Agricultural Sci. J. 42 : 3 (Suppl.) : 200-203 (2011) ว. วิทย. กษ. 42 : 3 (พิเศษ) : 200-203 (2554)

ผลกระทบร่วมของกรดและไคโทซานต่อสีเปลือกของผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์

Combined effects of acids and chitosan on pericarp color of lychee fruit cv Juckapat

ปานฉัตร วงค์ไชยยา[1] เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ[1,2] และ นิธิยา รัตนาปนนท์[1,3]
Panchat Wongchaiya[1], Jurmkwan Sangsuwan[1,2] and Nithiya Rattanapanone[1,3]

Abstract

Acid dipping is normally used to maintain red pericarp color of lychee fruit (*Litchi chinensis* Sonn.). For this study, lychee fruit cv. Juckapat was dipped for 30 seconds in 2.0% citric acid solution, 0.5% or 0.8% peroxycitric acid solutions (PCA) with and without 0.5% chitosan. Undipped and dipped lychee fruit in distilled water were used as the controls. Ten fruits for each treatment were stored in low density polyethylene (LDPE) bags (*Fresh & Fresh* Model 3: FF3, size 5 × 7.5 inch) at 5±1ºC and 90-95% relative humidity (RH) for 30 days. The physicochemical properties of lychee pericarp were analyzed every 5 days. The results indicated that all the treatments had no effect on the pH of the pericarps. Furthermore, acid dipping could delay the pericarp from browning in comparison to controls during 20 days of storage. Treated lychee fruit with 2% citric acid solution was found to be the most effective in delaying lychee pericarp browning during storage.

Keywords: Lychee fruit, acid dipping, pericarp browning

บทคัดย่อ

การรักษาสีแดงที่เปลือกของผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์โดยการจุ่มในสารละลายกรดอินทรีย์ 2 ชนิด คือ กรดซิตริกความเข้มข้น 2.0% กรดเพอร์ออกซีซิตริกความเข้มข้น 0.5% หรือ 0.8% หรือสารละลายกรดดังกล่าวที่มีไคโทซานความเข้มข้น 0.5% ละลายอยู่ด้วย เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่จุ่มในน้ำกลั่นและไม่จุ่มในน้ำกลั่น เป็นเวลา 30 วินาที บรรจุผลลิ้นจี่ 10 ผลต่อชุดการทดลองลงในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ (*Fresh & Fresh* Model 3: FF3) ขนาด กว้าง × ยาว เท่ากับ 5 × 7.5 นิ้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เป็นเวลา 30 วัน สุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพทุกๆ 5 วัน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเปลือก ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อค่าพีเอชของเปลือกผลลิ้นจี่ การจุ่มผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดสามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกได้ดีกว่าชุดควบคุมเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน และสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2.0% มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: ผลลิ้นจี่ การจุ่มกรด การเกิดสีน้ำตาลที่เปลือก

คำนำ

ผลลิ้นจี่สดนิยมบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ อย่างไรก็ตามปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญคือผลลิ้นจี่สดเน่าเสียได้ง่ายและเปลือกเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (pericarp browning) และแห้งอย่างรวดเร็วภายใน 1-2 วัน เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (Huang and Scott, 1985) วิธีการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกของผลลิ้นจี่คือการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide, SO_2) (Rattanapanone and Boonyakiat, 2000) แต่ทำให้เกิดสารตกค้างที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคซึ่งก่อให้เกิดอาการแพ้และปัญหาทางระบบหายใจ (Koeing *et al*., 1983) ดังนั้นจึงควรศึกษาทางเลือกใหม่เพื่อทดแทนการรมด้วย SO_2 คือการจุ่มผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากให้ผลดีทั้งในด้านความคงตัวของแอนโทไซยานินและลดกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส กรดอินทรีย์ที่นิยมใช้คือ กรดซิตริก (Joas *et al*., 2005; Saengnil *et al*., 2006; Plotto *et al*., 2006; Rattanapanone *et al*., 2007) กรดทาร์ทาริก (Joas *et al*., 2005) กรดออกซาลิก (Saengnil *et al*., 2006) และกรดแอสคอร์บิก (Plotto *et al*., 2006; Saengnil *et al*., 2006;

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
[1] Postharvest Technology Research Institute, Chiang Mai University/ Postharvest Technology Innovation Center, Commission on Higher Education
[2] ภาควิชาเทคโนโลยีการบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
[2] Department of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University 50200
[3] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200
[3] Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University 50200

Rattanapanone *et al*., 2007) เป็นต้น ทั้งการใช้เดี่ยวๆ หรือใช้ร่วมกับไคโทซาน (Joas *et al*., 2005; Rattanapanone *et al*., 2007) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาการจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ในสารละลายกรด 2 ชนิด คือ กรดซิตริก และกรดเพอร์ออกซีซิตริก หรือใช้ร่วมกับไคโทซาน เก็บรักษาในถุงพลาสติก LDPE ชนิด *Fresh & Fresh* Model 3 (FF3) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ที่เก็บเกี่ยวในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จากสวนเกษตรในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส และทำการทดลองในวันรุ่งขึ้น นำผลลิ้นจี่มาตัดก้านออกให้เหลือประมาณ 0.5 เซนติเมตร คัดเลือกผลที่ไม่มีตำหนิมาจำนวน 210 ผล นำผลลิ้นจี่สดที่ได้มาจุ่มในสารละลายกรดชนิดต่างๆ ดังแสดงใน Table 1 ที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นผึ่งให้สะเด็ดน้ำและผิวนอกแห้งเป็นเวลา 15 นาที บรรจุผลลิ้นจี่ในถุงพลาสติกชนิด FF3 ขนาด กว้าง × ยาว เท่ากับ 5 × 7.5 นิ้ว ปิดปากถุงให้สนิท แล้วนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 5±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เป็นเวลา 30 วัน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งชุดการทดลองเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 10 ผล สุ่มตัวอย่างผลลิ้นจี่สดทุกๆ 5 วัน เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของเปลือกผลลิ้นจี่ ได้แก่ สีเปลือกโดยใช้เครื่องวัดสี ColorQuestXE (Color meter; ColorQuestXE, HunterLab, USA) วัดค่าพีเอชของเปลือกที่ปั่นให้ละเอียดจำนวน 4 กรัม ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องมัลติพารามิเตอร์ (Model C831, Consort, Belgium) และวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินโดยการสกัดด้วยเอทานอลิคไฮโดรคลอริกในอัตราส่วน 85:15 แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (SPECORD 40, Analytik Jena, Germany) ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดโดยใช้ค่า Extinction coefficient (E 1%) เท่ากับ 982 (Ranganna, 1986)

ผลและวิจารณ์ผล

ค่า L*

การเปลี่ยนแปลงค่า L* ของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ที่จุ่มในสารละลายกรดชนิดต่างๆ แสดงดัง Fig. 1A พบว่าในวันเริ่มต้น ค่า L* ของเปลือกผลลิ้นจี่ทุกการทดลองอยู่ในช่วง 34.6-36.3 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วันพบว่า ค่า L* ของเปลือกผลลิ้นจี่ทุกการทดลองลดลงอย่างช้าๆ แสดงว่าเปลือกลิ้นจี่มีสีคล้ำมากขึ้น ผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2.0% มีค่า L* ลดลงน้อยที่สุด ซึ่งลดลงจาก 35.0 เป็น 32.1 แสดงว่าเปลือกลิ้นจี่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลน้อยที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐิกา (2549) ที่รายงานว่าการจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ในสารละลายกรดซิตริก ทาร์ทาริก และออกซาลิกความเข้มข้น 2% เปลือกผลลิ้นจี่มีค่า L* ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส

ค่า chroma

การเปลี่ยนแปลงค่า chroma ของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ที่จุ่มในสารละลายกรดชนิดต่างๆ แสดงดัง Fig. 1B พบว่าในวันเริ่มต้น ค่า chroma ของเปลือกผลลิ้นจี่ทุกการทดลองอยู่ในช่วง 34.3-38.2 ผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีซิตริกความเข้มข้น 0.8% ร่วมกับสารละลายไคโทซานความเข้มข้น 0.5% มีค่า chroma สูงที่สุดเท่ากับ 38.2 ซึ่งแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเปลือกลิ้นจี่มีความเข้มของสีแดงมากที่สุด ภายหลังจากการเก็บรักษาพบว่าค่า chroma ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน หลังจากนั้นค่า chroma ลดลงอย่างรวดเร็ว ผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2.0% มีค่า chroma ลดลงน้อยที่สุดเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน โดยลดลงจาก 34.3 เป็น 31.3 และไม่แตกกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ากรดชนิดนี้สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลและรักษาสีแดงที่เปลือกผลลิ้นจี่ได้ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattanapanone *et al.* (2007) ที่พบว่าการเคลือบผิวผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ในสารเคลือบที่มีกรดซิตริกอยู่ด้วย ทำให้เปลือกผลลิ้นจี่มีสีแดงเข้มกว่าชุดควบคุม และการจุ่มผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดหรือร่วมกับสารละลายไคโทซานสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกและทำให้เปลือกมีสีแดงเข้มขึ้น

ค่า hue angle

การเปลี่ยนแปลงค่า hue angle ของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ที่จุ่มในสารละลายกรดชนิดต่างๆ แสดงดัง Fig. 1C พบว่าในวันเริ่มต้น ค่า hue angle ของเปลือกผลลิ้นจี่ทุกชุดการทดลองอยู่ในช่วง 23.5-29.6 ซึ่งอยู่ในช่วงองศาที่แสดงสีม่วง

แดงถึงสีส้มแดง (0-45 องศา) ผลลิ้นจี่ชุดควบคุม C1 และ C2 มีค่าเริ่มต้นสูงกว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรด และผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2.0% มีค่า hue angle ต่ำที่สุดเท่ากับ 23.5 ซึ่งแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าเปลือกลิ้นจี่มีสีแดงมากที่สุด ภายหลังจากการเก็บรักษาค่า hue angle ของทุกชุดการทดลองเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษาเปลือกผลลิ้นจี่มีค่า hue angle อยู่ในช่วง 30.1-33.4 แสดงว่าผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรดร่วมกับไคโทซานทำให้เปลือกลิ้นจี่มีสีแดงมากกว่าชุดควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Joas *et al*. (2005) ที่รายงานว่าการจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์ Kwaï Mi ในสารละลายกรดซิตริกร่วมกับไคโทซานมีผลทำให้เปลือกมีสีแดง และการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลลิ้นจี่ขึ้นกับค่าพีเอชที่เปลือกและระดับของการคายน้ำที่เปลือก (การสูญเสียน้ำหนัก) เนื่องจากการเคลือบผิวด้วยไคโทซานทำให้เกิดสภาวะดัดแปรสภาพบรรยากาศบริเวณผิวเปลือก ทำให้การระเหยของน้ำที่เปลือกลดลง ส่งผลให้เปลือกเกิดสีน้ำตาลช้าลง (Devlieghere *et al*., 2004)

ค่าพีเอช

ค่าพีเอชของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ที่จุ่มในสารละลายกรดชนิดต่างๆ แสดงดัง Fig. 1D พบว่าในวันเริ่มต้นเปลือกผลลิ้นจี่มีค่าพีเอชต่ำที่สุดอยู่ในช่วง 4.4-4.6 และมีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษาและค่อนข้างคงที่ ภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลา 30 วัน ค่าพีเอชของเปลือกผลลิ้นจี่อยู่ในช่วง 4.6-4.7 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการจุ่มผลลิ้นจี่ในสารละลายกรดร่วมกับไคโทซานไม่มีผลต่อค่าพีเอชของเปลือกผลลิ้นจี่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐิกา (2549) ที่รายงานว่าการจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ในสารละลายกรดซิตริก ทาร์ทาริก และออกซาลิกความเข้มข้น 2% ไม่มีผลต่อค่าพีเอชที่เปลือกระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน และงานวิจัยของ Joas *et al*. (2005) ที่รายงานว่าการจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์ Kwaï Mi ในกรดซิตริกหรือทาร์ทาริกหรือร่วมกับไคโทซานความเข้มข้น 1% สารละลายแต่ละชนิดมีค่าพีเอช 3 ระดับ คือ 0.8, 1.0 และ 1.3 เก็บรักษาผลลิ้นจี่ที่อุณหภูมิ 10±2 องศาเซลเซียส พบว่าค่าพีเอชที่เปลือกเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 4.4-4.8 หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 10 วัน

ปริมาณแอนโทไซยานิน

ปริมาณแอนโทไซยานินของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ที่จุ่มในสารละลายกรดชนิดต่างๆ แสดงดัง Fig. 1E พบว่าในวันเริ่มต้นเปลือกผลลิ้นจี่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดอยู่ในช่วง 5.9-10.3 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ภายหลังการเก็บรักษาปริมาณแอนโทไซยานินของเปลือกผลลิ้นจี่ลดลงเล็กน้อย โดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.1-7.5 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ผลลิ้นจี่ชุดควบคุมที่จุ่มน้ำกลั่นและผลลิ้นจี่ที่จุ่มในสารละลายกรดเพอร์ออกซีซิตริกความเข้มข้น 0.8% ร่วมกับไคโทซานความเข้มข้น 0.5% มีปริมาณแอนโทไซยานินที่เปลือกต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 5.05 และ 5.06 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณแอนโทไซยานินของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์จากการทดลองนี้มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับปริมาณแอนโทไซยานินของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย ซึ่งมีค่าประมาณ 2-7 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (Saengnil *et al*., 2006)

สรุป

การจุ่มผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์ในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2% มีประสิทธิภาพในการชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกของผลลิ้นจี่ได้ดีที่สุด ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 20 วัน และการมีไคโทซานร่วมด้วยให้ผลไม่แตกต่างจากการจุ่มในสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2%

คำนิยม

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจากสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

ณัฐิกา จิตตวิตติ. 2549. ผลของสารละลายกรดต่อคุณภาพและกิจกรรมของเอนไซม์เพอร์ออกซิเดสและพอลีฟีนอลออกซิเดสของผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Devlieghere, F., A. Vermeulen and J. Debevere. 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. Food Microbiol. 21 :703–714.

Huang, P.Y. and K.J. Scott. 1985. Control of rotting and browning of litchi fruit after harvest at ambient temperatures in China. Trop. Agric. 62 :2-4.

Joas, J., Y. Caro, M.N. Ducamp and M. Reynes. 2005. Postharvest control of pericarp browning of litchi fruit (*Litchi chinensis* Sonn cv Kwai Mi) by treatment with chitosan and organic acids I. Effect of pH and pericarp dehydration. Postharvest. Biol. Technol. 38 :128–136.

Koeing, J.K., W.E., Pierson, M. Horike and R. Frank. 1983. A comparison of the pulmonary effect of 0.5 ppm and 1.0 ppm sulfur dioxide plus sodium chloride droplets in asthmatic adolescents. Toxicol. Environ. Health. 11: 129-132.

Plotto, A., J. Narciso, E. Baldwin and N. Rattanapanone. 2006. Edible coatings and other surface treatments to maintain color of lychee fruit in storage. Proc. Fla. State Hort. Soc. 119: 323-331.

Ranganna, S. 1986. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, India. p. 98-99.

Rattanapanone, N and D. Boonyakiat. 2000. Physico-chemical changes during storage of SO_2-fumigated litchi fruit. Agri. Sci. J. 31: 13-24.

Rattanapanone, N., A. Plotto and E. Baldwin. 2007. Effect of edible coatings and other surface treatments on pericarp color of Thai lychee cultivars. Proc. Fla. State Hort. Soc. 120: 222–227.

Saengnil, K., K. Lueangprasert and J. Uthaibutra. 2006. Control of enzymatic browning of harvested 'hong huay' litchi fruit with hot water and oxalic acid dips. ScienceAsia. 32: 345-350.

Table 1 Acid dipping solutions and pH

Code	Treatment	pH	Code	Treatment	pH
C1	Control; undipped	-	T3	0.5% Peroxycitric acid (PCA)	1.72
C2	Control; distilled water	6.82	T4	0.5% PCA + 0.5%Chitosan	1.84
T1	2% Citric acid (CA)	2.03	T5	0.8% PCA	1.60
T2	2% CA + 0.5%Chitosan	2.20	T6	0.8% PCA + 0.5%Chitosan	1.64

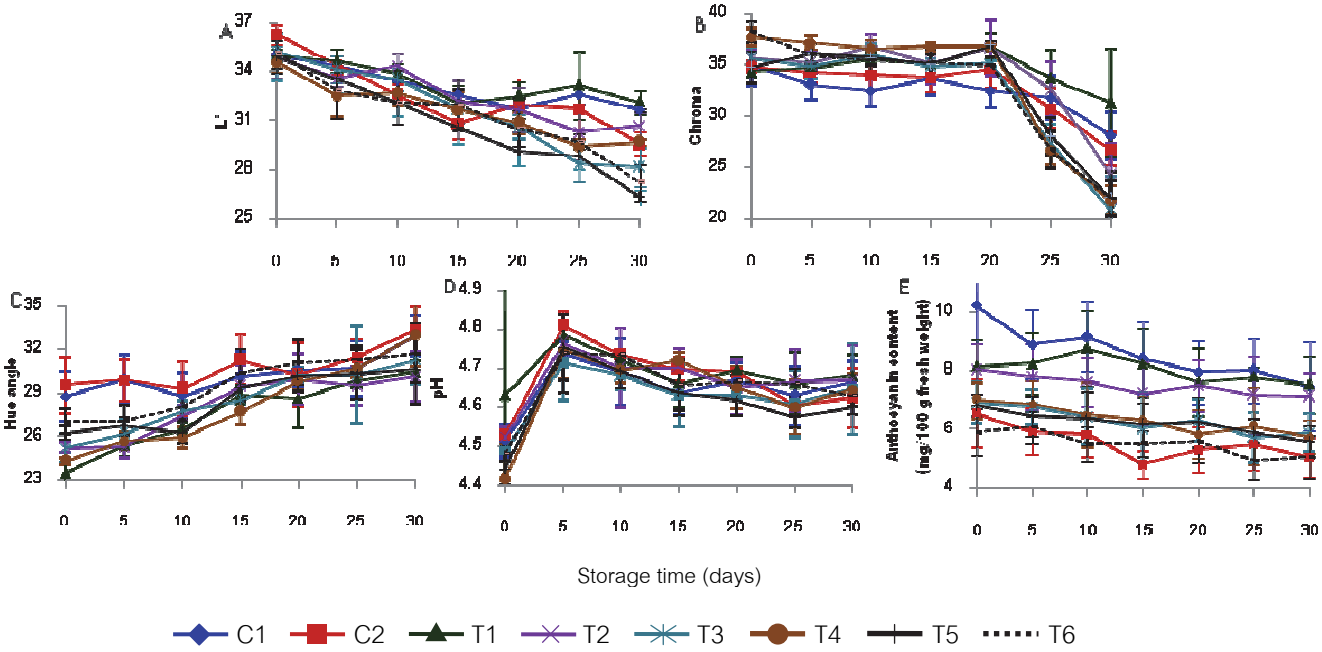

Figure 1 L* (A), chroma (B) hue angle (C) pH (D) and anthocyanin content (E) of 'Juckapat' lychee fruit dipped in aqueous acidic treatments and acidified chitosan coatings stored at 5±1°C and 90-95% relative humidity.