

RESEARCH ARTICLE

# Effects of Broiler Carcasses Washing Methods on *Salmonella* spp. Concentration

Yod Wiriyaena<sup>1\*</sup>, Komkrich Pimpukdee<sup>1</sup>, Niyomsak Upatoom<sup>2</sup>, Satis Pholpark<sup>2</sup>, Bongkot Noppon<sup>1</sup>, Piyawat Saipan<sup>1</sup>

## Abstract

**Objective**—This study was conducted to investigate the effects of washing broiler carcasses with water and chlorinated water solution on *Salmonella* spp. concentration.

**Materials and Methods**—Broiler carcasses were collected after evisceration from the 6 small abattoirs (10 carcasses per abattoir) in Khon Kaen province between April and December 2009. The samples were subdivided into 2 groups (30 samples per group) and then were washed with water or chlorinated water (20 ppm) for 10 minutes. *Salmonella* spp. was determined by modified the method of ISO 6579. The effectiveness of washing methods by prevalence and concentration of *Salmonella* spp. were analyzed by Chi square test and t-test, respectively.

**Results**—Before washing carcasses with water, *Salmonella* spp. were found in 18 from 30 samples (60%) with the average of 25.01±36.79 cells/g and after washing, *Salmonella* spp. contamination was reduced to 10 from 30 samples (33.3%) with the average of 2.41±5.10 cells/g. *Salmonella* spp. recovered from carcasses were found in 16 from 30 samples (53.3%) with the average of 39.10±92.43 cells/g before washing including chlorine. After chlorine washing, *Salmonella* spp. were isolated from 8 of 30 samples (26.67%) with the average of 3.98±9.97 cells/g. The prevalence and concentration of *Salmonella* spp. were significantly different ( $p<0.05$ ) between before and after washing by both methods. The effectiveness of water and chlorinated water washing were not significantly different in terms of the reduction of *Salmonella* spp. ( $p>0.05$ ).

**Conclusion**—Data from the present study showed that washing poultry carcasses including chlorine is slightly better than washing with water alone.

KKU Vet J. 2011;21(1):41-49.

<http://vmj.kku.ac.th/>

**Keywords:** *Salmonella* spp.; Broiler carcass washing; Chlorine

<sup>1</sup>Department of Veterinary Public Health, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Muang, Khon Kaen 40002

<sup>2</sup>Veterinary Research and Development Center (Upper Northeastern Region), Khon Kaen 40000.

\*Corresponding author E-mail: yodw@dld.go.th

## ผลของวิธีการล้างซากไก่ต่อปริมาณเชื้อซัลโมเนลลา

ยอด วิริยะเสนา<sup>1\*</sup>, คมกริช พิมพักดี<sup>1</sup>, นิยมศักดิ์ อุปทุม<sup>2</sup>, สาทิส ผลภาค<sup>2</sup>, บงกช นพผล<sup>1</sup>,  
ปิยวัฒน์ สายพันธุ์<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์** ศึกษาผลของวิธีการล้างซากไก่โดยวิธีใช้น้ำและวิธีใช้น้ำผสมคลอรีนต่อปริมาณเชื้อซัลโมเนลลา

**วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ** เก็บตัวอย่างซากไก่หลังขั้นตอนการล้างเครื่องในจากโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กในจังหวัดขอนแก่นจำนวน 6 แห่งๆละ 10 ตัว แบ่งซากไก่ออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 30 ตัว ล้างซากไก่ด้วยวิธีการใช้น้ำหรือใช้น้ำผสมคลอรีนความเข้มข้น 20 พีพีเอ็มเป็นเวลา 10 นาที เก็บตัวอย่างซากไก่ก่อนและหลังการล้างซากเพื่อวิเคราะห์หาความชุกและปริมาณซัลโมเนลลาโดยการประยุกต์วิธี ISO 6579 เปรียบเทียบผลของวิธีการล้างซากต่อความชุกและปริมาณเชื้อ โดย Chi-square test และ t-test ตามลำดับ การศึกษาวิจัยดำเนินการระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม 2552

**ผลการศึกษา** การล้างซากไก่ด้วยวิธีใช้น้ำพบว่าก่อนการล้างซากพบซัลโมเนลลาจำนวน 18 จาก 30 ตัวอย่าง (60%) ในปริมาณเฉลี่ย  $25.01 \pm 36.79$  เซลล์/กรัม และหลังการล้างซากด้วยน้ำพบเชื้อ 10 จาก 30 ตัวอย่าง (33.3%) ในปริมาณเฉลี่ย  $2.41 \pm 5.10$  เซลล์/กรัม ส่วนการล้างซากไก่ด้วยการผสมคลอรีนพบว่าก่อนการล้างซากพบซัลโมเนลลาจำนวน 16 จาก 30 ตัวอย่าง (53.3%) มีปริมาณเฉลี่ย  $39.10 \pm 92.43$  เซลล์/กรัม และหลังการล้างซากพบเชื้อ 8 จาก 30 ตัวอย่าง (26.67%) ในปริมาณเฉลี่ย  $3.98 \pm 9.97$  เซลล์/กรัม ผลทางสถิติพบว่าความชุกและปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลา ก่อนและหลังการล้างซากไก่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการล้างซากไก่ พบว่าการล้างด้วยน้ำและน้ำผสมคลอรีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**ข้อสรุป** ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการล้างซากไก่ด้วยคลอรีนมีประสิทธิภาพดีกว่าเล็กน้อยเทียบกับการล้างด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว

วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 2554;21(1):41-49.

<http://vmj.kku.ac.th/>

**คำสำคัญ:** ซัลโมเนลลา การล้างซากไก่ คลอรีน

<sup>1</sup>ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

<sup>2</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น 40000

\*ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ E-mail: yodw@dld.go.th

## บทนำ

การปนเปื้อนของซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ในอาหารที่มาจากปศุสัตว์ (foods from animal origin) พบว่าก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของคนไทยอย่างต่อเนื่อง [1 - 4] ชัยวัฒน์ และคณะ [5] รายงานว่าสามารถแยกซัลโมเนลลาจากผู้ป่วยที่มีอาการท้องเสียได้มากถึงร้อยละ 61.9 และเป็นเชื้อชนิดอื่น ๆ รวมกันอีกร้อยละ 38.1 อาหารที่มาจากปศุสัตว์และพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาได้มากคือเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ [6 - 9] Padungtod และ Kaneene [3] รายงานว่าความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ที่เก็บจากตลาดทางภาคเหนือของประเทศไทยมีค่าประมาณร้อยละ 57 ขณะที่ Minami และคณะ [4] รายงานว่าในตัวอย่างเนื้อไก่ที่เก็บจากตลาดทั่วไปและซูเปอร์มาร์เก็ตในเขตภาคกลางของประเทศไทยตรวจพบซัลโมเนลลาร้อยละ 48 - 57 และ Angkititrakul และคณะ [10] พบว่าตัวอย่างเนื้อสุกรและไก่ที่เก็บจากจังหวัดขอนแก่นตรวจพบซัลโมเนลลาได้ร้อยละ 65 และ 75 ตามลำดับ

การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์จากสัตว์สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการผลิต มาตรการควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนในปัจจุบันจึงกำหนดแนวทางการปฏิบัติ ตั้งแต่ระดับการจัดการในฟาร์มพ่อแม่พันธุ์เรื่อยมาจนถึงการบริโภครวม ในกระบวนการของโรงฆ่าสัตว์ ขั้นตอนการลวกขน การดึงขนและการเอาเครื่องในออกเป็นจุดเสี่ยงสำคัญต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา โดยเฉพาะการเอาเครื่องในออกซึ่งเสี่ยงต่อการฉีกหรือขาดของกระเพาะอาหารและลำไส้ ซึ่งมีเชื้อปนเปื้อนอยู่สูง ดังนั้นจึงมีหลายวิธีที่ถูกนำมาใช้ในการป้องกันการปนเปื้อนข้ามหรือปนเปื้อนกลับในซากสัตว์ระหว่างขั้นตอนต่างๆของโรงฆ่าสัตว์ทั้งวิธีทางกายภาพและเคมี เนื่องจากซัลโมเนลลามีคุณสมบัติในการเกาะยึดกับผิวหนังไก่หรือพื้นผิวของวัสดุอุปกรณ์ได้ดี [9] จึงจำเป็นต้องผ่านการทำความสะอาดในหลายจุดและหลายวิธี หนึ่งในวิธีเหล่านั้นคือการใช้คลอรีนซึ่งได้รับการยอมรับให้ใช้ในสหรัฐอเมริกา นิวซีแลนด์และอีกหลายประเทศเนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดเชื้อและราคาถูกกว่าสารเคมีชนิดอื่น [9, 11-13] โดยใช้คลอรีนผสมในน้ำ เพื่อจุ่มล้างซากไก่ในถังหรือถังแช่เย็น และใช้ล้างอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ Yang และคณะ [14] รายงานว่าคลอรีนความเข้มข้น 10 พีพีเอ็มแช่ซากไก่เป็นเวลา 120 นาทีสามารถลดปริมาณซัลโมเนลลาได้ทั้งหมดหรือถ้าความเข้มข้น 30 - 50 พีพีเอ็มในเวลา 3 - 6 นาทีก็ให้ผลเช่นเดียวกัน เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Stopforth และคณะ [15] ที่พบว่าการใช้คลอรีนหรือคลอรีนไดออกไซด์สามารถลดแบคทีเรียที่ก่ออันตรายได้ โดยกลไกการออกฤทธิ์ของคลอรีนนั่นเป็นการออกฤทธิ์แบบการทำลายแบคทีเรีย (bactericidal effect) หน่วยงานด้านความปลอดภัยและบริการตรวจสอบด้านอาหารของสหรัฐอเมริกา (US. Food Safety and Inspection Service, FSIS) [13] แนะนำให้ใช้คลอรีนในการลดและควบคุมปริมาณแบคทีเรียที่ก่อโรคในโรงงานฆ่าสัตว์ปีกได้ไม่เกิน 50 พีพีเอ็ม ขึ้นกับขั้นตอนหรือปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกัน เช่น วิธีการใช้น้ำ ปริมาณเชื้อเริ่มต้น ค่าความเป็นกรดค่า เป็นต้น โดยแนะนำว่าคลอรีนความเข้มข้น 20 พีพีเอ็มเป็นปริมาณที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียหลังขั้นตอนการเอาเครื่อง

ในออกรวมทั้งมีความปลอดภัยต่อการบริโภค [13, 16] เกณฑ์มาตรฐานด้านการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่คือต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม การกำหนดคลัสเตอร์นี้เน้นการควบคุมโดยใช้ข้อมูลความชุกเพียงอย่างเดียวซึ่งมักไม่ประสบความสำเร็จในการควบคุมมากนักเนื่องจากขาดข้อมูลเชิงปริมาณในการกำกับติดตามในแต่ละขั้นตอนการผลิต ภายหลังจากมีการศึกษาเชิงปริมาณในการตรวจนับซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนมากขึ้น [9, 15]

ประเทศไทยยังมีข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับการใช้คลอรีนในการควบคุมหรือลดปริมาณซัลโมเนลลาไม่มากนัก มีเพียงมาตรการของกรมปศุสัตว์ที่ให้โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ต้องใช้น้ำในการล้างซากไก่ทั้งภายในและภายนอกซาก (inside-outside washing) ในปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 1.5 ลิตร/ซาก แรงดันน้ำไม่น้อยกว่า 1.5 บาร์สำหรับซากไก่ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 2.5 กิโลกรัมและข้อกำหนดการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ปีกของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ แต่การนำไปปฏิบัติและการศึกษายังไม่ครอบคลุมถึงโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กที่จำหน่ายเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์เฉพาะในประเทศและมีโอกาสที่จะพบเชื้อปนเปื้อนในปริมาณที่สูงกว่า ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาผลของวิธีการล้างซากไก่โดยวิธีใช้น้ำและวิธีใช้น้ำผสมคลอรีนต่อปริมาณเชื้อซัลโมเนลลา

### วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

จังหวัดขอนแก่นมีการบริโภคเนื้อไก่วันละประมาณ 70 ตันหรือประมาณ 40,000 ตัวต่อวัน โดยที่เนื้อไก่ประมาณ 20 ตันมาจากโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กซึ่งมีกำลังการผลิตวันละ 300 - 1,500 ตัว และโรงงานเหล่านี้ยังไม่มีใบอนุญาตให้ตั้งโรงฆ่าสัตว์ปีก ตามพระราชบัญญัติควบคุมและจำหน่ายเนื้อสัตว์ พ.ศ. 2535 เนื่องจากอยู่ในระหว่างดำเนินการปรับปรุงให้เข้าตามข้อกำหนดด้านสุขอนามัยการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างซากไก่หลังการล้างเครื่องในออกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กในจังหวัดขอนแก่น จำนวน 6 แห่งๆละ 10 ตัว ในระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม 2552 โดยเก็บซากไก่ภายในระยะเวลาไม่เกิน 15 นาทีหลังการเอาเครื่องในออก จากนั้นแบ่งซากไก่ออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 30 ตัว เก็บตัวอย่างเนื้อไก่จากบริเวณน่องในปริมาณ 25 กรัมเพื่อวิเคราะห์หาซัลโมเนลลาก่อนการล้างซากไก่และทำเครื่องหมายบนซากเพื่อเก็บตัวอย่างหลังการล้าง จึงนำตัวอย่างไก่กลุ่มที่หนึ่งล้างด้วยน้ำสะอาด ปริมาตร 20 ลิตรต่อซากไก่ 5 ตัว และไก่กลุ่มที่ 2 ล้างด้วยน้ำสะอาดผสมคลอรีน 20 พีพีเอ็ม ปริมาตร 20 ลิตรต่อซากไก่ 5 ตัว โดยการจุ่มแช่ซากไก่เป็นเวลา 10 นาทีเช่นเดียวกัน (อัตราเร็วในสายการผลิต (line speed) ทั่วไปประมาณ 10 - 12 นาที) จากนั้นเก็บตัวอย่างเนื้อไก่บริเวณน่องเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณซัลโมเนลลาต่อไป

#### วิธีการแยกเชื้อ

การตรวจหาซัลโมเนลลาโดยใช้วิธี Modified Most Probable Number technique ISO6579 :

2002 Amendment 1 [17] ดังนั้นนำตัวอย่างจำนวน 25 กรัมเติมด้วย Buffered peptone water (BPW; Difco, France) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำเข้าเครื่อง Stomacher เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นทำการเจือจางตัวอย่างด้วยวิธี Serial ten-fold dilution ถึง  $10^{-6}$  นำตัวอย่างที่เจือจางแล้วไปป่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ  $37^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา  $18 \pm 2$  ชั่วโมง จึงนำมาเลี้ยงเชื้อในอาหารที่จำเพาะชนิด Rappaport Vassiliadis Broth (RVB; Difco, France) แล้วนำไปป่มที่อุณหภูมิ  $41.5^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา  $24 \pm 3$  ชั่วโมง จึงนำไปเพาะแยกให้ได้โคโลนีเดี่ยวบน Xylose Lysine Deoxycholate plate (XLD; Difco, France) และ Brilliant Green Agar plate (BGA; Difco, France) ที่อุณหภูมิ  $37^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา  $24 \pm 3$  ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นซัลโมเนลลาจากลักษณะกลม ขนาดปานกลาง สีชมพูเข้มขาว อาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ โคโลนีจะมีสีชมพูหรือแดงใส นำโคโลนีเหล่านี้ไปทดสอบยืนยันคุณสมบัติทางชีวเคมีโดยใช้ Triple sugar iron agar (TSI; Difco, France) และ Lysine Indole Motilie media (LIM; Difco, France) จำนวนปริมาณซัลโมเนลลาตามวิธีการอ่านค่าจากตาราง MPN Index

#### การวิเคราะห์ทางสถิติ

ประสิทธิภาพของการล้างซากคำนวณจากอัตราหรือปริมาณของเชื้อก่อนการล้างซากลบด้วยอัตราหรือปริมาณของเชื้อหลังการล้างซาก และเปรียบเทียบผลของวิธีการล้างซากต่อความชุกและปริมาณเชื้อ โดยวิธี Chi-square test และ t-test ตามลำดับ ด้วยโปรแกรม SPSS Statistics version 17 for Windows

### ผลการศึกษา

ผลการศึกษาวิธีการล้างซากไก่ต่อปริมาณซัลโมเนลลาพบว่า ก่อนการล้างซากไก่ด้วยน้ำพบบซัลโมเนลลาจำนวน 18 จาก 30 ตัวอย่าง (60%) ในปริมาณเฉลี่ย  $25.01 \pm 36.79$  เซลล์/กรัม (ต่ำสุด - สูงสุด; 0 - 93 เซลล์/กรัม) และหลังการล้างซากด้วยน้ำพบบซัลโมเนลลาจำนวน 10 จาก 30 ตัวอย่าง (33.3%) ในปริมาณเฉลี่ย  $2.41 \pm 5.10$  เซลล์/กรัม (ต่ำสุด - สูงสุด; 0 - 23 เซลล์/กรัม) ส่วนการล้างซากไก่ด้วยการผสมคลอรีนความเข้มข้น 20 พีพีเอ็มพบว่าก่อนการล้างซากพบบซัลโมเนลลาจำนวน 16 จาก 30 ตัวอย่าง (53.3%) มีปริมาณเฉลี่ย  $39.10 \pm 92.43$  เซลล์/กรัม (ต่ำสุด - สูงสุด; 0 - 460 เซลล์/กรัม) และหลังการล้างซากพบเชื้อ 8 จาก 30 ตัวอย่าง (26.67%) ในปริมาณเฉลี่ย  $3.98 \pm 9.97$  เซลล์/กรัม (ต่ำสุด - สูงสุด; 0 - 43 เซลล์/กรัม) รายละเอียดดังแสดงใน **Table 1** ประสิทธิภาพของการล้างซากพบว่า การล้างด้วยน้ำและน้ำผสมคลอรีนสามารถลดปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาได้เฉลี่ย 22.60 และ 35.12 เซลล์/กรัม ตามลำดับ (**Table 2**) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าความชุกและปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลา ก่อนและหลังการล้างซากไก่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการล้างซากไก่ พบว่าการล้างด้วยน้ำและน้ำผสมคลอรีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**Table 1.** Prevalence and Concentration of *Salmonella* spp. Before and After Washing

Washing method	Prevalence, % (positive/total samples)		<i>Salmonella</i> spp. concentration (cells/g, mean $\pm$ SD)	
	Before washing	After washing	Before washing	After washing
Water	60.00 (18/30)	33.33* (10/30)	25.01 $\pm$ 36.79 (0 - 93)	2.41 $\pm$ 5.10* (0 - 23)
Chlorine	53.33 (16/30)	26.67* (8/30)	39.10 $\pm$ 92.43 (0 - 460)	3.98 $\pm$ 9.97* (0 - 43)

\*Significant difference between before and after washing using the same washing method ( $p < 0.05$ ), data in the parentheses are ranges.

**Table 2.** The Effectiveness Washing Methods

Washing method	Effectiveness of washing method	
	Prevalence (%)	Concentration (cells/g)
Water	26.67	22.60 (0 - 93)
Chlorine	26.66	35.12 (0 - 417)

Effectiveness is calculated as the following: prevalence or the mean of concentration of *Salmonella* spp. before washing is subtracted by prevalence or the mean of concentration of *Salmonella* spp. after washing, data in the parentheses are ranges.

## วิจารณ์

การศึกษาการลดลงของแบคทีเรียโดยการล้างน้ำเพียงอย่างเดียวนั้นไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการเจือจางและชะล้างแบคทีเรียที่เกาะติดกับผิวหนังแบบไม่แน่นอนออกไป ส่วนการเติมคลอรีนมีวัตถุประสงค์เพื่อออกฤทธิ์ฆ่าแบคทีเรีย (bactericidal) ลดการปนเปื้อนข้ามและกลับมาเกาะยึดซ้ำของเชื้อ (cross-contamination and re-attachment) ซึ่งทั้ง 2 วิธีมีการศึกษากันอย่างกว้างขวางและนำไปสู่การประเมินคุณค่าและความเสี่ยงของการใช้คลอรีนในกระบวนการผลิตและอาหาร FAO/WHO [18] ได้จัดประชุมผู้เชี่ยวชาญในปี 2008 เพื่อประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ (risk-benefit assessment) จากการใช้คลอรีนในการผลิตอาหารซึ่งจนถึงขณะนี้ยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน เป็นเพียงคำแนะนำว่าสามารถใช้ได้ในระดับที่เหมาะสมภายใต้สัญลักษณ์การปฏิบัติที่ดีของโรงงาน การวิจัยในครั้งนี้ทำการล้างซากไก่ภายในระยะเวลาประมาณ 15 นาที หลังการเอาเครื่องในออก ทำให้แบคทีเรียที่เกิดจากการปนเปื้อนข้ามในระหว่างการผลิตมีเพียงแรงยึดเกาะ (bacterial attachment) ทางกายภาพระหว่างแบคทีเรียกับผิวหนังเท่านั้นซึ่งสามารถล้างออกได้ง่าย การใช้น้ำล้างซากทั้งด้านในและนอก (inside-outside washing) ที่ถูกวิธีสามารถลดความชุกของซัลโมเนลลาได้สูงถึงร้อยละ 60 [9, 13, 19] การวิจัย

ครั้งนี้การล้างซากด้วยน้ำสามารถลดความชุกซัลโมเนลลาได้ประมาณร้อยละ 26 (ความชุกก่อนล้างซากคือร้อยละ 60 และหลังการล้างซากคือ 33.33)

ส่วนผลการศึกษาในเชิงปริมาณจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่าการล้างซากทำให้ปริมาณการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาลดลงได้เฉลี่ยประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณเริ่มต้น (ปริมาณซัลโมเนลลา ก่อนล้างด้วยน้ำและคลอรีนเฉลี่ย 25.01 และ 39.01 เซลล์/กรัม ตามลำดับ และปริมาณซัลโมเนลลา หลังล้างด้วยน้ำและคลอรีนคือ 2.41 และ 3.98 เซลล์/กรัม ตามลำดับ) (Table 1) โดยประสิทธิภาพของการล้างด้วยน้ำสามารถลดปริมาณซัลโมเนลลาได้เฉลี่ย 22.60 เซลล์/กรัม และน้ำผสมคลอรีนสามารถลดเชื้อได้มากกว่าคือเฉลี่ย 35.12 เซลล์/กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ของทั้งสองวิธี (Table 2) Lillard [20] รายงานว่าการใช้คลอรีนความเข้มข้น 20 พีพีเอ็มและ 34 พีพีเอ็มสามารถลดปริมาณซัลโมเนลลาได้ร้อยละ 17.3 - 41.7 FSIS [13] สรุปรายงานการศึกษาไว้ว่าการใช้คลอรีนเข้มข้น 20 - 50 พีพีเอ็มสามารถลดการตรวจพบซัลโมเนลลาบนซากไก่ได้ประมาณร้อยละ 20 Notermans และคณะ [21] พบว่าการล้างซากไก่ทันทีที่มีประสิทธิภาพในการลดแบคทีเรียลงได้ประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณเริ่มต้น ในขณะที่ Nilson และ Regner [22] พบว่าการใช้คลอรีนความเข้มข้น 20 พีพีเอ็มสามารถกำจัดเชื้อ *Salmonella Typhimurium* ปริมาณ  $10^3$  เซลล์/กรัมบนซากไก่ได้ทั้งหมด แต่ถ้าปริมาณเริ่มต้นของเชื้อสูงถึง  $10^6$  เซลล์/กรัม การใช้คลอรีนที่ความเข้มข้นนี้จะไม่สามารถกำจัดเชื้อให้หมดไปได้ จากผลการศึกษาข้างต้นและจากการวิจัยครั้งนี้อาจมีความแตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของปริมาณเชื้อเริ่มต้น วิธีศึกษาที่ดำเนินงานในห้องปฏิบัติการและระบบการผลิตจริง สุขลักษณะของโรงงาน เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีผลการศึกษาให้ข้อมูลสอดคล้องกันคือการใช้คลอรีนสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาได้แต่อาจมีอัตราที่แตกต่างกันไป ประสิทธิภาพของคลอรีนอาจลดลงจากอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด่างที่มากกว่า 7.5 รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่เป็นด่างจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการล้างซากไก่ภายในระยะเวลาไม่เกิน 15 นาทีหลังการเอาเครื่องในออกด้วยน้ำสะอาดในปริมาณที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณซัลโมเนลลาได้ ส่วนการใช้คลอรีนนั้นมีประสิทธิภาพในการล้างดีกว่าแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับการล้างด้วยน้ำเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดเล็กอาจพิจารณาใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสมกับลักษณะการจัดการและสุขศาสตร์ภายในโรงงานของแต่ละแห่ง จนกว่าจะมีข้อมูลการศึกษาที่ชัดเจน โดยเฉพาะข้อมูลการประเมินความเสี่ยงและประโยชน์ (risk-benefit assessment) ของคลอรีนในการใช้สำหรับกระบวนการผลิตอาหาร

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนทุนบางส่วนในการศึกษาวิจัย โรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็กในจังหวัดขอนแก่นที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่าง

## เอกสารอ้างอิง

1. Rasrinual L, Suthienkul O, Echeverria P, Taylor D, Serewatana J, Bangtrakulnonth A, Lexomboon U. Foods as source of enteropathogens causing childhood in Thailand. *Am J Trop Med Hyg.* 1988;39(1):97-102.
2. Boonmar S, Bangtrakulnonth A, Pornruangwong S, Samosornsuk S, Kaneko K, Ogawa M. Significant increase in antibiotic resistance of *Salmonella* isolates from human beings and chicken meat in Thailand. *Vet Microbiol.* 1998;62(1):73-80.
3. Padungtod P, Kaneene JB. *Salmonella* in food animals and humans in northern Thailand. *Int J Food Microbiol.* 2006;108(3):346-354.
4. Minami A, Chaicumpa W, Chongsa-Nguan M, Samosornsuk S, Monden S, Takeshi K, Makino S, Kawamoto K. Prevalence of foodborne pathogens in open markets and supermarkets in Thailand. *Food Control.* 2010;21(3):221-226.
5. Pulsrikarn C, Bangtrakulnonth A, Pornruangwong S, Sriyapai T, Sawanpanyalert P. Prevalence of non-typhoidal *Salmonella* isolated from human blood and antimicrobial resistance in Thailand, 2003-2005. The 14<sup>th</sup> academic conference of Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health. 23-24 August 2006.
6. Vugia DJ, Mishu B, Smith M, Tavris DR, Hickman-Brenner FW, Tauxe RV. *Salmonella enteritidis* outbreak in restaurant chain: The continuing challenges of prevention. *Epidemiol Infect.* 1993;110(1):49-61.
7. Mead PS, Slutsker L, Dietz V, McCaig LF, Breese JS, Shapiro C, Griffin PM, Tauxe RV. Food-related illness and death in the United States. *Emerg Infect Dis.* 1999;5(5):607-625.
8. European Food Safety Authority (EFSA). Zoonoses data collection reports. [database on the internet]. 2007. [cited 2007 April 25]. Available from: [http://www.efsa.europa.eu/en/science/monitoring\\_zoonoses/reports.html2007](http://www.efsa.europa.eu/en/science/monitoring_zoonoses/reports.html2007).
9. FAO/WHO. Microbiological risk assessment series 19 - meeting report of *Salmonella* and *Campylobacter* in chicken meat. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. 2009. p 1-69.
10. Angkititrakul S, Chomvarin C, Chaita T, Kanistanon K, Waethewutajarn S. Epidemiology of antimicrobial resistance in *Salmonella* isolated from pork, chicken meat and humans in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health.* 2005;36(6):1510-1515.
11. Rose N, Beaudeau F, Drouin P, Toux JY, Rose V, Colin P. Risk factors for *Salmonella* persistence after cleaning and disinfection in French broiler-chicken houses. *Prev Vet Med.* 2000;44:9-20.
12. Tsai LS, Schade JE, Molyneux BT. Chlorination of poultry chiller water: chlorine demand and disinfection efficiency. *Poult Sci.* 1992;71(1):188-196.
13. Food Safety and Inspection Service (FSIS). Compliance guidelines for controlling *Salmonella* and *Campylobacter* in poultry [database in the internet]. Food Safety and Inspection Service, U.S. Department of Agriculture (USDA). 2009. [cited 2009 October 26]. Available from: [http://www.fsis.usda.gov/PDF/Compliance\\_Guideline\\_Controller\\_Salmonella\\_Poultry.pdf](http://www.fsis.usda.gov/PDF/Compliance_Guideline_Controller_Salmonella_Poultry.pdf).
14. Yang H, Li Y, Johnson MG. Survival and death of *Salmonella typhimurium* and *Campylobacter jejuni* in processing water and on chicken skin during poultry scalding and chilling. *J Food Prot.* 2001;64(6):770-



776.

15. Stopforth JD, O'Connor R, Lopes M, Kottapalli B, Hill WE, Samadpour M. Validation of individual and multiple-sequential interventions for reduction of microbial populations during processing of poultry carcasses and parts. *J Food Prot.* 2007; 70(6): 1393-1401.
16. Waldroup AL, Rathgeber BM, Forsythe RH, Smoot L. Effects of six modifications on the incidence and levels of spoilage and pathogenic organism on commercially processed post-chill broilers. *J Appl Poult Res.* 1992;1(3):226-234.
17. International Organization for Standardization (ISO). ISO 6579: Microbiology of food and animal feeding stuffs-horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. Office of International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 2002.
18. FAO/WHO. Executive summary of the Joint FAO/WHO Expert meeting on the benefits and risks of the use of chlorine-containing disinfectants in food production and food processing [database on the internet]. 2008. [cited 2008 May]. Available from: [http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/executive\\_summary\\_Active\\_chlorine.pdf](http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/executive_summary_Active_chlorine.pdf).
19. Thomas JE, Bailey JS, Cox NA, Posey DA, Carson MO. *Salmonella* on broiler carcasses as affected by fresh water input rate and chlorination of chiller water. *J Food Prot.* 1979;42(8):954-955.
20. Lillard HS. Effect on broiler carcasses and water of treating chiller water with chlorine or chlorine dioxide. *Poult Sci.* 1980;59:1761-1766.
21. Notermans S, Terbijhe RJ, Van-Schothorst M. Removing fecal contamination of broilers by spray-cleaning during evisceration. *Brit Poult Sci.* 1980;21(2):115-121.
22. Nilson T, Regner B. The effect of chlorine in the chilling water on salmonella in dressed chicken. *Acta Vet. Scand.* 1963;4(3):307-319.