

ผลของน้ำส้มสายชู กรดซิตริก และโซเดียมไบคาร์บอเนตต่อการลดลงของ  
*Salmonella Typhimurium* บนใบสะระแหน่  
Effects of Vinegar, Citric Acid and Sodium Bicarbonate on Reduction of  
*Salmonella Typhimurium* on Peppermint

สุดสายชล หอมทอง\* และนันท์วัน กรัตพงษ์

ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Sudsaichon Homthong\* and Nanthawan Karatpong

Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University

## บทคัดย่อ

ผลของน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริกความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ต่อการลดลงของ *Salmonella Typhimurium* บนใบสะระแหน่ ที่เวลา 0, 15 และ 30 นาที โดยใช้เชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g พบว่าสารที่ใช้ทดสอบและเวลาที่ใช้สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) สำหรับน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 15 และ 30 นาที และกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที สามารถลด *S. Typhimurium* ได้สูงสุด โดยอยู่ในช่วง 4.16-4.76 log cfu/g ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) อย่างไรก็ตามการใช้น้ำส้มสายชู 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที ทำให้ใบสะระแหน่เกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย ส่วนน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ต่ำ

**คำสำคัญ :** สะระแหน่ *Salmonella Typhimurium* น้ำส้มสายชู กรดซิตริก โซเดียมไบคาร์บอเนต

## Abstract

To evaluate the effects of vinegar, citric acid and sodium bicarbonate on reduction of *Salmonella Typhimurium* on peppermint, approximately 5 log cfu/g of *S. Typhimurium* were inoculated on peppermint leaves. They were subjected to be treated with 2% and 5% (v/v) vinegar, 2% and 5% (w/v) citric acid and 1% and 2% (w/v) sodium bicarbonate for 0, 15 and 30 min. Treatment of sanitizers and times in reducing the numbers of *S. Typhimurium* were statistically different ( $p < 0.05$ ). The 5% vinegar (15 and 30 min) and 5% citric acid (30 min) were effective maximum reduction ranging between 4.16-4.76 log cfu/g, there were no statistically different ( $p > 0.05$ ) from those solutions. However, discoloration and browning have been observed on peppermint leaves treated with 5% vinegar for 30 min. While 2% vinegar and 1% and 2% sodium bicarbonate were low effective in the reduction of *S. Typhimurium*.

**Keywords :** peppermint, *Salmonella Typhimurium*, vinegar, citric acid, sodium bicarbonate

\*Corresponding author. E-mail: sudsai@buu.ac.th

## บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการบริโภคผักและผลไม้สดเพิ่มสูงขึ้นทุกปี โดยมีการบริโภคต่อคนในอัตราที่สูงขึ้น คิดเป็นมูลค่าบริโภคภายในประเทศประมาณ 80,000 ล้านบาทต่อปี ผักจึงมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศทั้งใช้บริโภคภายในประเทศและส่งออกนำเงินตราเข้าสู่ประเทศ เนื่องจากเป็นที่ยอมรับกันว่าการบริโภคผักให้คุณค่าทางโภชนาการและนำไปสู่การมีสุขภาพที่ดี (ธีระ สุตะบุตร, 2543) ผักสดที่มีการติดต่อด้านขายกันอย่างแพร่หลาย มีวางจำหน่ายอยู่ทั่วไปตามตลาดสด ตลาดขายปลีก หรือหาซื้อได้จากซูเปอร์มาเก็ตสู่ผู้บริโภคโดยตรง การเลือกผักสดให้มีมาตรฐานทางจุลชีววิทยาจึงจัดเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริโภคควรคำนึงถึงเป็นอย่างมาก เนื่องจากผักสดเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สามารถพบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้ง่ายโดยพบการปนเปื้อนตั้งแต่อยู่ในแปลงหรือในสวน โดยมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อมที่เพาะปลูก ได้แก่ ดิน น้ำ อากาศ การขนส่ง อุปกรณ์การเพาะปลูกและทันทีที่ผักถูกเก็บเกี่ยวเพื่อนำไปจำหน่ายในตลาด อาจมีการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นจากผู้สัมผัส ภาชนะบรรจุ ผักและผลไม้ด้วยกันเอง รวมทั้งน้ำล้างทำความสะอาดผัก (บุษกร อุดรภิชชาติ, 2545) ทั้งหมดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ไปสู่ผู้บริโภค

ผักสดหลายชนิดที่ผู้บริโภคนิยมรับประทานสดๆ ได้แก่ ผักกาดหอม กะหล่ำปลี ผักกาดขาว ผักชี สะระแหน่ เป็นต้น (สุเมธ ตันตระเธียร, 2539) มีรายงานว่าพบแบคทีเรียในผักสด ได้แก่ *Salmonella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Shigella sonnei*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus* และ *Aeromonas* spp. (Sengun & Karapinar, 2005b) โดย *Salmonella* spp. มีการรายงานอยู่บ่อยครั้งว่าเป็นสาเหตุการแพร่ระบาดของโรคระบบทางเดินอาหาร เช่น พบการระบาดของ S. Chester ในปี พ.ศ. 2533 S. Poona และ S. Javiana ในปี พ.ศ. 2534 ในแคนาดา ตามลำดับ ในปี 2533 และ 2536 พบการระบาดของ S. Montevideo และ S. Javiana ในมะเขือเทศที่เมืองอิลลินอยส์ รัฐมิชิแกน และรัฐวิสคอนซิน ตามลำดับ (Sengun & Karapinar, 2004) และเมื่อปี 2548 ได้มีการประกาศของกรมวิชาการเกษตรจากประเทศไทยถึงมาตรการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* ในผักสดก่อนการส่งออกไปนอกราชอาณาจักรเนื่องจากประเทศนอร์เวย์ห้าม

นำเข้าผักสดของไทยเป็นการชั่วคราว 8 ชนิด คือ ผักชีไทย ผักชีฝรั่ง ใบกระเพรา ใบโหระพา ผักแขยง ใบสะระแหน่ ผักแพรว และต้นหอมจากประเทศไทย เนื่องจากประเทศนอร์เวย์และสมาชิกสหภาพยุโรปหลายประเทศตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ *E. coli* และ *Salmonella* ทำให้อาจมีผลกระทบต่อการส่งออกผักสดของไทยในตลาดยุโรปได้ (ประกาศกรมวิชาการเกษตร, 2548) ดังนั้นทำให้ต้องมีการป้องกันและกำจัด *Salmonella* ออกจากผักสดโดยเฉพาะในขั้นตอนการล้างผลิตภัณฑ์ผัก พบว่าการล้างผักด้วยน้ำจะสามารถล้างดินและสิ่งปนเปื้อนได้เท่านั้นแต่ไม่สามารถกำจัดจุลินทรีย์ได้สมบูรณ์ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2541)

ปัจจุบันจึงมีการใช้น้ำยาล้างผักเพื่อกำจัดเชื้อก่อโรคออกจากผักสด รวมถึงการใช้คลอรีน และกรดต่างๆ เช่น กรดอะซิติก กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกรดแลคติก (Sengun & Karapinar, 2005b) และยังมีการใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟต ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และโอโซน (Sengun & Karapinar, 2004) เพื่อฆ่าเชื้อหรือทำให้ลดน้อยลง พบว่าการล้างด้วยคลอรีนยังให้ประสิทธิภาพในการกำจัดจุลินทรีย์ไม่ดีพอ (Bari et al., 1999) และสารบางชนิดที่กล่าวมามีข้อจำกัดในการใช้ เนื่องจากต้องคำนึงถึงชนิดของสารเคมี ปริมาณความเข้มข้นและระยะเวลาที่ใช้ (จรัสรัตน์ มีสมิทธิ, 2548) ทำให้สารเคมีเหล่านี้ยังไม่เหมาะสมสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในครัวเรือนอีกทั้งอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของน้ำส้มสายชู กรดซิตริก และโซเดียมไบคาร์บอเนต ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาต่างๆ เพื่อกำจัดหรือลดจำนวน *S. Typhimurium* จากการปนเปื้อนในผักสด เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคผักสดและยังเป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบการศึกษาน้ำยาล้างผักชนิดอื่นๆ ในอนาคต

## วัตถุประสงค์และวิธีการ

### 1. แบคทีเรีย

*Salmonella* Typhimurium DMST 15674 (ได้รับความอนุเคราะห์จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี)

### 2. ตัวอย่างอาหาร

ใบสะระแหน่ ที่จำหน่ายบริเวณตลาดหนองมนและตลาดนัดหลังมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

### 3. การเตรียมเชื้อ

นำ *S. Typhimurium* ไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร Tryptone Soy agar (TSA) บ่มที่ตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเชื้อจำนวน 1 โคโลนี ไปเพาะเลี้ยงในอาหาร Tryptone soy broth (TSB) ปริมาตร 200 มิลลิลิตร บ่มที่ตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำเชื้อมาปรับความเข้มข้นโดยเทียบกับความขุ่นมาตรฐานของ McFarland เบอร์ 0.5 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร จะได้ค่าการดูดกลืนแสงระหว่าง 0.08-0.1 ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาณเชื้อประมาณ  $10^8$  cfu/ml จากนั้นถ่ายเชื้อ 10 มิลลิลิตร ไปยัง sterile peptone water 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 ลิตร ที่มี pH 6.3 จะได้เชื้อประมาณ  $6 \log$  cfu/ml

### 4. การเพาะเชื้อ *Salmonella* ลงบนไบสระระแทน (ดัดแปลงจาก Sengun & Karapinar, 2005a)

นำไบสระระแทนแต่ละตัวอย่างมาล้างด้วยน้ำสะอาดปลอดเชื้อแล้วใช้กรรไกรปลอดเชื้อ ตัดส่วนที่เป็นก้านออกจากนั้นนำมาซึ่งใส่ถุงพลาสติกปลอดเชื้อ จำนวน 28 ถุง ถุงละ 10 กรัม นำไบสระระแทนแต่ละถุงผสมกับเชื้อที่เตรียมในข้อ 3 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเทเชื้อออกด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ ปิดปากถุงแล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (เพื่อให้เซลล์ติดอยู่กับไบสระระแทน) นำไปทดสอบต่อไป

### 5. การทดสอบน้ำส้มสายชู กรดซिटริก และโซเดียมไบคาร์บอเนตกับไบสระระแทน (ดัดแปลงจาก Sengun & Karapinar, 2005a)

นำไบสระระแทนที่เพาะเชื้อแล้วในข้อ 4 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ไม่ใส่สารทดสอบเป็นชุดควบคุม และส่วนที่ใส่สารทดสอบ นำส่วนที่ใส่สารมาเติมสารละลายชนิดต่างๆ ดังนี้ น้ำส้มสายชู ความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (ที่มีกรดอะซิติก 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ปริมาตรต่อปริมาตร) สารละลายกรดซिटริก ความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) สารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักต่อปริมาตร) และนำกลิ่นปราศจากเชื้อใส่ลงในถุงที่มีไบสระระแทนที่เพาะเชื้อไว้ถุงละ 50 มิลลิลิตร ที่เวลา 0, 15 และ 30 นาที เมื่อครบกำหนดทดสอบและนำกลิ่นออกล้างด้วยน้ำสะอาด 3 ครั้ง หลังจากนั้นนำไบสระระแทนไปวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อต่อไป

### 6. การตรวจนับเชื้อ (AOAC, 1990)

นำไบสระระแทนที่ไม่ใส่สารทดสอบ ที่ใส่สารทดสอบและนำกลิ่นมาแยกใส่ในถุง stomacher และเติม Buffered Peptone water (BPW) จำนวน 90 มิลลิลิตร ตีปั่นด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 1 นาที ทำการเจือจาง 7 ระดับ ตั้งแต่  $10^{-1}$ - $10^{-7}$  โดยใช้ BPW จากนั้นนำมาทำการ spread plate บนอาหาร Bismuth Sulphite agar ทำ 3 ซ้ำ ในการแต่ละชุด นำจานอาหารบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ คำนวณค่า cfu/g เปรียบเทียบระหว่างไบสระระแทนที่ใช้กลิ่นปราศจากเชื้อกับไบสระระแทนที่ใส่สารทดสอบ ทำการยืนยันเชื้อโดยเลือกโคโลนีที่เป็นลักษณะโคโลนีเฉพาะของเชื้อ *S. Typhimurium* มาทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีใน TSI ให้ผล K/A, G+,  $H_2S$ + และ LIA ให้ผล lysine +

### 7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูล 3 ซ้ำในการทดลองแต่ละชุดมาวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน *f*-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test

### ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ในการศึกษาผลของน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ กรดซिटริก ความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบนไบสระระแทน เป็นระยะเวลา 0, 15 และ 30 นาที พบว่าเมื่อใช้น้ำส้มสายชูความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช 2.83) และ 5 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช 2.73) ในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบนไบสระระแทน โดยมีเชื้อเริ่มต้น  $4.83 \log$  cfu/g พบว่าสารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) สามารถลดปริมาณของ *S. Typhimurium* ลงได้  $1.7 \log$  cfu/g และลดลงมากที่สุด  $4.16 \log$  cfu/g เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลา 15 และ 30 นาที ซึ่งมากกว่าการใช้สารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 1 โดยที่เวลา 30 นาที ทำให้ไบสระระแทนเกิดสีน้ำตาลเล็กน้อย (ไม่ได้แสดงผล) ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Sengun & Karapinar (2004, 2005a) ที่พบว่าน้ำส้มสายชูที่มีกรดอะซิติก 4.03 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* อยู่ในช่วง  $1.57$ - $3.58 \log$  cfu/g จากระดับเชื้อตั้งต้น  $6.41 \log$  cfu/g โดยปริมาณเชื้อลดลงมากที่สุดที่เวลา 60 นาที นอกจากนี้ยังมีการศึกษาน้ำส้มสายชู

ความเข้มข้น 3.95 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* บนใบรีอกเกิด อยู่ในช่วง 1.32-2.81 log cfu/g จากระดับเชื้อตั้งต้น 6.33 log cfu/g โดยจำนวนเชื้อลดลงมากที่สุด ที่เวลา 30 นาที และการลดปริมาณ *S. Typhimurium* บนต้นหอม อยู่ในช่วง 0.93-2.1 log cfu/g โดยลดปริมาณเชื้อลงมากที่สุด ที่เวลา 60 นาที อย่างไรก็ตามมณฑกานต์ บุญยการ (2545) พบว่าการล้างมะเขือเทศหั่นแว่นด้วยกรดอะซิติกที่มีพีเอช 4 สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ 1.1 log cfu/g จากปริมาณเชื้อเริ่มต้น ภายในเวลา 15-30 นาที และการล้างแครอทหั่นฝอยด้วยกรดอะซิติกเช่นกัน สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ 1.2-1.5 log cfu/g ที่เวลา 15-30 นาที ในการศึกษาพบว่า การแช่ใบสะระแห่นด้วยน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ เท่ากับการแช่เป็นเวลา 15 นาที แต่ทำให้ใบสะระแห่นเกิดสีน้ำตาล ดังนั้นการลดปริมาณ *S. Typhimurium* จึงควรแช่ด้วยน้ำส้มสายชู ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที การที่น้ำส้มสายชู มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้เนื่องจาก ความเป็นกรดที่มีผลในการทำลายเซลล์ โดยจะไปลดพีเอช ภายในเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้มีผลต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม ภายในเยื่อหุ้มเซลล์ (Beuchat & Golden, 1989)

เมื่อใช้สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช 2.16) และ 5 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช 1.94) ในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบนใบสะระแห่น โดยมีเชื้อเริ่มต้น 5.43 log cfu/g พบว่าเมื่อให้สารละลายกรดซิตริกที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) สามารถลดปริมาณของ *S. Typhimurium* ลงได้ 1.16 log cfu/g และ 2.90 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนที่เวลา 15 และ 30 นาที ปริมาณ *S. Typhimurium* ลดลงอย่างต่อเนื่อง และลดลงมากที่สุด 4.76 log cfu/g เมื่อใช้กรดซิตริกที่มีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาที แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งที่ความเข้มข้นดังกล่าวนี้ จะไม่ทำให้กลิ่นและลักษณะเนื้อสัมผัสของใบสะระแห่นเปลี่ยนแปลง และยังเป็นการช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผักได้อีกด้วย ซึ่งจะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่จะเกิดขึ้น โดยปฏิกิริยาเริ่มต้น เกิดจากการไฮดรอกซิเลชันของสารประกอบ โมนิฟีนอลิกไปเป็นโอ-ไดฟีนอล (O-diphenol) และถูกออกซิไดส์ต่อไปเป็นโอ-ควิโนน (O-quinone) และจะทำปฏิกิริยาแบบไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้องกับสารประกอบต่างๆ รวมทั้งสารประกอบ ฟีนอลิกและกรดอะมิโน ทำให้เกิดรงควัตถุต่างๆ ซึ่งถ้าหากมี

กรดซิตริกจะไปรีดิวส์ควิโนน โดยมีเอนไซม์ polyphenoloxidase (PPO) ที่พบในพืชจะเป็นตัวเร่งโอ-ควิโนน กลับไปเป็นไดไฮดรอกซีโพลีฟีนอล ทำให้ไม่มีการสะสมของควิโนน ดังนั้นปฏิกิริยาที่จะเกิดสีน้ำตาลก็จะไม่เกิดขึ้น (คิวาพร คิวเวซ, 2546) จากผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นและระยะเวลาในการให้สารละลายกรดซิตริก จะมีผลต่อประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อได้แตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของ Sengun & Karapinar (2004, 2005a) ที่กล่าวว่าเมื่อใช้น้ำมะนาวที่มีกรดซิตริก 4.46 เปอร์เซ็นต์ สามารถกำจัด *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบนแครอทที่หั่นเป็นชิ้น ที่เวลา 0, 15 30 และ 60 นาที โดยมีระดับเชื้อตั้งต้น 6.27 log cfu/g สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* อยู่ในช่วง 1.73-3.95 log cfu/g โดยที่เวลา 0 นาที ลดลง 1.73 log cfu/g ที่เวลา 15 และ 30 นาที ลดลงมากขึ้น 2.68 log cfu/g และลดลงมากที่สุดถึง 3.95 log cfu/g ที่เวลา 60 นาที และการศึกษาผลของน้ำมะนาวที่มีกรดซิตริก 4.2 เปอร์เซ็นต์ ในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* บนใบรีอกเกิดและต้นหอมที่มีระดับเชื้อตั้งต้น คือ 7.1 log cfu/g สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* บนใบรีอกเกิดและบนต้นหอมลงได้ 1.87-3.52 log cfu/g และ 1.43-2.86 log cfu/g ตามลำดับ การที่กรดซิตริกมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ เนื่องมาจากกลไกในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ คือ กรดซิตริกมีผลในการควบคุมกระบวนการสังเคราะห์ ATP ที่เกิดขึ้นในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอน หรือมีผลยับยั้งการเคลื่อนย้ายสารเมแทบอลิต์ภายในเซลล์ (Branen et al., 2002) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Hinton (1996) ที่กล่าวว่ากรดอินทรีย์จะแตกตัวแล้วเข้าไปในเซลล์ของ *Salmonella* ในรูปของประจุบวกและประจุลบ โดยประจุบวกเพิ่มความเข้มข้นในเซลล์แบคทีเรีย *Salmonella* จึงต้องเสียพลังงานเพื่อรักษาความเป็นกรดต่างให้อยู่ในสภาพที่สมดุล ส่วนประจุลบขัดขวางการสร้างดีเอ็นเอส่งผลให้ *Salmonella* ไม่สามารถสร้างโปรตีนได้ จากผลกระทบดังกล่าวข้างต้นทำให้เชื้อไม่สามารถแบ่งตัวได้ รวมทั้งกลไกการทำงานต่างๆ ภายในเซลล์หยุดลง และเชื้อแบคทีเรียถูกทำลายในที่สุด

สำหรับการใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช 8.15) และ 2 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช 9.6) ในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบนใบสะระแห่น โดยมีเชื้อเริ่มต้น 5.2 log cfu/g พบว่าเมื่อให้สารละลายที่มีความเข้มข้นทั้งสอง ที่เวลา 0, 15 และ 30 นาที สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ลงได้เล็กน้อย โดยที่การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์

**ตารางที่ 1** ผลของน้ำส้มสายชูเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไบคาร์บอเนตเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ต่อการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบนใบสะระแหน่

สารละลาย	เวลา (นาที)	ปริมาณเชื้อที่รอดชีวิต (log cfu/g) <sup>a</sup>	ปริมาณเชื้อที่ลดลง (log cfu/g)
น้ำส้มสายชู 2 % (pH 2.83)	Control <sup>b</sup>	4.83 ± 0.27C	
	0	3.44 ± 0.23B	1.39
	15	3.16 ± 0.21B	1.67
น้ำส้มสายชู 5 % (pH 2.73)	Control <sup>b</sup>	4.83 ± 0.27C	
	0	3.13 ± 0.20B	1.70
	15	0.67 ± 1.15A	4.16
กรดซิตริก 2 % (pH 2.16)	Control <sup>b</sup>	5.43 ± 0.03B	
	0	4.27 ± 0.07B	1.16
	15	1.75 ± 1.52A	3.68
กรดซิตริก 5 % (pH 1.94)	Control <sup>b</sup>	5.43 ± 0.03C	
	0	2.53 ± 0.21B	2.90
	15	3.05 ± 0.13B	2.38
โซเดียมไบคาร์บอเนต 1% (pH 8.15)	Control <sup>b</sup>	5.20 ± 0.05C	
	0	4.47 ± 0.23B	0.73
	15	4.48 ± 0.22B	0.72
โซเดียมไบคาร์บอเนต 2% (pH 9.60)	Control <sup>b</sup>	5.20 ± 0.05C	
	0	4.77 ± 0.10B	0.43
	15	4.72 ± 0.25B	0.48
น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ (pH 8.04)	Control <sup>b</sup>	5.20 ± 0.05B	
	0	4.14 ± 0.11A	1.06
	15	4.03 ± 0.11A	1.17
	30	3.98 ± 0.26A	1.22

**หมายเหตุ** <sup>a</sup> ปริมาณของ *S. Typhimurium* ที่ตรวจพบบนใบสะระแหน่หลังจากการทดลอง และแสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (± S.D.) ตัวอักษร A, B และ C ที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในตัวอย่างกลุ่มการทดลองเดียวกันที่ระยะเวลาต่างๆ

<sup>b</sup> ใบสะระแหน่ที่ไม่เติมสารทดสอบ

เป็นเวลา 30 นาที สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ลงได้มากที่สุด 1.32 log cfu/g และ 1.06 log cfu/g ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้โซเดียมไฮคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ต่ำกว่าการใช้น้ำกลั่นปราศจากเชื้อ (พีเอช 8.04) การที่สารละลายโซเดียมไฮคาร์บอเนต มีประสิทธิภาพต่ำในการกำจัดเชื้อ *S. Typhimurium* อาจเนื่องมาจากสารชนิดนี้มีสมบัติเป็นสารละลายเบสซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Na-ngam, et al., (2004) กล่าวว่าในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียที่เรียกว่าพีเอชที่มีความเป็นเบสแต่น้อยกว่า 10 จะ มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อต่ำนอกจากนี้โซเดียมไฮคาร์บอเนต ยังมีคุณสมบัติเป็นสาร surfactants โดยกลไกในการฆ่าเชื้อของ surfactants นั้น คือ เมื่อถูกดูดซับที่ผิวของเซลล์ จะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ กลไกในการฆ่าเชื้อของโซเดียมไฮคาร์บอเนตเป็นการดูดซับเช่นเดียวกับสบู่ หากมีสารอินทรีย์ที่ไบสระแห่น surfactants ก็จะไปทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ ซึ่งทำให้ฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อลดลงและกลับกลายเป็นแหล่งอาหารของเชื้อได้ (สุวิมล กิรติพิบูล และบัณฑิต ประดิษฐานุกรม, 2545) จากเหตุผลดังกล่าวอาจทำให้โซเดียมไฮคาร์บอเนตสามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้น้อยกว่าน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ

จากการศึกษาครั้งนี้ได้นำ *S. Typhimurium* มาเพาะลงบนไบสระแห่น แล้วนำมาล้างด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ (พีเอช 8.04) เพื่อใช้เป็นชุดควบคุม ซึ่งพบว่าสามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้สูงสุด 1.22 log cfu/g แสดงดังตารางที่ 1 โดยการใช้ น้ำกลั่นปราศจากเชื้อเปรียบเทียบกับสารอื่นพบว่าลดปริมาณเชื้อได้น้อยแต่ก็สูงกว่าโซเดียมไฮคาร์บอเนต และเมื่อเพิ่มระยะเวลาแช่ผักนานขึ้นไม่ได้ทำให้ปริมาณเชื้อลดลงมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับรายงานของ Sengun & Karapinar (2005b) กล่าวว่าน้ำกลั่นปราศจากเชื้อสามารถลดปริมาณ *Y. enterocolitica* ที่เพาะลงบนแครอทได้ประมาณ 1 log cfu/g โดยไม่มีความแตกต่างนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) ที่เวลา 0, 15, 30 และ 60 นาที และหากใช้น้ำประปาในการล้างจะสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้น้อยกว่า 1 log cfu/g เนื่องจากการล้างด้วยน้ำเป็นเพียงการลดการปนเปื้อนทางกายภาพอาจชะล้าง ดิน ทราาย และเซลล์จุลินทรีย์อื่น ๆ ออกจากผักและผลไม้เท่านั้น แต่ไม่สามารถกำจัดจุลินทรีย์ออกได้หมด (Beuchat, 1992; Wisniewsky, et al., 2000) รวมทั้งยังสอดคล้องกับการทดลองของ Beuchat, et al., (1998) ที่พบว่าน้ำประปาจะลด *E. coli* และ *S. Typhimurium*

ที่ปนเปื้อนบนแอปเปิ้ล มะเขือเทศและผักกาดหอมลงได้เพียง 0.2 log cfu/ml เท่านั้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ และกรดซิตริกความเข้มข้น 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ดี ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) กับน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไฮคาร์บอเนตความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 15 และ 30 นาที และกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ทำให้สรุปได้ว่าการใช้สารละลายกรดซิตริกและน้ำส้มสายชูมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณหรือกำจัด *S. Typhimurium* และสามารถนำมาใช้ล้างหรือแช่ผักและผลไม้เพื่อลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้ ซึ่งแนวโน้มในการเพิ่มความเข้มข้นและระยะเวลา จะพบว่ากรดซิตริกมีประสิทธิภาพค่อนข้างดีกว่าน้ำส้มสายชูและโซเดียมไฮคาร์บอเนต ตามลำดับ โดยสารละลายกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที ให้ผลดีที่สุด เนื่องจากกรดซิตริกเป็นตัวออกซิไดส์ที่แรงและมีความเสถียรมากกว่า (ศิวาพร ศิวเวช, 2535) ดังนั้นการใช้สารดังกล่าวในการล้างผักและผลไม้สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว ประสิทธิภาพของน้ำยาล้างผัก นอกจากจะขึ้นอยู่กับสมบัติทางเคมีของสารฆ่าเชื้อแล้วยังขึ้นกับผิวของไบสระแห่นที่มีลักษณะขรุขระ มีร่อง รอยแยก หลุม และรูเปิดธรรมชาติของผิว ทำให้ *S. Typhimurium* สามารถเข้าไปยึดเกาะที่ตำแหน่งดังกล่าวของใบได้ รวมทั้งลักษณะการใช้ของไบสระแห่นที่ไม่มีการหั่นฝอย มีผลให้พื้นที่สัมผัสของไบสระแห่นมีน้อย ดังนั้นโอกาสที่สารฆ่าเชื้อจะเข้าไปทำลาย *S. Typhimurium* จึงยาก สอดคล้องกับการรายงานของ Park & Beuchat (1999) ที่ศึกษาผลของสารฆ่าเชื้อในการทำลาย *E. coli* O157:H7, Salmonella และจุลินทรีย์ที่มีตามธรรมชาติในแคนตาลูปและแตงฮันนีดิว พบว่าหลังจากล้างผลไม้ด้วยสารฆ่าเชื้อเป็นเวลา 3 นาที ตรวจพบปริมาณจุลินทรีย์รอดชีวิตในแตงฮันนีดิวน้อยกว่าในแคนตาลูป เพราะผิวของแตงฮันนีดิวมีลักษณะเรียบกว่าแคนตาลูป ดังนั้นเซลล์สามารถยึดเกาะและถูกชะล้างออกได้ง่ายกว่า สภาพที่ใช้ในการแช่หรือล้างผัก เช่น ความเข้มข้น และเวลาที่ใช้ในการล้างก็มีผลต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์เช่นกัน (Gelinis, et al., 1984) ดังนั้นการลดปริมาณแบคทีเรียให้ได้ปริมาณมากจำเป็นต้องเพิ่มความเข้มข้นของสารที่ใช้ แต่การใช้เวลาในการล้างผักนานเกินไป อาจมีข้อเสียคือ อาจทำให้สีของผักเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้การล้างผัก

เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดควรคำนึงถึงวิธีการที่ใช้ล้างผักด้วย เช่น การจุ่ม แช่ หรือชะล้าง (Marriott, 1999) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ากรดซิตริกมีประสิทธิภาพค่อนข้างดีกว่าน้ำส้มสายชู และโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ตามลำดับ โดยไม่ทำให้ลักษณะเนื้อ สัมผัส กลิ่น และสีของใบสาระแหน่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นเมื่อผู้บริโภคซื้อสาระแหน่หรือผักสดๆ มาจากท้องตลาดแล้ว ก่อนที่จะบริโภค ดิบๆ ควรแช่ใบสาระแหน่หรือผักสดด้วยกรดซิตริกความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา 30 นาที ซึ่งอาจหาซื้อกรดซิตริกที่อยู่ในรูปผงมาและเตรียมให้ได้ 5 เปอร์เซ็นต์ เช่น ชั่งกรดมา 50 กรัม หรือครึ่งขีดและเติมน้ำลงไป 1 ลิตร ก็จะได้กรดซิตริก 5 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจใช้น้ำส้มสายชูความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้เวลา 15 นาที (น้ำส้มสายชูที่จำหน่ายตามร้านค้ามักมีความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์) หลังจากแช่ใบสาระแหน่หรือผักสดด้วยสารดังกล่าว แล้วก็ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งเพื่อลดกลิ่นของสารดังกล่าว หรือลดเชื้อได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งวิธีดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคมากยิ่งขึ้น

## สรุป

ผลของการใช้น้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และ 5 เปอร์เซ็นต์ กรดซิตริก 2 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และ โซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ในการลดปริมาณหรือกำจัดเชื้อ *S. Typhimurium* ที่เพาะลงบน ใบสาระแหน่โดยใช้เชื้อเริ่มต้นประมาณ 5 log cfu/g เป็นระยะเวลา 0, 15 และ 30 นาที พบว่าประสิทธิภาพของสารละลาย น้ำส้มสายชูความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* อยู่ในช่วง 1.39-2.53 log cfu/g และลดลงมากที่สุดเมื่อใช้ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 15 และ 30 นาที คือ 4.16 log cfu/g แต่ที่เวลา 30 นาที ใบสาระแหน่เกิด สีน้ำตาลเล็กน้อย ขณะที่ประสิทธิภาพของสารละลายกรดซิตริก ที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้อย่างต่อเนื่อง อยู่ในช่วง 1.16-4.00 log cfu/g และที่ความเข้มข้นของกรดซิตริก 5 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 30 นาที ให้ผล ในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ได้ดีที่สุดถึง 4.76 log cfu/g โดยใบสาระแหน่ไม่เกิดสีน้ำตาล สำหรับสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ที่มีความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* อยู่ในช่วง 0.72-1.32 log cfu/g และ 0.45-1.06 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้น้ำกลั่นปราศจากเชื้อโดยสามารถลดปริมาณ *S. Typhimurium* อยู่ในช่วง 1.06-1.22 log cfu/g จากการทดลองสรุปได้ว่า

กรดซิตริกและน้ำส้มสายชูมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* แต่โซเดียมไฮโปคลอไรต์มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณ *S. Typhimurium* ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ปราศจากเชื้อ

## เอกสารอ้างอิง

- จूरรัตน์ มีสมิทธิ. (2548). *ปฏิบัติการจุลชีววิทยาทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ธีระ สุตตะบุตร. (2543). *แผนกลยุทธ์การวิจัยด้านเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรตามวาระการวิจัยแห่งชาติในภาวะวิกฤตเพื่อฟื้นฟูชาติ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุษกร อัครภิชชาติ. (2545). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ประกาศกรมวิชาการเกษตร. (2548). *มาตรการตรวจสอบเชื้อ Escherichia coli (E. coli) และ Salmonella ในผักสด ก่อนการส่งออกป้อนราชอาณาจักร*. วันที่ค้นข้อมูล 2 สิงหาคม 2549, เข้าถึงได้จาก [http://www.doa.go.th/pprdo/export\\_News&Info/ประกาศกรมวิชาการเกษตร มาตรการตรวจสอบเชื้อ%20E\\_coli%20และ%20Salmon....pdf](http://www.doa.go.th/pprdo/export_News&Info/ประกาศกรมวิชาการเกษตร มาตรการตรวจสอบเชื้อ%20E_coli%20และ%20Salmon....pdf)
- มนทกานต์ บุญยการ. (2545). *การลดการปนเปื้อนข้ามของ Salmonella Typhimurium ระหว่างการเตรียมผักสลัด โดยสารฆ่าเชื้อประเภทคลอรีน*. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวาพร ศิวเวชช. (2535). *วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร*. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริม และฝึกอบรมการเกษตร แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวาพร ศิวเวชช. (2546). *วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 1*. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.
- สุมาลี เหลืองสกุล. (2541). *จุลชีววิทยาทางอาหาร*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สุเมธ ดันตระเธียร. (2539). *จุลินทรีย์กับการถนอมอาหาร*. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาเคมีและจุลชีววิทยาของอาหาร หน่วยที่ 11-15* (หน้า 4-46). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- สุวิมล กิรติพิบูล และบัณฑิต ประดิษฐานวงษ์. (2545). *การควบคุมจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมอาหาร*. กรุงเทพฯ: ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th ed.). Virginia : Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Bari, M.L., Kusunoki, H., Furukawa, H., Ikeda, H., Isshiki, K., and Uemura, T. (1999). Inhibition of growth of *Escherichia coli* O157:H7 in fresh radish (*Raphanus sativus*) sprout production by calcinated calcium. *Journal of Food Protection*, 62, 128-132.
- Beuchat, L.R. (1992). Surface disinfection of raw produce. *Dairy Food Environmental Sanitation*, 12, 6-9.
- Beuchat, L.R., and Golden, D.A. (1989). Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technology*, 43, 134-142.
- Beuchat, L.R., Nail, B.V., Adler, B.B., and Clavero, M.R.S. (1998). Efficacy of spray application of chlorinated water in killing pathogenic bacteria on raw apples, tomatoes and lettuce. *Journal of Food Protection*, 61, 1305-1311.
- Branen, A. L., Davidson, P. m., Salminen, S., and Thorngate III, J. H. (2002). *Food Additives*. 2<sup>rd</sup> ed. New York: Marcel Dekker, Inc..
- Gelinas, P., Goulet, J., Tastayre, G.M., and Picard, G.A. (1984). Effect of temperature and contact time on the activity of eight disinfectants a classification. *Journal of Food Protection*, 47, 841-847.
- Hinton, M. (1996). Organic acid for control of *Salmonella*. *World Poultry-Misset (supplement)*, 33.
- Marriott, N.G. (1999). *Principles of food sanitation*. 4<sup>th</sup> ed. Maryland: Aspen Publishers, Inc..
- Na-ngam, N., Angkititakul, S., Noimay, P., and Thamlikitkul, V. (2004). The effect of quicklime (calcium oxide) as an inhibitor of *Burkholderia pseudomallei*. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 98, 337-341.
- Park, C.M., and Beuchat, L.R. (1999). Evaluation of sanitizers for killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* and naturally occurring microorganisms on cantaloupes, honeydew melons and asparagus. *Dairy Food Environmental Sanitation*, 19, 842-847.
- Sengun, I.Y., and Karapinar, M. (2004). Effectiveness of lemon juice and their mixture in the elimination of *Salmonella* Typhimurium on carrots (*Daucus carota* L.). *International Journal of Food Microbiology*, 96, 301-305.
- Sengun, I.Y., and Karapinar, M. (2005a). Effectiveness of household natural sanitizers in the elimination of *Salmonella* Typhimurium on rocket (*Eruca sativa* Miller) and spring onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Food Microbiology*, 98, 319-323.
- Sengun, I.Y., and Karapinar, M. (2005b). Elimination of *Yersinia enterocolitica* on carrots (*Daucus carota* L.) by using household sanitizers. *Food Control*, 16, 845-850.
- Wisniewsky, M.A., Goatz, B.A., Gleason, M.L., and Reitmeier, C.A. (2000). Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 counts on whole fresh apples by treatment with sanitizers. *Journal of Food Protection*, 63, 703-708.