

การลดปริมาณจุลินทรีย์ในสับประรดหั่นชิ้นด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซน
Retarding the Microbial Population in Fresh-Cut Pineapple by Sodium Hypochlorite Solution
Combined with Ozonated Water

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์^{1,2,3} กัลยา ศรีพงษ์¹ อภิรติ อุทัยรัตนกิจ^{1,2,3} สุภา พ่วงนิ่ม¹ และ พนิดา เรณูมาลัย⁴
Pongphen Jitareerat^{1,2,3}, Kanlaya Sripong¹, Apiradee Uthairatanakij^{1,2,3}, Supa Puangnim¹ and Phanida Renumam⁴

Abstract

The effect of sodium hypochlorite solution in combination with ozonated water for reducing microbial population and maintaining the quality of fresh-cut pineapple was studied. Pineapple fruits were washed with the solution of 200 mg/L sodium hypochlorite for 3 min with 3 mg/L ozonated water for 3 min, 200 mg/L sodium hypochlorite for 3 min and then washed with 3 mg/L ozonated water for 3 min. The samples washed with tap water were used as the control. After washing, the samples were cut and packed in plastic tray, wrapped with polypropylene film before storing at 4 °C for 6 days. The results showed that the samples washed in the combination of sodium hypochlorite and ozonated water were most effective to reduce the population of total coliform, fungi and yeast in peel and pulp of pineapple, followed by the sample washed with sodium hypochlorite or ozonated water alone, whereas the control samples (tap water) showed the highest microbial population. Furthermore, the samples washed with sodium hypochlorite plus ozonated water could delay the change of vitamin C content in comparison to control treatment, but did not affect the values of TSS, TA and firmness of fresh-cut pineapple.

Keywords: *Ananas comosus* (L.) Merr., minimally processes, sanitizing agent

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพของเนื้อสับประรดหั่นชิ้น โดยนำผลสับประรดมาล้างด้วยสารฆ่าเชื้อ 3 ชนิด คือสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที หรือ น้ำไอโซน ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที หรือล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที ตามด้วยล้างในน้ำไอโซน ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที และใช้ผลสับประรดที่ล้างด้วยน้ำประปาเป็นชุดควบคุม ภายหลังกั้นผลสับประรดในสารละลายทั้ง 3 ชนิดแล้ว จึงนำมาปกปิดและหั่นชิ้นแล้วบรรจุลงในถาดพอลิโพรไพลีนหุ้มด้วยพลาสติกฟิล์มพอลิโพรไพลีนและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เป็นเวลา 6 วัน ผลการทดลอง พบว่าการล้างผลสับประรดในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับการล้างในน้ำไอโซน มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อโคลิฟอร์ม รา และยีสต์ ในเปลือกและเนื้อสับประรดหั่นชิ้นได้ดีที่สุด รองลงมา ได้แก่ การล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ หรือล้างด้วยน้ำไอโซนเพียงอย่างเดียว ในขณะที่ผลสับประรดที่ล้างด้วยน้ำประปามีปริมาณจุลินทรีย์มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการล้างผลสับประรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับการล้างด้วยน้ำไอโซนมีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงปริมาณวิตามินซีได้เมื่อเปรียบเทียบกับผลสับประรดในชุดควบคุม แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (TSS) ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไทเทรตได้ (TA) และความแน่นเนื้อของเนื้อสับประรดหั่นชิ้น

คำสำคัญ: *Ananas comosus* (L.) Merr., การตัดแต่ง, สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

¹สาขาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

²Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

³ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กรุงเทพมหานคร 10400

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

⁵ศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150

⁶Center for Research and Development of Tropical and Sub-Tropical Crops, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntien) Bangkok 10150

⁷สาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการพัฒนาลดต้นทุน คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 25230

⁸Department of Innovation and Product Development Technology, Faculty of Agro-Industry, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Prachinburi 25230

คำนำ

สับปะรดเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปัจจุบันการบริโภคเนื้อสับปะรดหั่นชิ้นกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะผู้บริโภคที่ไม่มีเวลาในการปอกและหั่นชิ้น หรือต้องการบริโภคเพียงปริมาณน้อย ดังนั้นสับปะรดหั่นชิ้นพร้อมบริโภคจึงตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญในการแปรรูปผลิตผลตัดแต่งพร้อมบริโภคคือ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์และการเสื่อมคุณภาพลงอย่างรวดเร็วในระหว่างการวางจำหน่าย ทั้งนี้การปนเปื้อนของจุลินทรีย์อาจมีสาเหตุมาจากดิน น้ำ หรือ ปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยคอกที่ใช้บำรุงพืชในแปลงปลูก การล้างผลไม้อีก่อนการปอกและหั่นชิ้นจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการทำความสะอาดและลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ผิวของผลไม้นั้น อย่างไรก็ตาม การล้างด้วยน้ำประปาเพียงอย่างเดียวยังพบปริมาณของจุลินทรีย์ไม่แตกต่างจากผักและผลไม้ที่ไม่ผ่านการล้าง (Ruiz-Cruz *et al.*, 2007) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเติมสารฆ่าเชื้อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำล้าง โดยทั่วไปนิยมใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ แต่เนื่องด้วยเปลือกของสับปะรดที่มีลักษณะเป็นร่องลึก ผิวไม่เรียบ การล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียวอาจมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ ดังนั้นการทดลองนี้จึงจำเป็นต้องหาวิธีการอื่นๆ มาใช้ร่วมกับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของน้ำล้างในการกำจัดจุลินทรีย์ที่ผิวของสับปะรดก่อนการตัดแต่ง ผลการวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานหาไอโซนีสมีสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภคในระหว่างการเก็บรักษาได้ เช่น การล้างผักสลัดด้วยน้ำไอโซนีส ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และรักษาคุณภาพของผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ (Alexopoulos *et al.*, 2013) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนีสต่อการลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนที่เปลือกของผลสับปะรดก่อนนำมาปอกเปลือก หั่นชิ้น บรรจุ และวางจำหน่ายเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่มีขนาดสม่ำเสมอ มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 1,500-2,000 กรัมต่อผล และมีระยะการสุกประมาณ 80-85% นำมาล้างด้วยน้ำประปาแล้วนำไปผึ่งให้ผิวนอกแห้งจากนั้นแบ่งสับปะรดออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ล้างด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) กลุ่มที่ 2 แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที กลุ่มที่ 3 แช่ในน้ำไอโซนีส ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที และกลุ่มที่ 4 แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำมาแช่ต่อน้ำไอโซนีส ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นนำผลสับปะรดมาตัดจุก ตัดก้านผล และปอกเปลือก นำเปลือกมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่เริ่มต้นแล้วหั่นผลสับปะรดออกเป็น 8 ส่วน หั่นแกนสับปะรดออกจากเนื้อสับปะรด บรรจุเนื้อสับปะรดในภาชนะพลาสติกพอลิโพรไพลีนขนาด 14 x 19 x 5 เซนติเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) น้ำหนัก 200 กรัมต่อภาชนะ ปิดผนึกด้วยฟิล์มพอลิโพรไพลีนและเจาะรูที่ฟิล์ม 1 รู ด้วยเข็มหมุด เพื่อป้องกันการเกิดไอน้ำภายในภาชนะ หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95% เป็นเวลา 6 วัน วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่เนื้อสับปะรด (โคลิฟอร์ม รา และ ยีสต์) และคุณภาพของเนื้อสับปะรด (ปริมาณกรดแอสคอร์บิก ความแน่นเนื้อ ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) และของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (TSS)) ทุกๆ 2 วัน วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design แต่ละทรีตเมนต์มี 4 ซ้ำ และวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SAS statistical software

ผลการทดลอง

การล้างผลสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนีสสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่เปลือกและเนื้อของสับปะรดได้ดีที่สุด โดยวันสุดท้ายของการเก็บรักษาพบปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มในเปลือกและเนื้อของสับปะรดเท่ากับ 1.17 และ 2.07 log CFU/g FW และพบยีสต์เท่ากับ 3.40 และ 5.32 log CFU/g FW ส่วนเชื้อราพบเฉพาะในวันแรกของการเก็บรักษา ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเจริญอย่างรวดเร็วของยีสต์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ จึงทำให้เชื้อราไม่สามารถเจริญได้ อย่างไรก็ตาม การล้างผลสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนีสสามารถลดปริมาณเชื้อราที่เปลือกและเนื้อของสับปะรดได้ดีที่สุด คือ 2.82 และ 0.99 log CFU/g FW ตามลำดับ นอกจากนี้ยัง พบว่าการล้างผลสับปะรดด้วยน้ำไอโซนีสเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ใกล้เคียงกับการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์เพียงอย่างเดียว ในขณะที่การล้างผลสับปะรดด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มที่เปลือกและเนื้อของสับปะรดเท่ากับ 2.74 และ 2.94 log CFU/g FW ยีสต์ เท่ากับ 3.68 และ 5.64 log CFU/g FW และ เชื้อรา เท่ากับ 3.64 และ 1.34 log CFU/g FW ตามลำดับ (Figure 1A - 1D)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเนื้อสับปะรดที่ขึ้นขึ้นในระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าการล้างผลสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อของเนื้อสับปะรดได้ดีที่สุด ซึ่งวันสุดท้ายของการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ 82.13 นิวตัน (N) ส่วนผลสับปะรดที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนและผลสับปะรดที่ล้างด้วยน้ำไอโซนเพียงอย่างเดียวมีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับผลสับปะรดในชุดควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 65.91, 58.56 และ 64.20 N ตามลำดับ (Figure 2B) ส่วนปริมาณ TSS ของเนื้อสับปะรดในทุกที่รีตเมนต์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (Figure 2D) ในขณะที่ผลสับปะรดที่ล้างด้วยน้ำไอโซนมีปริมาณ TA น้อยที่สุดคือ 6.89% รองลงมา คือผลสับปะรดที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์คือ 7.89% ส่วนผลสับปะรดที่ผ่านการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนมีปริมาณ TA ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับผลสับปะรดในชุดควบคุมคือ 8.74 และ 8.31% ตามลำดับ (Figure 2C) นอกจากนี้ พบว่าผลสับปะรดที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์และผลสับปะรดที่ล้างด้วยน้ำไอโซนเพียงอย่างเดียวมีปริมาณกรดแอสคอร์บิก (วิตามินซี) มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 36.61 – 29.61 และ 31.99 – 27.65 mg/100g FW ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ ผลสับปะรดที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซน มีค่าเท่ากับ 21.07 – 24.99 mg/100g FW ส่วนผลสับปะรดที่ล้างด้วยน้ำประปา (ชุดควบคุม) มีปริมาณวิตามินซี น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 23.17 – 16.87 mg/100g FW (Figure 2A)

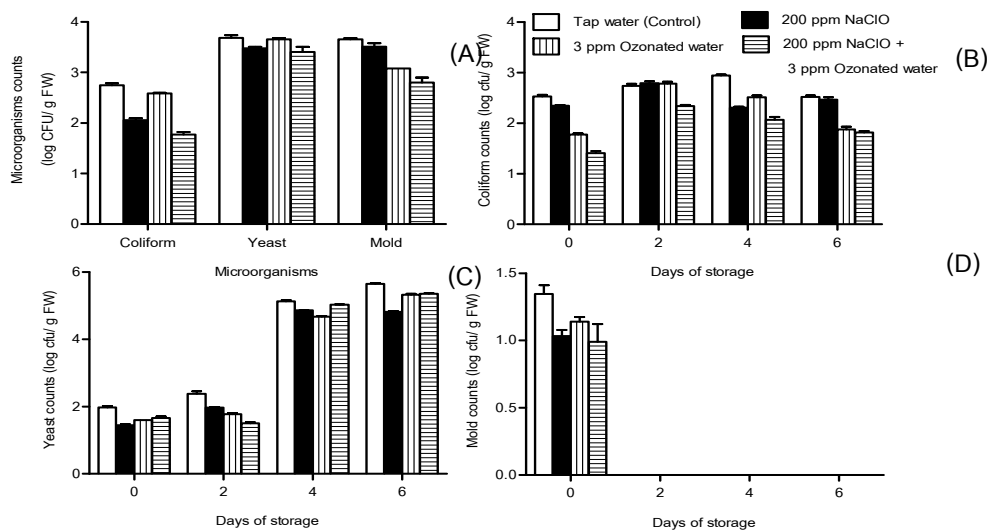


Figure 1 Changes in microorganisms counts in peel (A), coliform (B), yeast (C) and mold (D) counts in pulp of fresh-cut pineapple after washing with 200 mg/L sodium hypochlorite, 3 mg/L ozonated water, combination of 200 mg/L sodium hypochlorite and 3 mg/L ozonated water and tap water (control) during storage at 4 °C for 6 days.

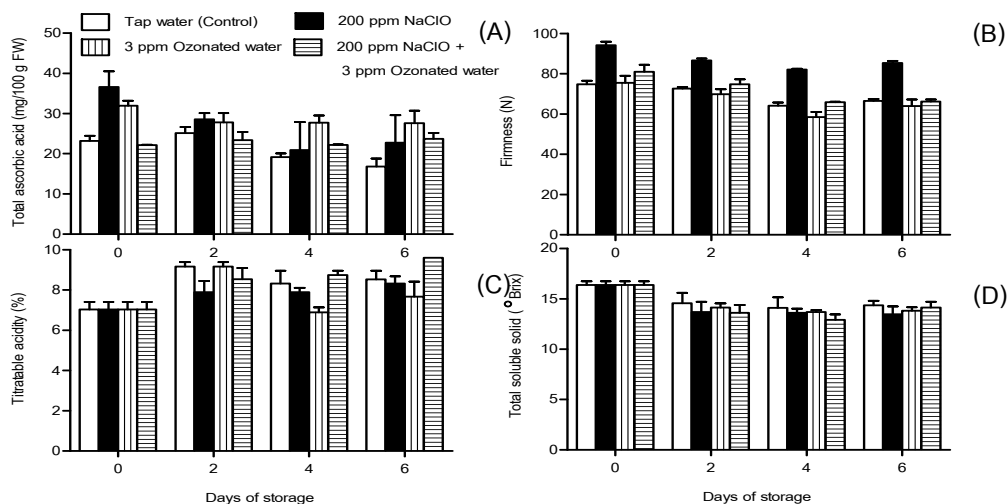


Figure 2 Changes in total ascorbic acid content (A), firmness (B), TA (C) and TSS (D) in pulp of fresh-cut pineapple after washing with 200 mg/L sodium hypochlorite, 3 mg/L ozonated water, combination of 200 mg/L sodium hypochlorite and 3 mg/L ozonated water and tap water (control) during storage at 4 °C for 6 days.

วิจารณ์ผลการทดลอง

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์และการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วเป็นปัญหาที่สำคัญของสับปะรดตัดแต่งพร้อมบริโภค การล้างผลสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับน้ำไอโซนก่อนการตัดแต่ง สามารถช่วยลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์หรือน้ำไอโซนเพียงอย่างเดียวใดอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับการทดลองของ Garcia *et al.* (2003) พบว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับไอโซนสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในผักสลัดตัดแต่งพร้อมบริโภคได้ดีกว่าการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์หรือน้ำไอโซนเพียงอย่างเดียวใดอย่างหนึ่ง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเสริมประสิทธิภาพกันระหว่างสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์และน้ำไอโซน เนื่องจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์สามารถแตกตัวในน้ำได้เป็นกรดไฮโปคลอรัส ซึ่งกรดไฮโปคลอรัสมีความสามารถซึมผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์และสามารถจับกับโปรตีนของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีผลไปรบกวนเมแทบอลิซึมของเซลล์ทำให้จุลินทรีย์หยุดการเจริญและตายได้ (Gil *et al.*, 2009) ในขณะที่ไอโซนมีสมบัติเป็นสารออกซิไดส์อย่างแรงเมื่อสัมผัสกับจุลินทรีย์มีผลทำให้ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย ส่งผลให้ของเหลวภายในเซลล์เกิดการรั่วไหลออกมา (Alexopoulos *et al.*, 2013) นอกจากนี้ผลการทดลองยังพบว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ร่วมกับไอโซนสามารถชะลอการลดลงของปริมาณวิตามินซีในเนื้อของสับปะรดได้ แต่ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความแน่นเนื้อ ปริมาณ TSS และ TA ของเนื้อสับปะรดหั่นชิ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งพบว่าการล้างผักและผลไม้ด้วยน้ำไอโซน หรือ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของผักและผลไม้ตัดแต่งพร้อมบริโภค (Garcia *et al.*, 2003; Yeoh *et al.*, 2014)

สรุป

การล้างผลสับปะรดด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 นาที ร่วมกับน้ำไอโซน ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร นาน 3 นาที มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อโคลิฟอร์ม รา และยีสต์ ในเปลือกและเนื้อของสับปะรดได้ดีกว่าการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ หรือ ไอโซนเพียงอย่างเดียวใดอย่างหนึ่ง และไม่มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณ TSS TA และความแน่นเนื้อของเนื้อสับปะรดหั่นชิ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Alexopoulos, A., S. Plessas, S. Ceciu, V. Lazar, I. Mantzourani, C. Voidarou, E. Stavropoulou and E. Bezirtzoglou. 2013. Evaluation of ozone efficacy on the reduction of microbial population of fresh cut lettuce (*Lactuca sativa*) and green bell pepper (*Capsicum annum*). Food Control 30: 491-496.
- Garcia, A., J.R. Mount and P.M. Davidson. 2003. Ozone and chlorine treatment of minimally processed lettuce. Food Microbiology and Safety 68: 2747-2751.
- Gil, M.I., M.V. Maria, F. Lopez-Galvez and A. Allende. 2009. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions. International Journal of Food Microbiology 134: 37-45.
- Ruiz-Cruz, S., E. Acedo-Félix, M. Díaz-Cinco, M.A. Islas-Osuna and G.A. González-Aguilar. 2007. Efficacy of sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella spp.* and *Listeria monocytogenes* populations on fresh-cut carrots. Food control 18: 1383-1390.
- Yeoh, W.K., A. Ali and C.F. Forney. 2014. Effects of ozone on major antioxidants and microbial populations of fresh-cut papaya. Postharvest Biology and Technology 89: 56-58.