

ประสิทธิภาพของน้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อการลดจุลินทรีย์และคุณภาพของแคนตาลูปพันธุ์ซันเลดี้หั่นชิ้น
Efficacy of Electrolyzed Water on Microbial Reduction and Quality of Fresh-Cut 'Sunlady' Cantaloupe

หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล¹ วรณฤดี สีดำ² และ สิริภาส สมฤทธิ²
Hataitip Nimitkeatkai¹, Wanruedee Seedam² and Siripard Somrit²

Abstract

The study was conducted to investigate the effect of electrolyzed water (EW) on quality and reduction of microbial population of fresh-cut Sunlady cantaloupe (*Cucumis melo* L.). Fresh-cut cantaloupe (cv. Sunlady) were washed in EW (pH 2.8, 30 ppm available chlorine) for 1 and 3 min, 50 ppm sodium hypochlorite or distilled water (control) for 1 min. Samples were then placed on styrofoam tray and wrapped with polyvinylchloride film before storage at 5 ± 2 °C for 12 days. Results showed that soaking in EW for 1 and 3 min was effective in reducing microbial population compared to those of control and soaking in sodium hypochlorite. Furthermore, soaking in EW for 1 min had no significant effect on physical properties including weight loss, firmness, color and sensory quality attributes. However, soaking in EW for 3 min slightly affected on weight loss of fresh-cut cantaloupe. Therefore, proper EW could be an alternative to chlorine in order to reduce microbial contamination and maintain the quality of fresh-cut cantaloupe.

Keywords: Electrolyzed water, Fresh-cut cantaloupe, Microorganism

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อคุณภาพและการลดปริมาณจุลินทรีย์ในแคนตาลูป (*Cucumis melo* L.) พันธุ์ซันเลดี้หั่นชิ้น โดยนำแคนตาลูปหั่นชิ้นมาแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ (pH 2.8, available chlorine 30 ppm) เป็นเวลา 1 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ที่ความเข้มข้น 50 ppm และน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 1 นาที นำแคนตาลูปหั่นชิ้นที่ผ่านการล้างมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ วางบนถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ผลการทดลองพบว่าการแช่ชิ้นแคนตาลูป ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 1 และ 3 นาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้เมื่อเปรียบเทียบกับ การแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ และชุดควบคุม นอกจากนี้การแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 1 นาที ยังไม่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพของแคนตาลูปหั่นชิ้น ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ สีเนื้อ และการยอมรับของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม การแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 3 นาที ทำให้สูญเสียน้ำหนักมากขึ้น ดังนั้นการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ในระดับที่เหมาะสม จึงเป็นวิธีการที่มีความเป็นไปได้สูง ในการทดแทนการใช้คลอรีนเพื่อลดการเจริญของจุลินทรีย์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแคนตาลูปหั่นชิ้น

คำสำคัญ: น้ำอิเล็กโทรไลต์, แคนตาลูปหั่นชิ้น, จุลินทรีย์

คำนำ

แคนตาลูปเป็นพืชเมืองร้อนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมนำมาทำเป็นผลไม้สดแต่งพร้อมบริโภค (fresh-cut fruit หรือ minimally-processed fruit) ทั้งนี้เนื่องจากช่วยประหยัดเวลาในการเตรียม และเพิ่มความสะดวกสบายให้กับผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ปัญหาสำคัญของการแปรรูปผลไม้สดแต่งพร้อมบริโภค คือการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพอย่างรวดเร็ว เพราะการตัดหรือหั่นมีผลทำให้เนื้อเยื่อของพืชถูกทำลาย จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่รวดเร็วกว่าผลไม้ที่ไม่ผ่านการแปรรูป (จิ่งแท้, 2542) ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงของสีและเนื้อสัมผัส ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับของผู้บริโภค

น้ำอิเล็กโทรไลต์ เกิดจากการแยกสารด้วยขั้วไฟฟ้าบวกและลบ เมื่อผ่านน้ำเกลือลงไปทำให้เกิดการแตกตัวเป็นสารประกอบที่มีไอออนบวกและลบ ซึ่งไอออนลบ คือ OH^- และ Cl^- จะถูกดึงดูดไปยังขั้วบวกและเกิดเป็นก๊าซออกซิเจน

¹ สาขาวิชาความปลอดภัยทางอาหารในธุรกิจเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จ. พะเยา 56000

¹ Division of Food Safety in Agri-Business, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

² สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา จ. พะเยา 56000

² Division of Food Science and Technology, School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao, 56000

hypochlorite ion, hypochlorous, chlorine gas และ hydrochloric acid ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าจุลินทรีย์ (กานดา, 2555) จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวของผักและผลไม้ได้หลายชนิด ได้แก่ แอปเปิ้ล (Nimitkeatkae and Kim, 2009) แครอท ผักโขม และแตงกวา (Izumi, 2006) ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของน้ำอิเล็กโทรไลต์ต่อคุณภาพและการลดจุลินทรีย์ในแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

นำแคนตาลูป (*Cucumis melo* L.) พันธุ์ชั้นเลิศ ที่เก็บเกี่ยวในระยะบรรจบการสุกจากสวนเกษตรกรรมในอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา คัดเลือกผลที่สมบูรณ์มาล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง ปอกเปลือกและหั่นแคนตาลูปตามแนวตั้งเป็น 8 ชั้นต่อผล นำมาแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ (pH 2.8, available chlorine 30 ppm) ที่เตรียมได้จากเครื่องผลิตน้ำอิเล็กโทรไลต์ LABO SCI (Hario science Co. Ltd., Japan) เป็นเวลา 1 และ 3 นาที เปรียบเทียบกับการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ที่ความเข้มข้น 50 ppm และน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 1 นาที นำแคนตาลูปตัดแต่งที่ผ่านการล้างมาผึ่งให้สะเด็ดน้ำ วางบนถาดโฟมแล้วหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติกพอลิไวนิลคลอไรด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ตรวจสอบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และรา โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (Himedia Laboratories Pvt. Ltd., India) และ Potato Dextrose Agar (Himedia Laboratories Pvt. Ltd., India) ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีแล้วรายงานผลเป็นค่า log CFU/g ตามวิธีการของหทัยทิพย์ และ สุภัทรา (2557) และตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพ ดังนี้ การสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ค่าสีเนื้อ โดยเครื่อง colorimeter รายงานผลเป็นค่า L^* และ hue (H°) การทดสอบทางประสาทสัมผัส (คะแนนความชอบ) โดยวิธี 9-point hedonic scale (1: ไม่ชอบมากที่สุด, 5: เฉยๆ, 9: ชอบมากที่สุด) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแบบ Duncan's multiple range test

ผล

แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในวันที่ 0 ของการเก็บรักษาเท่ากับ $0.44 \log \text{CFU/g}$ และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 1A) ในระหว่างเก็บรักษาแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ล้างด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 1 และ 3 นาที และการแช่ชิ้นแคนตาลูปในสารละลาย NaOCl มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกับปริมาณยีสต์และราที่พบว่าการแช่ชิ้นแคนตาลูปในน้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 3 นาที มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณยีสต์และราได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 1 นาที และการแช่ในสารละลาย NaOCl ตามลำดับ (Figure 1B) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและยีสต์และราของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 1 และ 3 นาที และที่แช่ในสารละลาย NaOCl ความเข้มข้น 50 ppm ($P > 0.05$)

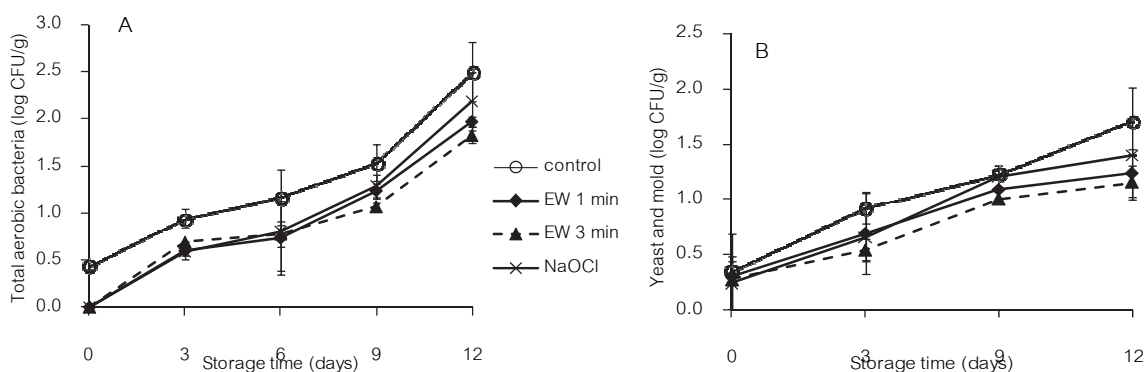


Figure 1 Total aerobic bacteria (A) and yeast/mold (B) of fresh-cut cantaloupe treated with electrolyzed water for 1 and 3 min during storage at $5 \pm 2^\circ \text{C}$ for 12 days. Vertical bars represent SD (n=3).

แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 2A) แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 3 นาที สูญเสียน้ำหนักสูงที่สุด

ในขณะที่การแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 1 นาที สูญเสียน้ำหนักไม่แตกต่างจากการแช่สารละลาย NaOCl และชุดควบคุม ($P>0.05$)

แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค มีความแน่นเนื้อลดลงในระหว่างเก็บรักษา (Figure 2B) โดยเฉพาะในชุดควบคุมมีความแน่นเนื้อต่ำกว่าชุดทดลองอื่น อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความแน่นเนื้อของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคในแต่ละชุดทดลอง ($P>0.05$)

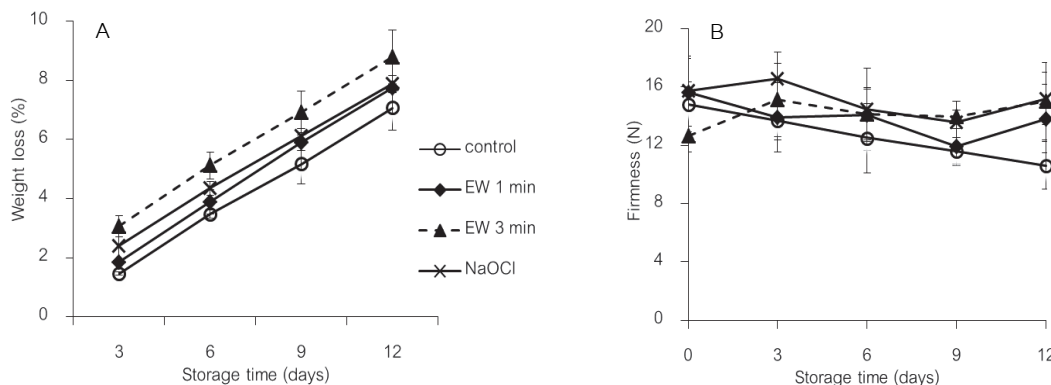


Figure 2 Weight loss (A) and firmness (B) of fresh-cut cantaloupe treated with electrolyzed water for 1 and 3 min during storage at $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 12 days. Vertical bars represent SD ($n=3$).

สีเนื้อของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภครายงานในรูปของค่าความสว่าง (L^*) และค่าโทนสี (hue) ผลการทดลองพบว่าค่าความสว่างของชิ้นแคนตาลูปมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างเก็บรักษา (Figure 3A) โดยในช่วงแรกของการเก็บรักษาชิ้นแคนตาลูปที่ผ่านการแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์และสารละลาย NaOCl มีค่าความสว่างต่ำกว่าชุดควบคุม แสดงว่ามีสีเนื้อเข้มกว่าชุดควบคุม ($P<0.05$) ในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่แช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 3 นาที และการแช่ในสารละลาย NaOCl มีค่าความสว่างต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในขณะที่การแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์นาน 1 นาที ไม่มีผลต่อค่า L^* ของชิ้นแคนตาลูป ($P>0.05$) นอกจากนี้การแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์และสารละลาย NaOCl ยังทำให้ค่าโทนสีของชิ้นแคนตาลูปสูงกว่าชุดควบคุมในช่วงท้ายของการเก็บรักษา (Figure 3B) อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของค่าโทนสีของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคในแต่ละชุดทดลอง ($P>0.05$) แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

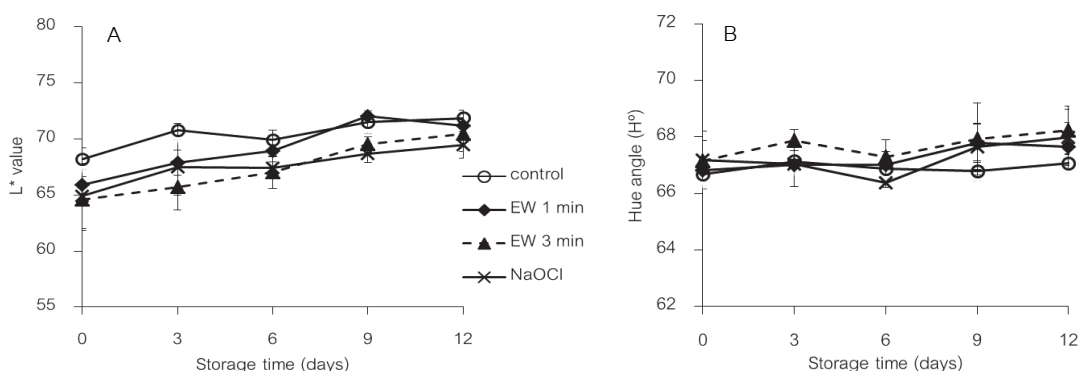


Figure 3 L^* value (A) and hue angle (B) of fresh-cut cantaloupe treated with electrolyzed water for 1 and 3 min during storage at $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 12 days. Vertical bars represent SD ($n=3$).

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของแคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภค พบว่ามีคะแนนลดลง ในทุกชุดทดลองในระหว่างเก็บรักษา (Figure 4) ในวันที่ 12 ของการเก็บรักษา แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการแช่ในน้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 1 และ 3 นาที มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าชุดควบคุม และชุดที่แช่ในสารละลาย NaOCl ตามลำดับ ($P<0.05$)

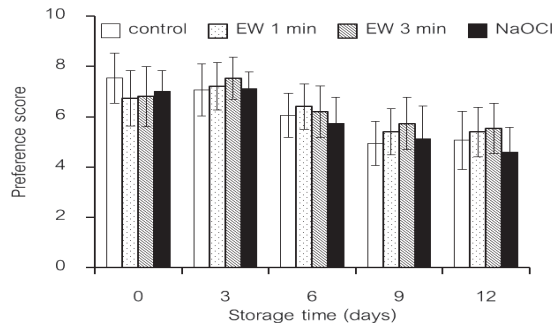


Figure 4 Preference score of fresh-cut cantaloupe treated with electrolyzed water for 1 and 3 min during storage at $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ for 12 days. Vertical bars represent SD (n=3).

วิจารณ์ผล

แคนตาลูปตัดแต่งพร้อมบริโภคที่ผ่านการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ ที่ระยะเวลา 1 และ 3 นาที มีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่า ชุดควบคุมและไม่แตกต่างจากการแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากสาร hypochlorous ในน้ำ อิเล็กโทรไลต์เป็นสารออกซิไดซ์ที่แรงกว่าสารประกอบคลอรีนที่อยู่ในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรต์ และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (กานดา, 2555) ดังนั้นในการทดลองนี้ น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่มี available chlorine 30 ppm จึงมีประสิทธิภาพในการลดจุลินทรีย์ได้ เช่นเดียวกับการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 50 ppm การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์เป็นเวลา 3 นาที มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก อาจเนื่องจากการแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์นานเกินไป ทำให้น้ำตาลและสารต่างๆ ที่ละลายน้ำได้ละลายออกมา จึงส่งผลต่อการสูญเสียน้ำหนัก นอกจากนี้การใช้น้ำอิเล็กโทรไลต์และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์มีผลต่อค่า L^* ของชิ้นแคนตาลูป อาจเนื่องจากสารทั้งสองมีสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ จึงทำให้แคนตาลูปมีค่า L^* เพิ่มขึ้น แสดงว่ามีสีซีดลง เนื่องจากแคโรทีนอยด์ในเนื้อแคนตาลูปถูกออกซิไดส์ด้วยออกซิเจนในอากาศ เช่นเดียวกับที่มีรายงานในผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภค (Rico *et al.*, 2008)

สรุป

การแช่ชิ้นแคนตาลูปในน้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 1 และ 3 นาที สามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ยีสต์และราได้ โดยไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ ค่าสี และคะแนนความชอบของผู้ทดสอบ แต่การแช่น้ำอิเล็กโทรไลต์ เป็นเวลา 3 นาที ทำให้สูญเสียน้ำหนักมากที่สุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา สำหรับทุนสนับสนุนในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กานดา หวังชัย. 2555. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกซิเดชัน เพื่อลดสารพิษตกค้างยาฆ่าแมลงในผักและผลไม้. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว. Postharvest Newsletter 11(3): 5-7.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2542. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 369 หน้า.
- หทัยทิพย์ นิมิตรเกียรติไกล และ สุภัทรา ไซชมพู. 2557. การฉายรังสี UV-C ต่อการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพของแก้วมังกรตัดแต่งพร้อมบริโภค. เกษตร 42 (1 พิเศษ): 583-588.
- Izumi, H. 2006. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. J. Food Sci. 64(3): 536-539.
- Nimitkeatkai, H. and J.G. Kim. 2009. Washing efficiency of acidic electrolyzed water on microbial reduction and quality of 'Fuji' apples. Korean J. Hort. Sci. Technol. 27(2): 250-255.
- Rico, D., A. Martin-Diana, C. Barry-Ryan, J.M. Frias, G.T.M. Henehan and J.M. Barat. 2008. Use of neutral electrolyzed water (EW) for quality maintenance and shelf-life extension of minimally processed lettuce. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 9: 37-48.