Agricultural Sci. J. 46 : 3/1 (Suppl.) : 408-412 (2015) ว. วิทย. กษ. 46 : 3/1 (พิเศษ) : 408-412 (2558)

ผลของสารออกซิไดส์ซิ่งต่อการลดจำนวนแบคทีเรีย *Clostridium perfringens* ที่ปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้าสดเพื่อความปลอดภัยอาหาร

Effect of Oxidizing Agents on the Reduction of *Clostridium perfringens* Contaminant in Fresh Spur Pepper for Food Safety

อรรณพ ทัศนอุดม[1] และ วราภา มหากาญจนกุล[2]
Unnop Tassanaudom[1] and Warapa Mahakarnchanakul[2]

Abstract

Using of oxidizing agents (ozonated water: O_3, acidic electrolyzed water: AcEW and sodium hypochlorite solution: NaOCl) in washing fresh spur pepper in order to reduce pathogenic *C. perfringens* was conducted. Fifty samples of fresh spur peppers (*Capsicum annuum* Linn. var *acuminatum* Fingerh.), such as Maeping, Morakot and Yok Siam, were determined for microbial populations. High amount of spoilage microorganisms (total mesophiles, yeast and mold and aerobic spore-formers) were found in fresh spur pepper as 3.26, 3.89 and 2.89 log CFU/g, respectively. Ninety-four percentage (81.5 MPN/g) of fresh pepper were contaminated with pathogenic anaerobic spore-formers as *C. perfringens*. Fresh spur peppers were washed with ozonated water at 0.5–1 ppm O_3, acidic electrolyzed water at 50–70 ppm AcEW and sodium hypochlorite at 100–200 ppm NaOCl for 10 min. It was found that 200 ppm NaOCl and 70 ppm AcEW achieved the high efficacy on decontamination of *C. perfringens* on fresh spur pepper, as 2.0 and 1.8 log CFU/g, respectively. *C. perfringens* cells were not found in this wash water. However, tap water and O_3 had still high population of *C. perfringens*, as 3.7 and 2.3 log CFU/ml (from the initial load 5.5 log CFU/ml). Thus, AcEW may be considered as the alternative oxidizing agent to be applied in washing chili or spur pepper serving for food processing. The reduction of these pathogens in raw material can enhance the safety of spur pepper processed products.

Keywords: Fresh spur pepper, *Clostridium perfringens*, Food safety

บทคัดย่อ

การศึกษากระบวนการล้างพริกชี้ฟ้าสด (*Capsicum annuum* Linn. var *acuminatum* Fingerh.) ด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด และสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ในภาวะต่าง ๆ เพื่อลดจำนวนเชื้อ *Clostridium perfringens* ในตัวอย่างพริกชี้ฟ้าสดสายพันธุ์แม่ปิง มรกต และหยกสยาม จากตลาดขายส่งในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณสูง ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และแอโรบิกสปอร์ฟอร์เมอร์ มีปริมาณ 3.26 3.89 และ 2.89 log CFU/g ตามลำดับ และพบการปนเปื้อนของกลุ่มจุลินทรีย์ก่อโรค คือ เชื้อ *C. perfringens* สูงถึงร้อยละ 94 (81.5 MPN/g) การล้างพริกชี้ฟ้าสดด้วยน้ำโอโซน (0.5–1 ppm) น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด (50–70 ppm) และสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ (100–200 ppm) เป็นเวลา 10 นาที พบว่าสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ (200 ppm) และน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด (70 ppm) เป็นสารฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงในการลดปริมาณ *C. perfringens* ที่ปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้าสดได้ 2.0 และ 1.8 log CFU/g ตามลำดับ และไม่พบ *C. perfringens* ในน้ำที่ผ่านการล้างพริกชี้ฟ้านั้น ส่วนในน้ำประปาและน้ำโอโซนยังคงพบ *C. perfringens* สูงถึง 3.7 และ 2.3 log CFU/ml ทั้งนี้กระบวนการล้างทำความสะอาดพริกชี้ฟ้าสดด้วยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตอาหารที่มีวัตถุดิบพริกชี้ฟ้าสดเป็นส่วนประกอบ เพื่อลดจุลินทรีย์ก่อโรค และเพิ่มความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากพริกชี้ฟ้าให้แก่ผู้บริโภค

คำสำคัญ: พริกชี้ฟ้าสด, คลอสตริเดียมเปอร์ฟริงเจนส์, อาหารปลอดภัย

---

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก, พิษณุโลก 65000
[1] Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok, Thailand 65000
[2] ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 10900
[2] Department of Food Science and Technology, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok, Thailand 10900

คำนำ

พริกชี้ฟ้าประเภทพันธุ์พริกใหญ่ ได้แก่ สายพันธุ์แม่ปิง หยกสยาม และมรกต เป็นวัตถุดิบหลักป้อนโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร เช่น เครื่องแกง และซอสพริก พริกสายพันธุ์เหล่านี้มีคุณลักษณะที่สำคัญ คือ มีขนาดใหญ่ เนื้อหนา และผิวเป็นมัน ปัญหาความไม่ปลอดภัยของพริกชี้ฟ้าสด นอกจากสารพิษตกค้างจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแล้ว ยังพบว่ามีการปนเปื้อนของทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและจุลินทรีย์ก่อโรค โดยคุณภาพทางจุลชีววิทยาของพริกสดในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2554 พบว่าร้อยละ 95 ของตัวอย่าง (N=57) ปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และราสูงถึง 5.9–7.4 และ 3.8–5.6 log CFU/g ตามลำดับ และมีการปนเปื้อนของเซลล์และสปอร์ของ *C. perfringens* อยู่ในช่วง 4–150 และ 4–460 MPN/g ตามลำดับ (Mahakarnchanakul *et al*., 2011) การทำความสะอาดวัตถุดิบพริกสดเพื่อลดเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนจึงเป็นขั้นตอนสำคัญที่ควรปฏิบัติ และควรเลือกใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพ ปัจจุบันพบว่ามีสารออกซิไดส์ซิ่งหลายชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าสารประกอบคลอรีน และไม่เป็นพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด โดยสารมีฤทธิ์คือกรดไฮโพคลอรัสเช่นเดียวกับคลอรีน ใช้ในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค (Kim *et al*., 2000) และน้ำโอโซนซึ่งให้พลังงานในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันสูง ไม่เหลือสารพิษตกค้างใด ๆ มีฤทธิ์ในการทำลายแบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ รา สปอร์ของรา ไวรัส และโปรโตซัว (Xu,1999) และการล้างพริกด้วยน้ำโอโซนและน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด เป็นเวลา 10 นาที ยังช่วยลดสารคลอร์-ไพริฟอสตกค้างลงได้ร้อยละ 42–67 และร้อยละ 42–46 ตามลำดับ (อรรณพ และคณะ, 2556) อย่างไรก็ตาม ยังขาดข้อมูลในส่วนประสิทธิภาพของสารออกซิไดส์ซิ่งต่อการลดจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้าสด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษากระบวนการล้างพริกชี้ฟ้าด้วยสารออกซิไดส์ซิ่ง ในสภาวะของความเข้มข้นที่เหมาะสมในการลดปริมาณเชื้อ *C. perfringens* ที่เป็นตัวแทนจุลินทรีย์ก่อโรคสร้างสปอร์ ซึ่งมีรายงานการปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้าสด เพื่อสามารถเพิ่มคุณภาพและความปลอดภัยด้านจุลินทรีย์ของวัตถุดิบพริกชี้ฟ้าในอุตสาหกรรมแปรรูปพริก

อุปกรณ์และวิธีการ

การสำรวจคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของพริกชี้ฟ้าสำหรับอุตสาหกรรม

เก็บตัวอย่างพริกชี้ฟ้าพันธุ์แม่ปิง หยกสยาม มรกต และฮอตชิลลี่ รวมจำนวน 50 ตัวอย่าง จากตลาดขายส่งในเขตกรุงเทพมหานคร ได้แก่ ตลาดไท และตลาดสี่มุมเมือง นำมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และ *C. perfringens* (Downes and Ito, 2001) เชื้อ aerobic และ anaerobic spore-formers (Stevenson and Segner, 2001; Scott *et al*., 2001)

การศึกษาประสิทธิภาพของสารออกซิไดส์ซิ่งต่อการลดปริมาณเชื้อ *C. perfringens* ปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้า

สร้างการปนเปื้อนเทียมของเชื้อ *C. perfringens* ให้มีปริมาณสุดท้าย 10^5–10^6 CFU/g ในตัวอย่างพริกชี้ฟ้าสด โดยนำตัวอย่างพริกชี้ฟ้าแดงจำนวน 100 กรัม มากรีดตามแนวยาวด้วยเข็มเขี่ยเชื้อจากด้านโคนก้านจนถึงปลายผลพริก (5 แนวต่อผลพริก) จากนั้นนำผลพริกชี้ฟ้าจำนวนดังกล่าวใส่ลงในถุงพลาสติกขนาด 10x15 นิ้ว แล้วเติมเชื้อ *C. perfringens* อายุ 24 ชั่วโมง จากขวดอาหาร Thioglycolate broth ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ลงไป (พริกต่อหัวเชื้อ เท่ากับ 1:2) แช่ไว้เป็นเวลา 15 นาที นำมาผึ่งให้แห้ง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ในตู้ laminar flow จากนั้นจึงนำพริกชี้ฟ้าที่ได้ไปตรวจนับจำนวนเซลล์ของเชื้อ *C. perfingens* ด้วยอาหาร tryptose sulfite cycloserine egg yolk agar (Downes and Ito, 2001) เพื่อหาปริมาณเชื้อเริ่มต้นจากการสร้างการปนเปื้อนเทียมในพริกชี้ฟ้า ทำการล้างพริกชี้ฟ้าที่ปนเปื้อนเชื้อ *C. perfringens* ด้วยน้ำล้างกลุ่มออกซิไดส์ซิ่ง 2 ชนิด คือ น้ำโอโซน (0.5 และ 1 ppm) และน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด (50 และ 70 ppm) เปรียบเทียบกับการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ (100 และ 200 ppm) และน้ำประปา (ตัวอย่างควบคุม) โดยนำพริกชี้ฟ้า 100 กรัม แช่ลงในน้ำล้างแต่ละชนิด (ปริมาตร 1 ลิตร) และเขย่าทุก ๆ 1 นาที (พริกต่อน้ำล้าง เท่ากับ 1:10) ใช้ระยะเวลาในการล้าง 10 นาที ที่อุณหภูมิ 25-30 °C เมื่อครบเวลาล้างนำไปผึ่งให้แห้งในตู้ laminar flow เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (Koseki *et al*., 2004) หลังจากนั้นจึงนำพริกชี้ฟ้าที่ได้ไปไปตรวจนับจำนวนเซลล์ของ *C. perfingens* เพื่อหาปริมาณที่เหลืออยู่ทั้งในตัวอย่างพริกชี้ฟ้าสด และในน้ำหลังล้าง

ผล

ผลการศึกษาพบการปนเปื้อนของทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย และจุลินทรีย์ก่อโรคกลุ่มต่าง ๆ ในตัวอย่างพริกชี้ฟ้าสด โดยร้อยละ 48 และ 72 พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ราในปริมาณมากกว่า 1,000 เซลล์ต่อกรัม (Table 1) ในขณะที่สปอร์ของแบคทีเรียที่ใช้อากาศในการเจริญ (Aerobic spore-formers) และไม่ใช้อากาศในการเจริญ (Anaerobic spore-formers) พบการปนเปื้อนในทุกตัวอย่าง ส่วนเชื้อ *C. perfringens* พบการปนเปื้อนสูงถึงร้อยละ 94 (Table 2) ส่วนการล้างพริกชี้ฟ้าสด เป็นเวลา 10 นาที ด้วยน้ำโอโซน (O_3) น้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด (AcEW) สารละลายโซเดียมไฮโพ-

คลอไรต์ (NaOCl) และน้ำประปา (tap water) มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *C. perfringens* ที่ปนเปื้อนเริ่มต้น (5.5 log CFU/g) ได้ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) (Figure 1A) แต่เมื่อนำน้ำล้างชนิดต่าง ๆ หลังล้างพริกชี้ฟ้ามาตรวจ พบว่าน้ำประปา และน้ำ O_3 ยังคงมีเชื้อ *C. perfringens* อยู่สูงถึง 3.7 และ 2.2–2.3 log CFU/ml ตามลำดับ แต่ในน้ำ AcEW และ NaOCl กลับไม่พบเชื้อดังกล่าว (Figure 1B) แสดงให้เห็นว่าน้ำล้างทั้ง 4 ชนิด มีความสามารถในการชะเซลล์ของเชื้อ *C. perfringens* ที่ปนเปื้อนอยู่บนผิวพริกออกได้ใกล้เคียงกัน แต่ความสามารถในการฆ่าเชื้อนั้นมีความแตกต่างกัน ($p\leq0.05$) โดย NaOCl (100 และ 200 ppm) และ AcEW (50 และ 70 ppm) มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ *C. perfringens* ได้ดีกว่า O_3 (0.5 และ 1 ppm) และน้ำประปา โดยสามารถลดจำนวนเชื้อดังกล่าวได้ 2.0 และ 1.8 log CFU/g (99 และ 97% ตามลำดับ)

Table 1 Microbiological quality of fresh spur pepper taken from wholesale markets in Bangkok (N=50).

Type of microorganisms	Range (log CFU/g)	Average of positive sample (log CFU/g)	Range of population (log CFU/g)				
			Not detected	1–2	2–3	3–4	>4
Total mesophiles	2.30–4.93	3.26	0%	0%	52%	42%	6%
Yeast and mold	2.40–5.59	3.89	0%	4%	24%	36%	36%
Aerobic spore-formers	2.19–3.85	2.89	0%	0%	74%	26%	0%

Table 2 Occurrence of *Clostridia* spp. in fresh spur pepper taken from wholesale markets in Bangkok (N=50).

Clostridia spp.	Range (MPN/g)	Average of positive sample (MPN/g)	Range of population (MPN/g)				
			Not detected	3–9	11–93	150–460	>1,100
C. perfringens	0–460	81.47*	6%	8%	68%	18%	0%
Non proteolytic anaerobic spore-formers	4–460	92.94	0%	8%	74%	18%	0%
Proteolytic anaerobic spore-formers	23–1,100	340.50	0%	0%	30%	56%	14%

* 47 samples were detected as *C. perfringens* positive.

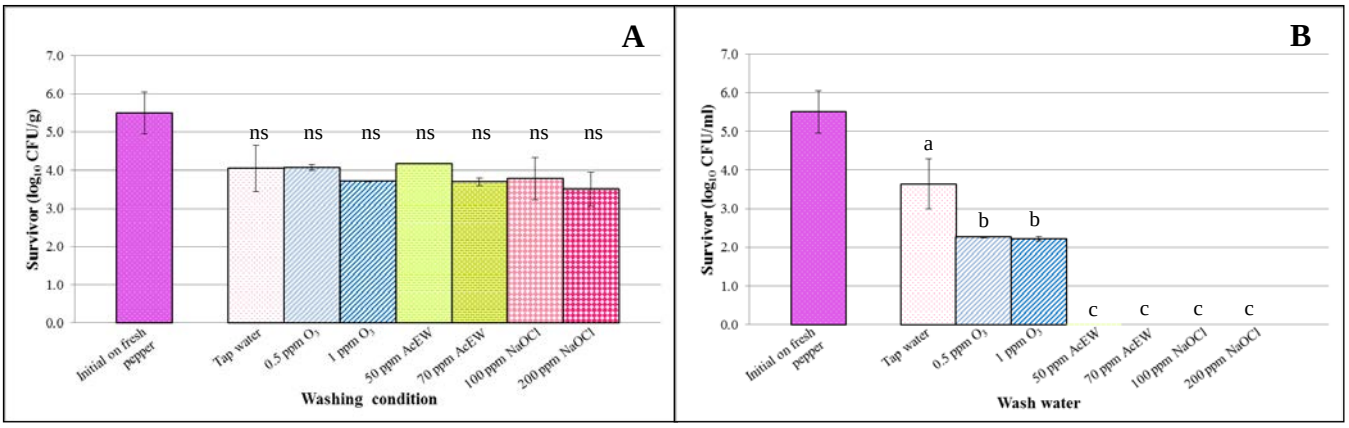

Figure 1 Inactivation of *C. perfringens* by various oxidizing agents: (A) on fresh spur pepper pods and (B) in wash water after washing inoculated fresh spur pepper. The different letters are significantly different ($p\leq0.05$).
ns are not significantly different ($p>0.05$) and error bars represent the standard deviations.

วิจารณ์ผล

การปนเปื้อนของเชื้อกลุ่ม spore-formers ในวัตถุดิบเป็นสาเหตุให้เกิดความไม่ปลอดภัยในการบริโภคอาหาร หรือก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษขึ้น เมื่อสปอร์ของจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าวที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบไม่ถูกกำจัดหรือลดปริมาณลงให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ความสามารถในการทนต่อความร้อนและกระบวนการผลิตของสปอร์ ทำให้สปอร์อาจยังคงหลงเหลือในผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ใช้พริกชี้ฟ้านี้เป็นวัตถุดิบ เช่น น้ำพริก หรือเครื่องแกงสำเร็จรูป (Ramesh *et al*., 2001) anaerobic spore-formers ส่วนใหญ่เป็นจีนัส *Clostridium* แบ่งออกเป็น nonproteolytic anaerobic spore-formers หรืออาจเรียกว่าพวก saccharolytic ซึ่งมีความสามารถในการย่อยสารคาร์โบไฮเดรต แต่ไม่สามารถย่อยโปรตีน และให้กลิ่นเน่าเหม็น (putrid odor) ส่วน proteolytic anaerobic spore-formers หรืออาจเรียกว่าพวก putrefactive สามารถย่อยโปรตีนและกรดแอมิโนได้ เชื้อกลุ่มนี้มักรอดจากความร้อนที่ใช้ในการแปรรูปอาหาร พบอยู่ตามเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือสายพานในกระบวนการผลิตอาหาร และเมื่ออยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เช่น มีปริมาณออกซิเจนต่ำ สปอร์จะงอกและเจริญได้ (Scott *et al*., 2001) ส่งผลให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียเช่นเดียวกับเชื้อในกลุ่ม aerobic spore-formers ซึ่งได้แก่ จีนัส *Bacillus* และ *Sporolactobacillus* โดยสปอร์มักจะปนเปื้อนอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตในส่วนที่ยากต่อการทำความสะอาด เช่น ข้อต่อ รู หรือซอกเล็ก ๆ ของเครื่องมือและอุปกรณ์ และยังสามารถพบได้ในน้ำหล่อเย็น (cooling water) (Stevenson and Segner, 2001)

สารละลาย NaOCl (200 ppm, pH 7.4) และน้ำ AcEW (70 ppm pH 2.7) มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ *C. perfringens* ที่ปนเปื้อนในพริกชี้ฟ้าได้ดี ประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ของสารประกอบคลอรีนเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการแตกตัวให้กรดไฮโพคลอรัส (HOCl) โดย HOCl ในช่วงค่าพีเอชที่ 6.5–7.5 HOCl จะมีฤทธิ์ในการทำลายจุลินทรีย์และความคงตัวดีที่สุด (Suslow, 1997; Keskinen *et al*., 2009) นอกจากนี้ค่า ORP (oxidation-reduction potential) ยังเป็นปัจจัยเสริมที่เกี่ยวข้องในการทำลายจุลินทรีย์ของสารออกซิไดส์ซิ่ง โดยหากค่า ORP สูง จะทำให้เกิดการออกซิไดส์สูงขึ้นด้วย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอิเล็กตรอนบนเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลินทรีย์ เป็นสาเหตุให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดความไม่คงตัวและรั่วในที่สุด ส่งผลให้จุลินทรีย์ถูกทำลายลงด้วยอย่างรวดเร็ว (Suslow, 2004) ทั้งนี้ค่า ORP ของน้ำ AcEW NaOCl O_3 และน้ำประปา มีค่าอยู่ในช่วง 1,030–1,193 913–952 572.5–769 และ 376 mV ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การที่ NaOCl มีประสิทธิภาพในการฆ่า *C. perfringens* ได้ดีกว่าน้ำ AcEW นั้น เนื่องจากมีความเข้มข้นของคลอรีนอิสระในรูปของ HOCl ที่คงตัวกว่านั่นเอง

สรุป

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและเชื้อก่อโรคพบได้ในพริกชี้ฟ้าสด จึงควรล้างทำความสะอาดวัตถุดิบพริกชี้ฟ้าสดก่อนนำมาใช้ในกระบวนการแปรรูป โดยน้ำอิเล็กโทรไลต์ที่ภาวะเป็นกรด (70 ppm) มีความเหมาะสมสามารถใช้เป็นสารทำความสะอาดเพื่อลดการปนเปื้อนของ *C. perfringens* ในพริกชี้ฟ้าสดได้ และทดแทนสารละลายโซเดียมไฮโพคลอไรต์ โดยการล้างเป็นเวลา 10 นาที สามารถลดจำนวนเชื้อได้ 1.8 log CFU/g และ ไม่พบเชื้อดังกล่าวหลงเหลืออยู่ในน้ำหลังใช้ล้างพริกชี้ฟ้าสด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

อรรณพ ทัศนอุดม, วราภา มหากาญจนกุล, ยศยา ทุริสุทธิ์, จานุลักษณ์ ขนบดี, งามจิตร โล่วิทูร และชิดชม ฮิรางะ. 2556. การลดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพริกชี้ฟ้าเพื่อเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 44(3 พิเศษ): 295–298.

Downes, F.P. and K.A. Ito. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. American Public Health Association, Washington D.C., USA.

Kim, C., Y.C. Hung and R.E. Brackett. 2000. Roles of oxidation reduction potential in electrolyzed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. Journal of Food Protection 63:19–24.

Koseki, S., K. Yoshida, S. Isobe and K. Itoh. 2004. Efficacy of acidic electrolyzed water for microbial decontamination of cucumbers and strawberries. Journal of Food Protection 67(6): 1247–1251.

Keskinen, L.A., A. Burke and B.A. Annous. 2009. Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate *Escherichia coli* O157:H7 from lettuce leaves. International Journal of Food Microbiology 132:134–140.

Mahakarnchanakul, W., U. Tassanaudom and Y. Toorisut. 2011. A survey of the microbiological quality of fresh/dried chili and chili paste products in Bangkok. Poster presentation in The 2nd Conference FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY - MEKONG DELTA, November 9-12, 2011 at Can Tho University, Can Tho City, Vietnam.

Ramesh, M. N., W. Wolf, D. Tevini and G. Jung. 2001. Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. Journal of Food Engineering 49: 63–72.

Scott, V.N., J.E. Anderson and G. Wang. 2001. Mesophilic Anaerobic Sporeformers pp. 229–237 *In*: F.P. Downes and K.A. Ito (eds.). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4thed. American Public Health Association, Washington D.C., USA.

Stevenson, K.E. and W.P. Segner. 2001. Mesophilic Aerobic Sporeformers pp. 223–227 *In*: F.P. Downes and K.A. Ito (eds.). Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4thed. American Public Health Association, Washington D.C., USA.

Suslow, T. 1997. Postharvest Chlorination: Basic properties and key points for effective disinfection. [Online]. Available Source: http://danrcs.ucdavis.edu. (May, 2014).

Suslow, T.V. 2004. Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection Monitoring, Control, and Documentation. [Online]. Available Source: http://anrcatalog.ucdavis.edu. (May, 2014).

Xu, L. 1999. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. Food Technology 53: 58–62.