แช่ในกรดออกซาลิกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองนี้มีค่าต่ำและไม่แตกต่างกัน โดยการแช่ผลในกรดออกซาลิก 10 % แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ ให้ผลดีที่สุดในการลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลและแอคติวิตีของเอนไซม์ทั้งสอง รวมทั้งรักษาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ ยังมีผลยืดอายุการเก็บรักษาผล โดยไม่มีการเข้าทำลายของโรคในระหว่างการเก็บรักษา

คำสำคัญ : ลิ้นจี่, การเกิดสีน้ำตาล, กรดออกซาลิก

คำนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นผลไม้ที่มีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี แต่ปัญหาสำคัญของผลลิ้นจี่สดคือการเกิดสีน้ำตาลคล้ำ (browning) บริเวณเปลือกผลอย่างรวดเร็ว ทำให้มีผลกระทบต่อคุณภาพราคาและไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค โดยสาเหตุสำคัญของการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิคที่มีเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาที่สำคัญ 2 ชนิด คือ เอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase ; PPO) และเปอร์ออกซิเดส (peroxidase ; POD) (Underhill and Critchley, 1994) ดังที่มีรายงานการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้หลายชนิดภายหลังการเก็บเกี่ยวและในระหว่างการเก็บรักษา ดังนั้นจึงมีการหาวิธีการเพื่อชะลอหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลหลายวิธี ได้แก่ การใช้อุณหภูมิต่ำ การใช้ความร้อนในรูปของน้ำร้อนและการใช้อุณหภูมิสูง รวมทั้งการให้ผลได้รับสารละลายกรดบางชนิด เช่น กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น ซึ่งประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลอาจแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับอุณหภูมิ ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ (Son *et al*., 2001 ; Gomez – Lopez, 2002) ในผลลิ้นจี่มีรายงานว่ากรดออกซาลิกสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่ากรดอินทรีย์อื่นๆ รวมทั้งยังปลอดภัยกว่าการใช้กรดไฮโดรคลอริก (กัญญารัตน์และคณะ, 2548) และการเก็บรักษาผลที่อุณหภูมิต่ำชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดี (Zhang and Quantick, 1997) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาผลของสารละลายกรดออกซาลิกในระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้ในการแช่ผลก่อน

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

การเก็บรักษาร่วมกับสภาพอุณหภูมิต่ำที่ใช้ในการเก็บรักษา เพื่อหากรรมวิธีที่เหมาะสมต่อการชะลอการเกิดสีน้ำตาลและเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการลดปัญหาการเกิดสีน้ำตาลในผลลิ้นจี่หรือพืชอื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างผลลิ้นจี่

เก็บเกี่ยวผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยที่เจริญเต็มที่คือ อายุประมาณ 90 วัน หลังดอกบานจากสวนเกษตรกรในอำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่ นำมาตัดเป็นผลเดี่ยวๆ แล้วคัดเลือกผลที่สมบูรณ์มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีรอยช้ำและตำหนิจากโรคและแมลง

วิธีการทดลอง

นำผลที่คัดไว้แช่ผลในน้ำร้อน (98 $\pm$ 1 °ซ) เป็นเวลา 30 วินาที ตามด้วยการแช่ในสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 5 และ 10 % นำผลบรรจุในถาดโฟมปิดหุ้มด้วยฟิล์ม polyvinyl chloride (PVC) แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ 5 $\pm$ 0.5 °ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 84 % และ อุณหภูมิห้อง (25 $\pm$ 1 °ซ) ความชื้นสัมพัทธ์ 74 % ทำการวิเคราะห์ทุกๆ 3 วันเป็นเวลา 30 วัน ในเรื่องระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลโดยการประเมินด้วยสายตา โดยบันทึกเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่เกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผล (โดยผลสดสีแดงทั้งผลเท่ากับ 0% ส่วนผลสีน้ำตาลทั้งผลเท่ากับ 100%) แอคติวิตีของเอนไซม์ PPO และ POD และปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของเปลือกผล

ผล

ระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล

เปลือกผลมีการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดการเก็บรักษา โดยผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ^{O}ซ มีการเกิดสีน้ำตาลช้ากว่าและมีค่าการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้ผลที่ผ่านการแช่ในสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 10 % มีค่าการเกิดสีน้ำตาลต่ำสุด รองลงมา คือ 5 % และ ชุดควบคุม ตามลำดับ (figure 1a)

แอคติวิตีของเอนไซม์ PPO และ POD

แอคติวิตีของเอนไซม์ PPO และ POD เพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรกแล้วค่อยๆ ลดต่ำลงเรื่อยๆ เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น แอคติวิตีของเอนไซม์ทั้งสองต่ำในผลที่แช่ในสารละลายกรดออกซาลิกโดยมีค่าต่ำสุดในผลที่แช่ในกรดที่มีความเข้มข้น 10 % รองลงมา คือ 5 % ซึ่งการเปลี่ยนแปลงแอคติวิตีของเอนไซม์ทั้งสองนี้ให้ผลในทำนองเดียวกันในทั้งสองอุณหภูมิที่เก็บรักษา ทั้งนี้แอคติวิตีของ PPO และ POD ของผลที่แช่ในกรดออกซาลิกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (figure 1b and 1c)

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของเปลือกผล

ในระหว่างการเก็บรักษาที่ทั้งสองอุณหภูมิปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดของเปลือกผลมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยผลที่แช่ในสารละลายกรดออกซาลิกความเข้มข้น 10 % มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุดและมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดอื่นๆ และปริมาณที่พบของผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ มีแนวโน้มสูงกว่าและลดลงช้ากว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (figure 1d) นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °ซ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่เกิดโรคเลยตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน (ไม่ได้แสดงผล)

วิจารณ์ผล

ระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล

การเก็บรักษาผลที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูงสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ โดยสภาพนี้มีผลทำให้เปลือกผลมีการสูญเสียน้ำในปริมาณน้อยกว่า การสูญเสียน้ำมากมีผลทำให้โครงสร้างและการทำงานของเมมเบรนต่างๆ ภายในเซลล์เสื่อมลง ทำให้มีการรั่วไหลของสารต่างๆ จากเซลล์หรือออร์แกเนลล์ต่างๆ รวมทั้งกระตุ้นการรวมตัวกันระหว่างสับสเตรทและเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ดียิ่งขึ้น (Scott *et al*., 1982) สอดคล้องกับการศึกษาในผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย พบว่าการเก็บรักษาผลที่อุณหภูมิ 5 ^{O}ซ มีผลลดการสูญเสียน้ำและชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (พรอนันต์, 2545)

การแช่ผลในสารละลายกรดออกซาลิกสามารถรักษาสีของเปลือกผลและลดการเกิดสีน้ำตาลบริเวณเปลือกผลได้ดีกว่าไม่แช่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกรดออกซาลิกมีคุณสมบัติเป็น acidulant ที่ดีโดยเป็นสารละลายที่มี pH ต่ำมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นโดยมีค่าเท่ากับ 0.78-1.25 ในความเข้มข้น 2.5-15 % ตามลำดับ โดยเอนไซม์ PPO และ POD ถูกยับยั้ง

การทำงานในสภาพที่มีค่า pH ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.2 และ 2.0 (Jiang *et al*., 1997 ; Martinez *et al*., 2001) นอกจากนี้กรดออกซาลิก ยังมีคุณสมบัติเป็น chelating agent และ antioxidant ที่ดี (Yang *et al*., 2000 ; Perez-Ruiz *et al*., 2004) จึงมีผลชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดี การนำผลที่ผ่านการแช่ในกรดออกซาลิกมาเก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิต่ำจึงให้ผลดียิ่งขึ้นในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาล

แอคติวิตีของเอนไซม์ PPO และ POD

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ^{O}ซ พบว่าแอคติวิตีของเอนไซม์ PPO และ POD ของผลไม่แตกต่างจากที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้ยังไม่ทราบกลไกแน่ชัดในผลลิ้นจี่ที่ระดับอุณหภูมินี้ การที่ผลยังคงมีสีแดงและเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่านั้นอาจเนื่องมาจากผลของกรดออกซาลิกช่วยรักษาสีแดงหรือแอนโทไซยานินและชะลอการเกิดสีน้ำตาล รวมทั้งอาจเป็นไปได้ที่อุณหภูมิต่ำมีผลลดแอคติวิตีของเอนไซม์เหล่านี้ได้ แต่อาจมีผลลดเฉพาะเอนไซม์รูปใดรูปหนึ่ง (Concellón *et al*., 2004)

ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด

ผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ^{O}ซ มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่าผลที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาผลที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์สูงช่วยลดการสูญเสียน้ำและลดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ภายในเซลล์ ทำให้สามารถรักษาโครงสร้างและสีแดงของแอนโทไซยานินได้ดี (Underhill and Critchley, 1993) เช่นที่พบในผลลิ้นจี่พันธุ์ Huaizhi (Jiang and Fu, 1999) เมื่อนำผลที่ผ่านการแช่กรดออกซาลิกมาเก็บรักษาในสภาพเช่นนี้ก็ยิ่งได้ผลดีต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลเพราะกรดนี้สามารถซึมผ่านสู่เปลือกผลและลดค่า pH ภายในเซลล์ มีผลรักษาความเสถียรของโครงสร้างและปริมาณของแอนโทไซยานิน ทำให้เปลือกผลยังคงมีสีแดงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน (Mazza and Miniata, 2000)

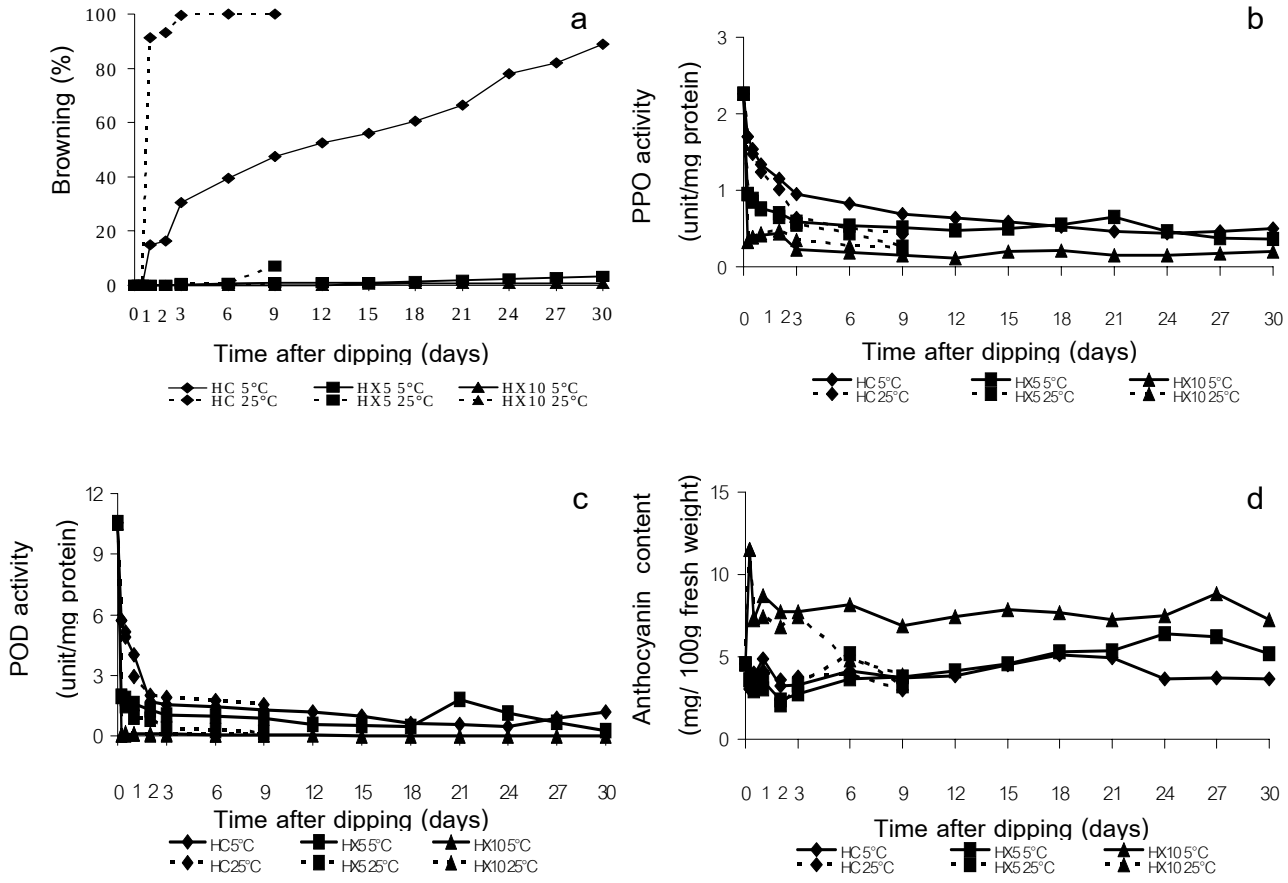

figure 1 Browning (a), PPO activity (b), POD activity (c) and Anthocyanin content (d) of lychee after hot water dip (H) or without hot water dip (C) and 5 or 10 % oxalic acid (x) treatments during storage at 5 °C (------)or 25 $\pm$ 1 °C (- - - -)

สรุป

การแช่ผลในสารละลายกรดออกซาลิกและเก็บรักษาผลที่อุณหภูมิ 5 °ซ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

คำขอบคุณ

งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมกลุ่มวิจัยและพัฒนาสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวของผลิตผลพืชสวน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.)

เอกสารอ้างอิง

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ, กอบเกียรติ แสงนิล, กานดา หวังชัย และ จำนงค์ อุทัยบุตร. 2548. ผลของการแช่ในน้ำร้อนและสารละลายกรดบางชนิดต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยหลังการเก็บเกี่ยว. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 : 429-437.

พรอนันต์ บุญก่อน. 2547. อิทธิพลของกรรมวิธีรักษาสีเปลือกต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลลิ้นจี่ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Concellón, A., Añón, C. M. and Chaves, A. R. 2004. Characterization and changes in polyphenol oxidase from eggplant fruit (*Solanum melongena* L.) during storage at low temperature. Food Chem., 88 : 17-24.

Gomez-Lopez, V.M. 2002. Some biochemical properties of polyphenol oxidase from two varieties of avocado. Food Chemistry 77 : 163-169.

Jiang, Y. M., Giora, Z. and Yoram, F. 1997. Partial purification and some properties of polyphenol oxidase extracted from litchi fruit pericarp. Postharvest Biol. Technol., 10 : 221-228.

Jiang, Y. M. and Fu, J. R. 1999. Postharvest browning of litchi fruit by water loss and its prevention by controlled atmosphere storage at high relative humidity. Lebensm.-Wiss. U.-Technol., 32 : 278-283.

Martinez, G.A., Civello, P.M., Chaves, A.R. and Anon, M.C. 2001. Characterization of peroxidase-mediated chlorophyll bleaching in strawberry fruit. Phytochemistry 58 : 379-387.

Mazza, G. and Miniati, E. 2000. Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains. CRS. Press, Florida, pp. 1-28.

Pérez-Ruiz, T., MartÍnez-Lozano, C., Tomás, V. and MartÍn, J. 2004. High-performance liquid chromatographic separation and quantification of citric, lactic, malic, oxalic and tartaric acids using a post-column photochemical reaction and chemiluminescence detection. Journal of Chromatography A 1026 : 57-64.

Scott, K. J., Brown, B. I., Chaplin, G. R., Wilcox, M. E. and Bain, J. M. 1982. The control of rotting and browning of litchi fruit by hot benomyl and plastic flim. Sci. Hortic., 16 : 253-262.

Son, S.M., Moon, K.D. and Lee, C.Y. 2001. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. Food Chemistry 73 : 23-30.

Underhill, S. J. R. and Critchley, C. 1993. Physiological, biochemical and anatomical changes in lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) pericarp during storage. J. Hort. Sci., 68 : 327-335.

Underhill, S. J. R. and Critchley, C. 1994. Cellular localisation of polyphenol oxidase activity in *Litchi chinensis* Sonn. pericarp. Australian Journal of Plant Physiology 34 : 115-122.

Yang, W.-C., Yu, A.-M., Dai, Y.-Q. and Chen, H.-Y. 2000. Separation and determination of di- and tricarboxylic acids in fruits by capillary zone electrophoresis with amperometric detection. Analytica Chimica Acta 415 : 75-81.

Zhang, D. and Quantick, P. C. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. Postharvest Biol. Technol., 12 : 195-202.