Agricultural Sci. J. 37 : 5 (Suppl.) : 104-107 (2006) ว. วิทย. กษ. 37 : 5 (พิเศษ) : 104-107 (2549)

ผลของการแช่ในกรดอินทรีย์บางชนิดต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่แช่แข็งพันธุ์ฮงฮวย

Effect of Dipping in Some Organic Acids on Pericarp Browning of Frozen ' Hong Huay ' Lychee

อติณัฐ จรดล[1] **จำนงค์ อุทัยบุตร**[1] **กานดา หวังชัย**[1] **และ กอบเกียรติ แสงนิล**[1]
Atinut Joradol[1], Jamnong Uthaibutra[1], Kanda Whangchai[1] and Kobkiat Saengnil[1]

Abstract

The effects of dipping in oxalic, tartaric, and malic acids on browning of frozen 'Hong Huay' Lychee pericarp were investigated. Lychee fruits were dipped in hot water (98 ± 1 ˚C) for 30 seconds and then soaked in each acid solution at various concentrations of 0, 2.5, 5 and 10 % for 15 minutes. After the acid treatments, the fruits were pre-cooled and frozen to -18 ˚C. After freezing, they were stored at -20 ˚C for 6 months. It was found that oxalic acid had better inhibition of browning than with tartaric acid and malic acid. Oxalic acid at a concentration of 10 % was the best to control browning. Dipping in oxalic acid restored the phenolic content in the pericarp which is associated with browning. Dipping in oxalic acid had no effect on consumption quality.

Keywords : organic acid, frozen lychee, phenolic compounds

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการแช่กรดออกซาลิค กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิค ต่อการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในเปลือกผลลิ้นจี่แช่แข็งพันธุ์ฮงฮวย โดยนำผลลิ้นจี่แช่ในน้ำร้อน (98 ± 1 ˚ซ)เป็นเวลา 30 วินาที แล้วนำผลมาแช่ในสารละลายกรดแต่ละชนิดทั้ง 3 ชนิด ในระดับความเข้มข้นแตกต่างกันคือ 0, 2.5, 5 และ 10 % เป็นเวลา 15 นาที หลังการแช่กรดนำผลมาลดอุณหภูมิและแช่แข็งจนผลมีอุณหภูมิ -18 ˚ซ แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 ˚ซ เป็นเวลา 6 เดือน พบว่ากรดออกซาลิคยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่ากรดทาร์ทาริกและมาลิค โดยออกซาลิคที่ความเข้มข้น 10 % มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาล การแช่ผลในกรดออกซาลิคช่วยรักษาปริมาณฟีนอลิคในเปลือกผลซึ่งสัมพันธ์กับการเกิดสีน้ำตาล ทั้งนี้การแช่ในกรดออกซาลิคนี้ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพในการบริโภค

คำสำคัญ : กรดอินทรีย์, ลิ้นจี่แช่แข็ง, สารประกอบฟีนอลิค

คำนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญเป็นที่นิยมในการบริโภคภายในประเทศทั้งยังส่งเป็นสินค้าออกทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท โดยมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2546) การส่งสินค้าออกในรูปของผลไม้แช่แข็งเริ่มเป็นที่นิยมเนื่องจากสามารถเก็บผลผลิตได้เป็นเวลานาน รักษาคุณภาพและแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาด การวิจัยเกี่ยวกับการเก็บรักษาผลไม้แช่แข็งเช่นลิ้นจี่จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะภายหลังการเก็บเกี่ยวทั้งผลสดและผลแช่แข็งมักจะพบปัญหาที่สำคัญคือ การสูญเสียสีแดงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลบริเวณเปลือกผลอย่างรวดเร็ว ซึ่งกระทบต่อคุณภาพและราคาอีกทั้งไม่เป็นที่ต้องการของตลาดและผู้บริโภค โดยสาเหตุที่สำคัญของการเกิดสีน้ำตาลของผลเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค ที่มีเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาที่สำคัญคือ เอนไซม์โพลีฟีนอล-ออกซิเดส (polyphenol oxidase ; PPO) และเปอร์ออกซิเดส (peroxidase ; POD) (Underhill and Critchley, 1994) มีรายงานการเกิดสีน้ำตาลในผลไม้หลายชนิดภายหลังการเก็บเกี่ยวและในระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ แอปเปิ้ล สับปะรด สาลี่ และท้อ เป็นต้น รวมทั้งมีการหาวิธีการเพื่อชะลอหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลหลายวิธี แต่ที่น่าสนใจ คือการแช่ผลในสารละลายกรดบางชนิด ได้แก่ กรดแอสคอร์บิค กรดซิตริก และกรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น ซึ่งประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลนั้นจะให้ผลแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิด ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดและระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดที่ใช้ (Martinez *et al*., 2001; Son *et al*., 2001; อุไรวรรณ, 2543) นอกจากนั้นการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำก็เป็นอีกวิธีที่สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ เช่น การเก็บรักษาลิ้นจี่พันธุ์ Huaizhi ที่อุณหภูมิ 4 ˚ซ พบว่าสามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลได้ดี (Zhang *et al*., 2000) อย่างไรก็

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[1] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University

ตามการศึกษาในลิ้นจี่แช่แข็งของไทยยังมีอยู่น้อยมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาผลของสารละลายกรดอินทรีย์บางชนิดในระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการชะลอการเกิดสีน้ำตาลในเปลือกผลลิ้นจี่แช่แข็งพันธุ์ฮงฮวย ทั้งนี้เพื่อหากรรมวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในลิ้นจี่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างผลลิ้นจี่

เก็บเกี่ยวผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยที่เจริญเต็มที่ คือมีอายุประมาณ 90 วัน หลังดอกบาน จากสวนของเกษตรกรในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ นำมาตัดเป็นผลเดี่ยวๆ แล้วคัดเลือกผลที่สมบูรณ์มีขนาดใกล้เคียงกัน ไม่มีรอยช้ำและตำหนิจากโรคและแมลง

วิธีการทดลอง

นำผลที่คัดไว้มาแช่ในน้ำร้อน (98 ± 1 °ซ)เป็นเวลา 30 วินาที แบ่งผลเป็น 3 กลุ่ม โดยนำผลแต่ละกลุ่มไปแช่ในสารละลายกรดแต่ละชนิด ได้แก่ กรดออกซาลิค กรดทาร์ทาริก และกรดมาลิค ชนิดละ 4 ระดับความเข้มข้นคือ 0, 2.5, 5 และ 10 % เป็นเวลา 15 นาที นำผลมาลดอุณหภูมิและแช่แข็งในไนโตรเจนเหลวโดยเทคนิคไครโอเจนิก หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °ซ เป็นเวลา 6 เดือน ในระหว่างการเก็บรักษา นำผลมาวิเคราะห์ทางชีวเคมีในทุกๆเดือน ในเรื่องปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด โดยการสกัดตามวิธีของ Ketsa and Atantee (1998) และวิเคราะห์ปริมาณโดยดัดแปลงจากวิธีของ Singleton and Rossi (1965) นอกจากนั้นยังทำการวัดระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล โดยการประเมินด้วยสายตาโดยบันทึกเป็นเปอร์เซ็นต์พื้นที่ที่เกิดสีน้ำตาลบนเปลือกผล (โดยผลสดสีแดงทั้งผลเท่ากับ 0 % ส่วนผลสีน้ำตาลทั้งผลเท่ากับ 100 %) หลังจากนั้นนำเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลที่ได้ มาให้เป็นคะแนน (browning index) โดยให้ 1 คะแนน เมื่อเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลคือ 0 % ให้ 2, 3, 4 และ 5 คะแนน เมื่อเปลือกผลเกิดสีน้ำตาล 1-10, 11-24, 25-50 และ มากกว่า 50 % ตามลำดับ รวมทั้งประเมินคุณภาพในการบริโภค ใช้การประเมินลักษณะคำถามแบบ profile test (quality scoring test) ในด้านกลิ่น รสชาติ การยอมรับโดยรวม และการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของผลลิ้นจี่

ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงระดับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล

การเกิดสีน้ำตาลของผลลิ้นจี่ชุดที่แช่กรดนั้นค่อยๆเพิ่มขึ้นช้าๆในแต่ละเดือน แต่ในชุดควบคุมการเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเดือนแรกและเกิดสีน้ำตาลหมดทั้งผลในเดือนที่สอง การแช่ผลลงในสารละลายกรดอินทรีย์เหล่านี้ช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล โดยกรดออกซาลิคช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลได้มากที่สุด รองลงมาคือกรดทาร์ทาริก และมาลิค ซึ่งเกิดสีน้ำตาลใกล้เคียงกันทั้งนี้ระดับความเข้มข้นที่10 % ของกรดแต่ละชนิดมีผลลดการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลได้มากที่สุด โดยเฉพาะการแช่กรดออกซาลิค 10 % ให้ผลดีที่สุด โดยหลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน คะแนนการเกิดสีน้ำตาลมีค่าเพียง 2.40 คะแนน ในขณะที่ชุดควบคุมมีการเกิดสีน้ำตาลที่ระดับ 5.00 คะแนน ตั้งแต่เดือนที่ 2 (Figure 1)

การเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมด

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดของทุกชุดการทดลองมีแนวโน้มลดลงสอดคล้องแบบผกผันกับการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผล ทั้งนี้ผลที่แช่กรดออกซาลิค 10 % มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคลดลงช้าที่สุด โดยในระหว่างการเก็บรักษา 6 เดือนลดลงจากวันแรก 1732.2 mg/100 g น้ำหนักสด เป็น 1205.0 mg/100 g น้ำหนักสด ส่วนชุดควบคุมนั้นลดลงเหลือเพียง 520.0 mg/100 g น้ำหนักสด ในส่วนของกรดทาร์ทาริกและมาลิคนั้น พบว่าที่ความเข้มข้น 10 % ช่วยชะลอการลดลงของสารประกอบฟีนอลิคได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่นๆ โดยมีปริมาณเท่ากับ 1094.0 และ 964.0 mg/100 g น้ำหนักสด ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน (Figure 2)

การประเมินคุณภาพในการบริโภค

ในการประเมินคุณภาพในการบริโภค (ไม่ได้แสดงผลในการทดลอง) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นในทุกกรรมวิธีเนื้อสัมผัสของผลลดลง กลิ่นลิ้นจี่ลดลง แต่ผลมีความหวานมากขึ้นกว่าผลสดที่รสเปรี้ยวอมหวาน ในด้านของสีเปลือกผลพบว่าผลที่แช่กรดออกซาลิคความเข้มข้นสูงคือ 5 และ 10 % สามารถรักษาสีแดงและควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้ดีที่สุด รองลงมาคือกรดทาร์ทาริกกรดมาลิคและชุดควบคุมตามลำดับ อย่างไรก็ตามเนื้อผลเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นจะเกิดสีน้ำตาลอ่อนที่ผิวนอกของเนื้อผลเล็กน้อย

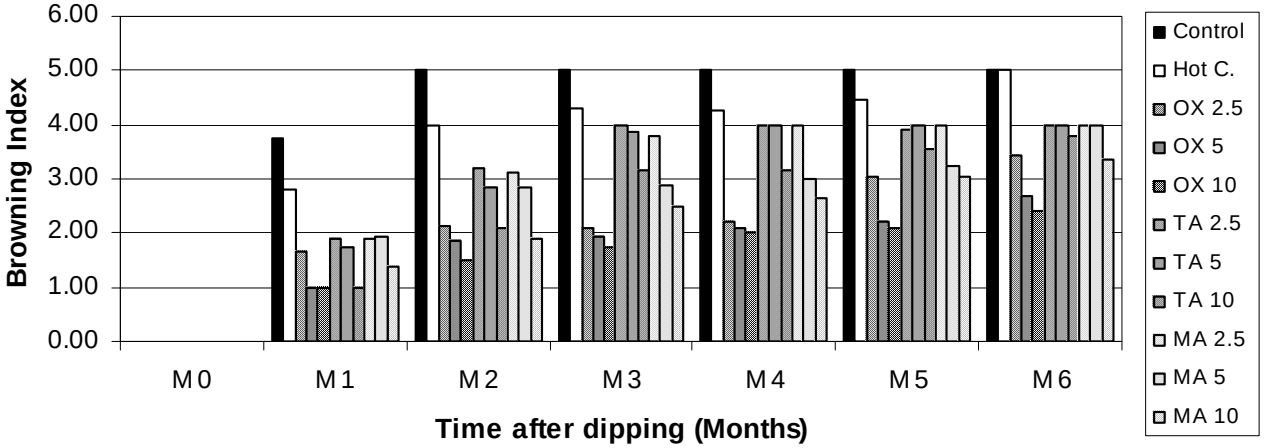

Figure 1 Effects of some acid treatments at various concentrations on browning of frozen lychee pericarp during storage at -20°C for 6 months

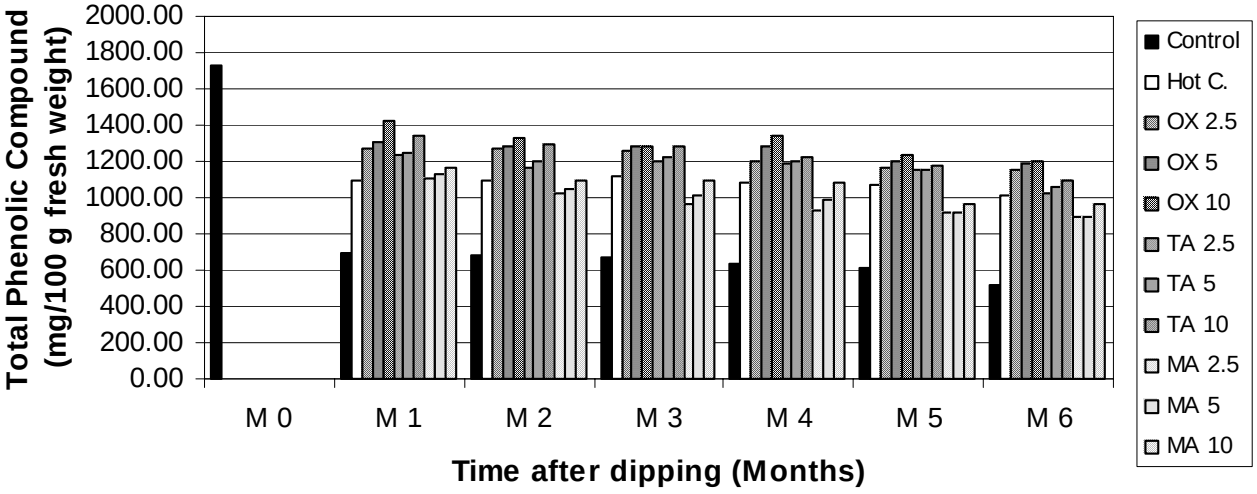

Figure 2 Effects of some acid treatments at various concentrations on total phenolic content of frozen lychee pericarp during storage at -20°C for 6 months

วิจารณ์ผล

การแช่ผลในกรดออกซาลิคสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลและชะลอการลดลงของสารประกอบฟีนอลิคได้ดีที่สุด รองลงมาคือกรดทาร์ทาริกและกรดมาลิค ทั้งนี้เนื่องจากกรดออกซาลิคมีคุณสมบัติเป็น acidulant ที่มีประสิทธิภาพสูง ในสภาพที่ pH ต่ำๆเช่นนี้มีผลรักษาโครงสร้างและความเสถียรของแอนโทไซยานินและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ PPO และ POD หรืออาจทำให้เอนไซม์เหล่านี้เสียสภาพไป (McCord and Kilara, 1983) เมื่อเอนไซม์ทำงานไม่ได้จึงทำให้การเกิดสีน้ำตาลช้าลงและปริมาณสารประกอบฟีนอลิคซึ่งเป็นสับเสตรทของปฏิกิริยาลดลงช้าตามไปด้วย ดังในการศึกษาของ Zhang และคณะ (2000) ที่พบว่าการชะลอการทำงานของเอนไซม์ PPO ในลิ้นจี่พันธุ์ Huaizhi มีผลให้ชะลอการลดลงของสารประกอบฟีนอลิคได้ และในลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวยและพันธุ์ค่อมพบว่ากรดแอสคอร์บิคที่ความเข้มข้น 1 % และ 1.0 M ตามลำดับ สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ดี โดยปริมาณสารประกอบฟีนอลิคยังคงสูง (พรอนันต์, 2547 ; อุไรวรรณ, 2543) นอกจากนี้กรดออกซาลิคยังทำหน้าที่เป็น chelating agent ในการแย่งจับกับ cofactor ของเอนไซม์ PPO และ POD ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานและจับกับสับเสตรทได้ มีผลทำให้ยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ (Son *et al*., 2001) อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นและชนิดของกรดที่

เหมาะสมในการเกิดสีน้ำตาลจะแตกต่างกันไปในผลไม้แต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ เช่น ในผลพลัมพันธุ์ Stanley พบว่ากรดแอสคอร์บิกสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในเนื้อผลได้เกือบสมบูรณ์ โดยมีค่าการยับยั้งแอคติวิตีของเอนไซม์ PPO สูงถึง 97 % เมื่อใช้กรดแอสคอร์บิกความเข้มข้น 20 mM (Siddig *et al*., 1992) หรือในเห็ด (*Agaricus bisporus*) พบว่าการใช้กรดซิตริกความเข้มข้น 0.1 M สามารถลดการเกิดสีน้ำตาลให้ต่ำลงโดยแอคติวิตีของเอนไซม์ PPO ลดลง 64 % จากค่าเริ่มต้น (McCord and Kilara, 1983)

ในส่วนของคุณภาพในการบริโภคที่พบว่า ทุกกรรมวิธีผลจะมีความหวานมากขึ้นนั้น คาดว่ามีสาเหตุมาจากการลดลงอย่างรวดเร็วของกรดภายในผลลิ้นจี่ เช่นเดียวกับการทดลองในผลสตรอเบอร์รี่ (Garacia *et al*., 1995) ทั้งนี้ผลที่แช่ในกรดทั้งสามชนิดมีคุณภาพในการบริโภคไม่แตกต่างกันและไม่ต่างจากชุดควบคุม ยกเว้นสีเปลือกผลที่ผลที่แช่กรดมีคุณภาพดีกว่าชุดควบคุม ทั้งนี้เป็นผลมาจากคุณสมบัติของกรดเหล่านี้ในเรื่องการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล

สรุป

การแช่ในกรดออกซาลิคสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่ากรดทาร์ทาริกและมาลิค โดยความเข้มข้นที่ดีที่สุดคือ กรดออกซาลิค 10 % รองลงมาคือ 5 และ 2.5 % ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2546. “ลิ้นจี่.” [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.doae.go.th/plant/ lychee.htm (1 ธันวาคม 2546).

พรอนันต์ บุญก่อน. 2547. อิทธิพลของกรรมวิธีรักษาสีเปลือกต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของผลลิ้นจี่ระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุไรวรรณ เทิดบารมี. 2543. การควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของผลผลิตลิ้นจี่หลังการเก็บเกี่ยวโดยใช้กรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิค. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Ketsa, S. and Atantee, S. 1998. Phenolic, lignin, peroxidase activity and increased firmness of damaged pericarp of mangosteen fruit after impact. Postharvest Biol. Technol., 14 : 117-124.

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

McCord, J. D. and Kilara, A. 1983. Control of enzymatic browning in processed mushrooms (*Agaricus bisporus*). J. Food Sci., 48 : 1479-1483.

Siddiq, M., Sinha, N. K. and Cash, J. N. 1992. Characterization of polyphenoloxidase from Stanley plums. J. Food Sci., 57 : 1177-1179.

Singleton, V. L. and Rossi, Jr. J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybic-posphotungstic acid reagent. Amer. J. Enol. Vitic., 16 : 144-157.

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

Underhill, S. J. R. and Critchley, C. 1994. Cellular localization of polyphenol oxidase and peroxidase activity in *Litchi chinensis* Sonn. pericarp. Aust. J. Plant Physiol., 22 : 627-632.

Zhang, D., Quantick, P. C. and Grigor, J. M. 2000. Changes in phenolic compounds in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit during postharvest storage. Postharvest Biol. Technol., 19 : 115-172.