Abstract

The risk factors of Salmonella contamination in poultry meat processing were determined in 28 exported poultry slaughterhouses from January to December 2016. The samples were collected 1,163 Lot which were 5,815 samples. The total Salmonella contaminated poultry meats were found in 327 samples from 187 Lot which were contaminated at least 1 sample in Lot. This study has taken various factors in the processing process in the exported-poultry slaughterhouses to study the relation with Salmonella contamination in poultry products such as boot swab at poultry farms, partial condemnation of poultry carcass before slaughtering, the different methods of evisceration, the frequency of water changing in the scalding tank and the chiller tank, and the type of poultry meat product. The results showed that the prevalence of Salmonella contamination in poultry meat samples and Lot samples was 5.62 and 16.08 percent, respectively. The results of relationship between Salmonella contaminated in Lot samples showed the factors, the poultry meat from poultry farms which are positive to boot swab tests, the automatically machine evisceration, and the frequency of water changing in the scalding tank and the chiller tank, resulted in higher percentage of Salmonella contamination while the kind of poultry meat products such as skinless boneless breast (SBB) and salted poultry meat preparation were the factors that can reduce the percentage of Salmonella contamination in Lot samples, at p-value < 0.01. The result of Salmonella contamination in poultry meat samples showed the factors which increased the Salmonella contamination were using machine in processing process (OR=2.39), the only one time of frequency of water changing in the scalding tank and the chiller tank (OR=2.78) while the factors that can reduce the percentage of Salmonella contamination in poultry meat samples were the salted poultry meat preparation (OR=3.78) and the kind of poultry meat products (OR=1.51), at p-value < 0.05. While the partial condemnation to remove the poultry carcasses prior to production was a significant factor in reducing of Salmonella contamination in poultry meat samples (OR = 0.93) at p-value < 0.05.

Keywords: Exported poultry slaughterhouse, Poultry meat, Salmonella contamination

คำนำ

โรคแซลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) เป็นโรคติดเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญ จากเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแซลโมเนลลาที่มีความสำคัญในด้านสาธารณสุข โดยเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการอาหารเป็นพิษที่มีรายงานเป็นอันดับต้นในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ เช่น กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป ประเทศแคนาดา และประเทศอื่นๆ (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559; European Food Safety Authority, 2009; Todd, 1997) อาการที่พบจากการติดเชื้อแซลโมเนลลาในผู้ป่วย คือ คลื่นไส้ อาเจียนท้องเสียอย่างรุนแรง และยังทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสเสียชีวิตได้สูง (สุมณฑา, 2545) ซึ่งปกติเชื้อแซลโมเนลลามีแหล่งที่พบอยู่ในลำไส้หรือทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์หลายชนิดโดยเฉพาะสัตว์ปีก จึงมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จากลำไส้สัตว์มาสู่เนื้อสัตว์ที่คนนำมาบริโภคระหว่างขั้นตอนการผลิต โดยอาจเกิดการปนเปื้อนตั้งแต่ระดับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก กระบวนการเชือดสัตว์ปีก จนถึงกระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ปีก หรือการปนเปื้อนจากภายนอกเข้ามาสู่เนื้อสัตว์ปีก (Kusumaningrum et al., 2003)

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกสินค้าสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคที่สำคัญโดยประเทศไทยอยู่ในสิบอันดับแรกของผู้ผลิตสินค้าสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคของโลก และเป็นอันดับสามของผู้ส่งออกสินค้าสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคของโลก (Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture, 2016) โดยข้อมูลการส่งออกปี พ.ศ. 2558 พบว่าประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคจำนวน 6.79 แสนตัน คิดเป็นมูลค่า 8.85 หมื่นล้านบาท (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559) โดยมีตลาดส่งออกหลัก คือ สหภาพยุโรปและญี่ปุ่น โดยแบ่งสัดส่วนเป็นการผลิตเพื่อการบริโภคในประเทศร้อยละ 70 และเพื่อการส่งออกร้อยละ 30 (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2559) สำหรับการส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคนั้น สินค้าดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบกระบวนการผลิตและรับรองความปลอดภัยด้านอาหารตามมาตรฐานของกรมปศุสัตว์และกฎระเบียบของประเทศคู่ค้า ซึ่งหนึ่งในมาตรการที่ประเทศกลุ่มสหภาพยุโรปให้ความสำคัญ คือ การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก อ้างอิงตามระเบียบ Commission Regulation (EC) No 2073/2005 (European Union, 2005)

แม้ว่าโรงฆ่าสัตว์จะมีการควบคุมกระบวนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกให้มีมาตรฐาน แต่สามารถพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ได้ตลอดกระบวนการผลิต ตั้งแต่ระดับฟาร์มจนถึงขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการในโรงฆ่าสัตว์ โดยเฉพาะการลวกถอนขนและการเอาเครื่องในออกซึ่งเป็นจุดเสี่ยงที่สำคัญต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา เนื่องจากการเอาเครื่องในออกมีความเสี่ยงต่อการฉีกหรือขาดของกระเพาะอาหารและลำไส้ ซึ่งมีเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนอยู่สูง (อนุชาและคณะ, 2550; Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, 2009) นอกจากนี้หลายประเทศทั่วโลกยังสามารถพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาจากตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาจากแหล่งต่างๆ เช่น ตลาดค้าส่ง ตลาดค้าปลีก และในกระบวนการผลิต สำหรับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกนั้น พบว่าความชุกของเชื้อแซลโมเนลลามีความแตกต่างกันแล้วแต่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต โดยสามารถพบความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาใน

โรงฆ่าสัตว์ปีกได้หลากหลาย อาจจะพบความชุกในระดับต่ำเพียง 1.56% จากรายงานในประเทศโมร็อกโก (Cohen et al., 2007) หรือพบความชุกสูงถึง 20% ในรายงานการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา (Russell, 2009) สำหรับประเทศไทยมีการรายงานความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกรภายในประเทศ ในจังหวัดเลยและขอนแก่นเท่ากับ 7% และ 41% ตามลำดับ (พิทักษ์และคณะ, 2548) โดยพบปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ คือ การไม่ใช้ราวแขวนในโรงฆ่าสัตว์ และแม้ว่าจะมีการศึกษาการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาเป็นจำนวนมาก แต่ส่วนใหญ่เป็นการเฝ้าระวัง ซึ่งการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มในแต่ละจุดของกระบวนการผลิตในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ทำให้ข้อมูลขาดความต่อเนื่องไม่สามารถเชื่อมโยงหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตลอดกระบวนการผลิตได้ รวมถึงการศึกษาระบาดวิทยาของการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์สัตว์ปีกเพื่อการส่งออกยังคงมีจำกัด ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อหาความชุกของเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกและหาปัจจัยเสี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บตัวอย่างมูลสัตว์ปีกด้วยวิธี (boot swab) จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกซึ่งเป็นต้นทางของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกเพื่อเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ปีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกจำนวนทั้งหมด 28 โรงฆ่าในการศึกษานี้มีลักษณะดังนี้ คือ โรงฆ่าสัตว์ปีกเหล่านี้ต้องได้รับรองการปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP) ได้รับรองการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต (Hazard Analysis Critical Control Point: HACCP) จากกรมปศุสัตว์ และมีสัตวแพทย์ประจำโรงงานของกรมปศุสัตว์ควบคุมและตรวจสอบกระบวนการผลิต โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกท้ายสายพาน (Official sample) ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2559 อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวนทั้งหมด 1,163 รุ่นการผลิต (Lot)1 รวมทั้งสิ้น 5,815 ตัวอย่าง2 ส่งตรวจวิเคราะห์หาเชื้อแซลโมเนลลาที่ห้องปฏิบัติการสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

วิธีการเก็บตัวอย่างและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1) การเก็บตัวอย่างเนื้อท้ายสายพาน (Official sample) มีขั้นตอนโดยย่อ คือ ดำเนินการเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ 5 ตัวอย่าง จากรุ่นการผลิตเดียวกัน แยกใส่ถุงปริมาณ 500 กรัม/ตัวอย่าง ปิดปากถุงให้สนิท แช่น้ำแข็งแล้วทำการขนส่งทันทีไปยังห้องปฏิบัติการของสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

---

[1] นิยาม รุ่นการผลิต (Lot) คือ กลุ่มการผลิตสินค้าที่ผลิตภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน (Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2005)

[2] 1 รุ่นการผลิต ทำการเก็บ 5 ตัวอย่าง ตาม Regulation (EC) No 2073/2005 amend 1086/2011 เรื่องการเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกเพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหารจากเชื้อแซลโมเนลลา (European Union, 2011)

เพื่อทำการเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลา (ส่วนตรวจสอบมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2557) โดยผลการตรวจอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกของกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551)

2) การเก็บข้อมูลภายในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก โดยข้อมูลที่เก็บประกอบด้วยข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ณ จุดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพซากสัตว์ปีกจาก 3 จุด คือ จุดตรวจซากสัตว์ปีกหลังการฆ่า (post-mortem), จุดล้างซากสัตว์ปีกก่อนลดอุณหภูมิซาก (inside-outside washer) และจุดหลังจากซากสัตว์ปีกผ่านการลดอุณหภูมิ (after chilling) นอกจากนี้ มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดการทำงานในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก คือ วิธีการล้วงเครื่องใน วิธีการตัดแต่งเนื้อสัตว์ปีก ความถี่ในการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนและถังชิลเลอร์ ตามรายละเอียดและคำจำกัดความในตารางที่ 1

3) การเก็บตัวอย่างมูลสัตว์ปีกด้วยวิธี boot swab จากฟาร์มสัตว์ปีกเนื้อแต่ละแห่งที่ส่งสัตว์ปีกเข้าเชือดที่โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกในการศึกษานี้ โดยวิธี boot swab เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างตามระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลโมเนลลาสำหรับสัตว์ปีก (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) กล่าวโดยย่อ คือ สวมอุปกรณ์ เช่น tube gauze sock หรือถุงเท้าที่เหมาะสมทับรองเท้าเดินให้ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 50 ของโรงเรือน ทำการเก็บตัวอย่าง boot swab จำนวน 2 คู่ และตัวอย่างจะถูกนำมารวมกันเพื่อใช้เป็นตัวแทนของโรงเรือน 1 โรงเรือน รวบรวมส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์เชื้อและแยกชนิดเชื้อแซลโมเนลลาด้วยวิธี ISO 6579: 2002 (International Organization for Standardization, 2007)

ตารางที่ 1 ชื่อและคำจำกัดความของข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

ปัจจัย	ชนิดตัวแปร	คำจำกัดความและกลุ่มย่อย
โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ได้รับรองระบบ GMP และ HACCP จากกรมปศุสัตว์ประกอบด้วย โรงฆ่าที่ 1 ถึง โรงฆ่าที่ 28
วิธีการล้วงเครื่องใน	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	วิธีการล้วงเครื่องในในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ประกอบด้วยการล้วงโดยใช้คน และการใช้เครื่องมืออัตโนมัติ
วิธีการตัดแต่งเนื้อ	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	วิธีการตัดแต่งและแยกชนิดเนื้อในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ประกอบด้วยการตัดแต่งด้วยคน ใช้เครื่องจักร หรือใช้ทั้งคนและเครื่องจักร

ปัจจัย	ชนิดตัวแปร	คำจำกัดความและกลุ่มย่อย
การจัดการซากสัตว์ปีก		
1. เปอร์เซ็นต์การคัดออกของซากสัตว์ปีก (Partial condemnation)	ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous)	ซากสัตว์ปีกที่มีการตัดแต่งบางส่วนของซากทิ้งไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยส่วนที่ทำการตัดแต่งทิ้ง คือ เกิดรอยโรคแบบเฉพาะที่หรือไม่มีการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ลวกสุก ฝีหนองข้อ ขาอักเสบ ช้ำ กระดูกหัก รอยขีดข่วน ข้อขาด้าน เนื้องอก หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้เป็นบางส่วน เป็นต้น โดยคำนวณจาก [(ซากที่เจอวิการ x 100)/จำนวนซากทั้งหมด = % การคัดออกของซาก]
2. เปอร์เซ็นต์การคัดทิ้งของซากสัตว์ปีก (Total condemnation)	ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous)	ซากสัตว์ปีกที่ทั้งซากถูกคัดทิ้งไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยซากสัตว์ปีกจะมีรอยโรคแสดงการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น รอยโรคทางระบบหายใจเรื้อรัง (Chronic Respiratory Disease) ช่องท้องอักเสบ ดีซ่าน หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้ทั่วทั้งซาก เป็นต้น โดยคำนวณจาก [(ซากที่เจอวิการ x 100)/จำนวนซากทั้งหมด = % การคัดทิ้งของซาก]
3. ความถี่การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขน	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	มีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวก 2 แบบ คือ - เปลี่ยนน้ำในถังบ่อลวกขนหลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว - มีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนระหว่างการผลิตมากกว่า 1 ครั้ง
4. ความถี่การเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	มีการเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์ 2 แบบ คือ - เปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์หลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว - มีการเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์ระหว่างการผลิตมากกว่า 1 ครั้ง
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก		
1. ชนิดเนื้อสัตว์ปีก	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	ชนิดเนื้อสัตว์ปีกที่ส่งตรวจ ประกอบด้วย เนื้อหน้าอกไม่มีหนังไม่มีกระดูก เนื้อหน้าอกติดหนัง เนื้อน่องติดหนังและกระดูก และเนื้อน่องติดหนังถอดกระดูก
2. การคลุกเกลือ	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	เนื้อหน้าอกชนิดไม่มีหนังที่ทำการคลุกเกลือ โดยความเข้มข้นเกลือไม่น้อยกว่า 1.2%
ผล Boot Swab[3]	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	ผลการเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลาจากมูลสัตว์ปีกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกก่อนการนำส่งโรงฆ่าที่เก็บด้วยวิธี boot swab ตามระเบียบกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

[3] ข้อมูลจากฟาร์มสัตว์ปีกที่ส่งสัตว์ปีกเข้าโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

การเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลาตามวิธีมาตรฐาน ISO-6579:2002 (International Organization for Standardization, 2007)

1) การเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลาจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก

ทำการตัดแยกตัวอย่างชิ้นเนื้อสัตว์ปีกให้ได้ขนาด 25 กรัม ใส่ใน Buffered Peptone Water (BPW) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสนาน 18 -24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Selective enrichment medium 2 ชนิด คือ Rappaport - Vassiliadis Soya Poptone Broth (RVS Broth) และ Mueller-Kaufman-Novobiocin Tetrathionate Broth (MKTTn Broth) บ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส และ 37 องศาเซลเซียสตามลำดับเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ทำการคัดเลือกโคโลนีเฉพาะของเชื้อแซลโมเนลลา โดยโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green agar (BGA) จะมีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง สีชมพูขาวทึบแสง อาหารรอบๆ โคโลนีเป็นสีแดง ส่วนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine deoxycholate agar (XLD agar) จะมีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง สีแดงสร้างไฮโดรเจนแซลไฟด์สีดำตรงกลางโคโลนีอาหารรอบๆ โคโลนีจะเป็นสีแดงนำโคโลนีที่สงสัยว่าจะเป็นเชื้อแซลโมเนลลามาทดสอบทางชีวเคมี โดยใช้Triple Sugar Iron Agar (TSI) และ Lysine Indole Motile (LIM) จากนั้นนำเชื้อแซลโมเนลลามาทดสอบยืนยันกลุ่มทางซีรั่มวิทยาด้วยวิธี Silde Agglutination โดยทำการทดสอบระหว่างเชื้อกับแอนติซีรั่มจำเพาะ

2) การเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลาจากตัวอย่างมูลสัตว์ปีก

นำตัวอย่างมูลสัตว์ปีกมาเพาะลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว Selective enrichment medium 2 ชนิด คือ RVS Broth และ MKTTn Broth จากนั้นปฏิบัติเช่นเดียวกับการเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลาจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกตามหัวข้อปัจจัยในตารางที่ 1 นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับข้อมูลที่เป็นตัวเลข และเปอร์เซ็นต์สำหรับข้อมูลที่เป็นลำดับชั้น ตัวแปรตาม (dependent variable) ในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่ายมีตัวแปรตาม คือ การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่นการผลิต ซึ่งกำหนดโดยการมีตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกที่ปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่างที่ส่งตรวจในรุ่นการผลิตนั้น จะถูกกำหนดเป็นรุ่นการผลิตที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ตัวแปรต้นประกอบด้วยข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2) การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนแซลโมเนลลา โดยใช้ตัวแปรตาม คือ การปนเปื้อนแซลโมเนลลาของตัวอย่างต่อจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด

ความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกกับปัจจัยต้นชนิดตัวแปรจับกลุ่ม (category) ถูกทดสอบด้วย Chi-square test และความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกกับปัจจัยต้นชนิดตัวแปรต่อเนื่อง (continuous) ถูกทดสอบด้วย Student's T test

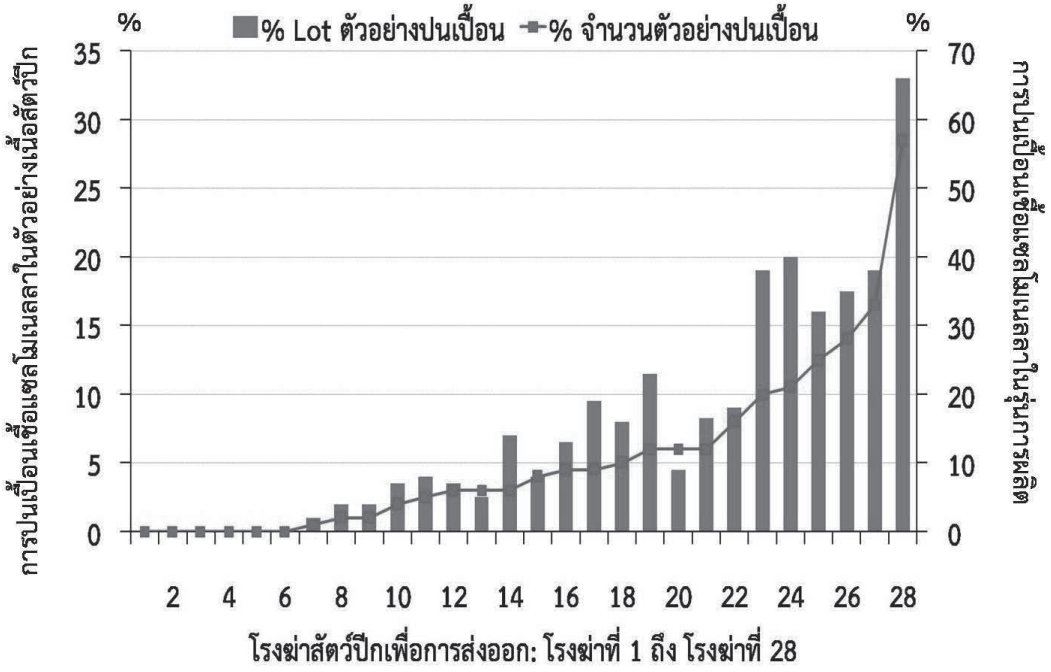
ภาพรวมของการกำหนดปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาถูกทำในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกที่ส่งตรวจทั้งหมด เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลซ้ำจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันเป็นจำนวนมากกว่า 1 ตัวอย่าง ทำให้มีความสัมพันธ์ภายในข้อมูล จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำ (repeated measure analysis) โดยใช้ repeated logistic regression analysis ในวิธีการ genmod (Procgenmod) ของโปรแกรม SAS® University Edition ปัจจัยตาม คือ จำนวนตัวอย่างที่ปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาต่อตัวอย่างที่ถูกเก็บทั้งหมดในแต่ละครั้ง ปัจจัยที่ถูกกำหนดเป็นปัจจัยซ้ำ คือ วันที่เก็บตัวอย่างและโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก โครงสร้างความสัมพันธ์ภายในข้อมูลถูกกำหนดเป็น exchangeable การกำหนดความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญถูกกำหนดโดยใช้สมการการประมาณการหรือ Generalized Estimating Equation (GEE) โดยใช้วิธีการขจัดออก (backward elimination procedure) ตัวแปรที่มีระดับนัยสำคัญมากกว่า 0.1 จะถูกนำออกจากโมเดล ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญถูกกำหนดที่ $P<0.05$ และค่าแนวโน้มความแตกต่างถูกกำหนดที่ $P<0.1$

ผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์เชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกจำนวน 28 แห่ง ในช่วงเดือนมกราคมถึงธันวาคม ปี 2559 พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกแยกเป็นเนื้อสัตว์ปีกชนิดเนื้ออกไม่มีหนังไม่มีกระดูก 42.13% และผลิตเนื้อสัตว์ปีกชนิดอื่น 57.87% เป็นการผลิตเนื้อสัตว์ปีกแบบคลุกเกลือ 15.74% และเนื้อสัตว์ปีกแบบไม่คลุกเกลือ 84.26% การผลิตเนื้อสัตว์ปีกดังกล่าวมาจากขั้นตอนการล้วงเครื่องในโดยใช้คน 45.49% และการล้วงเครื่องในโดยใช้เครื่องมือ 54.51% มีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนหลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว 64.06% และมีการเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์หลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว 66.64% เนื้อสัตว์ปีกมาจากฟาร์มที่ตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์ปีก 11.18% เปอร์เซ็นต์การคัดออกซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนจากส่วนกลางอยู่ที่ 4.60 + 5.31% และเปอร์เซ็นต์การคัดทิ้งซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนจากส่วนกลางอยู่ที่ 1.42 + 1.46%

การเก็บตัวอย่างจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกทั้งหมด 1,163 รุ่นการผลิต เป็นตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกรวมทั้งสิ้น 5,815 ตัวอย่าง โดยพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาทั้งหมด 327 ตัวอย่าง คิดเป็น 5.62% ของตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด และมีรุ่นการผลิตที่พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง จำนวน 187 รุ่นการผลิต คิดเป็น 16.08% จากจำนวนรุ่นการผลิตที่การเก็บตัวอย่างทั้งหมด เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาทั้งในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกและระดับรุ่นการผลิต แยกตามรายชื่อโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกถูกแสดงไว้ในรูปที่ 1 พบว่ามีโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาตลอดการศึกษาเป็นระยะเวลา 1 ปี จำนวน 6 โรงฆ่า (โรงฆ่าที่ 1 - โรงฆ่าที่ 6) คิดเป็น 21.43% ของโรงฆ่าสัตว์ทั้งหมด ส่วนโรงฆ่าที่ 7 ถึง โรงฆ่าที่ 9 และโรงฆ่าที่ 13 พบการปนเปื้อนเพียงรุ่นการผลิตเดียวเท่านั้น ในขณะที่โรงฆ่าที่ 23 ถึง โรงฆ่าที่ 28 พบการปนเปื้อนตั้งแต่ 10% ของจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด และการปนเปื้อนมากกว่า 30% ของจำนวนรุ่น

การผลิตทั้งหมด โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 28 มีอัตราปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลามากที่สุด คือ 28.09% และ 65.96% ของการปนเปื้อนในตัวอย่างและในระดับรุ่นการผลิต ตามลำดับ



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ (%) การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก (n=5,815) และเปอร์เซ็นต์ (%) การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในรุ่นการผลิตของการเก็บตัวอย่าง (n=1,163) ต่อโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกทั้งหมด 28 โรงฆ่า

ความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่นการผลิต

ผลการวิเคราะห์สถิติแบบง่ายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่นการผลิต พบว่าปัจจัยแบบตัวแปรจัดกลุ่ม (category) ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ($P<0.05$) ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 โดยการที่สัตว์ปีกมาจากฟาร์มสัตว์ปีกที่มีเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์ การล้วงเครื่องในในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ความถี่ของการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกเพียงครั้งเดียว และการเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์เพียงครั้งเดียว เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การพบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกสูงกว่าเมื่อไม่มีปัจจัยดังกล่าว ในขณะที่ชนิดผลิตภัณฑ์ ทั้งผลิตภัณฑ์ชนิดเนื้อออกไม่มีกระดูกไม่มีหนังและเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้พบเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่มีปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว นอกจากนี้พบว่าวิธีการตัดแต่งเนื้อสัตว์ปีกมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ($P<0.05$) โดยพบการปนเปื้อนสูงสุดในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ใช้ทั้งคนและเครื่องมือตัดแต่งร่วมกัน โดยพบการปนเปื้อนสูงถึง 26.03% ในขณะที่การใช้คนตัดแต่งอย่างเดียวพบการ

ปนเปื้อนเพียง 14.44% หรือ การใช้เครื่องมือในการตัดแต่งเพียงอย่างเดียวพบการปนเปื้อนเพียง 17.37%

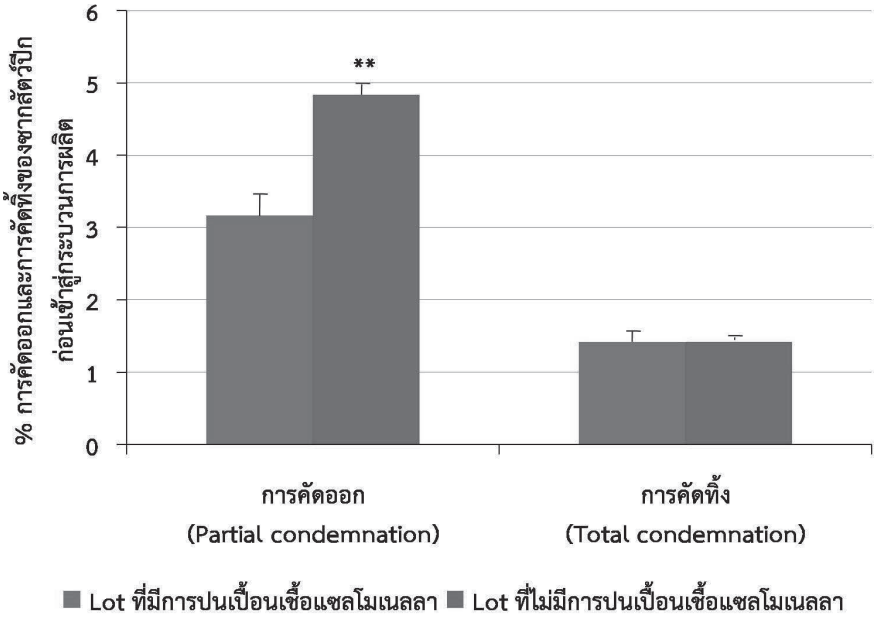
ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาของแต่ละรุ่นการผลิตต่อปัจจัยเสี่ยงที่เป็นตัวแปรแบบจัดกลุ่ม (category) (n=1,163)

ปัจจัย	จำนวนตัวอย่าง	รุ่นการผลิตสินค้าที่พบเชื้อแซลโมเนลลา		P-value
		จำนวน	%	
ตัวอย่างจากฟาร์มสัตว์ปีกที่พบเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์	130	34	26.15	<0.01
ตัวอย่างจากฟาร์มสัตว์ปีกที่ไม่พบเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์	1,033	153	14.81	
การล้วงเครื่องในด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ	634	133	20.98	<0.01
การล้วงเครื่องในด้วยแรงงานคน	529	54	10.21	
การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนหลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว	745	144	19.33	<0.01
การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกมากกว่า 1 ครั้ง	418	43	10.29	
การเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์หลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว[4]	775	150	19.35	<0.01
การเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์มากกว่า 1 ครั้ง	326	37	11.35	
ชนิดเนื้อมีหนังมีกระดูก	673	127	18.87	<0.01
ชนิดเนื้อออกไม่มีหนังไม่มีกระดูก	490	60	12.24	
เนื้อสัตว์ปีกไม่คลุกเกลือ	980	179	18.27	<0.01
เนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ	183	8	4.37	

4 คำนวณจากข้อมูลทั้งหมด 1,101 ข้อมูลเนื่องจาก 62 ข้อมูล เป็นการใช้ระบบ Air chill ในกระบวนการผลิต จาก 2 โรงฆ่าสัตว์ปีก

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยแบบตัวแปรต่อเนื่อง (continuous) ระหว่างรุ่นการผลิตที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาและรุ่นการผลิตที่ไม่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาถูกแสดงในรูปที่ 2 โดยพบว่าการคัดออกของซากสัตว์ปีกที่ไม่เหมาะแก่การบริโภคก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตมีผลต่อการพบเชื้อ

แซลโมเนลลาปนเปื้อนในรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เปรียบเทียบการคัดทิ้งของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตไม่พบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ (%) การคัดออกและการคัดทิ้งซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกแต่ละรุ่นการผลิต

ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกแสดงในตารางที่ 3 ประกอบด้วย การใช้เครื่องมืออัตตโนมัติช่วยตัดแต่ง การคลุกเกลือ การผลิตเนื้ออกเลาะกระดูกลอกหนัง การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถังชิลเลอร์เพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะ และเปอร์เซ็นต์การคัดออกของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาที่ซากสัตว์ปีกอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกมากขึ้น คือ การใช้เครื่องมืออัตโนมัติช่วยตัดแต่งแทนคน (Odds ratio หรือ OR=2.39) และการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถังชิลเลอร์เพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนน้ำมากกว่า 1 ครั้ง (OR=2.78) สำหรับปัจจัยที่มีผลทำให้การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาลดลงในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก คือ ชนิดเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ ชนิดเนื้ออกเลาะกระดูกลอกหนัง และการคัดออกของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยพบว่าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้คลุกเกลือเกือบ 4 เท่า (OR=3.76) เนื้อชนิดเนื้ออกเลาะกระดูกลอกหนังจะมีความเสี่ยงน้อยกว่าเนื้อชนิดอื่น 1.51 เท่าและในทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของการคัดออกของซากสัตว์ปีกที่ไม่เหมาะสมออกก่อนซากดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการผลิต จะทำให้การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกลดลงประมาณ 7% ของระดับการปนเปื้อนก่อนหน้า (OR=0.93)

ตารางที่ 3 ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก กำหนดให้ระดับนัยสำคัญที่ P<0.05 และปัจจัยที่มีแนวโน้มอยู่ที่ P<0.1

ปัจจัย	ค่าสัมประสิทธิ์	ส่วนเบี่ยงเบนส่วนกลาง	ความเชื่อมั่นที่ 95% ของสัมประสิทธิ์		Odds Ratio	คะแนน Z	P-value
			ค่าล่าง	ค่าบน			
Intercept	-4.2056	0.5179	-5.2206	-3.1905		-8.12	<.0001
การใช้เครื่องช่วยตัดแต่ง							
ใช้เครื่อง	0.8715	0.2081	0.4442	1.2987	2.39	4.00	<.0001
ไม่ใช้เครื่อง		----------	ค่าเปรียบเทียบ	----------			
การคลุกเกลือ							
ไม่ใช่	1.3231	0.4493	0.4425	2.2038	3.78	2.94	0.0032
ใช่		----------	ค่าเปรียบเทียบ	----------			
เนื้ออกเลาะกระดูกลอกหนัง							
ไม่ใช่	0.4142	0.2012	0.0198	0.8085	1.51	2.06	0.0395
ใช่		----------	ค่าเปรียบเทียบ	----------			
การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวก/ถังชิลเลอร์เพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะ							
ใช่	1.0212	0.2854	0.4619	1.5804	2.78	3.58	0.0003
ไม่ใช่		----------	ค่าเปรียบเทียบ	----------			
% การคัดออกของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต	-0.0685	0.028	-0.1233	-0.0137	0.93	-2.45	0.0143

วิจารณ์ผล

การสำรวจในครั้งนี้เป็นการใช้โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ซึ่งผ่านการรับรองการปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP) และการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต (Hazard Analysis Critical Control Point: HACCP) จากกรมปศุสัตว์ โดยโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ส่วนมากมีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกหลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว 64.06% และมีการเปลี่ยนน้ำในถังชิลเลอร์หลังจบกะการผลิตเพียงครั้งเดียว 66.64% และมีเปอร์เซ็นต์การคัดออกและเปอร์เซ็นต์การคัดทิ้งของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตอยู่ที่ 4.60% และ 1.42% ตามลำดับ โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำระบบที่ดีที่สุดของการจัดการในบ่อลวกขนและถังชิลเลอร์ว่าควรเป็นระบบน้ำไหลเวียนที่เพียงพอ และต้องเป็นลักษณะการไหลของน้ำสะอาดสวนทางกับตัวไก่

(counter flow) (National Chicken Council, 1992) นอกจากนี้ การใช้บ่อลวกและถังชิลเลอร์มากกว่า 1 บ่อ จะสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาได้ดีกว่าการใช้บ่อลวกหรือถังชิลเลอร์เพียงบ่อเดียว (Cason et al., 2000) รวมถึงมีรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกาอ้างถึงการใช้ระบบ HACCP ในโรงฆ่าสัตว์ปีกว่าสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาลงถึง 56% ในช่วงปี 1995-2000 และ 13% ในช่วงปี 2000-2007 (William and Ebel, 2012)

ในการศึกษานี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นการปนเปื้อนระดับรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกและระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก เมื่อมีการพบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างจากตัวอย่างที่เก็บ 5 ตัวอย่าง ในแต่ละรุ่นการผลิต ดังแสดงผลในตารางที่ 2 และ รูปที่ 2 โดยให้ความสำคัญกับการหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาโมเดลสุดท้าย ดังแสดงในตารางที่ 3 การวิเคราะห์ดังกล่าวต้องการหาปัจจัยที่ช่วยลดปริมาณตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกที่ปนเปื้อนให้ลดน้อยลง ในขณะที่การศึกษาอื่น มักใช้ตัวอย่างที่ได้เป็นตัวแทนของรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกที่ปนเปื้อน (ศักดิชญ์และศุภชัย, 2552) ซึ่งการหาปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณรุ่นการผลิตที่ปนเปื้อน อย่างไรก็ตาม การใช้ตัวอย่างเพียงไม่กี่ตัวอย่างเป็นตัวแทนของทั้งรุ่นการผลิตอาจมีความถูกต้องในเชิงปริมาณน้อยกว่าการใช้การศึกษาในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก

การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกตัวอย่างและในรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีก (รูปที่ 1) มีค่าการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา 5.62% ของตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด และมีรุ่นการผลิตที่พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างคิดเป็น 16.08% ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าข้อมูลจากการศึกษาสภาวะของเชื้อแซลโมเนลลาของโรงฆ่าสัตว์ทั่วประเทศ ทั้งโรงฆ่าที่ได้รับใบอนุญาต (ฆจส.2) และโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้รับใบอนุญาตในช่วงปี 2549-2551 โดยมีระดับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาสูงถึง 46.93% 46.62% และ 50.82% ตามลำดับ (มารุตและคณะ, 2552) สอดคล้องกับรายงานความชุกการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในต่างประเทศที่มีความแตกต่างกันมาก เช่น มีการปนเปื้อน 1.56% ในโรงฆ่าสัตว์ของประเทศโมร็อกโก (Cohen et al., 2007) และสูงถึง 20% ของโรงฆ่าสัตว์ปีกในประเทศสหรัฐอเมริกา (Russell S.M., 2009) โดยนอกเหนือจากตัวอย่างปริมาณการปนเปื้อนแตกต่างกันแล้ว วิธีการทดสอบ เช่น ชนิดเนื้อ วิธีการ และตัวอย่างที่เก็บ ก็มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนที่แตกต่างกัน (Russell S.M., 2009) ในการศึกษานี้ได้ใช้การทดสอบหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาตามการวิธีมาตรฐานที่ใช้ในระดับสากลหรือ ISO 6579: 2002 จึงน่าจะให้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

การควบคุมคุณภาพภายในโรงฆ่าสัตว์ที่สำคัญ คือ เปอร์เซ็นต์การคัดออกและเปอร์เซ็นต์การคัดทิ้งของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยการคัดออกนั้นจะเป็นการตัดบางส่วนของซากทิ้ง โดยส่วนที่ตัดทิ้งจะมีรอยโรคแบบเฉพาะที่หรือไม่มีการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ลวกสุก ฝีหนอง ข้อหรือขาอักเสบ ช้ำ กระดูกหัก รอยขีดข่วน ข้อขาด้าน เนื้องอก หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้เป็นบางส่วน เป็นต้น ในขณะที่การคัดทิ้งเป็นการกำจัดซากทั้งตัวออกจากกระบวนการผลิต ซึ่งซากดังกล่าวมีรอยโรคแบบทั่วไปหรือมีการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น รอยโรคทางระบบหายใจเรื้อรัง (Chronic Respiratory Disease) ช่องท้องอักเสบ ดีซ่าน หรือเป็นซากที่มีการ

ปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้ทั้งซาก เป็นต้น ในการศึกษานี้พบว่าเปอร์เซ็นต์การคัดออกของซากสัตว์ปีกเท่านั้นที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการลดลงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีก ดังแสดงในรูปที่ 2 และตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าการคัดซากสัตว์ปีกออกเมื่อเห็นวิการความผิดปกติหรือการปนเปื้อนสิ่งสกปรกของซากนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการควบคุมการปนเปื้อนแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก สอดคล้องกับข้อกำหนดเรื่องการควบคุมซากสัตว์ปีกปนเปื้อนจากสารอาหารในลำไส้ (Rasekh et al., 2005) ในส่วนชนิดของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกที่พบว่าเนื้ออกเลาะกระดูกและลอกหนังเป็นปัจจัยชนิดเนื้อที่มีผลต่อการลดปริมาณเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์นั้น ตรงกับการศึกษาของ Russell S.M. (2005) ที่รายงานว่าระหว่างกระบวนการผลิตขั้นตอนการลวกขนอาจเป็นจุดที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามได้ในกระบวนการผลิต โดยสิ่งสกปรกต่างๆ จะรวมอยู่ในบ่อลวกขน รวมถึงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลวกมีผลต่อการสะสมเชื้อแซลโมเนลลาที่ซากไก่ หากอุณหภูมิน้ำสูงเกินไปหรือซากไก่แช่อยู่ในบ่อลวกนานเกินไปทำให้เชื้อแซลโมเนลลาสะสมลงในชั้นผิวหนังผ่านทางรูขุมขนของซากสัตว์ไก่ได้ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกที่ทำการลอกหนังออกก็จะเป็นวิธีกำจัดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาได้ ในส่วนเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือที่สามารถลดปัจจัยการตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกได้ แม้ว่าหากพิจารณาจากขั้นตอนของกระบวนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือแล้ว โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงกว่าการผลิตเนื้อสัตว์ปีกปกติ เนื่องจากการผลิตเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ คือ การนำเอาเนื้อหน้าอกชนิดไม่มีหนังมาทำการคลุกเกลือโดยความเข้มข้นเกลือน้อยกว่า 1.2% (ตารางที่ 1) ซึ่งหมายถึง เนื้อสัตว์ปีกที่ผ่านการคลุกเกลือจะมีกระบวนการผลิตเพิ่มเติมมาจากการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีก ทำให้มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกระบวนการผลิตได้มากขึ้น แต่ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเนื้อสัตว์ปีกที่ผ่านการคลุกเกลือมีโอกาสพบเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ได้น้อยกว่าในสินค้าเนื้อสัตว์ปีก เนื่องจากเชื้อแซลโมเนลลาเป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะความเค็มต่ำ (0-0.5% เกลือ) และการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความเค็มสูงขึ้น โดยเชื้อแซลโมเนลลาจะมีอัตราการเจริญเติบโตเหลือเพียง 15% ในสภาวะความเค็ม 4-5% เกลือ (Thayer et al., 1987) ซึ่งเมื่อพิจารณาขั้นตอนในกระบวนการผลิตถึงแม้ว่าการผลิตเนื้อคลุกเกลือจะแสดงถึงการเป็นปัจจัยที่สามารถลดโอกาสพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์ได้ แต่ในทางกลับกัน หากพิจารณาภาพรวมการผลิตแล้ว กลับพบว่าสัดส่วนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือต่อการผลิตสินค้าเนื้อดิบปกติทั้งหมดอยู่ที่ 0.56 เนื่องจากความต้องการทางตลาดสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือมีเฉพาะกลุ่ม คือ ตลาดส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรปเท่านั้น (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559)

สำหรับวิธีการตัดแต่งเนื้อสัตว์ปีกที่พบว่าการใช้เครื่องจักรช่วยในการทำงานนั้น ส่งผลต่อการพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์สูงกว่าการใช้แรงงานคน อาจเนื่องมาจากสุขลักษณะการทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ยังไม่เพียงพอ ซึ่งสำหรับสภาวะปัจจุบันที่ต้องการลดแรงงานคนและหันหน้าเข้าหาเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้นควรต้องระมัดระวังประเด็นนี้ สอดคล้องกับการศึกษาเรื่องการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีกที่พบว่าการจัดการสุขลักษณะที่เหมาะสม

ในกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกเป็นปัจจัยที่ช่วยลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนในซากสัตว์ปีกได้ (เพ็ญนภา, 2551) และสอดคล้องกับหลักการปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP) ที่กำหนดว่าอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต ต้องมีการทำความสะอาด ดูแลและเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่สะอาดทั้งก่อนและหลังการผลิต โดยชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องมือเครื่องจักรที่อาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลินทรีย์หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร ต้องมีการทำความสะอาดด้วยวิธีที่เหมาะสมและเพียงพอ (สุวิมล, 2546; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551)

โดยข้อมูลจากการศึกษานี้จะช่วยให้การกำหนดและประยุกต์ใช้โปรแกรมเฉพาะจุดเพื่อป้องกันและควบคุมเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในกระบวนการผลิตได้ดีขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ยังให้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนแนวความคิดเรื่องความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิต เกี่ยวข้องกับหลายๆ ปัจจัยที่ต้องจัดการไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นเมื่อพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาการรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบทั้งระบบกระบวนการผลิตเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับการจัดการของโรงฆ่านั้นๆ รวมถึงการเฝ้าระวังคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกของกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551) เพื่อให้สินค้าเนื้อสัตว์ปีกที่มีการผลิตจากโรงฆ่าสัตว์เพื่อการส่งออกมีมาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้แม้จะพบการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกในปริมาณน้อย แต่การพบเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ถือเป็นความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุข ดังนั้น ควรมีการจัดการและเฝ้าระวังเพื่อแก้ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตอย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดยอาศัยความร่วมมือจากทั้งเจ้าหน้าที่ภาครัฐและผู้ประกอบการภาคเอกชนที่ต้องมีการควบคุมและเฝ้าระวังตลอดกระบวนการผลิต ตั้งแต่ตัวสัตว์ปีกควรมาจากฟาร์มสัตว์ปีกที่มีระบบการจัดการเพื่อควบคุมและป้องกันโรคแซลโมเนลลาอย่างมีประสิทธิภาพ โรงฆ่าสัตว์ปีกต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างและกระบวนการทำงานให้มีมาตรฐานเป็นไปตามหลัก GMP, HACCP และมีความปลอดภัยต่อการผลิตสินค้า รวมถึงมีการจัดการด้านสุขาภิบาลและสุขอนามัยตามมาตรฐานสากล เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้าทั่วโลก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ ในการเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก ส่งห้องปฏิบัติการของสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เพื่อตรวจวิเคราะห์เชื้อแซลโมเนลลาที่แยกได้จากเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2559. รายงานโรคในระบบเฝ้าระวัง 506 “Food Poisoning”. แหล่งที่มา: http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/506wk/y58/d03_5258.pdf, 10 ตุลาคม 2559.

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2559. รอบรู้เศรษฐกิจ ติดตามตลาดโลก. แหล่งที่มา: http://www.ditp.go.th/contents_attach/144829/144829.pdf, 10 ตุลาคม 2559.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่องเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา: http://qcontrol.dld.go.th/images/law/ma.pdf, 10 ตุลาคม 2559.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลโมเนลลาสำหรับสัตว์ปีก. แหล่งที่มา: https://www.moac.go.th/download/rabiab%20024.pdf, 10 ตุลาคม 2559.

พิทักษ์ น้อยเมล์ สุทธิพงศ์ อริยะพงศ์สรรค์ และวราภรณ์ ศุกลพงศ์. 2548. การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครขอนแก่นและโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเลย. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 15: 54-60.

เพ็ญนภา มัธยมพงศ์. 2551. การลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีก. ธุรกิจอาหารสัตว์ 25(121): 36-45.

มารุต เชียงเถียร สุภานันท์ บุญญกาญจน์ และปราโมทย์ ศรีสังข์. 2552. การศึกษาสภาวะของเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ ปี 2549-2551. แหล่งที่มา: http://certify.dld.go.th/certify/index. php/th/2016-05-01-14-51-22/2016-05-03-03-24-22/79-2549-2552, 18 พฤษภาคม 2559.

ศักดิชญ์ อนุโลมสมบัติ และศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. 2552. การวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในโรงเชือดไก่. สัตวแพทยสาร 60 (1-3): 18-31.

ส่วนตรวจสอบมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2557. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเนื้อดิบเพื่อวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์. คู่มือการเก็บตัวอย่าง. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. น. 4-6.

สุวิมล กีรติพิบูล. 2546. การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ. ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัย. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ. 87-106.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอาหาร. จุลชีววิทยาทางอาหาร (Food Microbiology). โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 24-34.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9023-2550. หลักเกณฑ์การปฏิบัติ: หลักเกณฑ์ทั่วไปเกี่ยวกับสุขลักษณะอาหาร. แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/standard/download/std_health_food. pdf. 9 มิถุนายน 2560.

สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2559. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ปี 2558. รายงานประจำปี 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. น. 70-71.

อนุชา มุมอ่อน วสันต์ เคยเหล่า และสุดารัตน์ เคยเหล่า. 2550. แนวทางการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนการผลิตเนื้อไก่ในโรงฆ่าและชำแหละไก่เพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/certify/certify/page/article/article.html

Carson, J.A., A. Hinton, and K.D. Ingram. 2000. Coliform, Escherichia coli, and Salmonellae concentrations in a multiple-tank, counter flow poultry scalder. Journal of Food Protection 63: 1184-1188.

Cohen, N., H. Ennaji, B. Bouchrif, M. Hassar, and H. Karib. 2007. Comparative study of microbiological quality of raw poultry meat at various seasons and for different slaughtering processes in Casablanca (Morocco). Journal of Applied Poultry Research 16: 502-508.

Department of Livestock Development. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2005. Poultry Meat and Poultry Products Inspection Regulations. p. 1-96.

European Food Safety Authority (EFSA). 2009. The community summary report on trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007. The EFSA journal (223) : 1-217.

European Union. 2005. Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs. Official Journal of the European Union L 338: 1-26. Available source: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32005R2073,3 April, 2017.

European Union. 2011. Commission Regulation (EC) No 1086/2011 of 27 October 2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 2160/2003 of the European Parliament and of the Council and Annex I to Commission Regulation (EC) No 2073/2005 as regards salmonella in fresh poultry meat. Official Journal of the European Union L 281: 7–11. Available source: http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2011/1086/oj/eng. 3 April 2017.

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. 2009. Microbiological risk assessment series 19 - meeting report of Salmonella and Campylobacter in chicken meat. p 1-69.

Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture. 2016. Broiler meat. Livestock and poultry: World markets trade. 22-29. Available source : https://apps.fas.usda.gov/psdonline/ circulars/livestock_poultry.pdf.

International Organization for Standardization. 2007. ISO 6579: Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of Salmonella spp. 4th edtion. ISO copy right, Switzerland.

Kusumaningrum, H.D., G. Riboldi, W.C. Hazeleger and R.R. Beumer. 2003. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. Journal of Food Microbiology 85 (3): 227-236.

National Chicken Council. 1992. Good Manufacturing Practices. Fresh Broiler Products. Available source : http://www.usapeec.org/p_documents/newsandinfo_160404101434.pdf

Rasekh, J., A.M. Thaler, D.L. Engeljohn, and N.H. Pihkala. 2005. Food Safety and Inspection Service Policy for Control of Poultry Contaminated by Digestive Tract Contents: A Review. Journal of Applied Poultry Research 14: 603-611.

Russell, S.M. 2005. Intervention Strategies for Reducing Salmonella Prevalence on Ready to Cook Chicken. University of Georgia Cooperative Extension Service. Available source : http://www.maxcharge.com/Articles/Intervention%20strategies%20for%20reducing%20salmonella.pdf

Russell, S.M. 2009. Salmonella intervention strategies and testing methods. The Poultry Site. Available source : http://www.thepoultrysite.com/articles/1357/salmonella-intervention-strategies-and-testing-methods/.

Thayer, D.W., W.S. Muller, R.L. Buchanan, J.G. Phillips. 1 1987. Effect of NaCl, pH, temperature, and atmosphere on growth of Salmonella typhimurium in glucose-mineral salts medium. Applied and Environmental Microbiology 53(6): 1311-5.

Todd, E.C.D. 1997. Epidermiology of foodborne disease: a worldwide review. The World Health Statistics Quarterly 50 : 3050.

Williams, M.S. and E.D. Ebel. 2012. Estimating the correlation between concentrations of two species of bacteria with censored microbial testing data. International Journal of Food Microbiology 175: 1-5.