Agricultural Sci. J. 47 : 3 (Suppl.) : 43-46 (2016) ว. วิทย. กษ. 47 : 3 (พิเศษ) : 43-46 (2559)

# การลดการปนเปื้อนและควบคุมคุณภาพความปลอดภัยของพริกชี้ฟ้า (*Capsicum annuum* L.) หลังการเก็บเกี่ยวด้วยกระบวนการล้างด้วยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ

# Decontamination and Quality Safety Control of Chili (*Capsicum annuum* L.) after Post-harvest Using Washing Process with Biosurfactant

**ปริยดา สิทธิศาสตร์[1] ฐิติกร มหิสนันท์[1] และ ปิยะวรรณ กาสลัก[1*]**

Priyada Sittisart[1] , Thitikorn Mahidsanan[1] and Piyawan Gasaluck[1*]

**Abstract**

Chili is a high-value economized vegetable exporting, such as fresh, dried chili and its sauce. However, it has been reported the contamination of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli* of the products exporting to the European Union (EU). Post-harvesting, therefore, is a critical control of pathogens and mycotoxin contamination which washing can minimize the contamination level under the acceptable standard level. This study was conducted to wash a chili (*Capsicum annuum* L.) with biosurfactant (BSF) and then to reduce the level of food pathogens and synthetic chemical agents used. When using a concentration of BSF at 100, 150 and 200 ppm controlled *Salmonella* spp. and *E. coli* to be not detected. For the potential of $Ca(ClO)_2$ at 50,100, 150 and 200 ppm washed, *E. coli* was found to be 6.06, 6.07, 4.84 and 3.51 log CFU/g respectively, together with *Bacillus cereus*. In addition, BSF (50-200 ppm) could control a total of mold (<2.69 log CFU/g) that was detected aflatoxin at 3.40, 2.20, 4.10 and 1.92 μg/kg respectively. Conclusion, BSF can be applied in combination with post-harvest washing to control the level of microbial population and aflatoxin through the level acceptable and consumer safety.

**Keyword:** Post-harvesting chili, Biosurfactant as washing agent, Quality Safety Control

**บทคัดย่อ**

พริกเป็นผักเศรษฐกิจมีมูลค่าการส่งออกสูง การส่งออกมีทั้งรูปผลสด ซอสพริก และพริกแห้ง อย่างไรก็ตามมีรายงานการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* ในพริกที่ส่งออกไปยังกลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ดังนั้นการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญต่อปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์และสารพิษจากจุลินทรีย์ คือ การล้าง เนื่องจากสามารถควบคุมให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานกำหนด จึงได้ทำการศึกษาการล้างพริกชี้ฟ้า (**Capsicum annuum** L.) ร่วมกับการใช้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพเพื่อลดการปนเปื้อน ผลการทดลองพบว่าการใช้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพเป็น cleaning agent ความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm สามารถควบคุมเชื้อ *Salmonella* spp. ให้อยู่ในระดับไม่เกินมาตรฐานกำหนดโดยไม่พบเช่นเดียวกับการใช้แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ $Ca(ClO)_2$ และสารลดแรงตึงผิวชีวภาพสามารถควบคุมปริมาณเชื้อ *E.coli* โดยตรวจไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ แต่พบในพริกที่ล้างด้วย $Ca(ClO)_2$ ที่ความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm ดังนี้ 6.06, 6.07, 4.84 และ 3.51 log CFU/g ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับ *Bacillus cereus* นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวชีวภาพความเข้มข้น 50-200 ppm สามารถควบคุมปริมาณเชื้อราทั้งหมด ให้อยู่ในระดับไม่เกินมาตรฐานกำหนด (<2.69 log CFU/g) และความเข้มข้นดังกล่าวพบปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินในพริกที่ตรวจพบคือ 3.40, 2.20, 4.10 และ 1.92 μg/kg ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับไม่เกินมาตรฐานกำหนด ดังนั้นสารลดแรงตึงผิวชีวภาพสามารถนำมาใช้ควบคู่กับการล้างพริกชี้ฟ้าหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อควบคุมปริมาณจุลินทรีย์และสารพิษอะฟลาทอกซินให้อยู่ในระดับที่ยอมรับและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

**คำสำคัญ**: พริกชี้ฟ้าหลังเก็บเกี่ยว, สารลดแรงตึงผิวชีวภาพสำหรับการล้าง, ควบคุมคุณภาพความปลอดภัย

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

[1] School of Food Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 30000

*Corresponding author : piyawan@sut.ac.th, pgasaluck@gmail.com

## คำนำ

ปัญหาสถานการณ์ปัจจุบันการส่งออกสินค้าผักและผลไม้ของไทยในตลาดอาเซียนและตลาดโลกมาจากปัญหาด้านความปลอดภัย (Food safety) โดยเฉพาะสหภาพยุโรปที่มีมาตรการควบคุมการนำเข้าผักผลไม้สดจากไทยแจ้งเตือน (RASFF; Rapid Alert System for food and feed) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค (Pathogens) ในผัก ผลไม้ สมุนไพรและเครื่องเทศ สูงถึงร้อยละ 13 จึงทำให้มีการออกกฎระเบียบมาตรการกักสุ่มตรวจผักและผลไม้นำเข้าจากไทย โดยเฉพาะ พริกชี้ฟ้า (**Capsicum annuum** L.) ที่พบการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์และสารเคมีตกค้างที่เกินมาตรฐาน ทำให้พริกสดได้รับการชะลอใบรับรองอนามัยสำหรับสินค้าผักสดไปสหภาพยุโรป นอร์เวย์และสมาพันธรัฐสวิส (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร และสำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช, 2554) จึงต้องให้ความสำคัญด้านจุลินทรีย์ก่อโรค โดยเฉพาะ *Salmonella* spp. และ *Escherichia coli* ที่กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดหลักเกณฑ์เงื่อนไขการส่งออก สอดคล้องกับมาตรฐานสากล สำหรับ *E. coli* ต้องน้อยกว่า 2.00 log CFU/g (European Commission, 2005) และ *Salmonella* spp. ต้องไม่พบ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) ดังนั้นหนึ่งในกระบวนการสำคัญในการลดการปนเปื้อนหลังการเก็บเกี่ยวที่สำคัญ คือ การล้าง (washing) ที่สามารถนำใช้ล้างในสวนหลังเก็บเกี่ยวก่อนส่งต่อไปยังผู้ประกอบการโรงคัดบรรจุ ไปจนถึงการล้างในอุตสาหกรรม คณะผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์สำคัญในการลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ด้วยกระบวนการล้างหลังการเก็บเกี่ยวโดยการประยุกต์ใช้สารทำความสะอาดประเภทสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ (biosurfactant) ร่วมกับหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (GMP)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### 1 การเตรียมสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากเชอร์รี่หมัก

สารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากการหมักเชอร์รี่เปรี้ยว (ปิยะวรรณ, 2553) ปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 °C ความเร็วรอบ 10,000g เป็นเวลา 10 นาที เพื่อตกตะกอนและเก็บส่วนใส่สำหรับล้างพริก

### 2 กระบวนการล้างพริกชี้ฟ้าหลังการเก็บเกี่ยว

เตรียมน้ำล้างที่มีส่วนผสมสารฆ่าเชื้อ (sanitizers) สำหรับขั้นตอนการล้าง ดังนี้ Calcium hypochlorite ($Ca(ClO)_2$) เข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ เข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm และน้ำประปา ทำการล้างในน้ำทั้ง 3 ประเภท โดยใช้พริกสดหนัก 1 กิโลกรัมต่อการทดลอง 1 ครั้ง ขั้นตอนแรกล้างในน้ำเปล่าที่บรรจุน้ำ 20 ลิตร เป็นเวลา 30 วินาที นำพริกสดขึ้นสะเด็ดน้ำ 1 นาที ขั้นตอนที่ 2 เป็นการล้างด้วยน้ำที่มีส่วนผสมสารฆ่าเชื้อ ด้วยการแช่ นาน 5 นาที จึงนำพริกขึ้นสะเด็ดน้ำ (James and Ngarmsak, 2010)

### 3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าเชื้อในพริกที่ผ่านการล้าง

การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ *Escherichia coli* (CFU/g), *Samonella* spp., *Bacillus cereus* (CFU/g) และรา (FDA-BAM 2001) ด้านเคมี ได้แก่ สารอะฟลาทอกซินด้วยวิธี Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)

### 4 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ด้วยวิธี Duncan's Multiple-Range Test (DMRT)

## ผล

การศึกษาประสิทธิภาพของกระบวนการล้างตามหลักการ GMP ในพริกชี้ฟ้าหลังการเก็บเกี่ยวร่วมกับการใช้สารฆ่าเชื้อ (sanitizers) ที่ระดับความเข้มข้น 50-200 ppm ส่งผลต่อการตรวจพบ *Salmonella* spp. (Table 1) โดยล้างด้วยน้ำประปา (C2) ตรวจพบ แต่การล้างด้วยสารละลาย calcium hypochlorite ทุกความเข้มข้น (50-200 ppm) ตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าว ส่วนการนำสารลดแรงตึงผิวชีวภาพมาประยุกต์ใช้ในการล้างที่ระดับความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm ตรวจไม่พบ *Salmonella* spp. เช่นเดียวกันกับ *E. coli* ที่หลงเหลือหลังกระบวนการล้างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1 A) โดยพริกที่ไม่ล้างพบ 6.85 log CFU/g น้ำประปา 6.42 log CFU/g และล้างด้วยสารละลาย calcium hypochlorite 50, 100, 150 และ 200 ppm ตรวจพบ 6.06, 6.07, 4.84 และ 3.51 log CFU/g ตามลำดับ สำหรับ *B. cereus* พบ 1.84, 1.78, 1.78 และ 0.70 log CFU/g ตามลำดับในขณะที่สารลดแรงตึงผิวชีวภาพทุกระดับความเข้มข้นตรวจไม่พบ *E. coli* และ *B. cereus*

ชนิดและความเข้มข้นของสารฆ่าเชื้อส่งผลต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อราทั้งหมดที่แตกต่างกัน สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ 50, 100, 150 และ 200 ppm พบ 1.70, 1.30, 1.00 และ 1.00 log CFU/g ตามลำดับ สารละลาย calcium hypochlorite ตรวจพบเชื้อราทั้งหมดในระดับที่ต่ำกว่าสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ โดยที่ความเข้มข้น 200 ppm ตรวจไม่พบ อย่างไรก็ตามน้ำประปาพบ 2.81 log CFU/g และไม่ล้าง 3.64 log CFU/g

การล้างด้วย calcium hypochlorite และสารลดแรงตึงผิวชีวภาพส่งผลต่อปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1 B) สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ 50, 100, 150 และ 200 ppm พบ 3.40, 2.20, 4.10 และ 1.92 ppb ซึ่ง calcium hypochlorite พบในปริมาณที่ต่ำกว่า แต่เมื่อเทียบกับพริกที่ไม่ล้าง (6.40 ppb) และน้ำประปา (5.74 ppb) พบในระดับที่ต่ำกว่า

**Table 1** *Salmonella* spp. detection in washed chili by each sanitizer

| | Control | | Calcium hypochlorite (ppm) | | | | Biosurfactant (ppm) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | C1 | C2 | 50 | 100 | 150 | 200 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| **Detection** | Detected | Detected | ND | ND | ND | ND | Detected | ND | ND | ND |

C1 = No-wash, C2 = Tap water and ND = Not detected

Criterion: Department of medical science, microbiological quality of ready to eat and fresh salad (Not detected for *Salmonella* spp.)

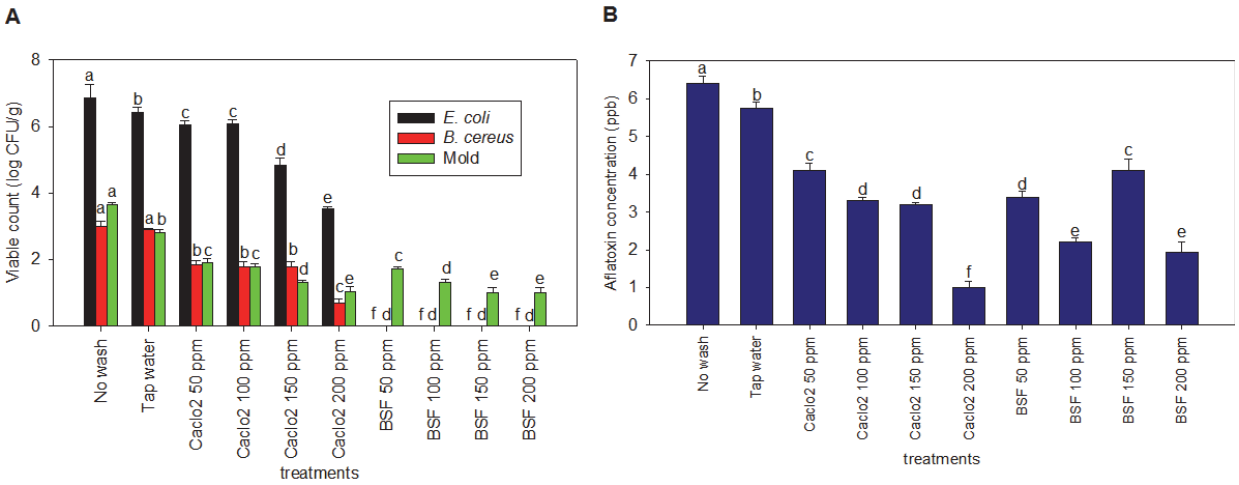


**Figure 1** **(A)** Viable count of *E. coli*, *B. cereus* and mold, **(B)** Aflatoxin concentration in washed chili by each sanitizer

Criterion of total aflatoxin: Codex committee on contamination in food, aflatoxin levels in various countries (total aflatoxin <20 ppb) Criterion of food pathogens: Commission regulation of microbiological criteria for foodstuffs (*E. coli* < 2.00 log CFU/g), department of medical science Thailand (*B. cereus* < 3.00 log CFU/g and Mold < 2.69 log CFU/g).

The difference of letters between groups indicate statistically significant difference at P<0.05.

## วิจารณ์ผล

กระบวนการควบคุมคุณภาพเพื่อลดปริมาณการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์และสารพิษหลังการเก็บเกี่ยวด้วยการล้างเป็นวิธีการที่สำคัญยิ่งที่ต้องส่งออกในรูปแบบสด (fresh product) การล้างมีปัจจัยสำคัญต้องพิจารณาร่วมได้แก่ ชนิดของวัตถุดิบ (ใบ ราก เหง้า ลำต้น และผล) ซึ่งจะสัมพันธ์กับรูปแบบการล้าง ระยะเวลา ชนิดและความเข้มข้นของสารที่นำมาใช้ Samadi *et al*. (2009) ได้ทำการทดสอบและรายงานผลการใช้ calcium hypochlorite ล้างพริก พบว่าความเข้มข้น 300 ppm เป็นเวลา 15 นาที สามารถลดจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร 2.8 log ซึ่งสาร calcium hypochlorite ได้อนุญาตสามารถนำไปใช้ในการล้างผักผลไม้ได้ เนื่องจากเป็นสารเคมีจึงกำหนดความเข้มข้นในการนำไปใช้ 50-200 ppm นอกจากนี้สารในกลุ่มสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ก็สามารถนำไปใช้ในการล้างได้เช่นกัน จากผลการศึกษาของ Lopez *et al*. (2016) ทดสอบล้างผักด้วย lineal

anionic surfactant 2% พบว่าต้องใช้ระยะเวลาถึง 120 นาที จึงจะสามารถลดจุลินทรีย์กลุ่ม total mesophilic aerobic bacteria 2 log ซึ่งสารลดแรงตึงผิวนี้เป็นสารที่มีโครงสร้างเหมือนกันกับสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ และผลการทดสอบข้างต้นทำให้ทราบว่าสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ระดับความเข้มข้น 100-200 ppm มีประสิทธิภาพสามารถลดและควบคุม *Salmonella* spp., *E. coli*, *B. cereus*, Mold และสารพิษอะฟลาทอกซิน ให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐานกำหนด โดยมีกรรมวิธีการล้างด้วยน้ำสะอาด เป็นขั้นตอนที่ 1 และ ล้างด้วยการแช่ในน้ำที่มีสารเป็นเวลา 5 นาที ที่สภาวะอุณหภูมิห้อง หลังจากการล้างในขั้นตอนนี้ต้องระวังไม่ให้มีการปนเปื้อนข้าม ร่วมกับการจัดการตามหลักการ GMP ที่ดีเพื่อลดการปนเปื้อนในระหว่างการล้าง

## สรุป

การล้างพริกชี้ฟ้าหลังการเก็บเกี่ยวด้วยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพสามารถนำมาทดแทนการใช้สาร calcium hypochlorite โดยระดับความเข้มข้นที่ดีและมีประสิทธิภาพที่สุดคือ 100-200 ppm และจะต้องใช้ระยะเวลาในการล้างด้วยการแช่นาน 5 นาที ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถใช้ได้ 100 ppm สามารถควบคุม *Salmonella* spp. *E. coli* และ *B. cereus* (not detected) และลดเชื้อราได้ 1 log โดยประมาณ รวมถึงลดปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินทั้งหมดในระดับที่ไม่เกิน 20 ppb

## คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สำหรับทุนสนับสนุนและครุภัณฑ์ในการทำวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2553. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

ปิยะวรรณ กาสลัก. 2553. รายงานการวิจัยสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากการหมักผลเซอร์รี่เปรี้ยว. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา. 63 หน้า

สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร และสำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช. 2554. การจัดการผักและผลไม้สดเพื่อส่งออกไปสหภาพยุโรป. พิมพ์ครั้งที่ 1. บ.อาร์ต ควอลิไฟท์ จก, กรุงเทพฯ. 18 หน้า

European Commission. 2005. Commission regulation (EC) No. 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Official Journal of the European Union 338: 1-26.

James, J.B. and N. Tipvanna. 2010. A technical guide; Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Lopez, E., E. Palou and A. Malo. 2016. Effect of different sanitizers on the microbial load and selected quality parameters of “chile de árbol” pepper (*Capsicum frutescens* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology 119: 94-100.

Samadi, N., N. Abadian, D. Bakhtiari, MR. Fazeli and H. Jamalifa. 2009. Efficacy of detergents and fresh produce disinfectants against microorganisms associated with mixed raw vegetables. Journal of Food Protection 7: 1376-1584.