

ประสิทธิภาพของกรดเพอร์แอสिटิกในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอ
Efficacy of Peracetic Acid in Extending the Storage Life of Longan Fruit cv. Daw

พฤษ ชูสังข์¹ วาริช ศรีละออง^{1,2} และมันทนา บัวหนอง^{1,2}
Preuk Choosung¹, Varit Srilaong^{1,2} and Mantana Buanong^{1,2}

Abstract

A study was conducted on the efficacy of peracetic acid (PAA) in extending the storage life of longan fruit cv Daw. Fruits were non-dipped and dipped fruit in 0 (tap water), 100, 300 and 500 mg L⁻¹ PAA for 20 minutes, air-dried and stored at 5 °C. The results showed that dipping in 500 mg L⁻¹ PAA significantly ($P \leq 0.05$) delayed peel color changes and peel browning, and resulted in 2.5 % disease incidence throughout the storage period when compared with non-dipping and dipping in tap water. Moreover, dipping in PAA at all concentrations cause the fruits to have a longer storage life than non-dipped fruit and dipping in tap water which resulted in a storage life of 20.0 and 21.3 days, respectively. The storage life of longan fruits dipped in 500 mg L⁻¹ PAA was longer than 40 days. However, PAA had no effect on the ratio of total soluble solids to titratable acidity.

Keywords: Longan fruit, peracetic acid, peel browning

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของกรดเพอร์แอสिटิก (PAA) ในการยืดอายุการเก็บรักษาลำไยพันธุ์ดอ โดยใช้ผลลำไยไม่จุ่มน้ำ จุ่มน้ำประปา และจุ่มกรดเพอร์แอสिटิกที่ความเข้มข้น 100 300 และ 500 mg L⁻¹ นาน 20 นาที แล้วผึ่งให้แห้งและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C พบว่า การจุ่มลำไยใน PAA ความเข้มข้น 500 mg L⁻¹ สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกได้อย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) และพบการเกิดโรคเพียง 2.5 % ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่จุ่มสาร และการจุ่มในน้ำประปา นอกจากนี้ PAA ทุกความเข้มข้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้นานกว่าการไม่จุ่มสาร และการจุ่มในน้ำประปา ซึ่งทำให้ผลมีอายุการเก็บรักษาเพียง 20.0 และ 21.3 วัน ตามลำดับ โดยเฉพาะลำไยที่จุ่มสาร PAA ที่ความเข้มข้น 500 mg L⁻¹ มีอายุการเก็บรักษาลำไยนานกว่า 40 วัน อย่างไรก็ตาม กรดเพอร์แอสिटิกไม่มีผลต่ออัตราส่วนปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้

คำสำคัญ: ลำไย, กรดเพอร์แอสिटิก, การเกิดสีน้ำตาล

คำนำ

ลำไยสดเป็นสินค้าเกษตรที่ไทยมีศักยภาพการผลิตและส่งออกสูง การส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ไทยมีปริมาณการส่งออกลำไยสดรวมทั้งสิ้น 413,399.58 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 8,503.24 ล้านบาท และระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน 2557 ได้มีการส่งออกลำไยสดแล้วกว่า 153,200.5 ตัน มีมูลค่าประมาณ 3,760.55 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ จีน และอินโดนีเซีย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ลำไยมีอายุการเก็บรักษาเพียง 2-3 วัน เปลือกจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเน่าเสียง่าย จึงมีการรมลำไยสดด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เพื่อให้เปลือกสวยและช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2000; Subhadrabandhu and Yapwattanaphun, 2000; Jiang *et al.*, 2002) และการเปิดเขตการค้าเสรี (FTA) ของประเทศทำให้มีการแข่งขันทางการค้าสูง ดังนั้น สิ่งสำคัญของสินค้าเกษตร คือ ความปลอดภัยและคุณภาพที่ได้มาตรฐานในระดับสากล ดังนั้น การส่งเสริมให้สินค้าเกษตรของไทยมีคุณภาพได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับและเชื่อถือจากผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและสามารถส่งออกแข่งขันได้ในเวทีโลกเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำอย่างเร่งด่วน เนื่องจากในปัจจุบันได้มีกระแสตื่นตัวของประชาชนทั่วไปในการบริโภคอาหารปลอดภัย (food safety) จึงมีการหาวิธีที่จะนำมาทดแทนการใช้สารเคมี โดยให้มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ดังนั้น สารในกลุ่ม active oxygen เช่น

¹ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียนชายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

² Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien), 49 Tientalay 25, Thakam, Bangkhuntien, Bangkok 10150, Thailand.

³ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ 10400

⁴ Postharvest Technology Innovation Center, Commission of Higher Education, Bangkok 10400, Thailand.

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และกรดเพอร์แอสติก (PAA) ในรูปแบบเดี่ยวหรือผสมโดยมีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าจุลินทรีย์ เช่น เชื้อรา แบคทีเรีย มีการใช้อย่างแพร่หลายเพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ เช่น การผลิตนม เนื้อ ผัก ผลไม้ และเครื่องดื่ม เช่น การผลิตเบียร์ รวมทั้งเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ โดยสามารถทำลายสปอร์ของเชลล์ยีสต์ และแบคทีเรียได้ และไม่ทำให้กลิ่นและรสชาติของเครื่องดื่มเปลี่ยนไป (Alasri *et al.*, 1993) จึงเป็นไปได้ว่า การใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดเพอร์แอสติกน่าจะสามารถควบคุมการเน่าเสียหลังการเก็บเกี่ยว และการเกิดสีน้ำตาลของผลลำไย และเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่อาจสามารถทดแทนการรมลำไยสดด้วยซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้

วิธีการทดลอง

ทำการเก็บเกี่ยวผลลำไยจากแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดตราด ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2558 แล้วขนส่งมายังห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ คัดแยกผลที่มีความสมบูรณ์ขนาดที่ไม่เท่าเทียมกัน และผลที่ปรากฏโรคหรือแมลงเข้าทำลาย จากนั้นนำผลลำไยมาทำการทดลองโดยมี 5 วิธีการ ดังนี้ ผลลำไยไม่จุ่มสาร (non-dipped fruit) จุ่มน้ำประปา (0 mg L^{-1} PAA) และจุ่มกรดเพอร์แอสติกที่ความเข้มข้น 100, 300 และ 500 mg L^{-1} นาน 20 นาที แล้วผึ่งให้แห้งและนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 80-90 % โดยแต่ละวิธีการมี 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) วิเคราะห์และบันทึกผลการทดลองทุก 5 วันของการเก็บรักษา นาน 30 วัน

ผลและวิจารณ์ผล

กลไกการเกิดสีน้ำตาลของลำไยมีสาเหตุมาจากการออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลโดยเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส (PPO) (Jiang *et al.*, 2002) เปลี่ยนโมเลกุลของฟีนอลไปเป็นควิโนนและรวมตัวกันเป็นโมเลกุลใหญ่ขึ้นและมีสีน้ำตาล (จริงแท้, 2546) ดังนั้น การใช้สารเคมีโดยเฉพาะสารละลายกรดเป็นวิธีการชะลอหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ เนื่องจากกรดจะไปรีดิวซ์ควิโนนไม่ให้รวมตัวเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของคินส์นีย์ และคณะ (2551) ที่ศึกษาการจุ่มผลลำไยพันธุ์คือนในสารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 1% นาน 1 และ 5 นาที พบว่า สามารถชะลอการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมของเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดส และการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกผลได้ดีกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังมีปริมาณวิตามินซีและปริมาณสารประกอบฟีนอลมากกว่าชุดควบคุมอีกด้วย จากการศึกษ พบว่า ลำไยมีการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือกเพิ่มขึ้นซึ่งสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสีเปลือก โดยลำไยที่ไม่จุ่มสาร และจุ่มน้ำประปามีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกและการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรจุ่มกรดเพอร์แอสติก (Figures 1A, B) นอกจากนี้ ความเข้มข้นของกรดเพอร์แอสติกยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเปอร์เซ็นต์การเกิดสีน้ำตาลของเปลือกอย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของกรดเพอร์แอสติกให้สูงขึ้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 500 mg L^{-1} พบว่า กรดเพอร์แอสติกมีประสิทธิภาพในชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกได้ดีที่สุดและนานกว่า 35 วัน การใช้กรดอินทรีย์สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ อาจเนื่องมาจากค่าพีเอชที่เหมาะสมในการทำงานของเอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดสอยู่ระหว่าง 5-7 และเมื่อค่าพีเอชลดลง เอนไซม์พอลิฟีนอล ออกซิเดสจะถูกยับยั้งการทำงาน เพราะเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของโปรตีน (protein denaturation) ดังนั้น การปรับค่าพีเอชด้วยกรดอินทรีย์ เช่น กรดซิตริก กรดมาลิก และกรดฟอสฟอริกให้มีพีเอชเท่ากับหรือต่ำกว่า 3 เป็นการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลได้ (จริงแท้, 2546) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Apai (2010) ที่จุ่มผลลำไยในกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่ความเข้มข้น 1.5 N นาน 20 นาที จึงล้างออก และนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ นาน 45 วัน แล้วย้ายมาเก็บที่อุณหภูมิ $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ พบว่า กรดไฮโดรคลอริกสามารถคงสีเปลือก ชะลอการเน่าเสีย และรักษาคุณภาพของลำไยได้นาน 7 วันที่อุณหภูมิ $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

เพอร์แอสติก หรือ เพอร์ออกซีแอสติก (PAA) เป็นตัวออกซิไดส์ที่รุนแรงและสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยกรดเพอร์แอสติก นั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าคลอรีนและคลอรีนไดออกไซด์ กรดเพอร์แอสติกที่ใช้ในทางการค้า จะอยู่ในรูปของสารประกอบที่มีส่วนผสมของกรดแอสติก (AA) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (HP) และน้ำ (Alasri *et al.*, 1992; Gehr *et al.*, 2002; Block, 1991) Beuchat *et al.* (2004) รายงานว่า การใช้เพอร์แอสติกที่ความเข้มข้น 80 mg L^{-1} สามารถลดปริมาณเชื้อ *L. monocytogenes* ในผักกาดหอมห่อได้ดีกว่าการใช้คลอรีนที่ความเข้มข้น 100 mg L^{-1} จากการศึกษา พบว่า การใช้สารเพอร์แอสติกที่ความเข้มข้น 100, 300 และ 500 mg L^{-1} ทำให้เกิดโรคเพียง 37, 25 และ 2.5 % ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับลำไยที่ไม่จุ่มสาร และจุ่มน้ำประปา ซึ่งพบการเกิดโรคเพิ่มขึ้นถึง 100 และ 97.5 % ตามลำดับ ในวันที่ 30 ของการเก็บรักษา (Figure 1C) การเกิดโรยังสัมพันธ์กับอายุการเก็บรักษาของลำไย โดยพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคที่ 50

% ของผลลำไยทั้งหมด ให้ถือว่า สิ้นสุดอายุการเก็บรักษา พบว่า เพอร์แอสีติกทุกความเข้มข้นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้นานกว่าการไม่จุ่มสาร และการจุ่มในน้ำประปาซึ่งทำให้ผลมีอายุการเก็บรักษาเพียง 20 และ 21.3 วัน โดยเฉพาะกรดเพอร์แอสีติกที่ความเข้มข้น 500 mg L⁻¹ สามารถยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้นานกว่า 35 วันขึ้นไป (Table 1) ประสิทธิภาพในการลดเชื้อจุลินทรีย์ของกรดเพอร์แอสีติก เป็นผลมาจากคุณสมบัติในการเป็นสารออกซิไดส์ที่รุนแรง โดยออกซิไดส์ที่บริเวณหมู่ซัลไฟไฮดริลและหมู่เอมีนของโปรตีนในผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ หรือที่สารพันธุกรรมของจุลินทรีย์ รวมทั้งไปยับยั้งการขนส่งสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้และตายในที่สุด (Kitis, 2004; Soliva-Fortuny and Martin-Belloso, 2003) อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (TA) สามารถบ่งชี้ปริมาณน้ำตาลหรือความหวานที่เพิ่มขึ้นต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ที่ลดลง จากการศึกษา พบว่า อัตราส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกวิธีการ (Figure 1D) ลำไยเป็นผลไม้ที่ไม่มีการสุกหลังการเก็บเกี่ยว (non-climacteric fruit) และจัดเป็นผลไม้ที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เพิ่มสูงขึ้นในช่วงสุกแต่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (Jiang *et al.*, 2002) โดยค่าดังกล่าวจะเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพทางด้านรสชาติของผลลำไย อย่างไรก็ตามการใช้กรดเพอร์แอสีติกไม่มีผลต่ออัตราส่วนดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาในการจุ่มกรดเพอร์แอสีติกนาน 20 นาที เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่ไม่ทำให้สารซึมเข้าไปในเนื้อผลแล้วทำให้รสชาติของลำไยเปลี่ยนไป โดยลำไยยังคงมีรสชาติหวานอยู่

สรุปผลการทดลอง

การจุ่มผลลำไยในกรดเพอร์แอสีติกที่ความเข้มข้น 500 mg L⁻¹ สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่เปลือก การเกิดโรคในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 °C ได้ และยืดอายุการเก็บรักษาลำไยได้นานกว่า 35 วัน

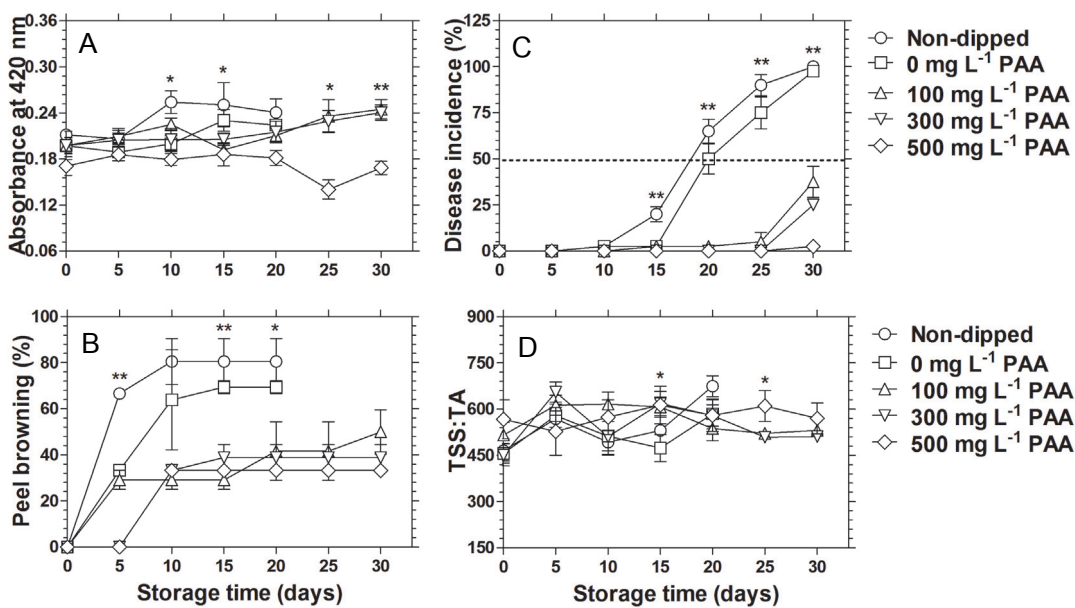


Figure 1 Browning method (A), peel browning (B), disease incidence (C) and TSS: TA (D) of longan fruit cv. 'Daw' non-dipped (nontreated), dipped in 0 (tap water), 100, 300 and 500 mg L⁻¹ PAA for 20 minutes and stored at 5 °C, 85-90 % RH.

Table 1 Storage life of longan fruit cv. 'Daw' non-dipped (nontreated), dipped in 0 (tap water), 100, 300 and 500 mg L⁻¹ PAA for 20 minutes and stored at 5 °C, 85-90 % RH.

Treatments	Storage life (days) ¹
Non-dipped	20.0 ^c
0 mg L ⁻¹ PAA	21.3 ^c
100 mg L ⁻¹ PAA	31.3 ^b
300 mg L ⁻¹ PAA	32.5 ^b
500 mg L ⁻¹ PAA	>35.0 ^a
F-test	**
C.V.	7.04

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กรุงเทพฯ ที่ให้ทุนสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จรัสแท้ ศิริพานิช. 2546. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- คันตนิยม กาบบัว และ ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. 2551. ผลของกรดแอสคอร์บิกต่อการเกิดสีน้ำตาลและกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสของผลลำไยพันธุ์ดอหลังการเก็บเกี่ยว. วารสารเกษตร 24(1): 43-50.
- Apai, W. 2010. Effects of dipping in hydrochloric acid and rinsing in water on fruit decay and browning of longan fruit. Crop Protection 29: 1184-1189.
- Alasri, A., M. Valverde, C. Roques, G. Michale, C. Cabassud and P. Aptel. 1993. Sporocidal properties of peracetic acid and hydrogen peroxide, alone and in combination with chlorine and formaldehyde for ultrafiltration membrane disinfection. Canadian Journal of Microbiology 39: 52-60.
- Alasri, A., C. Roques, G. Michel, C. Cabassud and P. Aptel. 1992. Bactericidal properties of peracetic acid and hydrogen peroxide, alone and in combination, and chlorine and formaldehyde against bacterial water strains. Canadian Journal of Microbiology 38: 635-642.
- Beuchat, L.R., B.A. Adler and M.M. Lang. 2004. Efficacy of chlorine and a peroxyacetic acid sanitizer in killing *Listeria monocytogenes* on iceberg and romaine lettuce using simulated commercial processing conditions. Journal of Food Protection 67: 1238-1242.
- Block, S.S. 1991. Disinfection, Sterilization, and Preservation. 4th ed. Philadelphia: Leaf Febiger Publications. 1,481 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and Pacific. 2000. Longan Production in Asia. Rap Publication 20. [Online]. Available source: <http://www.fao.org/docrep/003/x6908e/x6908e01.htm#>. (22/08/2015).
- Gehr, R., D. Cochrane and M. French. 2002. Peracetic acid as a disinfectant for municipal wastewaters: encouraging performance results from physicochemical as well as biological effluents. Proceeding of the US water environment federation disinfection conference.
- Jiang, Y., Z. Zhang, D.C. Joyce and S. Ketsa. 2002. Postharvest biology and handling of longan fruit (*Dimocarpus longan* Lour.). Postharvest Biology and Technology 26: 241-252.
- Kitis, M. 2004. Disinfection of wastewater with peracetic acid: A Review. Environmental International 30: 47-55.
- Soliva-Fortuny, R.C. and O. Martin-Belloso. 2003. New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruit: a review. Trends in Food Science and Technology 14: 341-353.
- Subhadrabandhu, S. and C. Yapwattanaphun. 2000. Lychee and longan production in Thailand. The First International Symposium on Litchi and Longan, Guangzhou, China, 19-23 June, 2000. 446 p.