Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 359-362 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 359-362 (2558)

ประสิทธิภาพของกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ในถั่วงอก

Combined Effect of Peracetic Acid and Ultrasound on Microfloras of Mung Bean Sprouts

บุษกร ทองใบ[1] นวรัตน์ เผ่ามงคล[1] และ ศศิธร ไหมน้ำคำ[1]

Bussagon Thongbai[1], Nawarat Phaomongkon[1] and Sasitorn Mainamkhum[1]

Abstract

The combined efficacy of peracetic acid and ultrasound against microfloras on mung bean sprouts stored at 5°C for 7 days was evaluated. The background microfloras of unwashed bean sprouts were 7.41 log CFU/g (total aerobic count, TAC) and 5.85 log CFU/g (coliforms). Fresh bean sprouts were washed with sterile distilled water (control, T1) and a combination of peracetic acid (70 ppm) and ultrasound (40 kHz) (T2) for 3 min. The results showed that TAC of bean sprouts were reduced to 6.33 and 5.93 log CFU/g, respectively, ($p<0.05$) and coliforms counts were reduced to 5.29 and 4.99 log CFU/g, respectively, ($p<0.05$). In addition, microflora populations of the treated bean sprouts during storage at 5°C for 7 days were determined. TAC were found as follow: 6.33 – 6.11 (T1) and 5.93 – 5.52 (T2) log CFU/g, meanwhile, coliforms counts of treated bean sprouts were 5.29 – 4.40 (T1) and 4.99 – 4.05 (T2) log CFU/g. The treated bean sprouts showed good appearance after subsequent 7 days of storage. The result indicates that antimicrobial efficiency of peracetic acid and ultrasound has a potential as a washing method for controlling natural microfloras and enchancing the microbiological safety of bean sprouts.

Keywords: Mung bean sprouts, Total aerobic count, Coliforms

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ในถั่วงอกที่เก็บรักษาที่ 5°ซ เป็นเวลา 7 วัน พบว่าถั่วงอกมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มปนเปื้อนเริ่มต้น 7.41 และ 5.85 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อนำถั่วงอกมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อเป็นชุดควบคุม (T1) และล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติก (70 ppm) ร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (40 kHz) (T2) เป็นเวลา 3 นาที พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนในถั่วงอกลดลงเหลือ 6.33 และ 5.93 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) และปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในถั่วงอกลดลงเหลือ 5.29 และ 4.99 log CFU/g ตามลำดับ ($p<0.05$) เมื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มในถั่วงอกในระหว่างการเก็บรักษาที่ 5°ซ เป็นเวลา 7 วัน พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 6.33 – 6.11 (T1) และ 5.93 – 5.52 (T2) log CFU/g และมีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 5.29 – 4.40 (T1) และ 4.99 – 4.05 (T2) log CFU/g โดยถั่วงอกที่ล้างด้วยกรดเพอร์แอะซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงเมื่อเก็บรักษาครบ 7 วันยังคงมีคุณภาพทางกายภาพในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่ากรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์สามารถใช้เป็นวิธีการล้างเพื่อควบคุมปริมาณจุลินทรีย์และเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของถั่วงอกได้

คำสำคัญ: ถั่วงอก, จุลินทรีย์ทั้งหมด, โคลิฟอร์ม

คำนำ

ผักเป็นหนึ่งในอาหารหลัก 5 หมู่ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายให้วิตามินและแร่ธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและรักษาสมดุลของร่างกาย นอกจากนี้ผักยังเป็นแหล่งของใยอาหารที่ช่วยในการทำงานของระบบขับถ่ายลดอาการท้องผูกและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ เมล็ดพืชงอกจัดเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงปัจจุบันที่กำลังได้รับความนิยมในการบริโภคเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่ห่วงใยสุขภาพ (Waje *et al*., 2009) ถั่วงอก (mung bean sprout) เป็นเมล็ดพืชงอกที่คนไทยนิยมบริโภคกันมาเป็นเวลานาน โดยนิยมรับประทานถั่วงอกดิบร่วมกับอาหารชนิดต่างๆ เช่น ผัดไทย ก๋วยเตี๋ยวเรือ ขนมจีน เป็นต้น แต่เมล็ดพืชงอกมักพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่างๆ จากขั้นตอนการเพาะที่ไม่ถูกสุขลักษณะ

[1] ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

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

รวมถึงสภาวะที่เมล็ดพืชจะงอกได้นั้นจำเป็นต้องมีความชื้นสูงและมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนเช่นกัน อีกทั้งความนิยมบริโภคเมล็ดพืชงอกที่เพิ่มขึ้นนี้ก็ยังมีความสัมพันธ์กับการระบาดของโรคที่มีอาหารเป็นสื่อ (foodborne outbreak) ที่เพิ่มขึ้นจากการบริโภคผักสดและพืชงอกอีกด้วย (Health Canada, 2011) ดังนั้นเมล็ดพืชงอกหรือผักสดจึงควรผ่านการล้างทำความสะอาดเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนเสียก่อนจะนำไปบริโภค องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้แนะนำว่าควรทำการล้างเมล็ดพืชงอกด้วยสารละลายแคลเซียมไฮโพคลอไรต์ที่มีความเข้มข้นของคลอรีนอิสระ 20,000 ppm เพื่อลดปริมาณของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเมล็ดพืชงอก (Food and Drug Administration, 1999) แต่ต่อมาได้มีรายงานว่าการใช้สารฆ่าเชื้อที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้เนื่องจากสาร trihalomethanes ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งที่เกิดจากการใช้คลอรีนและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (Beuchat *et al*., 1998) ดังนั้นการเลือกใช้สารฆ่าเชื้อชนิดอื่นทดแทนสารประกอบคลอรีนจึงเป็นทางเลือกที่กำลังได้รับความสนใจ กรดเพอร์แอซีติก (peracetic acid) มีชื่อเต็มว่ากรดเพอร์ออกซีแอซีติก (peroxyacetic acid) เกิดจากสารละลายผสมของกรดแอซีติกกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เป็นสารฆ่าเชื้อที่ได้รับการยอมรับจากองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาที่อนุญาติให้ใช้สำหรับการล้างผักผลไม้สดได้ (Ruiz-Cruz *et al*., 2007) ทั้งนี้เพราะกรดเพอร์แอซีติกมีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีถึงแม้ในสภาวะของค่า pH ที่แปรปรวนหรือมีสารประกอบอินทรีย์ในขณะที่คลอรีนมีประสิทธิภาพลดต่ำลง นอกจากนี้กรดเพอร์แอซีติกยังมีอันตรายต่อสุขภาพของคนและสิ่งแวดล้อมน้อยมาก เพราะกรดเพอร์แอซีติกจะเกิดการสลายตัวเป็นกรดแอซีติกและออกซิเจนหลังการใช้งาน (Monarca *et al*., 2002) ในขณะที่คลื่นเหนือเสียง (ultrasound) เป็นวิธีการล้างผักที่อาศัยการทำงานของคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของน้ำจากกระบวนการ cavitations ทำให้มีพลังงานเป็น shock wave เกิดขึ้นส่งผลต่อการทำลายจุลินทรีย์และสารเคมีที่เกาะติดผิวของผักให้เกิดการสลายและหลุดจากการเกาะติดผิวของผักได้ (São José *et al*., 2014) และวิธีการนี้จะไม่ก่ออันตรายต่อผู้บริโภคเพราะไม่มีสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาประสิทธิภาพของการใช้กรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนถั่วงอกเพื่อช่วยเพิ่มความปลอดภัยอาหารด้านจุลชีววิทยาให้แก่ผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมถั่วงอก

ถั่วงอกสดซื้อจากร้านค้าที่เพาะถั่วงอกส่งขายในจังหวัดมหาสารคาม สุ่มเก็บตัวอย่างถั่วงอกมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (background total aerobic count) และโคลิฟอร์ม (background coliforms) ที่ปนเปื้อนถั่วงอกเริ่มต้นด้วยวิธี spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) และ violet red bile agar (VRBA) สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total aerobic count) และโคลิฟอร์ม (Coliforms) ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง รายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g

ศึกษาประสิทธิภาพของกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ในถั่วงอก

นำถั่วงอกที่เตรียมไว้ข้างต้นมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ (ชุดควบคุม) (T1) และกรดเพอร์แอซีติก (70 ppm) ร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (40 kHz) (T2) เป็นเวลา 3 นาที ถั่วงอกหลังการทดสอบล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อเป็นเวลา 15 วินาที จำนวน 2 ครั้ง เพื่อล้างสารทดสอบที่เหลือออกไป ปล่อยให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงปลอดเชื้อในตู้ปลอดเชื้อ (biosafety cabinet) เป็นเวลา 30 นาที และบรรจุถั่วงอกในกล่องพลาสติกใสกล่องละ 15 กรัมและปิดด้วยฟิล์มยืด เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ เป็นเวลา 7 วัน สุ่มตัวอย่างถั่วงอกที่เก็บรักษาในวันที่ 0, 1, 4 และ 7 ไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่รอดชีวิตด้วยวิธี spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ VRBA สำหรับตรวจนับปริมาณจุลินทีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์ม ตามลำดับ บ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37°ซ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง รายงานปริมาณจุลินทรีย์เป็น log CFU/g พร้อมการประเมินคุณภาพทางกายภาพของถั่วงอกด้วยสายตา วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงต่อจุลินทรีย์ในถั่วงอกที่เก็บรักษาที่ 5°ซ เป็นเวลา 7 วัน (Table 1) พบว่าถั่วงอกที่นำมาทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มปนเปื้อนเริ่มต้น (background total aerobic counts and coliforms) 7.41 และ 5.85 log CFU/g ตามลำดับ และเมื่อนำถั่วงอกมาล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ

(ชุดควบคุม) (T1) และกรดเพอร์แอซีติก (70 ppm) ร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (40 kHz) (T2) เป็นเวลา 3 นาที พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนถั่วงอกลดลงเป็น 6.33 และ 5.93 log CFU/g ตามลำดับ และปริมาณของโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนในถั่วงอกลดลงเป็น 5.29 และ 4.99 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า T1 และ T2 สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ 1.08 และ 1.48 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นที่ปนเปื้อนถั่วงอกและสามารถลดปริมาณโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนถั่วงอกได้เท่ากับ 0.56 และ 0.86 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณโคลิฟอร์มเริ่มต้นที่ปนเปื้อนถั่วงอก ซึ่งจะเห็นได้ว่ากรดเพอร์แอซีติก (70 ppm) ร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (40 kHz) เป็นวิธีการล้างถั่วงอกที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ธรรมชาติ (natural microfloras) ที่ปนเปื้อนในถั่วงอกได้ดี ในขณะที่ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มในถั่วงอกที่ผ่านการทดสอบและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ ในระหว่างวันที่ 0 – 7 ของการเก็บรักษา พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 6.33 – 6.11 (T1) และ 5.93 – 5.52 (T2) log CFU/g และมีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 5.29 – 4.40 (T1) และ 4.99 – 4.05 (T2) log CFU/g โดยจากผลการทดลองใน Table 1 นี้แสดงให้เห็นว่าการล้างถั่วงอกด้วยกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงนั้นมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนถั่วงอกได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะฤทธิ์ในการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดเพอร์แอซีติกซึ่งเป็นสารที่มีสมบัติเป็นสารออกซิไดส์อย่างแรงและจัดเป็นสารฆ่าเชื้อประเภทกรดอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ได้ โดยกรดเพอร์แอซีติกสามารถซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนที่อยู่ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ทำให้โปรตีนเสียสภาพและเกิดสภาวะเป็นกรดขึ้นภายในเซลล์ซึ่งเซลล์ของจุลินทรีย์ไม่สามารถทนต่อสภาวะนี้ได้ นอกจากนี้ยังไปขัดขวางการขนส่งของผนังเซลล์และรบกวนการผ่านเข้าออกที่เยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์อีกด้วย จึงส่งผลทำให้เซลล์ของจุลินทรีย์เกิดการบาดเจ็บและตายในที่สุด (Davidson and Branen, 1993) ในขณะที่คลื่นเหนือเสียงเป็นการส่งคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงผ่านของเหลวแล้วทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากเกิดขึ้นซ้ำๆ ทำให้มีการสั่นสะเทือนเกิดขึ้นเกิดกระบวนการ cavitation และทำให้มีพลังงานเป็น shock wave เกิดขึ้นส่งผลให้จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนที่ผิวและซอกมุมต่างๆ ของผักหลุดออกไปในที่สุด (เครือข่ายตลาดสีเขียว, 2558) จากผลของการทำงานร่วมกันของกรดเพอร์แอซีติกและคลื่นเหนือเสียงนี้จึงทำให้มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในถั่วงอกได้ดีขึ้น โดยพบว่าปริมาณจุลินทรีย์ธรรมชาติ (จุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์ม) ที่ปนเปื้อนในถั่วงอกเมื่อเก็บรักษาครบ 7 วัน มีปริมาณที่ต่ำกว่า 7 log CFU/g ซึ่งที่สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกำหนดให้ผักที่มีคุณภาพดีสามารถบริโภคได้ต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในผักสดน้อยกว่า 7 log CFU/g ดังนั้น ถั่วงอกที่ล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติกร่วมกับคลื่นเหนือเสียงจึงสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°ซ ได้ 7 วัน โดยยังมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผักสดที่มีคุณภาพนำมาบริโภคได้ และยังคงมีลักษณะทางกายภาพของถั่วงอกสีขาว เต่งตึง ไม่เน่าเสียและไม่มีกลิ่นผิดปกติ (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

Table 1 Population of total aerobic count and coliforms on treated bean sprouts during storage at 5°C for 7 days

Microorgamsms	Treatments	Populations (log CFU/g)			
		Storage time (days)			
		0	1	4	7
Total aerobic count	T1	6.33 ± 0.40^{aA}	6.36 ± 0.03^{aA}	6.45 ± 0.21^{aB}	6.11 ± 0.03^{bA}
	T2	5.93 ± 0.01^{aB}	6.21 ± 0.02^{aC}	5.98 ± 0.02^{aB}	5.52 ± 0.06^{aA}
Coliforms	T1	5.29 ± 0.01^{aC}	5.58 ± 0.03^{bD}	5.02 ± 0.09^{aB}	4.40 ± 0.05^{aA}
	T2	4.99 ± 0.05^{aC}	4.74 ± 0.06^{aB}	4.65 ± 0.07^{aB}	4.05 ± 0.14^{aA}

Background total aerobic count = 7.41 ± 0.01 log CFU/g

Background coliforms = 5.85 ± 0.02 log CFU/g

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

$^{A-D}$ means in the row followed by different letters are significantly different ($p < 0.05$)

T1= Sterile distilled water (control)

T2 = Combination of peracetic acid (70 ppm) and ultrasound (40 kHz)

สรุป

วิธีการล้างถั่วงอกที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของจุลินทรีย์ธรรมชาติ (จุลินทรีย์ทั้งหมดและโคลิฟอร์ม) ที่ปนเปื้อนถั่วงอกดิบ ได้แก่ การล้างด้วยกรดเพอร์แอซีติก (70 ppm) ร่วมกับคลื่นเหนือเสียง (40 kHz) เป็นเวลา 3 นาที โดยไม่เกิดผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์ต่อลักษณะทางกายภาพของถั่วงอกและสามารถเก็บรักษาถั่วงอกสดที่อุณหภูมิ 5°ซ ได้ 7 วัน จึงน่าสนใจที่ควรนำกรดเพอร์แอซีติกและคลื่นเสียงมาใช้ร่วมกันเพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับการล้างพืชงอกและผักสดเพื่อเพิ่มความปลอดภัยด้านจุลชีววิทยาของผลิตผลสดให้แก่ผู้บริโภคได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหารและโภชนาศาสตร์ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เครือข่ายตลาดสีเขียว. 2558. เครื่องล้างผักผลไม้ปลอดสารพิษ/จุลินทรีย์ อนุรักษ์พลังงาน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://www.thaigreenmarket. com/ cnt45.html. (9 มิถุนายน 2558).

Beuchat, L.,B.V. Nail, B.B. Adler and M.R. Clavero. 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.

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

Food and Drug Administration. 1999. Guidance for industry: reducing microbial food safety hazards for sprouted seeds and guidance for industry: sampling and microbial testing of spent irrigation water during sprout production. [Online]. Available Source: http://vm.cfsan.fda.gov/~dms/sprougd1.html. (8 June 2015).

Health Canada. 2011. Risks associated with sprouts. [Online]. Available Source: http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/iyh-vsv/food-aliment/sprouts-germes-eng.php. (9 June 2015).

Monarca, S., S.D. Richardson, D. Feretti, M. Grottolo, A.D. Thruston Jr., C. Zani, G. Navazio, P. Ragazzo, I. Zerbini and A. Alberti. 2002. Mutagenicity and disinfectionby-products in surface drinking water disinfected with peracetic acid. Environmental Toxicology and Chemistry 21: 309-318.

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.

São José, J.F.B., N.J. Andrade, A.M. Ramos, M.C.D. Vanetti, P.C. Stringheta and J.B.P. Chaves. 2014. Decontamination by ultrasound application in fresh fruits and vegetables. Food Control 45: 36 – 50.

Waje, C.K., S.Y. Jun, Y.K. Lee, B.N. Kim, D.H. Han, C. Jo and J.H. Kwon. 2009. Microbial quality assessment and pathogen inactivation by electron beam and gamma irradiation of commercial seed sprouts. Food Control 20: 200-20.