Agric. Sci. Innov. J. 55 : 1 (Suppl.) : 52 - 55 (2024) ว. วิทย. นวัต. กษ. 55 : 1 (พิเศษ) : 52 - 55 (2567)

ผลของกรดเพอร์แอซิติก พอลิซอร์เบต และคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่ง
The Effects of Peracetic Acid, Polysorbate and Ultrasound Against Foodborne Pathogens of Fresh-cut Chinese Cabbage

บุษกร ทองใบ[1] และสิริพร ลาวัลย์[1]
Bussagon Thongbai[1] and Siriporn Lawan[1]

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of peracetic acid, polysorbate, and ultrasound against foodborne pathogens on fresh-cut Chinese cabbage. The initial *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* counts of inoculated fresh-cut Chinese cabbage were 5.72 and 5.63 log CFU/g, respectively. Inoculated Chinese cabbages were washed with sterile distilled water (T1, control) for 5 min, 70 ppm peracetic acid (T2) for 5 min, 0.1% polysorbate 20 (T3) for 5 min, ultrasonic (40 KHz) (T4) for 3 min, peracetic acid with polysorbate (T5) for 5 min, peracetic acid with ultrasonic (T6) for 3 min, polysorbate with ultrasonic (T7) for 3 min, and combination of peracetic acid and polysorbate with ultrasonic (T8) for 3 min. The results indicated that T6 and T8 were the appropriate treatments for reducing *S. typhimurium* and *E. coli* of fresh-cut Chinese cabbage ($p \leq 0.05$) and enhancing the microbiological safety of fresh-cut Chinese cabbage.

Keywords: *Salmonella, E. coli*, fresh-cut vegetables

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของกรดเพอร์แอซิติก พอลิซอร์เบต และคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่ง โดยนำผักกาดขาวตัดแต่งที่ผ่านการสร้างสภาวะปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารโดยมีปริมาณเชื้อซาลโมเนลลา ไทฟิมูเรียม (*Salmonella typhimurium*) และอีโคไล (*Escherichia coli*) ปนเปื้อนเริ่มต้น 5.72 และ 5.63 log CFU/g ตามลำดับ มาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (T1, ชุดควบคุม) เป็นเวลา 5 นาที กรดเพอร์แอซิติก 70 ppm (T2) เป็นเวลา 5 นาที พอลิซอร์เบต 20 (0.1%) (T3) เป็นเวลา 5 นาที คลื่นเหนือเสียง (40 KHz) (T4) เป็นเวลา 3 นาที กรดเพอร์แอซิติกร่วมกับพอลิซอร์เบต (T5) เป็นเวลา 5 นาที กรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T6) เป็นเวลา 3 นาที พอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T7) เป็นเวลา 3 นาที และ กรดเพอร์แอซีติกและพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T8) เป็นเวลา 3 นาที จากผลการทดลองพบว่าการล้างผักกาดขาวตัดแต่งด้วย T6 และ T8 เป็นวิธีการล้างที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อซาลโมเนลลา ไทฟิมูเรียม และอีโคไลในผักกาดขาวตัดแต่ง ($p \leq 0.05$) ช่วยเพิ่มความปลอดภัยทางจุลชีววิทยาในผักกาดขาวตัดแต่งได้

คำสำคัญ: ซาลโมเนลลา อีโคไล ผักสดตัดแต่ง

คำนำ

การบริโภคผักได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นทุกวันจากผู้บริโภคที่รับประทานมังสวิรัติ วีแกน และคนที่รักสุขภาพจึงมีการเลือกซื้อและเลือกรับประทานผักสดและผักสดตัดแต่งเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าผักกาดขาวเป็นผักที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการบริโภคสดเป็นผักแนมหรือปรุงสุกเป็นส่วนประกอบอาหาร โดยผักเป็นแหล่งของสารอาหารประเภทวิตามิน แร่ธาตุ และเป็นแหล่งของใยอาหารปริมาณมากที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ผักกาดขาวยังมีรสชาติจืดไม่มีน้ำตาลจึงสามารถบริโภคได้ในปริมาณมากต่อวัน ซึ่งการบริโภคผักช่วยลดการดูดซึมไขมัน ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ได้ ปัจจุบันจึงมีการรณรงค์ให้คนไทยเพิ่มการบริโภคผักในมื้ออาหารให้มากยิ่งขึ้น การบริโภคผักสดและผักสดตัดแต่งที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบันทำให้ผู้ผลิต พ่อค้าคนกลางและผู้บริโภคต่างให้ความสำคัญเกี่ยวกับอันตรายจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร (foodborne pathogens) ที่อาจปนเปื้อนผักสดตัดแต่งได้จากขั้นตอนการเพาะปลูก จากการใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ ระหว่างการวางจำหน่าย และการตัดแต่งผักสด ทั้งนี้การแปรรูปผักสดตัดแต่งจึงต้องมีการจัดการตามแนวทางในการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice)

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150
[1] Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

(มาตรฐานสินค้าเกษตร, 2556) โดยจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่เป็นปัญหาสำคัญและมักพบปนเปื้อนในผักสดและผักสดตัดแต่ง ได้แก่ *Salmonella typhimuirum*, *Escherichia coli* และ *Staphylococcus aureus* เป็นต้น เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) ทำให้ผู้บริโภคมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และท้องเสียรุนแรงได้ ซึ่งการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ด้วยการล้างทำความสะอาดผักสดก่อนนำไปตัดแต่งหรือบริโภคจึงเป็นขั้นตอนที่ต้องมีประสิทธิภาพ แต่การล้างผักด้วยน้ำประปาเพียงอย่างเดียวทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ลดลงไม่แตกต่างกับผักที่ไม่ได้ล้าง (Ruiz-Cruz *et al*., 2007) ดังนั้น การล้างด้วยกรดอินทรีย์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ เช่น กรดเพอร์แอซีติก หรือการใช้สารลดแรงตึงผิว (พอลิซอร์เบต) ส่วนการใช้คลื่นเหนือเสียง (ultrasound) ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถลดการเกาะติดของเชื้อจุลินทรีย์ในผักได้ ก็เป็นวิธีทางเลือกที่น่าสนใจในการนำมาใช้ล้างผักสดตัดแต่ง เพราะนอกจากจะช่วยลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักตัดแต่งได้แล้ว ยังไม่ทิ้งสารตกค้างที่เป็นอันตรายไว้ในผักตัดแต่งอีกด้วยจึงทำให้ผักสดหลังการตัดแต่งมีความปลอดภัย (postharvest safety) มากยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของกรดเพอร์แอซีติก พอลิซอร์เบต และคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่ง เพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคผักกาดขาวตัดแต่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมผักกาดขาวตัดแต่ง

ผักกาดขาวซื้อจากตลาดสดในจังหวัดมหาสารคาม โดยคัดแยกผักกาดขาว 2-3 ใบแรกออกไป เลือกใบที่สมบูรณ์ดีมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาตามด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 2 ครั้ง จากนั้นนำใบผักกาดขาวมาตัดแต่งให้มีขนาด 5x5 เซนติเมตร ด้วยมีดปลอดเชื้อ นำผักกาดขาวตัดแต่งที่เตรียมได้มาทำให้ปลอดเชื้อด้วยแสงยูวี โดยวางชิ้นผักกาดขาวตัดแต่งบนถาดห่างจากหลอดยูวี 30 เซนติเมตร ในตู้ปลอดเชื้อ (Biosafety cabinet Class II) เป็นเวลา 50 นาที (พลิกกลับด้านเมื่อเวลาผ่านไป 25 นาที) (Forghani and Oh, 2013) ผักกาดขาวตัดแต่งปลอดเชื้อที่เตรียมได้บรรจุในถุงปลอดเชื้อ และเก็บที่ 4-5 °ซ เพื่อรอการสร้างสภาพปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารในขั้นตอนต่อไป

การสร้างสภาพการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารในผักกาดขาวตัดแต่ง

นำผักกาดขาวตัดแต่งที่ทำให้ปลอดเชื้อแล้วข้างต้น มาสร้างสภาพการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารโดยนำไปแช่ในเซลล์แขวนลอยของ *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli* (10^6 CFU/ml) เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และวางให้สะเด็ดน้ำในตู้ปลอดเชื้อเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปเก็บในตู้เย็นที่ 4-5 °ซ เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง เพื่อให้เซลล์ของ *S. typhimurium* และ *E. coli* เกาะติดแน่นบนผักกาดขาวตัดแต่งและนำไปทดลองในขั้นต่อไป โดยจะทำการสุ่มผักกาดขาวส่วนหนึ่งมาตรวจหาปริมาณของ *S. typhimurium* และ *E. coli* ที่ปนเปื้อนเริ่มต้นหลังจากผ่านการสร้างสภาพปนเปื้อน โดยวิธีการ spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine deoxycholate agar (XLD) และ MacConkey agar (MAC) ตามลำดับ บ่มที่ 35-37°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g

ศึกษาผลของกรดเพอร์แอซีติก พอลิซอร์เบต และคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่ง

นำผักกาดขาวตัดแต่งที่ปนเปื้อนด้วย *S. typhimurium* และ *E. coli* ที่เตรียมได้มาทำการทดสอบ 8 ชุดทดสอบ ดังนี้ ชุดที่ 1 ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (T1) (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 2 ล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติก 70 ppm (T2) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 3 ล้างด้วยพอลิซอร์เบต 20 0.1% (T3) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 4 ล้างด้วยคลื่นเหนือเสียง 40 KHz (T4) เป็นเวลา 3 นาที ชุดที่ 5 ล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับพอลิซอร์เบต (T5) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 6 ล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T6) เป็นเวลา 3 นาที ชุดที่ 7 ล้างด้วยพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T7) เป็นเวลา 3 นาที และชุดที่ 8 ล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติกและพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T8) เป็นเวลา 3 นาที โดยหลังการทดสอบทุกชุดผักกาดขาวถูกนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (15 วินาที) 2 ครั้ง เพื่อล้างสารทดสอบที่ตกค้างอยู่ออกจากผักกาดขาว ตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *S. typhimurium* และ *E. coli* ที่รอดชีวิตในผักกาดขาวตัดแต่งโดยวิธี spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD และ MAC ตามลำดับ บ่มที่ 35-37°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และรายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์

Table 1 แสดงผลของการศึกษาผลของกรดเพอร์แอซีติก พอลิซอร์เบต และคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่ง โดยผักกาดขาวตัดแต่งที่ผ่านการสร้างสภาวะปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร 2 ชนิด ได้แก่ *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli* พบว่าผักกาดขาวตัดแต่งมีปริมาณ *S. typhimurium* ปนเปื้อนเริ่มต้น 5.72 log CFU/g และมีปริมาณ *E. coli* ปนเปื้อนเริ่มต้น 5.63 log CFU/g และเมื่อนำผักกาดขาวตัดแต่งที่ผ่านการสร้างสภาพปนเปื้อนจุลินทรีย์แล้วมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (T1) เป็นชุดควบคุม เป็นเวลา 5 นาที กรดเพอร์แอซีติก 70 ppm (T2) เป็นเวลา 5 นาที พอลิซอร์เบต 20 (0.1%) (T3) เป็นเวลา 5 นาที คลื่นเหนือเสียง (40 KHz) (T4) เป็นเวลา 3 นาที กรดเพอร์แอซีติกร่วมกับพอลิซอร์เบต (T5) เป็นเวลา 5 นาที กรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T6) เป็นเวลา 3 นาที พอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T7) เป็นเวลา 3 นาที และกรดเพอร์แอซีติกและพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T8) เป็นเวลา 3 นาที จากผลการทดลองใน Table 1 แสดงให้เห็นว่าการล้างด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน 8 วิธีมีผลในการลดปริมาณ *S. typhimurium* และ *E. coli* ในผักกาดขาวตัดแต่งได้ต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดย T6 และ T8 เป็นวิธีการล้างที่สามารถลดปริมาณ *S. typhimurium* ในผักกาดขาวตัดแต่งได้มากที่สุดไม่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณของ *S. typhimurium* ที่รอดชีวิตในผักกาดขาวที่ล้างด้วย T6 และ T8 มีน้อยที่สุดคือ 3.65 และ 3.60 log CFU/g ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ *S. typhimurium* ที่ปนเปื้อนเริ่มต้นพบว่า T6 และ T8 สามารถลดปริมาณ *S. typhimurium* ที่ปนเปื้อนในผักกาดขาวตัดแต่งลงได้ 2.07 log reduction (36.19%) และ 2.12 log reduction (37.06%) ตามลำดับ ในขณะที่การล้างด้วย T1 มีปริมาณของ *S. typhimurium* ในผักกาดขาวตัดแต่งมากที่สุด 5.20 log CFU/g ในทำนองเดียวกันก็พบว่าวิธีการล้างที่แตกต่างกันทั้ง 8 วิธีมีผลในการลดปริมาณของ *E. coli* ที่ปนเปื้อนในผักกาดขาวตัดแต่งได้แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยผักกาดขาวที่ล้างด้วยวิธีการ T6 และ T8 มีปริมาณของ *E. coli* หลังการล้างน้อยที่สุดไม่ต่างกัน ($p > 0.05$) คือ 3.99 และ 3.97 log CFU/g ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ *E. coli* ที่ปนเปื้อนเริ่มต้น พบว่า T6 และ T8 สามารถลดปริมาณ *E. coli* ที่ปนเปื้อนในผักกาดขาวตัดแต่งได้ 1.64 log reduction (29.13%) และ 1.66 log reduction (29.48%) ตามลำดับ แต่การล้างด้วย T1 พบปริมาณของ *E. coli* ปนเปื้อนมากที่สุด 5.29 log CFU/g

Table 1 Effect of peracetic acid, polysorbate and ultrasound against *S. typhimurium* and *E. coli* on fresh-cut Chinese cabbage

Treatments	*S. typhimurium*		*E. coli*	
	Populations (log CFU/g)	Reduction (%)	Populations (log CFU/g)	Reduction (%)
T1	5.20±0.10^{e}	9.09	5.29±0.04^{e}	6.04
T2	3.93±0.06^{b}	31.29	4.15±0.03^{b}	26.29
T3	4.91±0.06^{d}	14.16	5.13±0.05^{d}	8.88
T4	4.82±0.07^{cd}	15.73	4.99±0.06^{c}	11.37
T5	3.91±0.06^{b}	31.64	4.13±0.05^{b}	26.64
T6	3.65±0.07^{a}	36.19	3.99±0.05^{a}	29.13
T7	4.75±0.11^{c}	16.96	5.10±0.04^{d}	9.41
T8	3.60±0.08^{a}	37.06	3.97±0.07^{a}	29.48

$^{a-e}$ means in the column followed by different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

Initial *S. typhimurium* contaminated on fresh-cut Chinese cabbage: 5.72±0.06 log CFU/g,

Initial *E. coli* contaminated on fresh-cut Chinese cabbage: 5.63±0.07 log CFU/g

T1: Sterile distilled water (control), T2: Peracetic acid (70 ppm),

T3: Polysorbate 20 (0.1% w/v), T4: Ultrasound (40 KHz),

T5: Combination of peracetic acid and polysorbate,

T6: Combination of peracetic acid and ultrasound,

T7: Combination of polysorbate and ultrasound,

T8: Combination of peracetic acid, polysorbate and ultrasound

ซึ่งจากผลใน Table 1 นี้ จะเห็นได้ว่าวิธีการล้างผักกาดขาวตัดแต่งที่เหมาะสมคือ การล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T6) และการล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติกและพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (T8) เพราะสามารถลดปริมาณ *S. typhimurium* และ *E. coli* ที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่งได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากกรดเพอร์แอซีติกเป็นกรดอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรียได้ดีโดยสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของแบคทีเรียเข้าไปทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบที่เป็นโปรตีนที่อยู่ภายในเซลล์ เกิดการเสียสภาพและทำงานไม่ได้ และยังไปรบกวนการผ่านเข้าออกที่เยื่อหุ้มเซลล์ทำให้ผนังเซลล์แบคทีเรียเกิดการบาดเจ็บส่งผลให้ตายในที่สุด (Davidson and Branen, 1993) สอดคล้องกับรายงานของ Singh *et al*. (2018) ที่ล้างผักกาด เลมอน มะเขือเทศ และบลูเบอรี่ ด้วยกรดเพอร์แอซีติก (100 mg/L) พบว่าสามารถลดปริมาณของ *E. coli* O157:H7, *S. Typhimurium* DT 104 และ *Listeria monocytogenes* ที่ปนเปื้อนได้ ในขณะที่พอลิซอร์เบตซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวที่สามารถช่วยลดการเกาะติดแน่นของเซลล์แบคทีเรียที่บริเวณผิวของผักกาดขาว ส่งผลให้เซลล์แบคทีเรียหลุดออกไปได้ง่ายขึ้นในขั้นตอนการล้าง (Dikici *et al*., 2013) ส่วนการล้างด้วยคลื่นเหนือเสียงเป็นการปล่อยคลื่นความถี่สูงในน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของน้ำขนาดเล็กจำนวนมากและเกิดซ้ำ ๆ กัน ส่งผลให้เซลล์ของแบคทีเรียและสารที่เกาะติดที่ผิวของผักกาดขาวหลุดออกไปได้ (Bilek and Turantas, 2013) จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าผลของการทำงานร่วมกันของกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียง และกรดเพอร์แอซีติกและพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียงสูง มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าการใช้สารชนิดเดียวหรือวิธีการเดียวในการล้างเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหารที่เกาะติดที่ผิวของผักกาดขาวตัดแต่ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Sagong *et al*. (2013) ที่รายงานผลของการล้างผักกาดหอมและแครอทด้วยคลื่นเหนือเสียงร่วมกับ Tween 20 (0.1%) ที่สามารถลดปริมาณสปอร์ของ *Bacillus cereus* ลงได้ 2.49 และ 2.22 log CFU/g ตามลำดับ และจากการประเมินด้วยสายตาไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ไม่พึงประสงค์ในด้านลักษณะปรากฏของผักกาดขาวตัดแต่งหลังจากล้างด้วย T6 และ T8 (ไม่ได้แสดงผล)

สรุป

วิธีการล้างผักกาดขาวตัดแต่งด้วยกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงสูง และกรดเพอร์แอซีติกและพอลิซอร์เบตร่วมกับคลื่นเหนือเสียงสูง เป็นเวลา 3 นาที เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของ *S. typhimurium* และ *E. coli* ที่ปนเปื้อนผักกาดขาวตัดแต่งได้มากที่สุด จัดเป็นวิธีทางเลือกใหม่สำหรับใช้ล้างผักกาดขาวตัดแต่งที่ไม่ทิ้งสารตกค้างที่เป็นอันตรายไว้ในผักและยังเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาอีกด้วย

คำขอบคุณ

ขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานสินค้าเกษตร. 2556. การปฏิบัติที่ดีของสำหรับการผลิตผักและผลไม้สดตัดแต่งพร้อมบริโภค. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Bilek, S.E. and F. Turantas. 2013. Decontamination efficacy of high power ultrasound in the fruit and vegetable industry, a review. International Journal of Food Microbiology 166: 155 – 162.

Davidson, P.M. and A. L. Branen. 1993. Antimicrobial in Foods. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc.

N. Y. Dikici, A., A. Arslan, H. Yalcin, P. Ozdemir, I. Aydin and M. Calicioglu. 2013. Effect of Tween 20 on antimicrobial effects of acidic, neutral and alkaline decontamination fluids. Food Control 30: 365 – 369.

Forghani F. and D. Oh. 2013. Hurdle enhancement of slightly acidic electrolyzed water antimicrobial efficacy on Chinese cabbage, lettuce, sesame leaf and spinach using ultrasonication and water wash. Food Microbiology 36: 40-45.

Ruiz-Cruz, S., E. A. Felix, M. Diaz-Cinco, M. Islas-Osuma and G. A. Gonzalez-Aguilar. 2007. Efficacy of sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonell*a spp. and *Listeria monocytogenes* populations on fresh-cut carrots. Food Control 18 (11): 1383 – 1390.

Sagong, H., H. Cheon, S. kim, S. Lee, K. Park, M. Chung, Y. Choi and D. Kang. 2013. Combined effects of ultrasound and surfactants to reduce *Bacillus cereus* spores on lettuce and carrots. International Journal of Food Microbiology 160: 367 – 372.

Singh, P., Y. Hung and H. Qi. 2018. Efficacy of peracetic acid in inactivating foodborne pathogens on fresh produce surface. Journal of Food Science 83(2): 432 – 439.