Agricultural Sci. J. 43: 3 (Suppl.): 633-636 (2012) ว. วิทย. กษ. 43: 3 (พิเศษ): 633-636 (2555)

ผลของกรดฟูมาริกและคลื่นเสียงความถี่สูงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใบโหระพา

Effects of Fumaric Acid and Ultrasonic on Microflora of Sweet Basil Leaves

บุษกร ทองใบ[1] ประณต พันธ์โคกกรวด[1] และ บุษญา พัตรา[1]

Bussagon Thongbai[1], Pranot Pankockraud[1] and Bussaya Pattra[1]

Abstract

The purpose of this research was to determine the effects of fumaric acid and ultrasonic on microflora of sweet basil leaves. The background total aerobic count (TAC) and coliforms of unwashed sweet basil leaves were at 6.35 and 5.06 log CFU/g, respectively. Sweet basil leaves were washed with sterile distilled water (control, T1) for 5 min., 0.5% (w/v) fumaric acid (T2) for 5 min., Ultrasonic (T3) for 3 min., 0.5% (w/v) fumaric acid with ultrasonic (T4) for 3 min. and 0.5% (w/v) fumaric acid for 5 min. and then ultrasonic (T5) for 3 min. Bacterial count of treated leaves were reduced to 5.86, 4.58, 5.46, 3.75 and 4.59 log CFU/g, respectively, ($p<0.05$) and coliform count of treated leaves were decreased to 4.67, 3.48, 4.09, 2.60 and 3.53 log, respectively ($p<0.05$). It was found that 0.5% (w/v) fumaric acid with ultrasonic (3 min.) showed strong efficacy on a reduction of TAC (2.11 log reduction) and coliform (2.07 log reduction) contaminating on leaves. In addition, these tests indicated that fumaric acid with ultrasonic has a potential as an alternative method for washing and controlling natural microflora on fresh produces to enhance microbiological safety of foods.

Keywords: fumaric acid, ultrasonic, sweet basil leave

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย เพื่อศึกษาผลของกรดฟูมาริกและคลื่นเสียงความถี่สูงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใบโหระพา โดยใบโหระพาที่นำมาทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มปนเปื้อนเริ่มต้น 6.35 และ 5.06 log CFU/g ตามลำดับ นำใบโหระพามาทำการล้างด้วย 5 ชุดทดสอบดังนี้ ชุดที่ 1 ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (ชุดควบคุม, T1) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 2 ล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) (T2) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 3 ล้างด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง 40 KHz (T3) เป็นเวลา 3 นาที ชุดที่ 4 ล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูง (T4) เป็นเวลา 3 นาที และชุดที่ 5 ล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) เป็นเวลา 5 นาที และตามด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (T5) เป็นเวลา 3 นาที พบว่าใบโหระพาที่ล้างด้วย T1, T2, T3, T4 และ T5 มีปริมาณแบคทีเรียลดลงเป็น 5.86, 4.58, 5.46, 3.75 และ 4.59 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) และปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาลดลงเป็น 4.67, 3.48, 4.09, 2.60 และ 3.53 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการล้างใบโหระพาด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงเป็นเวลา 3 นาที เป็นชุดทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เพราะสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาได้ 2.11 และ 2.07 log reduction ตามลำดับ จากประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดฟูมาริกร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงนี้มีศักยภาพเป็นวิธีทางเลือกสำหรับใช้ในการล้าง และควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ธรรมชาติที่ปนเปื้อนผลิตผลทางการเกษตร เพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของอาหารได้

คำสำคัญ: กรดฟูมาริก คลื่นเสียงความถี่สูง ใบโหระพา

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

[1] Department of Food Technology and Nutrition, Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

คำนำ

ปัจจุบันมีสินค้าพืชผักสดไทยหลากชนิดที่ส่งไปขายในตลาดสหภาพยุโรป ได้แก่ หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดฝักอ่อน กระเจี๊ยบขาว ผักในกลุ่มกะหล่ำ ถั่วฝักยาว กลุ่มกะเพรา โหระพา แมงลักและยี่หร่า พริกขี้หนู มะเขือ ผักชีฝรั่ง และใบผักชี เป็นต้น ซึ่งสหภาพยุโรปมีมาตรการ ตรวจเข้มผักสวนครัวสดที่นำเข้าจากไทยโดยเฉพาะการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร เช่น *Escherichia coli* และ *Salmonella* spp. และการตกค้างของสารฆ่าแมลง โดยในปี 2011 เกิดปัญหาการระบาดของจุลินทรีย์ก่อโรคสายพันธุ์ใหม่ *E. coli* O104: H4 ที่พบในผักสด (มะเขือเทศ แตงกวา และผักกาด) ที่จำหน่ายในยุโรป ซึ่งระบาดลุกลาม 13 ประเทศทั่วยุโรป (เยอรมัน ออสเตรีย สาธารณรัฐเช็ค เดนมาร์ก ฟินแลนด์ ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ โปแลนด์ นอร์เวย์ สเปน สวีเดน อังกฤษ และลักเซมเบอร์ก) ส่งผลให้มีชาวยุโรปติดเชื้อนี้ 3,256 ราย และมีผู้เสียชีวิตถึง 32 ราย (ณ วันที่ 12 มิถุนายน 2554) ยืนยันโดยหน่วยงาน ECDC (ไทยรัฐ, 2554; สุขกมล, 2554)

การล้างผักจัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผักวิธีการหนึ่ง แต่การใช้น้ำประปาล้างเพียงอย่างเดียวปริมาณจุลินทรีย์ที่ลดลงไม่แตกต่างจากผักที่ไม่ได้ล้าง (Ruiz-Cruz *et al*., 2007) ดังนั้นการล้างผักด้วยน้ำยาล้างผักจึงเป็นวิธีที่นิยม แต่เนื่องจากน้ำยาล้างผักส่วนใหญ่เป็นสารเคมี เช่น สารประกอบคลอรีนซึ่งอาจทำให้ผัก และผลไม้มีกลิ่นของคลอรีนตกค้างและยังกระตุ้นให้เกิดสารก่อมะเร็งที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นวิธีการล้างผักโดยใช้กรดอินทรีย์ และคลื่นเสียงความถี่สูงจึงเป็นวิธีที่น่าสนใจในการนำมาใช้ล้างผัก เพราะกรดฟูมาริกเป็นอินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคถ้าตกค้างในอาหารนิยมใช้เป็น food additive ในอุตสาหกรรมอาหารที่มีฤทธิ์ในการทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์บาดเจ็บ (injured cell) และตายได้ นอกจากนี้การทำงานของคลื่นเสียงความถี่สูงก็ไม่ก่ออันตรายต่อผู้บริโภคเช่นกัน เพราะไม่มีสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่เป็นการทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของน้ำจากกระบวนการ cavitations และทำให้มีพลังงานเป็น shock wave เกิดขึ้น เพื่อทำให้จุลินทรีย์และสารเคมีที่เกาะติดใบและผิวของผักเกิดการสลายและหลุดจากการเกาะติดผักได้ งานวิจัยนี้จึงศึกษาประสิทธิภาพของกรดฟูมาริก และคลื่นเสียงความถี่สูงต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์ม (coliforms) ที่ปนเปื้อนใบโหระพา เพื่อเป็นการเพิ่มความปลอดภัยอาหารให้ผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมตัวอย่างใบโหระพา

โหระพาสดซื้อมาจากตลาดสดในจังหวัดมหาสารคาม คัดเลือกใบโหระพาที่มีขนาดใกล้เคียงกัน แบ่งใบโหระพาส่วนหนึ่งมาตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์มปนเปื้อนเบื้องต้น (Background total aerobic count and coliforms) ที่ปนเปื้อนใบโหระพาก่อนล้างด้วยวิธี spread plate บน Plate count agar (PCA) และ Violet red bile agar (VRBA) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาเบื้องต้น ตามลำดับ และบ่มที่ 35-37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และรายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g

ศึกษาประสิทธิภาพของกรดฟูมาริกและคลื่นเสียงความถี่สูงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใบโหระพา

ใบโหระพาที่ผ่านการล้างประปาและน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ตามลำดับ เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออกไป วางให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงปลอดเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ (Biological safety cabinet) ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที แบ่งใบโหระพาเป็น 5 ชุด ชุดที่ 1 ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (ชุดควบคุม, T1) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 2 ล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) (T2) เป็นเวลา 5 นาที ชุดที่ 3 ล้างด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง 40 KHz (T3) เป็นเวลา 3 นาที ชุดที่ 4 ล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูง (T4) เป็นเวลา 3 นาที และชุดที่ 5 ล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) เป็นเวลา 5 นาที และตามด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (T5) เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 2 ครั้งๆ ละ 10 วินาที เพื่อล้างสารทดสอบที่เหลือออกไป ตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่รอดชีวิตด้วยวิธี spread plate บน PCA และ VRBA สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่รอดชีวิต ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g วางแผนการทดลองแบบ Completetly randomized design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของกรดฟูมาริก และคลื่นเสียงความถี่สูงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใบโหระพา พบว่าใบโหระพาที่นำมาทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์มปนเปื้อนเบื้องต้น 6.35 และ 5.06 log CFU/g ตามลำดับ และเมื่อนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (ชุดควบคุม, T1) เป็นเวลา 5 นาที กรดฟูมาริก 0.5% (w/v) (T2) เป็นเวลา 5 นาที คลื่นเสียงความถี่สูง 40 KHz (T3) เป็นเวลา 3 นาที กรดฟูมาริก 0.5% (w/v) ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูง (T4) เป็นเวลา 3 นาที และล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) เป็นวเลา 5 นาที และตามด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (T5) เป็นเวลา 3 นาที พบว่าใบโหระพาที่ล้างด้วยชุดทดลอง T1, T2, T3, T4 และ T5 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงเป็น 5.86, 4.58, 5.46, 3.75 และ 4.59 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) และปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาลดลงเป็น 4.67, 3.48, 4.09, 2.60 และ 3.53 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Population of total aerobic count and coliforms on treated sweet basil leaves

Treatments	Bacterial populations (log CFU/g)	
	Total aerobic count	Coliforms
T1	5.86 ± 0.08^{d}	4.67 ± 0.05^{d}
T2	4.58 ± 0.12^{b}	3.48 ± 0.05^{b}
T3	5.46 ± 0.16^{c}	4.09 ± 0.07^{c}
T4	3.75 ± 0.08^{a}	2.60 ± 0.05^{a}
T5	4.59 ± 0.11^{b}	3.53 ± 0.04^{b}

Background total aerobic count = 6.35 log CFU/g

Background coliforms = 5.06 log CFU/g

T1 = Sterile distilled water (control), T2 = 0.5% (w/v) Fumaric acid for 5 min.,

T3 = Ultrasonic (40 KHz) for 3 min., T4 = 0.5% (w/v) Fumaric acid with ultrasonic for 3 min.,

T5 = 0.5% (w/v) Fumaric acid for 5 min. and then ultrasonic for 3 min.

$^{a-d}$means in the column followed by different letters are significantly different at $p<0.05$

จากผลการทดลองใน Table 1 แสดงให้เห็นว่าการล้างใบโหระพาด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูง (T4) เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนได้มากที่สุดโดยลดได้ 2.60 และ 2.46 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับใบโหระพาที่ไม่ผ่านการล้าง (Background microflora) และพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาที่ล้างด้วยชุดทดลอง T4 ลดลง 2.11 และ 2.07 CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับใบโหระพาที่ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (ชุดควบคุม, T1) ในขณะที่การล้างใบโหระพาด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) (T2) เป็นเวลา 5 นาที คลื่นเสียงความถี่สูง 40 KHz (T3) เป็นเวลา 3 นาที และล้างด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) เป็นเวลา 5 นาที และตามด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (T5) เป็นเวลา 3 นาที สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนได้ 1.28, 0.40 และ 1.27 log CFU/g ตามลำดับ และลดปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนโหระพาได้ 1.19, 0.58 และ 1.14 log CFU/g ตามลำดับ โดยเป็นการเปรียบเทียบกับใบโหระพาที่ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อซึ่งเป็นชุดควบคุม นอกจากนั้นยังเห็นได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกรดฟูมาริก และคลื่นเสียงความถี่สูงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใบโหระพา โดยจะเห็นได้ว่ากรดฟูมาริกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ในการทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากกรดอินทรีย์จะมีการแตกตัวไม่หมดและทำให้ส่วนของกรดอินทรีย์ที่ไม่แตกตัวนั้นสามารถซึมผ่านเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์และทำให้เกิดการแตกตัวของ H^{+} ภายในเซลล์จุลินทรีย์ส่งผลให้เกิดภาวะเป็นกรดขึ้นภายในเซลล์ เป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บและตายของจุลินทรีย์ในที่สุด (Karapinar and Gonul, 1992) ในขณะที่คลื่นเสียงความถี่สูงก็มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์และสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหารได้เช่นกัน โดยอาศัยหลักการทำงานของคลื่นเสียงความถี่สูงที่มีความถี่สูงกว่า 10 KHz ขึ้นไปที่เมื่อส่งคลื่นเสียงความถี่สูงผ่านของเหลว (น้ำ) จะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กๆ จำนวนมาก ซึ่งฟองอากาศเหล่านี้จะเกิดขึ้นซ้ำๆ ในอัตรา 40,000 ครั้งต่อวินาที ทำให้เกิดแรงสั่นสะเทือนภายในน้ำเกิดกระบวนการ cavitations และทำให้มีพลังงานเป็น shock wave เกิดขึ้น โดยคลื่นเสียงความถี่สูงนี้

มีคุณสมบัติที่สามารถแทรกซึมได้ทุกซอกทุกมุมภายในภาชนะที่บรรจุจึงทำให้สารเคมีและจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน และเกาะติดตามซอกใบและพื้นผิวของผักและผลไม้เกิดการสลายและหลุดออกไปได้ในที่สุด โดยวิธีนี้จะเป็นการประหยัดการใช้น้ำที่ต้องล้างผักและป้องกันการข้ำของผักจากกระบวนการล้างได้อีกด้วย (เครือข่ายตลาดสีเขียว, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Cao *et al*. (2010) ที่ศึกษาผลของการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงต่อการรักษาคุณสมบัติ และการเสื่อมเสียของผลสตรอเบอร์รี่หลังการเก็บเกี่ยว โดยนำสตรอเบอร์รี่สดมาล้างด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงที่ระดับความถี่ 0, 25, 28, 40 หรือ 59 KHz ที่ 20°C เป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่ 5°C เป็นเวลา 8 วัน พบว่าการใช้คลื่นเสียงความถี่สูงที่ระดับ 40 KHz สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน (0.66 log CFU/g) และการเสื่อมเสียของสตรอเบอร์รี่ได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ยัง พบว่าการใช้กรดฟูมาริกร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงในการล้างใบโหระพาเป็นเวลา 3 นาที พบว่ามีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนใบโหระพาได้สูงที่สุด ทั้งนี้อาจเกิดจากการทำงานแบบเสริมฤทธิ์กัน (synergistic effect) ของทั้ง 2 วิธีนั้นเอง โดยกรดฟูมาริกจะไปมีผลต่อเซลล์จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผัก ทำให้เซลล์บางส่วนตายไป และบางส่วนเป็นเซลล์ที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งเซลล์ที่บาดเจ็บเมื่ออยู่ในสภาวะที่เกิดคลื่นเสียงความถี่สูงในระดับสูงกว่าปกติ ทำให้เซลล์ที่บาดเจ็บตายได้ง่ายและมากขึ้น จากผลการทดลองนี้เห็นได้ว่าการใช้กรดฟูมาริก และคลื่นเสียงความถี่สูงสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในใบโหระพาได้ ซึ่งถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการล้างผัก และผลไม้สดให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคได้

สรุป

จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่า การล้างใบโหระพาด้วยกรดฟูมาริก 0.5% (w/v) ร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงเป็นเวลา 3 นาที เป็นชุดทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด เพราะสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนใบโหระพาได้ 2.11 และ 2.07 log reduction ตามลำดับ จากประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดฟูมาริกร่วมกับคลื่นเสียงความถี่สูงนี้จึงมีศักยภาพเป็นวิธีทางเลือกสำหรับใช้ในการล้าง และควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ธรรมชาติที่ปนเปื้อนผลิตผลทางการเกษตรเพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของอาหารได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร และโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่สนับสนุนเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เครือข่ายตลาดสีเขียว. 2555. เครื่องล้างผักผลไม้ปลอดสารพิษ/จุลินทรีย์ อนุรักษ์พลังงาน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thaigreenmarket.com/greenproducerpage.php. (15 สิงหาคม 2555).

ไทยรัฐและสถาบันอาหารโครงการอาหารปลอดภัย. 2554. เชื้อก่อโรคสายพันธุ์ใหม่อี. โคไล 0104: H4. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thairath.co.th/column/life/fromfood/177726. (15 สิงหาคม 2555).

สุขกมล งามสม. 2554. เชื้ออี. โคไลพ่นพิษสถาบันอาหารชี้อนาคตพืชผักสดไทย ระบบตรวจสอบย้อนกลับต้องเข้มแข็ง-รวดเร็ว-แม่นยำ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thaigov.go.th/th/news-ministry/2012-08-15-09-45-02/item/56922. (15 สิงหาคม 2555)

Cao, S., Z. Hu, B. Pang, H. Wang, H. Xie, and F. Wu. 2010. Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. Food Control 21: 529 - 532.

Karapinar, M. and S. A. Gonul. 1992. Removal of *Yersinia enterocolitica* from fresh parsley by washing with acetic acid or vinegar. Int. Journal Food Microbiol 16: 261 - 264.

Ruiz-Cruz, S., E. Acedo-Felix, M. Diaz-Cinco, M. Islas-Osuna and G. A. Gonzalesz-Aguilar. 2007. Sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* populations on fresh-cut carrots. J. Food Control 18: 1383-1390.