

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดที่จุ่มใน  
สารละลายโซเดียมคลอไรด์

Physiological Changes of Fresh-cut 'Red Maradol' Papaya after Dipping of Sodium Chloride Solution

ชลิตา จิมวาริ<sup>1,2</sup> พนิดา บุญฤทธิ์ธงไชย<sup>1,2</sup> และ จุฑาทิพย์ โพธิ์อุบล<sup>3</sup>  
Chimvaree, C.<sup>1,2</sup>, Boonyaritthongchai, P.<sup>1,2</sup> and Poubol, J.<sup>3</sup>

Abstract

This research studied on physiological changes of fresh-cut 'Red Maradol' ripe papaya dipped in sodium chloride solution. 'Red Maradol' ripe papaya fruit at a consumption state was washed with an aqueous solution of sodium hypochlorite (200 mg/L). Whole fruits were peeled and cut to obtain 2 cm<sup>3</sup> pieces. Fresh-cut 'Red Maradol' ripe papayas were dipped in sodium chloride solution at 0.5, 1.0 and 1.5 % for 1 min, which were compared to distilled water dipping (control). Access water was removed and placed on steriled paper. Fresh-cut ripe papaya were packed in foam tray and wrapped with polyvinyl chloride films (10 µm thickness), and then stored at 7°C for 6 days. Respiration rate, ethylene production rate, firmness and water soaking were determined in fresh-cut ripe papaya every 2 days. Dipping fresh-cut ripe papaya in sodium chloride at all concentrations delayed respiration rate, ethylene production rate, loss of firmness and water soaking appearance as compared to control. Increasing of sodium chloride concentration delayed the physiological changes. Sodium chloride solution at a concentration of 1.5 % was the best treatment to delay physiological changes in fresh-cut ripe papaya. Water soaking was occurred less than 50%, and had a storage life of 6 days.

**Keywords:** fresh-cut papaya, sodium chloride, respiration rate, ethylene production rate, water soaking

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเนื้อมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ โดยผลมะละกอสุกพันธุ์เรดมาราดอลที่มีระยะการสุกพร้อมบริโภคมาล้างทำความสะอาดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (200 มิลลิกรัมต่อลิตร) หลังจากนั้นปอกเปลือกผลมะละกอและหั่นเนื้อมะละกอเป็นชิ้นขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร จุ่มชิ้นมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เป็นเวลา 1 นาที เปรียบเทียบกับชิ้นมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคที่จุ่มในน้ำจืด (ชุดควบคุม) นำชิ้นมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดมาหึ่งให้สะอาดด้วยน้ำสะอาดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ หลังจากนั้นบรรจุชิ้นมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดในถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดพอลิไวนิลคลอไรด์ (หนา 10 ไมโครเมตร) นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 วัน ตรวจวัดอัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน ความแน่นเนื้อ และอาการจมน้ำของเนื้อมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดทุก ๆ 2 วัน ผลการทดลองพบว่าการจุ่มชิ้นมะละกอสุกลงในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ทุกระดับความเข้มข้น ช่วยชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน การสูญเสียความแน่นเนื้อ และการเกิดอาการจมน้ำได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์จะช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ดีขึ้น การจุ่มชิ้นมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืดในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาได้ดีที่สุด โดยเกิดอาการจมน้ำต่ำกว่าร้อยละ 50 จึงมีอายุการเก็บรักษาได้ 6 วัน

**คำสำคัญ:** เนื้อมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคน้ำจืด, โซเดียมคลอไรด์, อัตราการหายใจ, อัตราการผลิตเอทิลีน, อาการจมน้ำ

<sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) 49 ซอยเทียนทะเล 25 ถนนบางขุนเทียน ซายทะเล แขวงท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

<sup>2</sup>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

<sup>3</sup>ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400

<sup>4</sup>Postharvest Technology Innovation Center, Office of the Higher Education Commission, Bangkok 10400, Thailand

<sup>5</sup>สาขาวิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

<sup>6</sup>Division of Microbiology, Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

## คำนำ

มะละกอ (*Carica papaya* L.) เป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค สามารถรับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก ประเทศไทยมีการส่งออกมะละกอในรูปของผลสดไปจำหน่ายยังต่างประเทศโดยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ปัจจุบันการบริโภคผลไม้สดเพิ่มขึ้นพร้อมบริโภคได้รับความนิยมนมากขึ้น โดยเห็นได้จากการวางจำหน่ายในซูเปอร์มาร์เก็ต ตลาดสด และจุดต่างๆ ตามแหล่งชุมชน ซึ่งผลไม้สดเพิ่มขึ้นพร้อมบริโภคมีขั้นตอนต่างๆ หลายขั้นตอน ได้แก่ การปกป้องกัน ดัดแปลง หั่นชิ้นตลอดจนการบรรจุในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ และการเก็บรักษา ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะส่งผลให้ผลไม้เพิ่มขึ้นเสื่อมสภาพได้ง่ายและมีอายุการเก็บรักษาสั้น เช่นเดียวกับที่มีรายงานในผักและผลไม้ชนิดต่างๆ (Nguyen-the and Carlin, 1994) ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงวิธีที่สามารถช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อมะละกอหั่นชิ้นพร้อมบริโภค

โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride; NaCl) หรือเกลือแกง นิยมใช้ในการถนอมอาหารในอุตสาหกรรมหมักดอง และผักบรรจุกระป๋อง โดยเกลือมีสมบัติในการดูดความชื้น (Pearson and Tauber, 1984) ต่อต้านเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร ป้องกันการเกิด browning (อรรถวรรณ, 2543) และปรับปรุงเนื้อสัมผัส เช่นการจุ่มแอปเปิ้ลหั่นชิ้นในสารละลายผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิกและโซเดียมคลอไรด์ (10+0.5 g/L) สามารถยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) ได้ร้อยละ 90-100 (Pizzocaro *et al.*, 1993) ช่วยรักษาความแน่นเนื้อของมังคุด (จิ่งแท้, 2550) และช่วยรักษากลิ่นรสของสับปะรดหั่นชิ้นพร้อมบริโภค (Ediriweera *et al.*, 2012) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภคพันธุ์เรตมาราดอลที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1. การแปรรูปชิ้นส่วนของผลมะละกอสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภคและการจุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์

นำผลมะละกอสุกพันธุ์เรตมาราดอลที่มีระยะสุกพร้อมบริโภค ผิวสีเขียวประมาณร้อยละ 75-100 น้ำหนักประมาณ 1,300 กรัม จากสวนผลไม้ในจังหวัดปราจีนบุรี คัดเลือกผลที่ไม่มีโรคและแมลงทำลาย จากนั้นล้างผิวนอกด้วยน้ำประปาและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ ปอกเปลือก ตัดส่วนหัวและส่วนท้ายผลออก ตัดให้เป็นชิ้นขนาด 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วนำชิ้นมะละกอไปจุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 1.0 และ 1.5 เป็นเวลา 1 นาที ปล่อยให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นบรรจุชิ้นมะละกอ 120 กรัม ลงในถาดโฟมกันลึกลับหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์หนา 13 ไมโครเมตร ทั้งหมด 48 ถาด สุ่มตัวอย่างออกมาวิเคราะห์ครั้งละ 12 ถาด เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ตรวจวัดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน ความแน่นเนื้อ และอาการฉ่ำน้ำทุกๆ 2 วัน

### 2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของมะละกอสุกตัดแต่งพร้อมบริโภคพันธุ์เรตมาราดอล

ชิ้นเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภคน้ำหนัก 25 กรัม ใส่ในขวดแก้วใสปิดสนิทปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยเครื่อง gas chromatography ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น GC 8A column ชนิด molecular sieve 5A (Mesh 60/80) วิเคราะห์อัตราการผลิตเอทิลีนโดยใช้ column ชนิด parapak Q (Mesh 60/80) วัดความแน่นเนื้อโดยใช้เครื่อง Texture analyzer TA-XT 2 ใช้ไม้มีดยาว 7 เซนติเมตร บันทึกค่าที่ได้ในหน่วยนิวตัน (N) และอาการฉ่ำน้ำ โดยนับจำนวนชิ้นมะละกอที่เกิดอาการฉ่ำน้ำ จากนั้นคำนวณหาร้อยละการเกิดอาการฉ่ำน้ำ

## ผลและวิจารณ์

### ผลของการจุ่มเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

ในวันเริ่มต้นการเก็บรักษาเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้น มีอัตราการหายใจอยู่ในช่วง 2.69-4.96 mg CO<sub>2</sub>/kg.hr (Figure 1A) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา โดยมะละกอที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นช้ากว่ามะละกอที่จุ่มในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) โดยมะละกอที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นต่ำที่สุด (6.17 mg CO<sub>2</sub>/kg.hr) รองลงมาคือที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.0 (7.21 CO<sub>2</sub>/kg.hr) และ 0.5 (7.87 mg CO<sub>2</sub>/kg.hr) ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษามะละกอสุกมีการผลิตเอทิลีนอยู่ในช่วง 0.41-0.65 µl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg.hr (Figure 1B) และเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นช้ากว่าเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในน้ำกลั่น โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น

ร้อยละ 1.5 และ 1.0 มีอัตราการผลิตเอทิลีนต่ำที่สุดคือ เท่ากับ 1.88  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{hr}$  รองลงมาคือร้อยละ 0.5 เท่ากับ 1.97  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg}\cdot\text{hr}$  การแช่ผลละมุดในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.25, 0.5, 1 และ 2 (w/v) เป็นเวลา 5 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียส สามารถชะลอการสุกของผลละมุดได้ดีกว่าการจุ่มในน้ำกลั่น (ซิโรวรณ และมยุรี, 2543) ในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นมีความแน่นเนื้ออยู่ในช่วง 10.16-10.75 นิวตัน (Figure 1C) หลังจากนั้นมีความแน่นเนื้อลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีความแน่นเนื้อลดลงช้ากว่าชุดควบคุม โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 มีความแน่นเนื้อมากที่สุด (5.46 นิวตัน) รองลงมาคือความเข้มข้นร้อยละ 1.0 (5.35 นิวตัน) และร้อยละ 0.5 (5.28 นิวตัน)

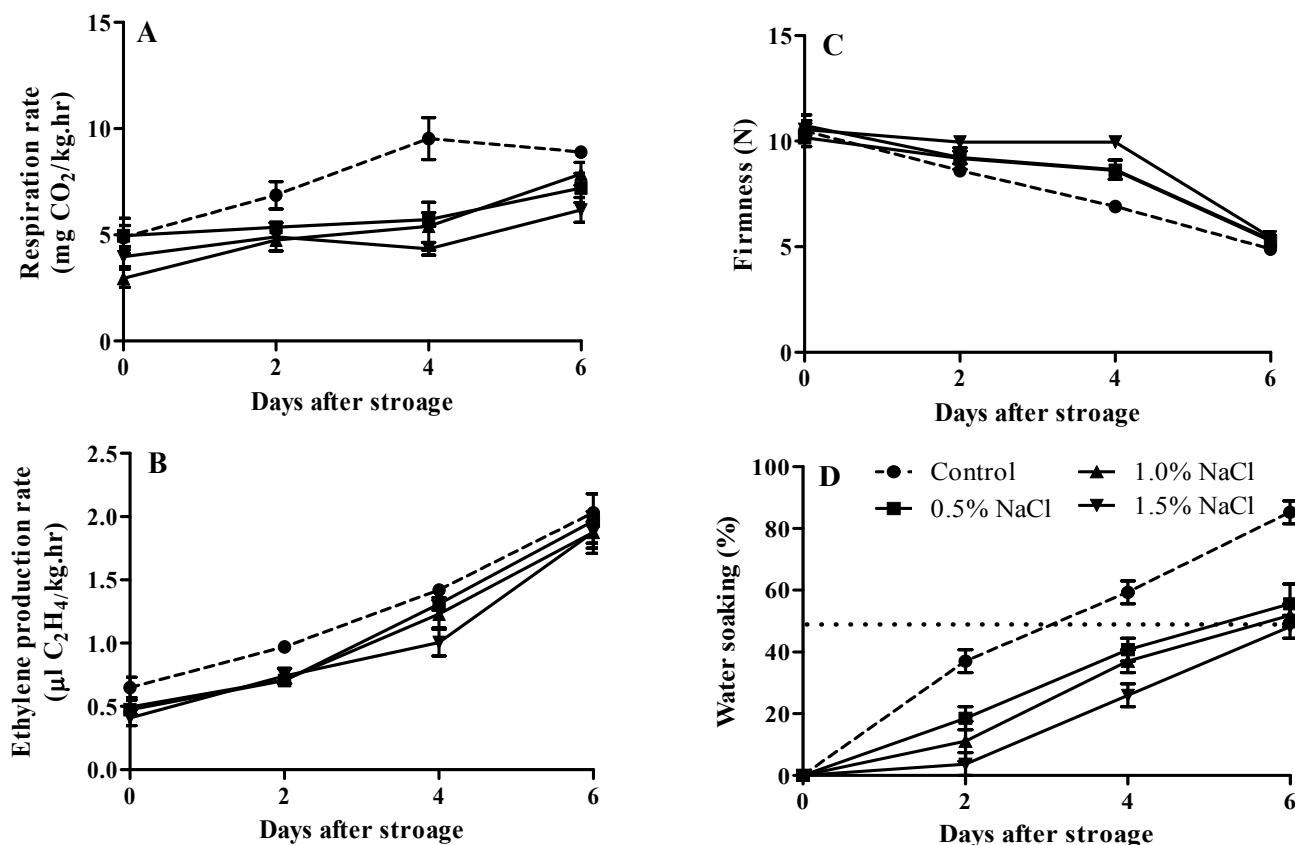


Figure 1 Respiration rate (A), ethylene production rate (B), firmness (C), and water soaking (D) of fresh-cut 'Red Maradol' papaya dipped in sodium chloride solution at 0.5, 1.0 and 1.5 % for 1 min. Papaya cubes were packed in foam tray and wrapped with PVC films, and then stored at 7°C for 6 days. Dotted line represents acceptability of water soaking.

การใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ยังช่วยรักษาความแน่นเนื้อของแตงโม (Mao *et al.*, 2006) และเนื้อมะม่วงหั่นชิ้นพร้อมบริโภค (De Souza และคณะ, 2006) ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการชะลอการสูญเสียความแน่นเนื้อขึ้นอยู่กับชนิดของผลผลิต ความเข้มข้นและระยะเวลาในแช่ เนื่องจากโซเดียมคลอไรด์นั้นมีสมบัติเป็นสารดูดความชื้น (Pearson and Tauber, 1984) หรือการดึงน้ำออกจากเซลล์ ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะสามารถช่วยรักษาความแน่นเนื้อได้ แต่ถ้าใช้ในความเข้มข้นที่มากหรือใช้เวลานานเกินไปอาจจะทำให้เซลล์พืชสูญเสียน้ำมากเกินไปทำให้เซลล์เหี่ยวได้

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นในทุกชุดการทดลองเกิดอาการฉ่ำน้ำเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (Figure 1D) โดยในวันเริ่มต้นเก็บรักษาไม่พบอาการฉ่ำน้ำเกิดขึ้น หลังจากนั้นเกิดอาการฉ่ำน้ำเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.01$ ) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นที่จุ่มในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เกิดอาการฉ่ำน้ำน้อยที่สุดไม่เกินร้อยละ 50 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ซึ่งเป็นคุณภาพที่

ผู้บริโภคสามารถยอมรับได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากเกลือมีสมบัติในการดึงน้ำออกจากเซลล์ (osmotic pressure) (Pearson and Tauber, 1984) จึงทำให้เซลล์ของมะละกอมีอาการฉ่ำน้ำลดลง

### สรุปผล

การจุ่มเนื้อมะละกอสุกหั่นชิ้นพร้อมบริโภคในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5 เป็นเวลา 1 นาที สามารถชะลออัตราการหายใจ อัตราการผลิตเอทิลีน และการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อได้ดีที่สุด โดยมีอาการฉ่ำน้ำไม่เกินร้อยละ 50 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 6 วัน

### คำขอขอบคุณ

ขอขอบคุณ สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่เชื้อเพื่ออุปกรณ์ เครื่องมือในการทำวิจัย และสนับสนุนการนำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- จิ่งแท้ ศิริพานิช. 2550. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการหายใจของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 396 หน้า.
- ชีโรวรรณ เข้มพล และมยุรี กระจายกลาง. 2549. ผลของโซเดียมคลอไรด์ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลละมุด. วารสารเกษตรนเรศวร 10 (2): 192-207.
- อรวรรณ ชินตระกูล. 2543. เกลือกับอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารจรรยา 7(54): 42-45.
- De Souza, B. S., T.J. O'Hare, J.F. Durigan and P.S. de Souza. 2006. Impact of atmosphere, organic acids, and calcium on quality of fresh-cut 'Kensington' mango. *Postharvest Biology and Technology* 42: 161-167.
- Ediriweera, S., K. Abeywickrama and M. Latifah. 2012. Effect of Chemical Pretreatments on the Quality of Minimally Processed Pineapple Stored in Polystyrene Packages. *Ceylon Journal of Science (Bio. Sci.)* 41: 151-155.
- Mao, L., J. Jeong, F. Que and D.J. Huber. 2006. Physiological properties of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*) in response to 1-methylcyclopropene and post-processing calcium application. *J. Sci. Food Agric* 86: 46-53.
- Nguyen-the, C. and F. Carlin. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetable. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34: 371-401.
- Pearson, A.M. and F.W. Tauber. 1984. *Processed Meat*. 2<sup>nd</sup> ed., The AVI Puobl. Inc., Westport, Connecticut. 258 p.
- Pizzocaro, F., D. Torreggiani and G. Gilardi. 1993. Inhibition of apple polyphenol oxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *Journal of Food Processing and Preservation* 17: 21-30.