

บทคัดย่อ

การศึกษาเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกจำนวน 28 แห่ง ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2559 โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 1,163 รุ่งการผลิต เป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 5,815 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก 327 ตัวอย่าง มีรุ่งการผลิตที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างจำนวน 187 รุ่งการผลิต โดยการศึกษาได้นำปัจจัยต่างๆ ในกระบวนการผลิตสัตว์ปีกในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก มาศึกษาความสัมพันธ์กับการพบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ เช่น การตรวจมูลสัตว์ปีกที่ฟาร์มสัตว์ปีก การคัดซากสัตว์ปีกที่มีวิธีการออกก่อนจะเข้าสู่กระบวนการผลิต วิธีการล้างเครื่องในสัตว์ปีกที่แตกต่างกัน ความถี่ในการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถังน้ำเย็น และชนิดของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก ผลการศึกษาพบความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกและในระดับรุ่งการผลิตคิดเป็นร้อยละ 5.62 และ 16.08 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่งการผลิต พบว่าปัจจัยที่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การพบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในแต่ละรุ่งการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกสูงกว่าเมื่อไม่มีปัจจัยดังกล่าว คือ การที่สัตว์ปีกมาจากฟาร์มสัตว์ปีกที่มีเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์ การล้างเครื่องในในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ความถี่ของการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถังน้ำเย็นเพียงครั้งเดียว ในขณะที่ชนิดผลิตภัณฑ์สัตว์ปีกที่ไม่มีกระดูกและหนัง และเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้พบเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.01$) ในส่วนการหาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก พบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกมากขึ้น คือ การใช้เครื่องจักรช่วยตัดแต่งแทนคน ($OR=2.39$) และการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถังน้ำเย็นเพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะเปรียบเทียบกับเปลี่ยนน้ำมากกว่า 1 ครั้ง ($OR=2.78$) สำหรับปัจจัยที่มีผลทำให้การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาลดลงในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก คือ ชนิดเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ ($OR=3.78$) ชนิดเนื้ออกและกระดูกลอกหนัง ($OR=1.51$) ที่ระดับนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.05$) ในขณะที่การคัดออกของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นปัจจัยที่สามารถลดโอกาสปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก ($OR=0.93$) ที่ระดับนัยสำคัญ ($p\text{-value} < 0.05$)

คำสำคัญ โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก เนื้อสัตว์ปีก การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา

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 kind of poultry meat products, salted poultry meat preparation (OR=3.76), 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

บทที่ 1 บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภค โดยประเทศไทยอยู่อันดับสามของผู้ส่งออกสินค้าสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคของโลก กรมปศุสัตว์ในฐานะผู้ควบคุมกระบวนการผลิตและคุณภาพสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคจึงได้ให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยในอาหาร (Food Safety) โดยอาหารต้องมาจากเนื้อสัตว์ที่สะอาดและปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตราย สอดคล้องตามมาตรฐานความปลอดภัยด้านอาหารของประเทศคู่ค้า ซึ่งนอกจากตัวสัตว์ที่นำมาเข้าสู่กระบวนการผลิตจะต้องปลอดภัยจากโรคติดต่อใดๆ แล้ว กระบวนการผลิตจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ก็จำเป็นต้องมีความปลอดภัยด้วย โดยเฉพาะการปลอดภัยจากเชื้อแบคทีเรียก่อโรคปนเปื้อนในอาหารที่นำมาสู่การเกิดอาการอาหารเป็นพิษ (Food borne disease) เชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่เกี่ยวข้องกับอาการอาหารเป็นพิษมีหลายชนิด แต่เชื้อที่มีความสำคัญมากและเป็นข้อกำหนดในการตรวจสอบความปลอดภัยด้านอาหารของหลายๆ ประเทศ คือ เชื้อแบคทีเรียแซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) โดยสามารถพบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในอาหาร เช่น อาหารประเภทเนื้อ ไส้กรอก แฮม เบคอน แชนวิช และมักเป็นอาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังสามารถพบเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวในเนื้อไก่ ไข่ไก่ นมและผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ได้ผ่านความร้อนอย่างเพียงพอ (สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม) โดยเนื้อไก่เป็นแหล่งโปรตีนจากสัตว์ที่มีผู้บริโภคเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีราคาถูก ประเทศไทยในฐานะผู้ผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก และประเทศผู้นำเข้าสินค้าเนื้อสัตว์ปีก โดยเฉพาะประเทศกลุ่มสหภาพยุโรปซึ่งเป็นผู้นำเข้าหลักสินค้าสัตว์ปีกจากประเทศไทย ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าอาหาร และความเจ็บป่วยด้วยอาการอาหารเป็นพิษที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานเนื้อไก่ให้ปลอดภัยจากเชื้อแซลโมเนลลา ซึ่งสหภาพยุโรปได้ออกมาตรการควบคุมเชื้อแซลโมเนลลา โดยกำหนดให้การสุ่มตัวอย่างเนื้อไก่ดิบปริมาณ 25 กรัม ต้องไม่พบการปนเปื้อนหรือการเจริญเติบโตของเชื้อแซลโมเนลลา โดยมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 17 พฤศจิกายน 2553 (European Union, 2003) ขณะที่ผลการสุ่มตรวจหาเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อไก่จากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกในปี พ.ศ. 2544-2545 พบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อน 40.72% (ศศิธรและสุปราณี, 2546) ซึ่งการตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อไก่นั้น เป็นปัญหาด้านสุขภาพของผู้บริโภค และยังส่งผลกระทบต่อค้าระหว่างประเทศอีกด้วย โดยสินค้าเนื้อไก่ที่ทำการส่งออกต่างประเทศ หากตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนที่ประเทศปลายทาง จะทำให้เกิดความสูญเสียทั้งทางเศรษฐกิจจากมูลค่าของสินค้าที่ต้องถูกทำลาย การเสียเวลาในการถูกตรวจสอบที่เข้มงวดขึ้นสำหรับสินค้าที่จะส่งออก การเสียความเชื่อมั่นในระบบการตรวจสอบและควบคุมของภาครัฐ และการเสียชื่อเสียงของประเทศไทยในฐานะผู้ผลิตสินค้า

แม้ว่าโรงฆ่าสัตว์ปีกจะมีการควบคุมกระบวนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกให้มีมาตรฐาน แต่ในการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกในโรงฆ่าสัตว์ปีก ยังสามารถพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ได้ตลอดกระบวนการผลิต ตั้งแต่ไก่มีชีวิตจากฟาร์ม การปนเปื้อนข้ามระหว่างการผลิต รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อมในจุดผลิตต่างๆ ที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น ในการผลิตเนื้อไก่ให้มีความปลอดภัยต่อ

ผู้บริโภคนำเป็นที่จะต้องควบคุมตัวปัจจัยในแต่ละขั้นตอนผลิตที่มีความเสี่ยงตามที่กล่าวมา เพื่อช่วยลดโอกาสการตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าตามมาตรฐานของประเทศคู่ค้า และยังเป็นการยกระดับคุณภาพสินค้าและความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ทั้งหมดนี้ จึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้งนี้

บทที่ 2 เชื้อแบคทีเรียแซลโมเนลลา

ลักษณะทั่วไปของเชื้อแซลโมเนลลา

เชื้อแซลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียแกรมลบ ตระกูล Enterobacteriaceae มีรูปร่างเป็นแท่งสั้น (Rod shape) ขนาดประมาณ 0.7-1.5 ไมครอน x 2-5 ไมครอน เคลื่อนไหวด้วยหนวด (Flagella) ที่อยู่รอบเซลล์ ไม่สร้างสปอร์และแคปซูล เจริญเติบโตได้ในที่มีหรือไม่มีอากาศก็ได้ (Facultative anaerobe) สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสและแมนโนส แต่ไม่สามารถหมักน้ำตาลแลคโตสและซูโครส สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 8-45 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ในช่วงระหว่าง 6.5-7.5 ปริมาณน้ำที่ใช้ (Water activities) 0.93-0.99 เชื้อแซลโมเนลลาสามารถถูกทำลายที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือ 60 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที หรือ 62 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที ส่วนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ไม่สามารถทำลายเชื้อแซลโมเนลลาได้เพียงแต่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแซลโมเนลลาเท่านั้น (สมุณทา วัฒนสินธุ์, 2549; บัณฑุรีย์, 2551; Guthrie, 1992)

การจัดแบ่งเชื้อแบคทีเรียแซลโมเนลลา

เชื้อแซลโมเนลลามีหลายชนิดจึงจำเป็นต้องมีระบบการจัดแบ่งเชื้อแซลโมเนลลา โดยนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ให้การยอมรับและนิยมใช้วิธีการจัดแบ่งเชื้อแซลโมเนลลาตาม World Health Organization (WHO) Collaborating Center of Reference and Research on *Salmonella* (Institute Pasteur, Paris) โดยให้มีเชื้อแซลโมเนลลา 2 สปีชีส์ ได้แก่ สปีชีส์ *Salmonella enterica* มี 6 ซับสปีชีส์ ประกอบด้วย Group (I) *S. enterica* subsp. *enterica* จำนวน 1,454 ซีโรวาร์ Group (II) *S. enterica* subsp. *salamae* จำนวน 489 ซีโรวาร์ Group (III a) *S. enterica* subsp. *arizonae*, จำนวน 94 ซีโรวาร์ Group (III b) *S. enterica* subsp. *diarizonae* จำนวน 324 ซีโรวาร์ Group (IV) *S. enterica* subsp. *houtenae* จำนวน 70 ซีโรวาร์ และ Group (VI) *S. enterica* subsp. *indica* จำนวน 12 ซีโรวาร์ และสปีชีส์ *Salmonella bongori* (Group V) จำนวน 20 ซีโรวาร์ ปัจจุบันการจัดแบ่งเชื้อแซลโมเนลลามักจะระบุซีโรวาร์ที่เฉพาะเจาะจง โดยอาศัยหลักการตกตะกอน (agglutination) ของโปรตีนจากแอนติเจน (antigen) บนเซลล์ของเชื้อแซลโมเนลลา ด้วยแอนติบอดี (antibodies) ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยแอนติเจนบนเซลล์ของเชื้อแซลโมเนลลา จำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แอนติเจนที่ผิวของเชื้อแซลโมเนลลา เรียกว่า Somatic antigen (O antigen) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทนความร้อน (Heat stable)
2. แอนติเจนที่หนวดของเชื้อแซลโมเนลลา เรียกว่า Flagella antigen (H antigen) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ทนความร้อน (Heat labile)

3. แอนติเจนที่เปลือกหุ้มเซลล์หรือแคปซูล เรียกว่า Capsular antigen (Vi antigen) ซึ่งมีอยู่ในเชื้อแซลโมเนลลาบางซีโรวาร์เท่านั้น ได้แก่ *Salmonella* Typhi, *Salmonella* Paratyphi และ *Salmonella* Dublin ซึ่งทำให้เชื้อแซลโมเนลลาเหล่านี้ก่อโรคที่รุนแรง

การจัดแบ่งเชื้อแซลโมเนลลาตามหลักระบาดวิทยา (Epidemiology) จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มเชื้อแซลโมเนลลาที่ก่อให้เกิดโรค Enteric fever อาศัยคนเป็นโฮสต์ (host) เพียงอย่างเดียว จึงก่อโรคเฉพาะในคนเท่านั้น ประกอบด้วย *Salmonella* Typhi ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ (Typhoid fever) *Salmonella* Paratyphi ทำให้เกิดโรคไขกระดูกน้อย (Paratyphoid fever)

2. กลุ่มเชื้อแซลโมเนลลาที่ปรับตัวเข้ากับชนิดของโฮสต์ (Host-adapted serovars) พบจำเพาะในสัตว์ เช่น *Salmonella* Pullorum และ *Salmonella* Gallinarum พบในไก่ *Salmonella* Choleraesuis พบในสุกร *Salmonella* Dublin พบในวัว *Salmonella* Abortus-equi พบในม้า และ *Salmonella* Abortus-ovis พบในแกะ

3. กลุ่มเชื้อแซลโมเนลลาที่ไม่ได้จำกัดต่อชนิดของโฮสต์ (Unadapted serovars) ก่อให้เกิดโรค Intestinal salmonellosis หรือ Gastroenteritis causing *Salmonella* spp. ได้แก่ เชื้อแซลโมเนลลาที่อยู่นอกเหนือจาก 2 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น เช่น *Salmonella* Typhimurium และ *Salmonella* Enteritidis

ทั้งนี้ โรคที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลาซีโรวาร์ต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* serovars ต่างๆ (Quinn et al., 2002)

<i>Salmonella</i> serovars	Host	อาการทางคลินิก
<i>S. Typhimurium</i>	มนุษย์และสัตว์	ลำไส้อักเสบ และการติดเชื้อในกระแสเลือด
<i>S. Dublin</i>	โค กระบือ	ลำไส้อักเสบ และการติดเชื้อในกระแสเลือด
<i>S. Choleraesuis</i>	สุกร	ลำไส้อักเสบ และการติดเชื้อในกระแสเลือด
<i>S. Pullorum</i>	ไก่	โรคไขขาว ทำให้เกิดอาการท้องเสีย
<i>S. Gallinarum</i>	นก	โรค Fowl typhoid ทำให้เกิดอาการท้องเสีย
<i>S. Enteritidis</i>	สัตว์ปีก	สัตว์ปีกมักไม่แสดงอาการ
	สัตว์ชนิดอื่นๆ	ทำให้เกิดอาการท้องเสีย
	มนุษย์	อาหารเป็นพิษ
<i>S. Brandenburg</i>	แกะ	แท้ง (abortion)

การเรียกชื่อเชื้อแซลโมเนลลา

ปัจจุบันนิยมใช้ระบบการเรียกชื่อที่กำหนดให้ใช้สปีชีส์เดิมต่อท้ายซีโรวาร์ ดังนั้น การเรียกชื่อตามการจัดแบ่งเชื้อแซลโมเนลลาของ WHO เชื้อแซลโมเนลลาก็จะมีชื่อยาว เช่น *Salmonella typhimurium* จะมีชื่อเรียกใหม่ว่า *Salmonella enterica* subspecies (or subsp.) enterica serovar (or ser.) typhimurium

จึงได้มีการตั้งระบบการเรียกชื่อย่อขึ้น คือ ชื่อ genus จะเป็นตัวเอน (italic) และชื่อ serovars จะไม่เอน และตัวอักษรแรกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น *Salmonella* Typhimurium หรือ *Salmonella* Enteritidis เป็นต้น

แหล่งที่พบ

เชื้อแซลโมเนลลามีหลากหลายซีโรไทป์และพบได้เกือบทุกแห่งทั่วโลก แหล่งที่อยู่อาศัยลำดับแรกของเชื้อแซลโมเนลลา คือ ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ต่างๆ ได้แก่ สัตว์ปีก สุนัข โค สัตว์เลี้ยงคาน (เช่น เต่า หอยทาก) สัตว์เลี้ยง (เช่น สุนัข แมว) รวมทั้งแมลงต่างๆ (เช่น แมลงสาบ) นอกจากนี้ยังพบเชื้อแซลโมเนลลาอยู่ตามร่างกายของมนุษย์และสัตว์ด้วย เชื้อแซลโมเนลลาสามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสารอินทรีย์ที่เหมาะสมได้นานเป็นสัปดาห์หรือปี (Schwartz, 1999) และสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เช่น สภาพแวดล้อมที่เย็นและแห้ง *Salmonella Choleraesuis* สามารถมีชีวิตอยู่ในมูลสุกรได้อย่างน้อย 13 เดือน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำความสะอาดให้มูลสุกรหมดไปจากคอก หรือโรงเรือนที่ใช้เลี้ยงสุกร (Gray and Fedorka-Cray, 1995)

การติดต่อ

การติดต่อเริ่มจากเชื้อแซลโมเนลลาในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ที่ป่วยหรือเป็นพาหะถูกขับออกมากับอุจจาระหรือมูลสัตว์ จากนั้นมนุษย์และสัตว์ที่ปกติจะติดเชื้อมักจะติดเชื้อมากับการสัมผัสหรือกินอุจจาระ/มูลสัตว์ที่มีเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนอยู่ หรือสัมผัสกับอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา จากนั้นเชื้อจะแพร่กระจายสู่วงจรห่วงโซ่อาหารแล้วกลับเข้าสู่ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์อีกวนเวียนเป็นวัฏจักร นอกจากนี้เชื้อแซลโมเนลลายังสามารถติดต่อกับการสัมผัสโดยตรงระหว่างสัตว์และติดต่อทางอากาศได้อีกด้วย (Clemmer et al., 1960; Darlow et al., 1961) ซึ่งการติดเชื้อมาจากอากาศจะเริ่มต้นที่ทางเดินหายใจส่วนบน จากนั้นปอดกับต่อมทอนซิลจะเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อไปยังลำไส้ และต่อมน้ำเหลืองบริเวณลำไส้ ภายใน 2-4 ชั่วโมงหลังจากการได้รับเชื้อ (Gray and Fedorka-Cray, 1995)

การเกิดโรคแซลโมเนลโลซิสในสัตว์ปีก (นิวัตร, 2550)

โรคแซลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) เป็นโรคที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการเลี้ยงและการผลิตสัตว์ปีก ทั้งไก่เนื้อและไก่ไข่ โดยสามารถแบ่งโรคแซลโมเนลโลซิสในสัตว์ปีกออกเป็น 3 โรค ดังนี้

1. โรคขี้ขาว (Pullorum disease หรือ Bacillary White Diarrhea) มีสาเหตุจากเชื้อแซลโมเนลลา *Salmonella* Pullorum โดยในไก่ที่ติดเชื้อมีอาการท้องเสีย ขี้ถ่ายเป็นสีขาว มีอัตราการตายสูงในลูกไก่ ในไก่ระยะโตเต็มวัยจะไม่แสดงอาการป่วยแต่สามารถเป็นพาหะของโรค โรคนี้สามารถแพร่กระจายโดยการติดเชื้อมานี้ได้

2. โรคไทฟอยด์ (Typhoid infection) มีสาเหตุจากเชื้อ *Salmonella* Gallinarum ไก่ที่ติดเชื้อมีอาการคล้ายโรคขี้ขาว

3. โรคพาราไทฟอยด์ (Paratyphoid infection) มีสาเหตุจากเชื้อแซลโมเนลลาที่นอกเหนือจาก *Salmonella Pullorum* และ *Salmonella Gallinarum* โดยเชื้อแซลโมเนลลาที่พบได้บ่อยในการก่อโรคพาราไทฟอยด์และมีความสำคัญในด้านการค้าระหว่างประเทศ ได้แก่ *Salmonella Enteritidis* และ *Salmonella Typhimurium*

การก่อโรคและอาการในมนุษย์

โดยทั่วไปอาการของอาการอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลาจะเกิดขึ้นภายหลังจากบริโภคอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาเข้าไปประมาณ 12-24 ชั่วโมง เชื้อแซลโมเนลลาที่เข้าสู่ร่างกายจะจับเกาะเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้และรุกรานเซลล์เพื่อเริ่มต้นการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอยู่ภายในกระเปาะที่เซลล์ผนังลำไส้ ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยให้เชื้อแซลโมเนลลารอดจากการ Phagocytosis ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องและถ่ายเหลว หลังจากที่ยาป่วยแล้วประมาณร้อยละ 5 ของผู้ที่หายป่วยจะยังคงมีเชื้อแซลโมเนลลาอยู่ในร่างกายและเป็นพาหะต่อไป ความรุนแรงของอาการป่วยแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณเชื้อแซลโมเนลลาที่บริโภค และความต้านทานของผู้บริโภค สำหรับผู้ป่วยในกลุ่มที่เรียกว่า YOPI ได้แก่ ผู้ป่วยที่เป็นเด็กเล็ก (Young) ผู้ป่วยที่สูงอายุ (Old) ผู้ป่วยที่ตั้งครรภ์ (Pregnant) และผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางภูมิคุ้มกัน (Immune deficient) จะมีอาการป่วยรุนแรงจนอาจเสียชีวิตได้ (ศุภชัย, 2549)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอด

1. อุณหภูมิ (Temperature) เชื้อแซลโมเนลลาเป็นกลุ่มแบคทีเรีย mesophiles ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส แต่เชื้อสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 5-45 องศาเซลเซียส และเชื้อจะหยุดการเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -2 ถึง -5 องศาเซลเซียส เชื้อจะเริ่มตายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เพราะเซลล์ไม่สามารถรักษาสภาวะสมดุลที่เป็นสภาวะปกติไว้ได้ เนื่องจากเกิดความเสียหายของไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์และโปรตีน โดยเฉพาะเอนไซม์ของเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์รั่วและการสังเคราะห์โปรตีนต้องหยุดชะงัก

2. ความเป็นกรดต่าง (pH) เชื้อแซลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ในช่วง pH เป็นกลาง คือ ระหว่าง 6.6-8.2 แต่ pH ที่เชื้อแซลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ดี คือ pH 6.5-7.5 เชื้อไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ pH มากกว่า 9 ส่วน pH ต่ำสุดที่เชื้อแซลโมเนลลาจะเจริญเติบโตได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของกรดที่ใช้ปรับความเป็นกรดต่าง เช่น ถ้าใช้กรดกลูตamic และกรดซิตริกเป็นตัวปรับความเป็นกรดต่าง ค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อแซลโมเนลลาจะเจริญเติบโตได้อยู่ที่ 4.05 แต่ถ้าใช้กรดน้ำส้มและกรดแลกติกเป็นตัวปรับความเป็นกรดต่าง ค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อแซลโมเนลลาจะเจริญเติบโตได้อยู่ที่ 5.5 ถ้าสภาวะ pH ไม่เหมาะสม เช่น pH ภายนอกเซลล์ต่ำกว่าช่วง pH ที่เชื้อจะเจริญเติบโตได้ ก็จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำให้เชื้อปรับตัวให้ทนต่อความเป็นกรดในสิ่งแวดล้อม จึงเกิดปัญหาโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อแซลโมเนลลาในอาหารที่เป็นกรดขึ้นได้

3. น้ำใช้ได้ (Water activity; a_w) ปริมาณน้ำในอาหารที่เชื้อแซลโมเนลลานำไปใช้ในการเจริญเติบโตอยู่ที่ประมาณ 0.93-0.99 เชื้อจะไม่เจริญเติบโตในอาหารที่มีเกลือแกงเข้มข้นร้อยละ 9 และในสภาวะที่ pH ลดลง จะทำให้เกลือไนไตรท์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้มากขึ้น

4. อากาศหรือออกซิเจน (Oxygen) เชื้อแซลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ในที่มีหรือไม่มีออกซิเจนก็ได้ ในสภาวะที่มีออกซิเจนเชื้อจะใช้เอนไซม์ Superoxide dismutase และ Catalase เปลี่ยนออกซิเจนที่เป็นพิษ คือ Superoxide radical (O_2^-) เป็น Hydrogen peroxide (H_2O_2) เป็นออกซิเจน (O_2) และเป็นน้ำ (H_2O) ตามลำดับ นอกจากนี้ เชื้อยังอาศัยออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย (Final electron acceptor) ในกระบวนการถ่ายอิเล็กตรอนเพื่อสร้างพลังงาน (ATP) แต่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน เชื้อก็สามารถสร้างพลังงานโดยอาศัยการหมักทำให้เชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ยังสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนอย่างมาก แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะสุญญากาศ (Vacuum packing) หรือในภาวะปรับบรรยากาศ (Modified atmosphere) ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ หรือ ไนโตรเจน ในสัดส่วนเท่าใดก็ตาม หากนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมให้เชื้อเจริญได้ดี เช่น การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

แนวทางการควบคุมและป้องกันโรค

ควรเน้นการปรุงอาหารให้สุกอย่างทั่วถึงและเพียงพอ ระมัดระวังการปนเปื้อนข้ามจากอาหารดิบสู่อาหารสุก มีการจัดการสุขาภิบาลและการปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะร่วมกับการใช้ระบบ HACCP ควบคุมการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์

อาการอาหารเป็นพิษจากเชื้อแซลโมเนลลา

อาหารที่ปลอดภัยต่อการบริโภคจะต้องสะอาดและปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ หนึ่งในมาตรฐานความปลอดภัยอาหารที่สำคัญจึงประกอบด้วยความปลอดภัยจากเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ เชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด เช่น *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* แต่เชื้อแบคทีเรียที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง คือ *Salmonella* spp. อาการอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลาเป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขในมนุษย์ที่พบได้เกือบทุกแห่งทั่วโลก และมีแนวโน้มที่จะเกิดอุบัติการณ์เพิ่มมากขึ้น จากการศึกษาทางระบาดวิทยาในประเทศเนเธอร์แลนด์ พบว่า มีอุบัติการณ์เฉลี่ยของอาการอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลา 450 รายต่อประชากรหนึ่งแสนคน และเสียชีวิต 0.4 รายต่อประชากรหนึ่งแสนคน โดยร้อยละ 15 ของอัตราอุบัติการณ์มีสาเหตุจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Berends et al., 1998) ในประเทศสหรัฐอเมริกาสาเหตุของอาการอาหารเป็นพิษมาจากเชื้อแซลโมเนลลา ร้อยละ 6-9 ซึ่งสัมพันธ์กับการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (Frenzen et al., 1999) ในช่วงระหว่าง พ.ศ. 2506 ถึง พ.ศ. 2508 ประเทศสหรัฐอเมริกามีการระบาดของอาการอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลา จำนวน 61 ครั้ง โดยพบว่า ร้อยละ 8 มีสาเหตุจากการบริโภคเนื้อโคและเนื้อสุกร (Steele and Galton, 1967) สำหรับประเทศไทย

จากสรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2549 พบว่า มีผู้ป่วยด้วยอาการอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อแซลโมเนลลา ในระหว่าง พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2548 จำนวน 1,311 ราย 1,532 ราย 1,736 ราย 48 ราย 125 ราย 323 ราย 13 ราย 350 ราย 321 ราย และ 219 ราย ตามลำดับ อาการอาหารเป็นพิษที่เกิดขึ้นในแต่ละปีจะมีเชื้อแซลโมเนลลาเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ป่วยโรคเกิดการเจ็บป่วย และ/หรือเสียชีวิตร่วมอยู่ด้วยเสมอ (สำนักกระบาดวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2549)

โดยเชื้อแซลโมเนลลาสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกายได้โดยการรับประทานอาหารที่มีเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อน ได้แก่ อาหารประเภทเนื้อ ไส้กรอก แฮม เบคอน แชนวิช และมักเป็นอาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังพบในเนื้อไก่ ไช้ นมและผลิตภัณฑ์ ที่ไม่ได้ผ่านความร้อนอย่างเพียงพอ อาหารสุกๆ ดิบๆ ทั้งนี้ สามารถแบ่งอาการจากอาหารเป็นพิษจากเชื้อแซลโมเนลลาแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม (Cimolai et al., 2001) ดังนี้

1. อาการ gastroenteritis มักเกิดจากการกินอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา พบอัตราการป่วยมากที่สุด มีสาเหตุจากเชื้อแซลโมเนลลาทุกซีโรวาร์ โดยเฉพาะ *S. Typhimurium* และ *S. Enteritidis* มีระยะฟักตัวประมาณ 6 – 48 ชั่วโมง หลังจากเชื้อเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะแสดงอาการมีไข้ต่ำ หนาวสั่น ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องเกร็ง และถ่ายเหลวเป็นน้ำ มักไม่มีการลุกลามเข้าสู่กระแสเลือด ผู้ป่วยสามารถหายได้เองภายใน 2 - 7 วัน แต่จะยังคงเป็นพาหะของโรค เนื่องจากสามารถตรวจพบเชื้อในอุจจาระได้นานหลายสัปดาห์ อย่างไรก็ตาม ในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง เด็กทารก หรือผู้สูงอายุ อาการจะรุนแรงมากขึ้น อาจพบการติดเชื้อในกระแสโลหิตและเสียชีวิตได้

2. อาการ enteric fever เป็นอาการที่พบเฉพาะในคนเท่านั้น มีสาเหตุจาก *Salmonella Typhi* ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ (Typhoid fever) ส่วน *Salmonella Paratyphi A, B และ C* ทำให้เกิดโรคไข้รากสาดน้อย (Paratyphoid fever) อาการของโรคไทฟอยด์จะรุนแรงและยาวนานกว่าอาการของโรคไข้รากสาดน้อย มีระยะฟักตัวประมาณ 1 - 3 สัปดาห์ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายจะบุกรุกชั้นผนังลำไส้และถูกจับกินโดยเซลล์ macrophage ซึ่งจะนำเชื้อผ่านระบบทางเดินน้ำเหลืองเข้าสู่กระแสเลือดไปยังตับ ม้าม และไขกระดูก เชื้อจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนในอวัยวะดังกล่าว ทำให้ผู้ป่วยแสดงอาการมีไข้ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เมื่อเชื้อเพิ่มจำนวนมากขึ้นที่อวัยวะภายในและในกระแสเลือด จะทำให้ตับและม้ามโต จากนั้น เชื้อจะกลับเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารอีกครั้ง สามารถพบเชื้อได้ที่ถุงน้ำดีและเนื้อเยื่อน้ำเหลืองในผนังลำไส้ รวมถึง Payer's patch ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อและเป็นแผล รวมถึงแสดงอาการปวดท้องและถ่ายเหลว บางรายที่รุนแรงอาจทำให้มีเลือดออกในลำไส้และผนังลำไส้ทะลุ จนกระทั่งเสียชีวิตได้ เชื้อจะแพร่กระจายไปยังอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ และปอด ทำให้เกิดการอักเสบ เนื้อเยื่อเน่าตายได้ เชื้อที่อยู่ในถุงน้ำดีสามารถเข้าสู่ลำไส้ และปะปนออกมากับอุจจาระ รวมถึงแพร่กระจายไปสู่ผู้อื่นได้

3. อาการติดเชื้อในกระแสเลือด (septicemia) เป็นการติดเชื้อแซลโมเนลลาในกระแสเลือด โดยผู้ป่วยจะไม่แสดงอาการของระบบทางเดินอาหาร มักพบในเด็กเล็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง ทำให้มีไข้สูงเฉียบพลัน หนาวสั่น อ่อนเพลีย และมีอาการของการติดเชื้อตามระบบที่มีการอักเสบ

ของเนื้อเยื่อ เช่น ตับ ม้าม ปอด กระดูก และเยื่อหุ้มสมอง ซึ่งอาจทำให้เสียชีวิตได้ ซีโรวาร์ที่พบว่าเป็นสาเหตุได้แก่ *Salmonella Choleraesuis* และ *Salmonella Dublin*

4. อาการอื่นๆ ที่เกิดจากกลุ่มเชื้อที่ไม่ได้จำเพาะต่อชนิดของโฮสต์ หรือ Unadapted serovars เป็นกลุ่มของ *Salmonella* spp. ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารอักเสบ หรือ intestinal salmonellosis หรือ gastroenteritis causing *Salmonella* spp. ซึ่งเป็น *Salmonella* spp. ที่อยู่นอกเหนือจากกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากความสามารถในการมีชีวิตอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ เป็นผลให้ *Salmonella* spp. กลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรือแม้กระทั่งคนหรือสัตว์ได้ จึงพบว่า *Salmonella* spp. สามารถแพร่กระจายในห่วงโซ่อาหารได้อย่างกว้างขวาง ก่อให้เกิดปัญหาใหญ่ในการควบคุมอุบัติการณ์ของโรคที่เกิดจาก *Salmonella* spp. ในอาหาร

การวินิจฉัยโรคแซลโมเนลโลซิส (Salmonellosis)

การตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการสามารถช่วยยืนยันโรคแซลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) ได้ โดยอาศัยลักษณะอาการทางคลินิกของระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องร่วง และถ่ายเหลวเป็นน้ำ ซึ่งวิธีการตรวจวินิจฉัยหาเชื้อแซลโมเนลลา (Cimolai et al., 2001) ได้แก่

1. การเพาะเชื้อจุลินทรีย์ (bacteria isolation) การเพาะเชื้อจากตัวอย่างสามารถใช้อาหารเลี้ยงเชื้อทั่วไปสำหรับการเพาะเชื้อจุลินทรีย์ แต่ถ้าทำการเพาะเชื้อจากอุจจาระ ควรเลือกใช้อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความจำเพาะต่อเชื้อ (selective medium) มากขึ้น ซึ่งมีส่วนผสมของยาต้านจุลินทรีย์เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อประจำถิ่น (normal flora) ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในอุจจาระ เช่น SS agar หรือ HE agar และอาศัยคุณสมบัติในการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ เมื่อทำการเพาะเชื้อบน XLD agar จะพบจุดสีดำบนโคโลนี ซึ่งสามารถแยกออกจากเชื้อ *Shigella* ที่ไม่มีคุณสมบัติในการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อและลักษณะของโคโลนี (วัชรินทร์และคณะ, 2553)

อาหารเลี้ยงเชื้อ	ลักษณะโคโลนี
MacConkey agar	ขนาด 2-3 มิลลิเมตร สี ไม่มีสี ขอบเรียบ
SS agar	สี ไม่มีสี ส่วนใหญ่ตรงกลางโคโลนีมีสีดำ
HE agar	สีเขียวหรือน้ำเงินแกมเขียว ส่วนใหญ่ตรงกลางโคโลนีมีสีดำ
XLD	สีแดง ส่วนใหญ่ตรงกลางโคโลนีมีสีดำ
MSRV	สีขาวขุ่น และแผ่ออกเป็นวง

2. การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี (biochemistry) เป็นการแยกเชื้อแซลโมเนลลาออกจากเชื้อแบคทีเรียอื่นๆ ที่อยู่ในตระกูล Enterobacteriaceae นอกจากคุณสมบัติในการสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์แล้วยังมีการให้ผลลบในการทดสอบ indole และปฏิกิริยา Voges-Proskauer และให้ผลบวกในการทดสอบปฏิกิริยา methyl red และ citrate utilization รวมถึง สามารถสร้างกรดจากการสลายน้ำตาลหลายชนิด

เช่น glucose, manitol, sorbitol, arabinose และ rhamnose แต่ไม่สามารถสลายน้ำตาล lactose และ sucrose ได้ การทดสอบการสร้างสารไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ทำได้โดยการเพาะเชื้อใน TSI agar ซึ่งแสดงลักษณะทางชีวเคมีตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะทางชีวเคมีที่เป็นแบบฉบับของเชื้อแซลโมเนลลา (Ricke et al., 1998)

การทดสอบทางชีวเคมี	ผลการทดสอบ
Lactose and Sucrose	Negative
Oxidase	Negative
Catalase	Negative
Citrate as sole carbon source	Growth
Hydrogen sulfide generation	Positive
Decarboxylate lysine and ornithine	Positive

3. การทดสอบทางซีรั่มวิทยา (serology) เพื่อจำแนกเชื้อแซลโมเนลลาออกเป็นซีโรวาร์หรือซีโรไทป์ ซึ่งเชื้อที่แยกได้จะต้องทำการตรวจซีโรกรุ๊ป (Serogroup) ก่อน โดยทำการปฏิกิริยาการตกตะกอนกับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อ O antigen เรียกว่า agglutination test ซึ่งส่วนมากพบตั้งแต่ A - I อย่างไรก็ดี การตรวจจำแนกซีโรวาร์ มักทำเฉพาะในห้องปฏิบัติการอ้างอิง (reference laboratory) เท่านั้น โดยประเทศไทยสามารถส่งตรวจได้ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

4. การทดสอบระดับโมเลกุล ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคระดับโมเลกุล เพื่อใช้ในการวินิจฉัยแยกเชื้อ ซึ่งมีความไวและความจำเพาะสูง ได้แก่ PCR และ DNA probe อย่างไรก็ดี การตรวจวินิจฉัยด้วยวิธีนี้ราคาค่อนข้างสูง

บทที่ 3 ขั้นตอนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

กระบวนการผลิตในโรงฆ่าสัตว์ปีก

โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกจะรับสัตว์ปีกที่เติบโตได้อายุและน้ำหนักที่เหมาะสมจากฟาร์มสัตว์ปีกที่ได้รับรองมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์ เมื่อสัตว์ปีกถูกส่งมาถึงโรงฆ่าสัตว์ปีกก็จะเข้าสู่กระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีก คือ การรับสัตว์ปีก การแขวน การทำสลบ การเชือดและเอาเลือดออก การลวกถอนขน การล้างเครื่องใน การล้างซากภายในและภายนอก การลดอุณหภูมิซาก การตัดแต่ง การบรรจุถุง การแช่เย็น/แช่แข็ง การบรรจุกล่อง และการเก็บรักษา ตามรูปภาพที่ 1 ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีโอกาสที่จะเพิ่มการปนเปื้อนเชื้อเชลโมเนลลาเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ได้จากการปนเปื้อนข้ามระหว่างกระบวนการผลิต ดังนั้น ในกระบวนการผลิตสิ่งที่สำคัญ คือ การลดปริมาณเชื้อเชลโมเนลลาในสัตว์ปีกมีชีวิตจากฟาร์ม และการป้องกันการปนเปื้อนข้ามทั้งจากตัวไก่จากปัจจัยอื่นๆ ที่สัมผัสตัวไก่หรือซากไก่ เช่น พนักงานในส่วนกระบวนการผลิต น้ำหรือน้ำแข็งที่ใช้ในกระบวนการผลิต และอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น

การลดโอกาสปนเปื้อนเชื้อเชลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก

1. ก่อนการจับไก่เข้าโรงฆ่า

ขั้นตอนนี้มีความสำคัญในการควบคุมหรือลดปัญหาการปนเปื้อนเชื้อเชลโมเนลลาในโรงฆ่าได้ ซึ่งมีรายงานว่า การจะควบคุมเชื้อเชลโมเนลลาในเนื้อไก่ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ควรให้ความสำคัญกับการจัดการเชื้อเชลโมเนลลาที่ฟาร์มไก่ตั้งต้นมากกว่ามาจัดการที่โรงฆ่าไก่ (ศุภชัย, 2548; Campbell et al., 1982) ปัจจุบันการส่งไก่เนื้อเข้าเชือดในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ไก่ต้องมาจากฟาร์มที่ได้รับรองมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์ โดยมีระยะหยุดให้อาหารก่อนการจับไก่ ตามข้อแนะนำเพื่อลดการปนเปื้อนของเศษอาหารและอุจจาระบนซากไก่ (National Chicken Council; NCC, 1992) ซึ่งมีรายงานว่าพบการปนเปื้อนบนซากไก่ต่ำสุด (0.56-0.68%) สำหรับไก่ที่มีระยะเวลารอดอาหารก่อนจับเข้าโรงฆ่า 8-12 ชั่วโมง และพบการปนเปื้อนบนซากไก่สูงสุด (2-6%) สำหรับไก่ที่มีระยะเวลารอดอาหารก่อนจับเข้าโรงฆ่ามากกว่า 16 ชั่วโมง เนื่องจากการอดอาหารที่นานเกินไป (มากกว่า 14 ชั่วโมง) จะทำให้ผนังลำไส้บางเกิดการแตกง่ายในขั้นตอนการล้างเครื่องใน แต่หากระยะเวลารอดอาหารสั้นเกินไป (น้อยกว่า 6 ชั่วโมง) จะทำให้สามารถพบเศษอาหารค้างอยู่ในลำไส้ และเกิดปัญหาลำไส้แตกในขั้นตอนเปิดผ่าช่องก้น (Bilgili and Hess, 1997; Northcutt, 2000)

การควบคุมเชื้อเชลโมเนลลาที่ฟาร์มเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มั่นใจว่าไก่ที่จะส่งเข้าโรงฆ่าสัตว์ปีกควรปลอดจากเชื้อเชลโมเนลลาหรือมีเชื้อเชลโมเนลลาปนเปื้อนน้อยที่สุด ดังนั้นลูกไก่ที่นำมาเลี้ยงต้องมาจากโรงฟักไข่และฟาร์มพ่อ-แม่พันธุ์ที่ได้รับรองมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์ มีการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาเชื้อเชลโมเนลลาตามข้อกำหนดของกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) และฟาร์มไก่เนื้อต้องมีการสุ่มตัวอย่างอุจจาระในรุ่นการเลี้ยงอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ

สหภาพยุโรปที่กำหนดให้ดำเนินการเก็บตัวอย่างอูจจาระของไก่เนื้อที่อายุไม่เกิน 3 สัปดาห์ ก่อนส่งเข้าโรงฆ่าสัตว์ปีก และต้องสุ่มเก็บตัวอย่างในรุ่นการเลี้ยงของไก่ที่มีจำนวนไม่น้อยกว่า 5,000 ตัว อย่างน้อยปีละครั้ง ต่อรุ่นการเลี้ยง โดยทำการเก็บตัวอย่าง 10% ของจำนวนไก่ทั้งหมด (European Union, 2012)

รูปภาพที่ 1 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ปีก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2549)



* จุดที่ทำการคัดออก (Partial condemnation) และ คัดทิ้ง (Total Condemnation) ซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

2. การรับไก่มีชีวิตและแขวนไก่

การขนส่งไก่จากฟาร์มไปยังโรงฆ่า ตัวไก่จะถูกบรรจุในกล่องไก่ที่วางซ้อนทับกัน ทำให้อุจจาระไก่จากกล่องด้านบนตกลงสู่ด้านล่างและพื้นรถ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปนเปื้อนได้ รวมถึง ปัจจัยต่างๆระหว่างการขนส่ง ความเครียด ระยะทางการขนส่ง อุณหภูมิ ล้วนแต่เป็นปัจจัยที่ทำให้ไก่ถ่ายอุจจาระมากขึ้น และเกิดการแพร่กระจายเชื้อโรคไปยังไก่ตัวอื่นๆ ในรถ จากปัจจัยเหล่านี้พบว่ากล่องบรรจุไก่และรถขนส่งไก่จะเป็นแหล่งที่มีการปนเปื้อนอุจจาระจากการขนส่งไก่มีชีวิต ดังนั้น ภายหลังการขนส่งไก่มีชีวิตแล้ว กล่องบรรจุไก่และรถขนส่งไก่ต้องมีการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค และต้องมีการแยกพื้นที่แยกกระหว่างกล่องบรรจุไก่ที่ยังไม่ได้ล้างและกล่องบรรจุไก่ที่รอฝังแห้ง โดยมีรายงานว่ากล่องบรรจุไก่ตากแห้งอย่างน้อย 48 ชั่วโมง จะสามารถลดการตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาได้อย่างมีนัยสำคัญ (FSIS, 2008)

สำหรับลานรับไก่มีชีวิต ซึ่งเป็นพื้นที่สำหรับแขวนไก่มีชีวิตขึ้นราวลำเลียง เพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป การจัดการด้านสุขาภิบาลถือเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากหากมีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในบริเวณนี้จากไก่ที่มีเชื้อปนเปื้อนมาจากฟาร์ม ก็จะสามารถเกิดการปนเปื้อนไปยังไก่มีชีวิตฟาร์มอื่นได้ โดยมีการศึกษาแล้วว่าหากมีการตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาจากลานรับไก่มีชีวิต ก็จะตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตลำดับถัดไป นอกจากนี้ การจัดการกับตัวสัตว์เพื่อลดการต้อนตระหนกและอาการกระพือปีกก็เป็นปัจจัยสำคัญในการลดการแพร่กระจายของเชื้อแซลโมเนลลาในอากาศบริเวณลานรับไก่ด้วย (Russell, 2005)

3. การทำสลบและการเอาเลือดออก

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการทำให้ไก่หมดความรู้สึกจากการทำสลบและการเอาเลือดออกโดยการเชือดไก่ การทำสลบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ การทำสลบด้วยไฟฟ้าผ่านน้ำ (waterbath stunning) ซึ่งขั้นตอนการทำให้ไก่สลบนอกจากจะเป็นการจัดการที่ดีต่อตัวไก่แล้ว ยังเป็นการลดการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตจากการดิ้นและกระพือปีกของไก่ที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นและเชื้อโรค แต่สิ่งที่ตามมาของกระบวนการทำสลบ คือ ไก่จะขับอุจจาระออกมา ดังนั้น สิ่งสำคัญที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ คือ การงดอาหารก่อนการจับไก่เข้าเชือดจะสามารถลดปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิต เนื่องจากจะช่วยลดปริมาณอุจจาระที่จะปนเปื้อนซากไก่ และลดโอกาสปนเปื้อนอุจจาระสะสมที่จะไปอยู่ในกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป

4. การลวกถอนขน

การลวกขนเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของเชื้อแซลโมเนลลาในบ่อลวก เนื่องจากในบ่อลวกจะมีการสะสมของสิ่งสกปรก เช่น ดิน ฝุ่น และอุจจาระไก่ออกจากนี้ อุณหภูมิของน้ำในบ่อลวกก็มีผลต่อการควบคุมเชื้อแซลโมเนลลادด้วยเช่นกัน โดยเชื้อแซลโมเนลลาจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในอุณหภูมิสูงกว่า 47 องศาเซลเซียส ดังนั้น การจัดการให้น้ำมีอุณหภูมิที่สูงกว่า 47 องศาเซลเซียส ก็เพียงพอต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อแซลโมเนลลาได้

(Russell, 2005; FSIS, 2008) โดยหน่วยงาน National Chicken Council (NCC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้แนะนำวิธีการจัดการระบบน้ำในบ่อลวกที่ดีที่สุด คือ การใช้ระบบน้ำไหลเวียนที่เพียงพอ (NCC, 1992) โดยเป็นระบบน้ำสะอาดไหลสวนทางกับตัวไก่ เพื่อให้ไก่ได้ไหลผ่านน้ำสะอาด โดยปริมาณน้ำในบ่อลวกควรมีมากพอที่จะกำจัดสิ่งสกปรกได้ ซึ่งคู่มือการปฏิบัติงานในโรงฆ่าสัตว์ปีกของกรมปศุสัตว์แนะนำให้ใช้น้ำไหลต่อซากไก่ในปริมาณ 0.25 ลิตรต่อซาก (อุดมและไพโรจน์, 2548) นอกจากนี้ การใช้บ่อลวกมากกว่า 1 บ่อ หรือการเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อลวกสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้ดีกว่าการใช้บ่อลวกเดียว หรือการไม่เปลี่ยนถ่ายน้ำ (Cason et al., 2000)

ขั้นตอนถัดมา คือ การถอนขน ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ง่ายต่อการเกิดการปนเปื้อนข้าม เนื่องจากซากไก่จะมีการสัมผัสกับพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน โดยการถอนขนจะทำให้เกิดการกระจายสิ่งสกปรกมาที่ตัวไก่ โดยเฉพาะหากอุปกรณ์มีการชำรุดจนเป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค ก็จะเป็นจุดสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามจากอุปกรณ์การผลิตเข้าสู่ชุมชน ซึ่งจะทำความยากต่อการกำจัดออกในขั้นตอนต่อไป (NZFSA, 2000)

5. การล้างเครื่องใน

การล้างเครื่องใน เป็นการเอาอวัยวะภายในของไก่ออก รวมถึงมีการตรวจสอบสภาพซากหลังการฆ่าเพื่อตัดแต่งเอาส่วนที่ผิดปกติหรือสกปรกออกจากซากไก่อีกก่อนที่ซากไก่จะเข้าสู่ขั้นตอนการผลิตต่อไป โดยการล้างเครื่องในโดยใช้อุปกรณ์เหล็กกัดเครื่องในนั้น จะต้องมีการล้างทำความสะอาดและผ่านการฆ่าเชื้อในน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส รวมถึง ต้องมีอุปกรณ์สำรองในกรณีที่เกิดการปนเปื้อนฉุกเฉิน ซึ่งสามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ใช้ได้ทันที ปัจจุบันผู้ประกอบการเริ่มใช้เทคโนโลยีเครื่องจักรล้างเครื่องในอัตโนมัติ จึงจำเป็นต้องมีการจัดการด้านความสะอาด และการตรวจสอบหลังการทำความสะอาดอย่างถี่ถ้วนเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างซากจากการใช้เครื่องจักรที่ไม่สะอาดในกระบวนการผลิต (ศุภชัย, 2548) ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์ปีก มีการใช้กรรมวิธีการล้างเครื่องใน 2 รูปแบบ คือ

1) การล้างเครื่องในโดยใช้คน สิ่งสำคัญ คือ การเปิดช่องกัน ต้องระวังไม่ให้เกิดการขาดของลำไส้ส่วนปลาย ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการปนเปื้อนของอุจจาระไปกับซาก นอกจากนี้ ทักษะของผู้ปฏิบัติงานก็เป็นปัจจัยที่ทำให้พบปัญหาได้ โดยมักจะเกิดปัญหาอยู่ 1-5% (NZFSA, 2000) ซึ่งมีสาเหตุหลักจากทักษะของผู้ปฏิบัติงานและระยะเวลาการรออาหารที่ไม่เพียงพอ

2) การล้างเครื่องในด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ สามารถลดการกระจายของเชื้อแบคทีเรียได้ รวมถึงลดการปนเปื้อนอุจจาระบนซากและอวัยวะภายในได้ (Bremmer and Johnston, 1996) เนื่องจากการล้างเครื่องในด้วยระบบนี้จะทำให้ซากและเครื่องในไม่มีโอกาสสัมผัสกัน แต่เครื่องจักรอัตโนมัติจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปิดช่องกัน นอกจากนี้ ประสิทธิภาพของเครื่องจักรยังขึ้นกับขนาดและน้ำหนักไก่เป็นสำคัญ

อย่างไรก็ตาม จะเป็นการล้างเครื่องในด้วยคนหรือเครื่องจักร สิ่งสำคัญ คือ การทำให้ไส้แตกน้อยที่สุด และการรออาหารจึงเป็นสิ่งจำเป็นดังที่กล่าวในขั้นตอนการจับไก่แล้ว

6. การล้างซากภายใน-ภายนอก

ขั้นตอนนี้ คือ การล้างซากโดยใช้น้ำสะอาดไหลผ่าน ซึ่งมีการกำหนดแรงดันและ/หรือปริมาณน้ำให้เหมาะสมก่อนจะเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิ ซึ่งมีข้อเสนอแนะว่า การใช้สารเคมี ณ จุดล้างซากภายใน-ภายนอก จะสามารถช่วยลดปริมาณเชื้อแซลโมเนลลาได้ เช่น การใช้น้ำที่มีคลอรีนอิสระมากกว่า 23 ppm การใช้สาร Trisodium phosphate 10% การใช้สาร Lactic acid 2% และการใช้สาร Sodium bisulfate 5% (Fletcher and Craing, 1997; Yang et al., 1998) อย่างไรก็ตาม สหภาพยุโรปมีข้อกำหนดซึ่งว่าด้วยข้อห้ามในการใช้สารเคมีสำหรับวัตถุประสงค์เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อนในซากสัตว์ปีก

7. การลดอุณหภูมิซาก

การลดอุณหภูมิซาก เป็นการลดโอกาสเจริญเติบโตของเชื้อแซลโมเนลลาที่ปนเปื้อนบนซากสัตว์ปีก โดยมีการลดอุณหภูมิซาก 2 ระบบ คือ การแช่น้ำในระบบถึงน้ำเย็น (Immersion chiller) และ การลดอุณหภูมิโดยใช้ลมเย็น (Air chiller)

- การลดอุณหภูมิซากโดยการแช่น้ำในระบบถึงน้ำเย็น (Immersion chiller) เป็นระบบที่ได้รับความนิยมทั่วไป รวมถึงในประเทศไทย แต่การแช่ซากไก่ในถึงน้ำเย็นก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาได้ (FSIS, 2008) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพบเชื้อแซลโมเนลลาในถึงน้ำเย็น คือ การปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาบนซากไก่ก่อนลงถึงน้ำเย็น และปริมาณน้ำในถึงน้ำเย็น ซึ่งมักพบการสะสมของสิ่งสกปรกบริเวณทางเข้าของถึงน้ำเย็น ทั้งนี้ ในต่างประเทศมีข้อกำหนดเรื่องการลดอุณหภูมิซากด้วยระบบแช่น้ำเย็น คือ ระบบน้ำในถึงน้ำเย็นต้องไหลสวนทางกับซากไก่ (counter flow) ซากไก่ที่ออกจากถึงน้ำเย็นต้องมีอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส เป็นต้น

- การลดอุณหภูมิซากโดยใช้ลมเย็น (Air chiller) วิธีนี้จะพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากต่ำกว่าระบบการลดอุณหภูมิซากด้วยน้ำเย็น เนื่องจาก ลดโอกาสสัมผัสระหว่างซากไก่

8. การตัดแต่งและการถอดกระดูก

การตัดแต่งและการถอดกระดูก เป็นขั้นตอนที่อาจเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรียได้จากอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต เช่น มีด เขียง โต๊ะ และสายพาน รวมถึงจากปฏิบัติงาน เช่น มือ เครื่องแต่งกาย และเอี๊ยม เป็นต้น ทุกจุดล้วนแต่มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียสู่ผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้น การป้องกันการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในขั้นตอนนี้สามารถจัดการได้ด้วยการจัดการสุขลักษณะที่ดี การจัดการโปรแกรมความสะอาดที่เหมาะสม และประสิทธิภาพการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ รวมถึงพนักงานในกระบวนการผลิตต้องปฏิบัติตามหลักสุขอนามัยส่วนบุคคลด้วย นอกจากนี้ บริเวณพื้นที่ในการผลิตต้องมีการควบคุมอุณหภูมิห้องซึ่งจะช่วยลดโอกาสเพิ่มปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ทำให้การปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย

9. การจัดเก็บ บรรจุหีบห่อ และการเก็บรักษา

จุดประสงค์ของขั้นตอนนี้ คือ เพื่อควบคุมอุณหภูมิของเนื้อไก่ให้อยู่ในระดับที่เชื้อแบคทีเรียรวมถึงเชื้อแซลโมเนลลาไม่สามารถเจริญเติบโตได้ โดยทั่วไปจะกำหนดให้อุณหภูมิเนื้อไก่ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในการจัดเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 0-4 องศาเซลเซียส (Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, 1993) ส่วนกระบวนการแช่แข็ง กำหนดให้เก็บรักษาที่อุณหภูมิไม่เกิน -18 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าสามารถทำลายเชื้อแซลโมเนลลาได้ แต่ไม่สามารถกำจัดได้หมด โดยยังสามารถตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อไก่แช่แข็งเป็นระยะเวลา 1 ปี (NZFSA, 2000) ดังนั้น การผลิตในขั้นตอนนี้มีความเสี่ยงในการพบเชื้อแซลโมเนลลาค่อนข้างน้อย การป้องกันไม่ให้มีเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนมากับตัวไก่ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตจึงเป็นสิ่งสำคัญ

บทที่ 4 การส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกไปสหภาพยุโรป และการจัดการตามมาตรการของสหภาพยุโรป กรณีพบการนำเข้าสินค้าอาหารที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพสัตว์หรือ ความปลอดภัยด้านอาหาร

การผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก เมื่อดูภาพรวมการผลิตในปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีการผลิตเนื้อสัตว์ปีกดิบแช่เย็น/แช่แข็งส่งออก 240,342 ตัน คิดเป็นมูลค่า 21,369 ล้านบาท เมื่อดูรายละเอียดเฉพาะสินค้าเนื้อสัตว์ปีกแช่เย็น/แช่แข็งที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรป พบว่ามีปริมาณ 91,268 ตัน หรือคิดเป็น 38% ของปริมาณการส่งออกสินค้าสัตว์ปีกทั้งหมด โดยคิดเป็นมูลค่า 7,432 ล้านบาท โดยจากยอดการผลิตสินค้าสัตว์ปีกที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรปนี้ สามารถแยกสัดส่วนออกเป็นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ 94% และเนื้อสัตว์ปีกดิบ 6% แต่เมื่อเทียบสัดส่วนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือต่อการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกดิบทั้งหมดอยู่ที่พบสัดส่วนที่ 0.56 เนื่องจากความต้องการทางตลาดสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือมีเฉพาะกลุ่ม คือ ตลาดส่งออกกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเท่านั้น (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559)

สถานการณ์การค้าสินค้าเนื้อสัตว์ปีกระหว่างประเทศไทยกับสหภาพยุโรป ในปี พ.ศ. 2559 (กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2559)

1) สินค้าเนื้อสัตว์ปีกแปรรูป

ประเทศไทยส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกแปรรูปไปสหภาพยุโรปแล้ว 207,490 ตัน มูลค่า 28,240 ล้านบาท โดยเป็นตลาดส่งออกอันดับ 2 มีสัดส่วนร้อยละ 38 ของมูลค่าการส่งออกไก่แปรรูปทั้งหมด

2) สินค้าไก่สดแช่เย็นแช่แข็ง (รวมไก่หมักเกลือ) ภายหลังสหภาพยุโรปยกเลิกการห้ามนำเข้าเนื้อสัตว์ปีกสดจากประเทศไทย ส่งผลให้ประเทศไทยสามารถส่งออกสินค้าไก่สดไปยังสหภาพยุโรปได้ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 เป็นต้นมา สำหรับปี 2559 ประเทศไทยส่งออกสินค้าไก่สดแช่เย็นแช่แข็ง (รวมไก่หมักเกลือ) ไปสหภาพยุโรปแล้ว 91,268 ตัน มูลค่า 7,432 ล้านบาท ทั้งนี้ ประเทศไทยสามารถใช้ประโยชน์จากโควตาภาษีของสหภาพยุโรปที่ให้ไทยเป็นการเฉพาะ และสามารถนำเข้าได้ภายใต้โควตารวมอีกด้วย ดังนี้

- Commission Regulation No 616/2007 ไทยได้รับโควตาจำนวน 92,610 ตันต่อปี สำหรับไก่หมักเกลือ (อัตราภาษีในโควตาร้อยละ 15.4) และโควตาจำนวน 160,033 ตันต่อปีสำหรับไก่แปรรูป (อัตราภาษี ในโควตาร้อยละ 8)

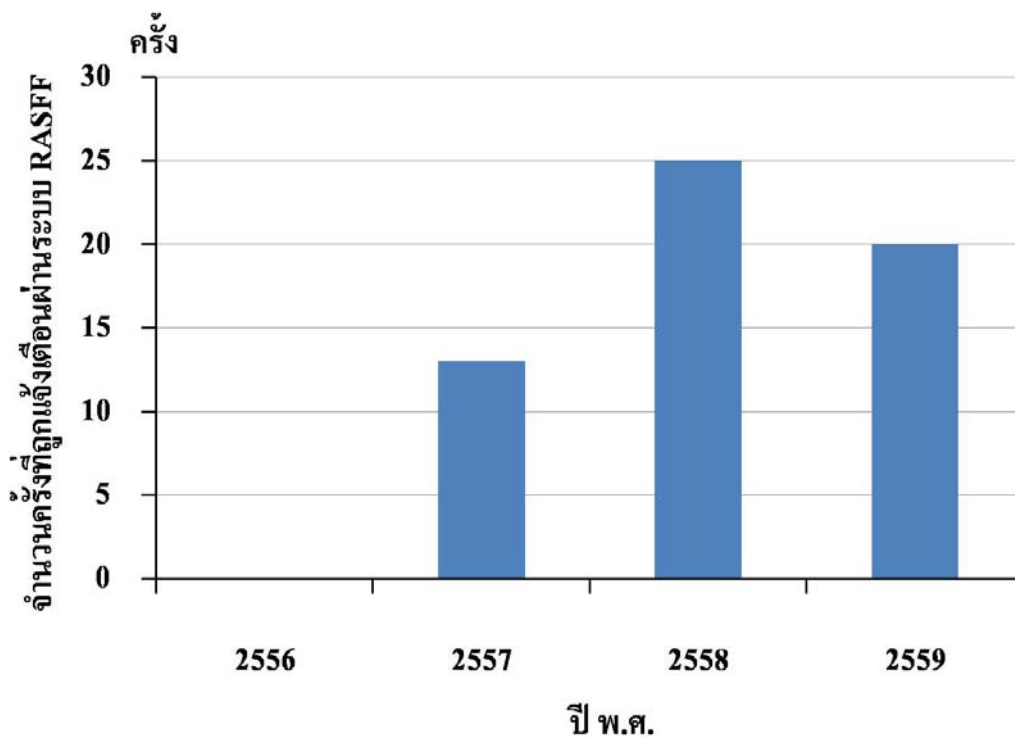
- Commission Regulation No 1385/2007 ไทยได้รับโควตาไก่สดแช่แข็ง 3 พิกัด จำนวน 5,100 ตันต่อปี โดยมีอัตราภาษีในโควตาร้อยละ 0

- Commission Regulation No 533/2007 ซึ่งโควตาภายใต้กฎระเบียบนี้เป็นโควตาไก่สดแช่เย็น/แช่แข็งซึ่งมีอัตราภาษีสูงมาก ตั้งแต่ร้อยละ 93-795 โดยไทยมีสิทธิในการยื่นขอโควตาเหมือนประเทศที่ 3 อื่นๆ

- Commission Regulation (EC) No 1246/2012 ไทยได้รับโควตาสำหรับสินค้าสัตว์ปีก รวม 30,810 ตันต่อปี โดยมีอัตราภาษีในโควตาร้อยละ 10.9 หรือ 630 ยูโร/ตัน แตกต่างกันไปตามพิกัด

อ้างอิงตามโควตาการนำเข้าและอัตราภาษีที่สหภาพยุโรปได้กำหนดให้สำหรับสินค้าเนื้อสัตว์ปีก จากประเทศไทย สินค้าในกลุ่มเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือกจึงได้รับความสนใจจากผู้ผลิตในประเทศไทยเป็น จำนวนมาก โดยมีการส่งออกเกือบเต็มโควตาที่ได้รับ อย่างไรก็ตาม เมื่อสหภาพยุโรปให้โควตาในการนำเข้า เนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือกมาก ข้อกำหนดในการตรวจเพื่ออนุญาตนำเข้าสินค้าก็มีความเข้มงวดกว่าเช่นกัน โดยในกลุ่มสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือก สหภาพยุโรปได้มีการกำหนดเกณฑ์การตรวจหาเชื้อแซลโมเนลลา ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ คือ ห้ามตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาทุกชนิด (*Salmonella* spp.) ในตัวอย่างสินค้าที่ทำการ สุ่มตรวจ ในขณะที่เกณฑ์สำหรับการตรวจเนื้อสัตว์ปีกดิบทั่วไป คือ ห้ามตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาชนิด *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium ในตัวอย่างสินค้า (โดยกำหนดให้การสุ่มตัวอย่าง 1 ครั้ง ทำการเก็บ 5 ตัวอย่างสินค้าจากรุ่นการผลิตเดียวกัน) (European Union, 2005; European Union, 2011)

จากข้อมูลการส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกในปี พ.ศ. 2559 พบว่าสินค้าเนื้อสัตว์ปีกที่ส่งออก ไปยังสหภาพยุโรป มีการตรวจพบกรณีสินค้าไม่เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าของสหภาพยุโรป กรณีพบการ ปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์ และได้รับการแจ้งเตือนผ่านระบบการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็ว สำหรับอาหารและอาหารสัตว์ (RASFF) จำนวน 20 ครั้ง (RASFF portal Europa EU online searchable database) ซึ่งแสดงตามรูปภาพที่ 2



รูปภาพที่ 2 การแจ้งเตือนผ่านระบบ RASFF กรณีสินค้าเนื้อสัตว์ปีกจากประเทศไทยพบเชื้อแซลโมเนลลา ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรป ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556 - 2559

เมื่อพิจารณาความสูญเสียทั้งทางเศรษฐกิจที่เกิดจากการถูกแจ้งเตือนผ่านระบบ RASFF คือ มูลค่าของสินค้าที่ต้องถูกทำลาย โดยจำนวน 20 ครั้งที่ถูกแจ้งเตือน คิดเป็นปริมาณสินค้าเนื้อสัตว์ปีกอย่างน้อย 440 ตัน มูลค่าไม่ต่ำกว่า 36 ล้านบาท นอกจากนี้ ยังมีความยุ่งยากในการถูกตรวจสอบอย่างเข้มงวดตามมาตรการของสหภาพยุโรปกรณีที่พบสินค้าที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพและความปลอดภัยด้านอาหาร ซึ่งส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นในระบบการตรวจสอบและควบคุมของภาครัฐ ที่สำคัญที่สุด คือ การเสียชื่อเสียงประเทศไทย ในฐานะผู้ผลิตสินค้าสัตว์ปีกเพื่อการบริโภค

ข้อมูลพื้นฐานของระบบการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็วสำหรับอาหารและอาหารสัตว์ (Rapid Alert System of Food and Feed; RASFF) (European Commission, 2012)

ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการควบคุมอาหารและอาหารสัตว์ของภาครัฐถูกกำหนดไว้ใน Reg 882/2004 โดยมีรายละเอียดเพิ่มเติมใน Directive 97/78/EC สำหรับการทำงานของเจ้าหน้าที่สัตวแพทย์ ณ ด่านชายแดน ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มาจากประเทศที่สามที่ต้องการนำเข้าประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป ข้อความใน Directive 97/78/EC ได้กำหนดขั้นตอนและระเบียบปฏิบัติเกี่ยวกับสัตวแพทย์ ณ ด่านชายแดน เพื่อให้ปฏิบัติตามในการตรวจสอบการนำเข้าหรือขนส่งสินค้าผลิตภัณฑ์จากสัตว์เข้าสู่ประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป โดยการส่งผลิตภัณฑ์จากสัตว์ของประเทศที่สามเข้าสู่อาณาเขตของสหภาพยุโรป จะต้องแจ้งต่อด่านตรวจสอบชายแดนของสหภาพยุโรปที่ได้รับอนุมัติ โดยเจ้าหน้าที่สัตวแพทย์ ณ ด่านชายแดน ต้องสุ่มตัวอย่างตามแผนการตรวจสอบ (National Monitoring Plan) เพื่อตรวจสอบสารตกค้าง และเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการสำหรับการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มีการส่งผ่านชายแดน ประเทศสมาชิกของกลุ่มสหภาพยุโรปตาม Commission Regulation (EC) No. 136/2004 (European Union, 2004)

1. ประเทศสมาชิกต้องส่งมอบตัวสินค้าที่นำเข้าเพื่อดำเนินการตามแผนการตรวจสอบ (National Monitoring Plan) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบหาสารเคมีและยาสัตว์ตกค้าง เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ หรือสิ่งแวดล้อม โดยแผนการตรวจสอบจะขึ้นอยู่กับลักษณะของผลิตภัณฑ์และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นทั้งหมด พารามิเตอร์การตรวจสอบที่เกี่ยวข้อง เช่น ความถี่ จำนวนของสินค้าขาเข้า และผลของการตรวจสอบก่อนหน้านี้ที่เคยนำเข้าสินค้าชนิดเดียวกันสู่ประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป

2. เมื่อมีการทดสอบแบบสุ่มตามแผนการตรวจสอบในข้อ 1 และไม่พบอันตรายใดๆ เจ้าหน้าที่สัตวแพทย์ ณ ด่านชายแดน สามารถปล่อยตัวสินค้าเข้าสู่ประเทศ โดยจะออกเอกสารประกอบผลการตรวจสอบการนำเข้าสินค้าที่มาจากสัตว์ (Common Veterinary Entry Document for Animal Products; CVED) พร้อมลายเซ็นสัตวแพทย์ผู้มีอำนาจแนบมากับสินค้าที่ทำการปล่อยเข้าประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป

3. กรณีที่ผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการแสดงความผิดปกติในเบื้องต้น หรือเป็นสินค้าที่เคยถูกแจ้งเตือนจากระบบการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็วสำหรับอาหารและอาหารสัตว์ (RASFF) เกี่ยวกับการพบสารเคมีและยาสัตว์ตกค้าง หรือเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคปนเปื้อนในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เจ้าหน้าที่สัตวแพทย์ ณ ด่านชายแดน จะชะลอการปล่อยผ่านสินค้าจนกว่าผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการจะเป็นที่น่าพอใจ

4. ประเทศสมาชิกจะต้องแจ้งผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับสินค้าและผลิตภัณฑ์แก่คณะกรรมการสหภาพยุโรปเป็นประจำ เพื่อประกอบการดำเนินการ ณ ด่านชายแดน

การบังคับการตรวจสอบซ้ำ (A Programme of Re-Enforced Checks)

การบังคับตรวจสอบซ้ำ จะใช้เมื่อพบการนำเข้าสินค้าอาหารที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพสัตว์หรือความปลอดภัยด้านอาหารสู่ประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป ซึ่งหากได้รับการยืนยันโดยคณะกรรมการสหภาพยุโรป จะมีการใช้โปรแกรมการบังคับการตรวจสอบซ้ำใหม่กับตู้สินค้าของบริษัทที่มาจากประเทศที่มีรายงานการพบการความผิดต่างๆ เช่น การแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องกับการพบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ที่อาจจะเป็นผลมาจากความล้มเหลวของการจัดการด้านสุขอนามัยและส่งผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่มาจากสถานประกอบการเดียวกัน นอกจากนี้ การแจ้งเตือนและการบังคับการตรวจสอบซ้ำอาจขึ้นกับลักษณะปัญหาที่ตรวจพบ และสามารถใช้ในระดับประเทศหรือภูมิภาคได้ ซึ่งแสดงแผนผังกระบวนการตามรูปภาพที่ 3

ทั้งนี้ การกระทำผิดเงื่อนไขการนำเข้าใดๆ ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพสัตว์หรือความปลอดภัยด้านอาหาร ไม่ว่าจะเป็นความเสี่ยงโดยตรงหรือทางอ้อม จะต้องได้รับการแจ้งผ่านระบบ RASFF และต้องผ่านขั้นตอนการรายงานการปฏิเสธการนำเข้าสินค้าสู่ประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป เพื่อปกป้องและสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้บริโภคในประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป

การกระทำผิดซ้ำ (Repeated Infringements)

เมื่อเกิดกรณีการกระทำผิดเงื่อนไขเกี่ยวกับการนำเข้าอาหารที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพสัตว์หรือความปลอดภัยด้านอาหารแล้ว คณะกรรมการยุโรปดำเนินการแจ้งผ่านระบบ RASFF ไปยังประเทศที่สามซึ่งเป็นประเทศผู้ส่งออก เพื่อให้เจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของประเทศนั้นๆ มีมาตรการสอบสวนหาสาเหตุในการเกิดปัญหาดังกล่าว และหาทางป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำได้อีก อย่างไรก็ตาม หากเกิดรายงานการตรวจพบความผิดซ้ำเดิม เช่น

1) ผลตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่ทำการเก็บแบบสุ่มจากประเทศที่สามเดียวกัน ภูมิภาคเดียวกัน หรือสถานประกอบการต้นกำเนิดเดียวกัน ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

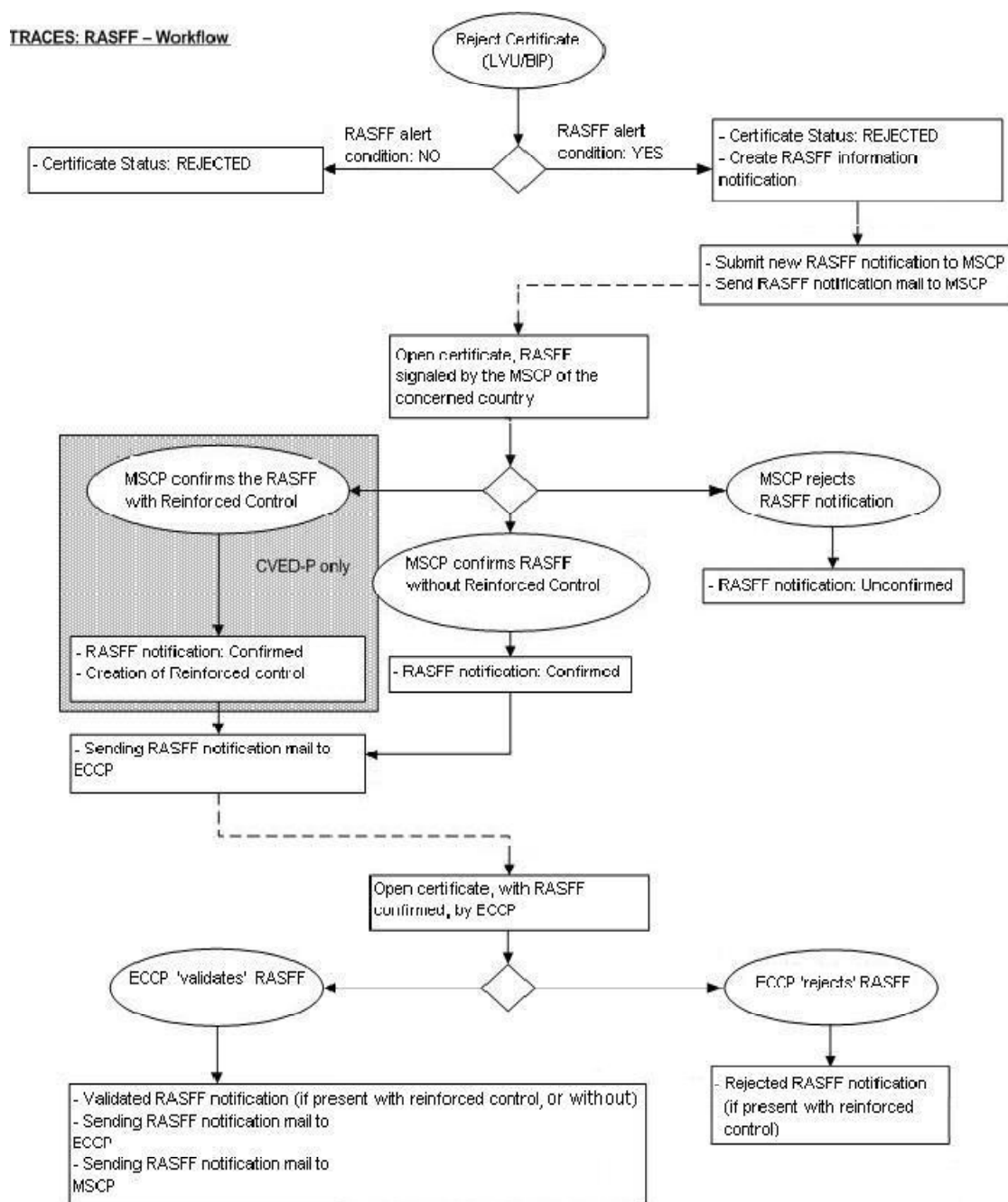
2) การกระทำผิดซ้ำอาจเป็นการแจ้งเตือนในผู้ประกอบการรายเดียว ตั้งแต่สามครั้งขึ้นไป ในระยะเวลาสามเดือน หรือ เป็นการแจ้งเตือนประเทศผู้ส่งออก ตั้งแต่หกครั้งขึ้นไป เกี่ยวกับอันตรายที่ตรวจพบชนิดเดียวกัน ในระยะเวลาหกเดือน

3) เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์นมที่ได้รับการรับรองเกี่ยวกับการกระบวนการแปรรูปผ่านความร้อนที่ไม่ถูกต้อง

4) ข้อผิดพลาดในการออกหนังสือรับรองสุขอนามัย หรือข้อผิดพลาดในการติดฉลาก หรือข้อผิดพลาดเกี่ยวกับการใช้ตรารับรองสุขอนามัย (Health mark) ฯลฯ

ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จะถูกเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งหาสาเหตุการเกิดปัญหา เพื่อประกอบการตัดสินใจในการบังคับการตรวจสอบซ้ำในสินค้าที่นำเข้าประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป

รูปภาพที่ 3 แผนผังการบังคับการตรวจสอบซ้ำเมื่อถูกแจ้งเตือนจากระบบการแจ้งเตือนอย่างรวดเร็วสำหรับอาหารและอาหารสัตว์ (TRACES-RASFF workflow re-enforced checks)



การแจ้งการบังคับการตรวจสอบซ้ำ (Notification of Infringements Triggering Re-Enforced Checks)

1. การแจ้งเตือนการปฏิเสธจากชายแดน (Border Rejection Notifications)

หากผลการตรวจสอบเบื้องต้นของตัวอย่างสินค้านำเข้าเพื่อการบริโภคของเจ้าหน้าที่สัตวแพทย์ ณ ด่านชายแดน ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของการส่งผ่านสินค้าเข้าประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป เจ้าหน้าที่สัตวแพทย์ จะกรอรายละเอียดลงในเอกสารการนำเข้าสินค้าที่มาจากสัตว์ (Common veterinary entry document for animal products; CVED) และแจ้งปฏิเสธการนำเข้าที่ด่าน โดยรายละเอียดดังกล่าวจะถูกส่งต่อไปยังทุกประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป

2. การแจ้งเตือนและการแจ้งข้อมูล (Alert and Information Notifications)

กฎหมายของสหภาพยุโรปกำหนดให้ประเทศสมาชิกเข้าร่วมดำเนินโครงการตรวจสอบสารปนเปื้อนในสินค้า ณ ด่านชายแดน โดยผู้สินค้านำเข้าอาจถูกปล่อยเข้าสู่สหภาพยุโรปก่อนที่จะทราบผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการ ในกรณีที่ผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ ผลการทดสอบดังกล่าวจะถูกแจ้งกลับไปยังด่านชายแดน และจะถูกกรอรายละเอียดลงในเอกสารแสดงสถานะการนำเข้าสินค้า ซึ่งสินค้าทั้งหมดจะต้องถูกเรียกคืนกลับมาจากตลาด และมีการประกาศแจ้งเตือนอันตรายของสินค้าชนิดนั้นๆ โดยการประกาศแจ้งเตือนจะถูกส่งต่อไปยังเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจของประเทศสมาชิก จากนั้นกระบวนการจะกลับเข้าสู่ขั้นตอนการตรวจสอบซ้ำเช่นเดียวกับการแจ้งเตือนการปฏิเสธสินค้า ณ ด่านชายแดน

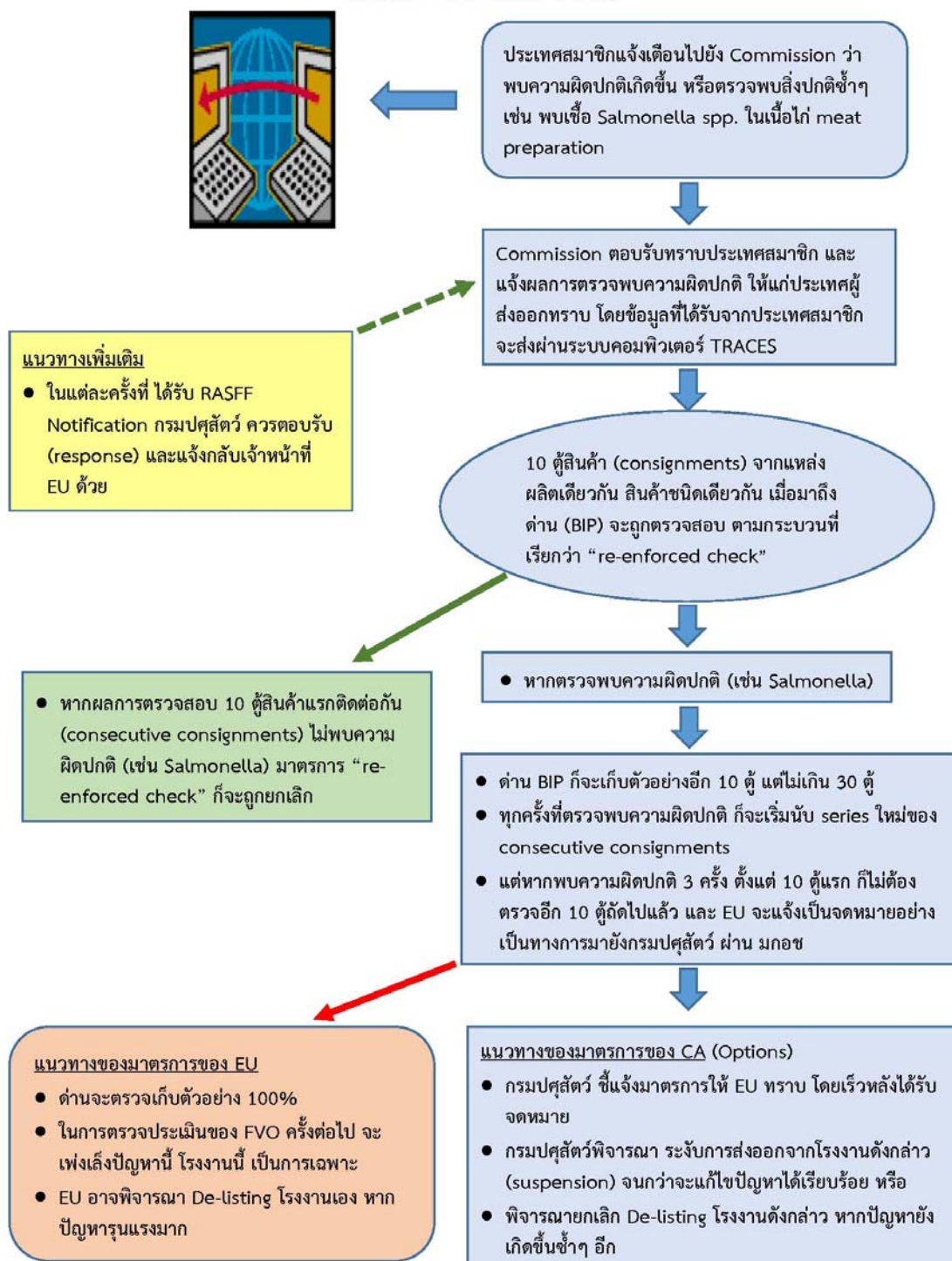
เมื่อออกประกาศแจ้งเตือนผ่านระบบ RASFF แล้ว จะเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบซ้ำอย่างเข้มงวดสำหรับโรงงานที่เกี่ยวข้อง โดยในกรณีที่ผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรปมีสิทธิ์ในการให้ประเทศต้นทางสินค้าทำการสอบสวน รวมถึง การระงับการส่งออกสินค้าไปยังสหภาพยุโรปชั่วคราว หรืออาจทำการถอนรายชื่อผู้ได้รับอนุญาตส่งออก จนกว่าโรงงานผู้ผลิตและประเทศผู้ส่งออกจะสามารถปฏิบัติได้ตามข้อกำหนดและระเบียบของสหภาพยุโรป

ในกรณีที่เหตุการณ์ที่ทำให้ต้องมีการบังคับการตรวจสอบซ้ำในสินค้านำเข้า (Re-Enforced Checks) ประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรปจะดำเนินการตรวจสอบเข้มงวดขึ้น โดยทำการเก็บตัวอย่างจากตู้สินค้าจากแหล่งผลิตเดียวกันต่อเนื่องจำนวน 10 ตู้ โดยการตรวจครั้งนี้จะต้องรอจนกว่าผลการทดสอบเสร็จสิ้นจึงจะปล่อยผ่านสินค้าเข้าสู่สหภาพยุโรป และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเก็บตัวอย่างและการตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการจะเป็นภาระความรับผิดชอบของบริษัทผู้ผลิตหรือนำเข้าสินค้า ซึ่งแสดงแผนภาพกระบวนการตามรูปภาพที่ 4

จากข้อมูลที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น จึงเห็นแล้วว่าการผลิตสินค้าปศุสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐานจนก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก จะก่อให้เกิดความเสียหายมากเพียงใด ซึ่งหากมีการถูกตรวจพบกรณีการปนเปื้อนต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ รวมถึงการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้า ณ ด่านชายแดนของประเทศสมาชิกของสหภาพยุโรป จะเกิดความเสียหายเป็นวงกว้าง ต้องใช้กำลังทรัพย์และเวลาอีกมากในการที่จะทำการสอบสวนจนสามารถเรียกความเชื่อมั่นผู้บริโภคกลับมาเพื่อให้เป็นไปตามมาตรการสอบสวนของสหภาพยุโรป

รูปภาพที่ 4 มาตรการของสหภาพยุโรปกรณีตรวจพบความผิดปกติของสินค้านำเข้า

(General guidance on implementation and Interpretation of article 24 of council directive 97/78/ec – re-enforced checks)



บทที่ 5 กฎระเบียบและมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภค

เนื่องจากเชื้อแซลโมเนลลามีความสำคัญด้านการปศุสัตว์และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ กรมปศุสัตว์จึงออกกฎระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเชื้อแซลโมเนลลา ดังนี้

1. พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. 2558 และประกาศเพิ่มเติม (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2558)

- ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดโรคระบาดสัตว์เพิ่มเติม ตามพระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. 2558

- ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลโมเนลลาสำหรับสัตว์ปีก พ.ศ. 2553

- ประกาศกรมปศุสัตว์เรื่องเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออก พ.ศ. 2551

2. มาตรฐานเนื้อสัตว์อนามัย (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545) กำหนดว่าเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ ต้องปราศจากเชื้อแซลโมเนลลา ดังนี้

- *Salmonella* Typhimurium

- *Salmonella* Paratyphimurium

- *Salmonella* Enteritidis

3. มาตรฐานสำหรับสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกประเทศต่างๆ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551) โดยกรมปศุสัตว์ได้กำหนดเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาสำหรับสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกด้วยวัตถุประสงค์ให้ผู้ส่งออกถือปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานของกรมปศุสัตว์และประเทศคู่ค้าซึ่งมาตรฐานเกี่ยวกับเชื้อแซลโมเนลลา มีดังนี้

3.1 มาตรฐานของเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าปศุสัตว์ แยกตามประเภทชนิดสินค้า กำหนดให้ต้องไม่พบเชื้อแซลโมเนลลาทุกชนิด (*Salmonella* spp.) ในตัวอย่างปริมาณ 25 กรัม ในสินค้าต่อไปนี้

- สินค้าเนื้อสัตว์ดิบแช่เย็นแช่แข็ง

- สินค้าเนื้อสัตว์ผ่านความร้อน

- สินค้าอาหารกระป๋อง

3.2 มาตรฐานของเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าปศุสัตว์ แยกตามประเทศผู้นำเข้า แสดงตามตารางที่ 4

ตารางที่ 4 มาตรฐานของเชื้อแซลโมเนลลาในสินค้าปศุสัตว์แยกตามประเทศผู้นำเข้า (ส่วนตรวจสอบมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559)

ชนิดสินค้า	ประเทศผู้นำเข้า	เกณฑ์มาตรฐานในตัวอย่างปริมาณ 25 กรัม
สินค้าเนื้อสัตว์ผ่านความร้อน	ทุกประเทศ	ต้องไม่พบเชื้อ <i>Salmonella</i> spp.
สินค้าเนื้อสัตว์ปีกดิบแช่เย็น/ แช่แข็ง (เนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ)	สหภาพยุโรป	ต้องไม่พบเชื้อ <i>Salmonella</i> spp.
สินค้าเนื้อสัตว์ปีกดิบแช่เย็น/ แช่แข็ง (ไม่ผ่านการคลุกเกลือ)	สหภาพยุโรป	ต้องไม่พบเชื้อ <i>S. Typhimurium</i> และ <i>S. Enteritidis</i>
	แอฟริกาใต้	ต้องไม่พบเชื้อ <i>S. Typhimurium</i> และ <i>S. Enteritidis</i>
	สาธารณรัฐเกาหลี	ต้องไม่พบเชื้อ <i>S. Enteritidis</i>
	สิงคโปร์	ต้องไม่พบเชื้อ <i>S. Typhi</i> , <i>S. Typhimurium</i> และ <i>S. Enteritidis</i>

บทที่ 6 ปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาที่แยกได้จากเนื้อสัตว์ปีก จากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

โรคแซลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) เป็นโรคติดเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญจากเชื้อแบคทีเรียก่อโรคแซลโมเนลลาที่มีความสำคัญในด้านสาธารณสุข โดยเกี่ยวข้องกับการเกิดอาการอาหารเป็นพิษที่มีรายงานเป็นอันดับต้นในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ เช่น ประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป ประเทศแคนาดา และประเทศอื่นๆ (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2559; European Food Safety Authority, 2009; Todd, 1997) อาการที่พบจากการติดเชื้อแซลโมเนลลาในผู้ป่วย คือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสียอย่างรุนแรง และยังทำให้ผู้ป่วยมีโอกาสเสียชีวิตสูง (สุมนททา, 2545) ซึ่งปกติเชื้อแซลโมเนลลามีแหล่งที่พบอยู่ในลำไส้หรือทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์หลายชนิดโดยเฉพาะสัตว์ปีก จึงมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จากลำไส้สัตว์มาสู่เนื้อสัตว์ที่คนนำมาบริโภคระหว่างขั้นตอนการผลิต โดยอาจเกิดการปนเปื้อนตั้งแต่ระดับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก กระบวนการเชือดสัตว์ปีก จนถึงกระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ปีก หรือการปนเปื้อนจากภายนอกเข้ามาสู่เนื้อสัตว์ปีก (Kusumaningrum et al., 2003)

ประเทศไทยในฐานะที่เป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคที่สำคัญของโลก โดยอยู่ในสิบอันดับแรกของผู้ผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภค และเป็นอันดับสามของผู้ส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภค (Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture, 2016) จากข้อมูลการส่งออกในปี พ.ศ. 2558 พบว่าประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคจำนวน 6.79 แสนตัน คิดเป็นมูลค่า 8.85 หมื่นล้านบาท (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559) โดยมีตลาดส่งออกหลัก คือ สหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น โดยแบ่งสัดส่วนเป็นการผลิตเพื่อการบริโภคในประเทศร้อยละ 70 และเพื่อการส่งออกร้อยละ 30 (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2559) สำหรับการส่งออกสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเพื่อการบริโภคนั้น สินค้าดังกล่าวจะต้องผ่านการตรวจสอบกระบวนการผลิตและรับรองความปลอดภัยด้านอาหารตามมาตรฐานของกรมปศุสัตว์และกฎระเบียบของประเทศคู่ค้า ซึ่งหนึ่งในมาตรการที่สหภาพยุโรปให้ความสำคัญ คือ การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก อ้างอิงตามระเบียบ Commission Regulation (EC) No 2073/2005 (European Union, 2005)

แม้ว่าโรงฆ่าสัตว์จะมีการควบคุมกระบวนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกให้มีมาตรฐาน แต่สามารถพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ได้ตลอดกระบวนการผลิต ตั้งแต่ระดับฟาร์มจนถึงขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการในโรงฆ่าสัตว์ โดยเฉพาะการลวกถอนขนและการเอาเครื่องในออก ซึ่งเป็นจุดเสี่ยงที่สำคัญต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา เนื่องจากการเอาเครื่องในออกมีความเสี่ยงต่อการฉีกหรือขาดของกระเพาะอาหารและลำไส้ ซึ่งมีเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนอยู่สูง (อนุชาและคณะ, 2550; Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, 2009) นอกจากนี้ หลายประเทศทั่วโลกยังสามารถพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาจากตัวอย่างที่สุ่มเก็บมาจาก

แหล่งต่างๆ เช่น ตลาดค้าส่ง ตลาดค้าปลีก และในกระบวนการผลิต สำหรับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกนั้น พบว่าความชุกของเชื้อแซลโมเนลลามีความแตกต่างกันขึ้นกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต โดยสามารถพบความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีกได้หลากหลาย อาจพบความชุกในระดับต่ำเพียง 1.56% จากรายงานในประเทศโมร็อกโก (Cohen et al., 2007) หรือพบความชุกสูงถึง 20% จากรายงานการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกา (Russell, 2009) สำหรับประเทศไทยมีการรายงานความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกรภายในประเทศในจังหวัดเลยและขอนแก่นเท่ากับ 7% และ 41% ตามลำดับ (พิทักษ์และคณะ, 2548) โดยพบปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญ คือ การไม่ใช้ราวแขวนในโรงฆ่าสัตว์ และแม้ว่าจะมีการศึกษาการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาเป็นจำนวนมากเพียงใด แต่ส่วนใหญ่เป็นการเฝ้าระวัง ซึ่งการเก็บตัวอย่างแบบสุ่มในแต่ละจุดของกระบวนการผลิตในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ทำให้ข้อมูลขาดความต่อเนื่องและไม่สามารถเชื่อมโยงหรือหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตลอดกระบวนการผลิตได้ รวมถึงการศึกษาเชิงระบาดวิทยาของการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกยังคงมีจำกัด ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้านี้ เพื่อหาความชุกของเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก และหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก นอกจากนี้ยังได้ทำการเก็บตัวอย่างมูลสัตว์ปีกด้วยวิธี boot swab จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกซึ่งเป็นต้นทางของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีก เพื่อเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ปีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกจำนวนทั้งหมด 28 โรงงานในการศึกษานี้มีลักษณะดังนี้ คือ โรงฆ่าสัตว์ปีกเหล่านี้ต้องได้รับรองการปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP) ได้รับรองการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต (Hazard Analysis and Critical Control Point: HACCP) จากกรมปศุสัตว์ และมีสัตวแพทย์ประจำโรงงานของกรมปศุสัตว์ควบคุมและตรวจสอบกระบวนการผลิต โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกทำสายพาน (Official sample) ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง ธันวาคม 2559 อย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวนทั้งหมด 1,163 รุ่นการผลิต (Lot)¹ รวมทั้งสิ้น 5,815 ตัวอย่าง² ส่งตรวจวิเคราะห์หาเชื้อแซลโมเนลลาที่ห้องปฏิบัติการสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ 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 เรื่อง การเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกเพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหารจากเชื้อแซลโมเนลลา (European Union, 2011)

วิธีการเก็บตัวอย่างและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1) การเก็บตัวอย่างเนื้อท่ายสาหร่าย (Official sample) มีขั้นตอนโดยย่อ คือ ดำเนินการเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ 5 ตัวอย่าง จากรุ่นการผลิตเดียวกัน แยกใส่ถุงปริมาณ 500 กรัม/ตัวอย่าง ปิดปากถุงให้สนิท แช่น้ำแข็งแล้วทำการขนส่งทันทีไปยังห้องปฏิบัติการของสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เพื่อทำการเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลา (ส่วนตรวจสอบมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2557) โดยผลการตรวจอ้างอิงตามเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกของกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551)

2) การเก็บข้อมูลภายในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ประกอบด้วยข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ณ จุดที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพซากสัตว์ปีก 3 จุดแตกต่างกัน คือ จุดตรวจซากสัตว์ปีกหลังการฆ่า (post-mortem) จุดล้างซากสัตว์ปีกก่อนลดอุณหภูมิซาก (inside-outside washer) และจุดหลังจากซากสัตว์ปีกผ่านการลดอุณหภูมิ (after chilling) นอกจากนี้ มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดการทำงานในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก คือ วิธีการล้างเครื่องใน วิธีการตัดแต่งเนื้อสัตว์ปีก ความถี่ในการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนและถังน้ำเย็น ตามรายละเอียดในรูปภาพที่ 1 และคำจำกัดความในตารางที่ 5

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

ตารางที่ 5 ชื่อและคำจำกัดความของข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

ปัจจัย	ชนิดตัวแปร	คำจำกัดความและกลุ่มย่อย
1. โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	โรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ได้รับรองระบบ GMP และ HACCP จากกรมปศุสัตว์ประกอบด้วย โรงฆ่าที่ 1 ถึง โรงฆ่าที่ 28
2. วิธีการล้างเครื่องใน (Evisceration)	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	วิธีการล้างเครื่องในในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก ประกอบด้วย การล้างโดยใช้คนและการใช้เครื่องมืออัตโนมัติ
3. วิธีการตัดแต่งเนื้อ (Cutting/trimming)	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	วิธีการตัดแต่งและแยกชนิดเนื้อในโรงฆ่าเพื่อการส่งออก ประกอบด้วย การตัดแต่งด้วยคน ใช้เครื่องจักร หรือใช้ทั้งคนและเครื่องจักร
การจัดการซากสัตว์ปีก		
1. เพอร์เซ็นต์การคัดออกของซากสัตว์ปีก (Partial condemnation)	ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous)	ซากสัตว์ปีกที่มีการตัดแต่งบางส่วนของซากทิ้งไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยส่วนที่ทำการตัดแต่งทิ้ง คือ เกิดรอยโรคแบบเฉพาะที่หรือไม่มีการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ลวกสุก ฝืนทอง ข้อง ขาอักเสบ ข้ำ กระดูกหัก รอยขีดข่วน ข้องขาด้าน เนื้องอก หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้เป็นบางส่วน เป็นต้น โดยคำนวณจาก $[(\text{ซากที่เจอโรค} \times 100) / \text{จำนวนซากทั้งหมด}] = \% \text{การคัดออกของซาก}$
2. เพอร์เซ็นต์การคัดทิ้งของซากสัตว์ปีก (Total condemnation)	ตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous)	ซากสัตว์ปีกที่ทั้ง ซากถูกคัดทิ้งไปก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยซากสัตว์ปีกจะมีรอยโรคแสดงการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น รอยโรคทางระบบหายใจเรื้อรัง (Chronic Respiratory Disease) ข้องท้องอักเสบ ตีข่าน หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้ทั่วทั้งซาก เป็นต้น โดยคำนวณจาก $[(\text{ซากที่เจอโรค} \times 100) / \text{จำนวนซากทั้งหมด}] = \% \text{การคัดทิ้งของซาก}$
3. ความถี่การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขน	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	มีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวก 2 แบบ คือ - เปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนหลังจบกระบวนการผลิตเพียงครั้งเดียว - มีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนระหว่างการผลิตมากกว่า 1 ครั้ง
4. ความถี่การเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็น	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	มีการเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็น 2 แบบ คือ - เปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นหลังจบกระบวนการผลิตเพียงครั้งเดียว - มีการเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นระหว่างการผลิตมากกว่า 1 ครั้ง
ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก		
1. ชนิดเนื้อสัตว์ปีก	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	ชนิดเนื้อสัตว์ปีกที่ส่งตรวจ ประกอบด้วย เนื้อหน้าอกไม่มีหนังไม่มีกระดูก เนื้อหน้าอกติดหนัง เนื้อน่องติดหนังและกระดูก และเนื้อน่องติดหนังถอดกระดูก
2. การคลุกเกลือ	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	เนื้อหน้าอกไม่มีหนังที่ทำการคลุกเกลือ โดยความเข้มข้นเกลือไม่น้อยกว่า 1.2%
ผล Boot Swab ³	ตัวแปรจัดกลุ่ม (Category)	ผลการเพาะแยกเชื้อแชลโมเนลลาจากมูลสัตว์ปีกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกก่อนการนำส่งโรงฆ่าที่เก็บด้วยวิธี boot swab ตามระเบียบกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553)

³ ข้อมูลจากฟาร์มสัตว์ปีกที่ส่งสัตว์ปีกเข้าโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

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

1) การเพาะแยกเชื้อแซลโมเนลลาจากตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีก

ทำการตัดแยกตัวอย่างขึ้นเนื้อสัตว์ปีกให้ได้ขนาด 25 กรัม ใส่ใน Buffered Peptone Water (BPW) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 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 องศาเซลเซียสตามลำดับ เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ทำการคัดเลือกโคโลนีเฉพาะของเชื้อแซลโมเนลลาโดยโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green agar (BGA) จะมีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง สีชมพูขาวทึบแสง อาหารรอบๆ โคโลนีเป็นสีแดงส่วนโคโลนีที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose lysine deoxycholate agar (XLD agar) จะมีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง สีแดงสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์สีดำตรงกลางโคโลนีอาหารรอบๆ โคโลนีจะเป็นสีแดง นำโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นเชื้อแซลโมเนลลามาทดสอบทางชีวเคมี โดยใช้ Triple 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 5 นำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับข้อมูลที่เป็นตัวเลข และเปอร์เซ็นต์สำหรับข้อมูลที่เป็นลำดับขั้นตัวแปรตาม (dependent variable) ในการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลอย่างง่าย มีตัวแปรตาม คือ การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่นการผลิต ซึ่งกำหนดโดยการมีตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกที่ปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่างที่ส่งตรวจในรุ่นการผลิตนั้น จะถูกกำหนดเป็นรุ่นการผลิตที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ตัวแปรต้นประกอบด้วยข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 และ 6) การวิเคราะห์เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนแซลโมเนลลา โดยใช้ตัวแปรตาม คือ การปนเปื้อนแซลโมเนลลาของตัวอย่างต่อจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด

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

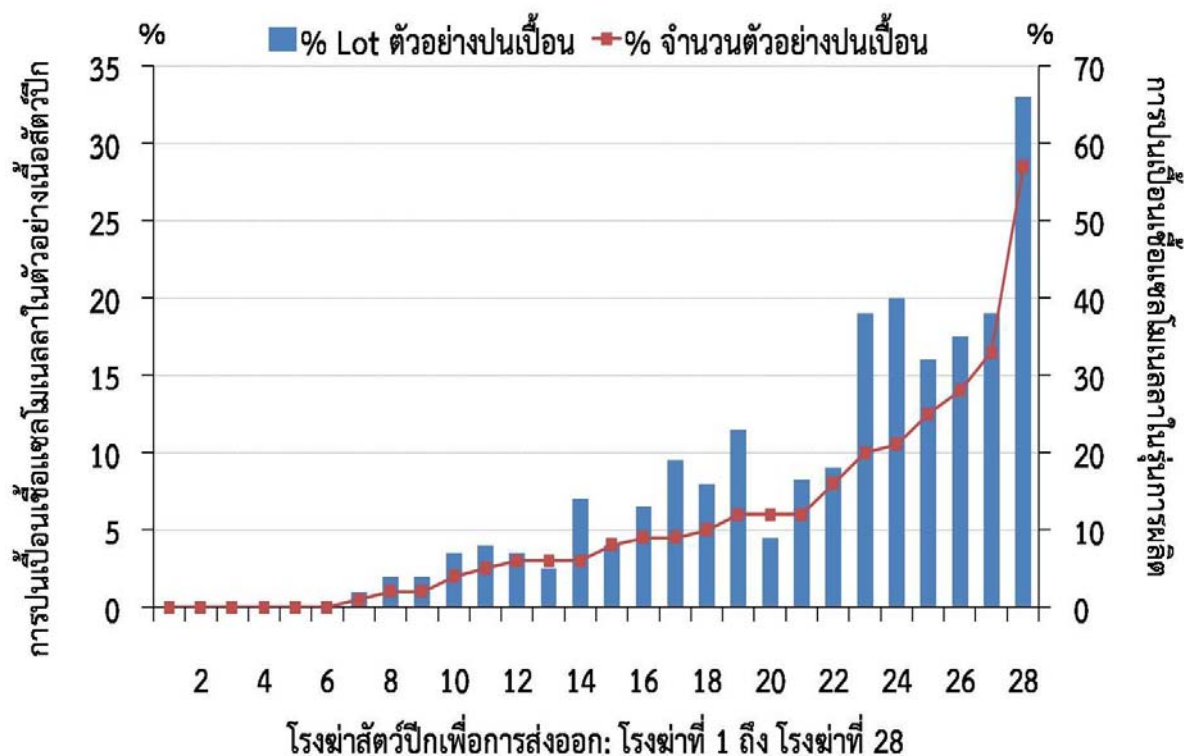
ภาพรวมการกำหนดปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาถูกทำในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกที่ส่งตรวจทั้งหมด เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลซ้ำจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกันเป็นจำนวนมากกว่า 1 ตัวอย่าง ทำให้มีความสัมพันธ์ภายในข้อมูล จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลซ้ำ (repeated 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 พบว่าผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกแยกเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อหน้าอกไม่มีหนังไม่มีกระดูก 42.13% และผลิตเนื้อสัตว์ปีกชนิดอื่น 57.87% เป็นการผลิตเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ 15.74% และเนื้อสัตว์ปีกไม่คลุกเกลือ 84.26% การผลิตเนื้อสัตว์ปีกดังกล่าวมาจากขั้นตอนการล้างเครื่องในโดยใช้คน 45.49% และการล้างเครื่องในโดยใช้เครื่องมือ 54.51% มีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนหลังจบกระบวนการผลิตเพียงครั้งเดียว 64.06% และมีการเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นหลังจบกระบวนการผลิตเพียงครั้งเดียว 66.64% เนื้อสัตว์ปีกมาจากฟาร์มที่ตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์ปีก 11.18% เปอร์เซ็นต์การคัดออกซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Partial condemnation) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนจากส่วนกลางอยู่ที่ $4.60 \pm 5.31\%$ และเปอร์เซ็นต์การคัดทิ้งซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต (Total condemnation) มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนจากส่วนกลางอยู่ที่ $1.42 \pm 1.46\%$ ดังแสดงในตารางที่ 6

การเก็บตัวอย่างจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกทั้งหมด 1,163 รุ่งการผลิต เป็นตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกรวมทั้งสิ้น 5,815 ตัวอย่าง โดยพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาทั้งหมด 327 ตัวอย่าง คิดเป็น 5.62% ของตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด และมีรุ่งการผลิตที่พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง จำนวน 187 รุ่งการผลิต คิดเป็น 16.08% จากจำนวนรุ่งการผลิตที่การเก็บตัวอย่างทั้งหมด เปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาทั้งในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกและระดับรุ่งการผลิต แยกตามรายชื่อโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกถูกแสดงไว้ในรูปภาพที่ 5 พบว่ามีโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาลดการศึกษาเป็นระยะเวลา 1 ปี จำนวน 6 โรงฆ่า (โรงฆ่าที่ 1 - โรงฆ่าที่ 6) คิดเป็น 21.43% ของโรงฆ่าสัตว์ทั้งหมด ส่วนโรงฆ่าที่ 7 ถึง โรงฆ่าที่ 9 และ โรงฆ่าที่ 13 พบการปนเปื้อนเพียงรุ่งการผลิตเดียวเท่านั้น ในขณะที่โรงฆ่าที่ 23 ถึง โรงฆ่าที่ 28 พบการปนเปื้อนตั้งแต่ 10% ของจำนวน

ตัวอย่างที่ส่งตรวจทั้งหมด และการปนเปื้อนมากกว่า 30% ของจำนวนรุ่นการผลิตทั้งหมด โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 28 มีอัตราปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลามากที่สุด คือ 28.09% และ 65.96% ของการปนเปื้อนในตัวอย่างและในระดับรุ่นการผลิต ตามลำดับ



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

ความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่นการผลิต

ผลการวิเคราะห์สถิติแบบง่ายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในแต่ละรุ่นการผลิต พบว่าปัจจัยแบบตัวแปรจัดกลุ่ม (category) ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ($P < 0.05$) ดังรายละเอียดในตารางที่ 6 โดยการที่สัตว์ปีกมาจากฟาร์มสัตว์ปีกที่มีเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์ การล้างเครื่องในในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ความถี่ของการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกเพียงครั้งเดียว และการเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นเพียงครั้งเดียว เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การพบเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกสูงกว่าเมื่อไม่มีปัจจัยดังกล่าว ในขณะที่ชนิดผลิตภัณฑ์ ทั้งผลิตภัณฑ์ชนิดเนื้ออกไม่มีกระดูกไม่มีหนังและเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้พบเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีไม่มีปัจจัยเสี่ยงดังกล่าว นอกจากนี้ พบว่าวิธีการตัดแต่งเนื้อสัตว์ปีกมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา ($P < 0.05$) โดยพบ

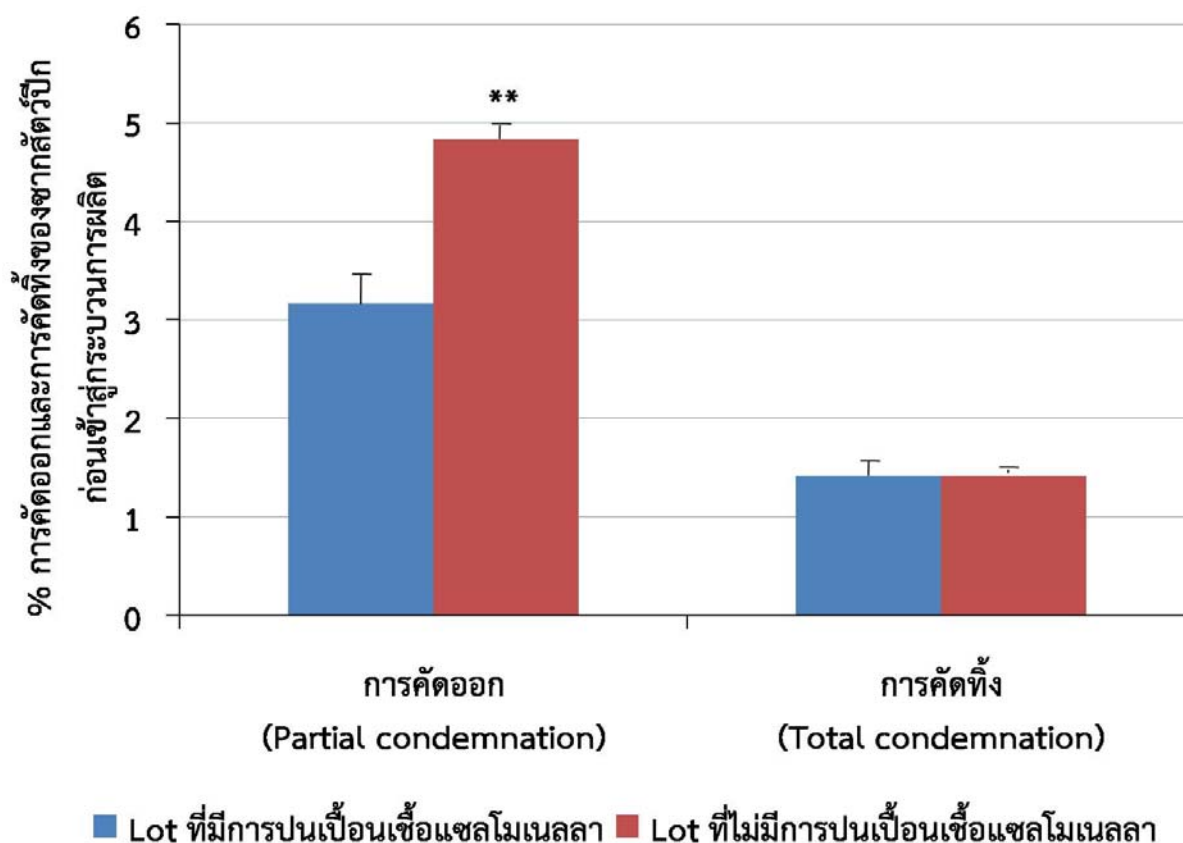
การปนเปื้อนสูงสุดในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ใช้ทั้งคนและเครื่องมือตัดแต่งร่วมกัน โดยพบการปนเปื้อนสูงถึง 26.03% ในขณะที่การใช้คนตัดแต่งอย่างเดียวพบการปนเปื้อนเพียง 14.44% หรือ การใช้เครื่องมือในการตัดแต่งเพียงอย่างเดียวพบการปนเปื้อนเพียง 17.37%

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาของแต่ละรุ่นการผลิตต่อปัจจัยเสี่ยงที่เป็นตัวแปรแบบจัดกลุ่ม (category) (n=1,163)

ปัจจัย	จำนวนตัวอย่าง	รุ่นการผลิตสินค้าที่พบเชื้อ แซลโมเนลลา		P-value
		จำนวน	%	
จุดที่ 1 ตามแผนผังการปฏิบัติที่ดีในโรงฆ่าสัตว์ปีก (รูปภาพที่ 1)				
ตัวอย่างจากฟาร์มสัตว์ปีกที่พบเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์	130	34	26.15	<0.01
ตัวอย่างจากฟาร์มสัตว์ปีกที่ไม่พบเชื้อแซลโมเนลลาในมูลสัตว์	1,033	153	14.81	
จุดที่ 2 ตามแผนผังการปฏิบัติที่ดีในโรงฆ่าสัตว์ปีก (รูปภาพที่ 1)				
การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกขนหลังจับกะการผลิตเพียงครั้งเดียว	745	144	19.33	<0.01
การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกมากกว่า 1 ครั้ง	418	43	10.29	
จุดที่ 3 ตามแผนผังการปฏิบัติที่ดีในโรงฆ่าสัตว์ปีก (รูปภาพที่ 1)				
การล้างเครื่องในด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ	634	133	20.98	<0.01
การล้างเครื่องในด้วยแรงงานคน	529	54	10.21	
จุดที่ 4 ตามแผนผังการปฏิบัติที่ดีในโรงฆ่าสัตว์ปีก (รูปภาพที่ 1)				
การเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นหลังจับกะการผลิตเพียงครั้งเดียว ⁴	775	150	19.35	<0.01
การเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นมากกว่า 1 ครั้ง	326	37	11.35	
จุดที่ 5 ตามแผนผังการปฏิบัติที่ดีในโรงฆ่าสัตว์ปีก (รูปภาพที่ 1)				
ชนิดเนื้อหนังมีกระดูก	673	127	18.87	<0.01
ชนิดเนื้อหนังไม่มีกระดูก	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 ในกระบวนการผลิตจาก 2 โรงฆ่าสัตว์ปีก

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปัจจัยแบบตัวแปรต่อเนื่อง (continuous) ระหว่างรุ่นการผลิตที่มีการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลลาและรุ่นการผลิตที่ไม่มีการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลลาถูกแสดงในรูปภาพที่ 6 โดยพบว่า การคัดออกของซากสัตว์ปีกที่ไม่เหมาะสมแก่การบริโภคก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลลาปนเปื้อนในรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่เปรียบเทียบการคัดทิ้งของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตไม่พบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม



รูปภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ (%) การคัดออกและการคัดทิ้งซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกแต่ละรุ่นการผลิต

ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลลาในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกแสดงในตารางที่ 7 ประกอบด้วย การใช้เครื่องมืออัตโนมัติ การคลุกเกลี่ย การผลิตเนื้อออกเลาะกระดูกลอกหนัง การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถั่งน้ำเย็นเพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะ และเปอร์เซ็นต์การคัดออกของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลลาที่ซากสัตว์ปีกอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าปัจจัยที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกมากขึ้น คือ การใช้เครื่องมืออัตโนมัติ ช่วยตัดแต่งแทนคน (Odds ratio หรือ OR=2.39) และการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกและถั่งน้ำเย็นเพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะเปรียบเทียบกับเปลี่ยนน้ำมากกว่า 1 ครั้ง (OR=2.78) สำหรับปัจจัยที่มีผลทำให้การปนเปื้อน

เชื้อเซลล์โมเนลาลดลงในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก คือ ชนิดเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ ชนิดเนื้ออกและกระดูกลอกหนัง และการคัดออกของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยพบว่าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลาลดลงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้คลุกเกลือเกือบ 4 เท่า (OR=3.76) เนื้อชนิดเนื้ออกและกระดูกลอกหนังจะมีความเสี่ยงน้อยกว่าเนื้อชนิดอื่น 1.51 เท่า และในทุกๆ 1 เปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นของการคัดออกของซากสัตว์ปีกที่ไม่เหมาะสมออกก่อนซากดังกล่าวจะเข้าสู่กระบวนการผลิต จะทำให้การปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกลดลงประมาณ 7% ของระดับการปนเปื้อนก่อนหน้า (OR=0.93)

ตารางที่ 7 ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อเซลล์โมเนลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก 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
การใช้เครื่องมือช่วยตัดแต่ง							
ใช้เครื่องมือ	0.8715	0.2081	0.4442	1.2987	2.39	4.00	<.0001
ไม่ใช้เครื่องมือ	----- ค่าเปรียบเทียบ -----						
การคลุกเกลือ							
ไม่ใช้	1.3231	0.4493	0.4425	2.2038	3.78	2.94	0.0032
ใช้	----- ค่าเปรียบเทียบ -----						
เนื้ออกและกระดูกลอกหนัง							
ไม่ใช้	0.4142	0.2012	0.0198	0.8085	1.51	2.06	0.0395
ใช้	----- ค่าเปรียบเทียบ -----						
การเปลี่ยนน้ำในบ่อลวก/ถึงน้ำเย็นเพียงครั้งเดียวเมื่อหมดกะ							
ใช้	1.0212	0.2854	0.4619	1.5804	2.78	3.58	0.0003
ไม่ใช้	----- 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 and Critical Control Point: HACCP) จากกรมปศุสัตว์ โดยโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกส่วนมากมีการเปลี่ยนน้ำในบ่อลวกหลังจบกระบวนการผลิตเพียงครั้งเดียว 64.06% และมีการเปลี่ยนน้ำในถังน้ำเย็นหลังจบกระบวนการผลิตเพียงครั้งเดียว 66.64% และมีเปอร์เซ็นต์การคัดออก และเปอร์เซ็นต์การคัดทิ้งของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตอยู่ที่ 4.60% และ 1.42% ตามลำดับ จากข้อแนะนำโดย National Chicken Council ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้แนะนำระบบที่ดีที่สุดของการจัดการในบ่อลวกขนและถังน้ำเย็นว่าควรเป็นระบบน้ำไหลเวียนที่เพียงพอ โดยต้องเป็นลักษณะการไหลของน้ำสะอาดสวนทางกับตัวไก่ (counter flow) (National Chicken Council, 1992) นอกจากนี้ การใช้บ่อลวกและถังน้ำเย็นมากกว่า 1 บ่อ สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาได้ดีกว่าการใช้บ่อลวกหรือถังน้ำเย็นเพียงบ่อเดียว (Cason et al., 2000) รวมถึงมีรายงานในประเทศสหรัฐอเมริกาอ้างถึงการใช้ระบบ HACCP ในโรงฆ่าสัตว์ปีก ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาลงถึง 56% ในช่วงปี 1995-2000 และ 13% ในช่วงปี 2000-2007 (William and Ebel, 2012)

ในการศึกษานี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็นการปนเปื้อนระดับรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกและระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก เมื่อมีการพบตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างจากตัวอย่างที่เก็บ 5 ตัวอย่างในแต่ละรุ่นการผลิต ดังแสดงผลในตารางที่ 6 และ รูปภาพที่ 6 โดยให้ความสำคัญกับการหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาโมเดลสุดท้าย ดังแสดงในตารางที่ 7 การวิเคราะห์ดังกล่าวต้องการหาปัจจัยที่ช่วยลดปริมาณตัวอย่างที่ปนเปื้อนให้น้อยลง ในขณะที่การศึกษาอื่น มักใช้ตัวอย่างที่ได้เป็นตัวแทนของรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกที่ปนเปื้อน (ศักดิ์ชัยและศุภชัย, 2552) ซึ่งการหาปัจจัยเสี่ยงดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณรุ่นการผลิตที่ปนเปื้อน อย่างไรก็ตาม การใช้ตัวอย่างเพียงไม่กี่ตัวอย่างเป็นตัวแทนของทั้งรุ่นการผลิตอาจมีความถูกต้องในเชิงปริมาณน้อยกว่าการใช้การศึกษาในระดับตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก

การปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกตัวอย่างและในรุ่นการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีก ดังแสดงตามรูปภาพที่ 5 มีค่าการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลา 5.62% ของตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด และมีรุ่นการผลิตที่พบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาอย่างน้อย 1 ตัวอย่างคิดเป็น 16.08% ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าข้อมูลจากการศึกษาสถานะของเชื้อแซลโมเนลลาของโรงฆ่าสัตว์ทั่วประเทศ ทั้งโรงฆ่าที่ได้รับใบอนุญาต (ขจส.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 ก็มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนที่ต่างกัน (Russell S.M., 2009)

ในการศึกษานี้ได้ใช้การทดสอบหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาตามการวิธีมาตรฐานที่ใช้ในระดับสากล หรือ ISO 6579: 2002 จึงน่าจะให้ผลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

การควบคุมคุณภาพภายในโรงฆ่าสัตว์ที่สำคัญ คือ เปอร์เซ็นต์การคัดออกและเปอร์เซ็นต์การคั้ทิ้งของซากสัตว์ปีกก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต โดยการคัดออกนั้นเป็นการตัดบางส่วนออกจากทั้ง โดยส่วนที่ตัดทิ้งจะมีรอยโรคแบบเฉพาะที่หรือไม่มีการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ ลวกสุก ฝืนอง ข้อยหรือ ขาอักเสบ ข้ำ กระดุกหัก รอยขีดข่วน ข้อยขาด้าน เนื้องอก หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้เป็นบางส่วน เป็นต้น ในขณะที่การคั้ทิ้งเป็นการกำจัดซากทั้งตัวออกจากกระบวนการผลิต ซึ่งซากดังกล่าวมีรอยโรคแบบทั่วไปหรือมีการติดเชื้อในระบบเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น รอยโรคทางระบบหายใจเรื้อรัง (Chronic Respiratory Disease) ช่องท้องอักเสบ ดีซ่าน หรือเป็นซากที่มีการปนเปื้อนอุจจาระหรือเศษอาหารจากลำไส้ทั้งซาก เป็นต้น ในการศึกษาพบว่าเปอร์เซ็นต์การคัดออกของซากสัตว์ปีกเท่านั้นที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการลดลงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีก ตามรูปภาพที่ 6 และตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าการคัดซากสัตว์ปีกออกเมื่อเห็นอาการผิดปกติหรือการปนเปื้อนสิ่งสกปรกของซากนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการควบคุมการปนเปื้อนแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก สอดคล้องกับข้อกำหนดเรื่องการควบคุมซากสัตว์ปีกปนเปื้อนจากสารอาหารในลำไส้ (Rasekh et al., 2005) ในส่วนชนิดของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกที่พบว่าเนื้อมีโอกาสกระดุกและลอกหนังเป็นปัจจัยชนิดเนื้อที่มีผลต่อการลดปริมาณเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์นั้น ตรงกับการศึกษาของ Russell S.M. (2005) ที่รายงานว่าระหว่างกระบวนการผลิต ขั้นตอนการลวกขนอาจเป็นจุดที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามได้ในกระบวนการผลิต โดยสิ่งสกปรกต่างๆ จะรวมอยู่ในบ่อลวกขน รวมถึงอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการลวกมีผลต่อการสะสมเชื้อแซลโมเนลลาที่ซากไก่ หากอุณหภูมิสูงเกินไปหรือซากไก่แช่อยู่ในบ่อลวกขนนานเกินไป ทำให้เชื้อแซลโมเนลลาสะสมลงในชั้นผิวหนังผ่านทางรูขุมขนของซากไก่ได้ ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกที่ทำการลอกหนังออกก็จะเป็นวิธีกำจัดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาได้ ในส่วนเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือที่สามารถลดปัจจัยการตรวจพบเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกได้ แม้ว่าหากพิจารณาจากขั้นตอนของกระบวนการผลิตสินค้าเนื้อคลุกเกลือแล้ว โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงกว่าการผลิตเนื้อสัตว์ปีกปกติ เนื่องจากการผลิตเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือ คือ การนำเอาเนื้อหน้าอกชนิดไม่มีหนังมาทำการคลุกเกลือ โดยความเข้มข้นเกลือไม่น้อย 1.2% ซึ่งหมายถึงเนื้อสัตว์ปีกที่ผ่านการคลุกเกลือจะมีกระบวนการผลิตเพิ่มเติมมาจากการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีก ทำให้มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกระบวนการผลิตได้มากขึ้น แต่ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเนื้อสัตว์ปีกที่ผ่านการคลุกเกลือมีโอกาสพบเชื้อแซลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ได้น้อยกว่าในสินค้าเนื้อสัตว์ปีกเนื่องจากเชื้อแซลโมเนลลาเป็นเชื้อแบคทีเรียที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะความเค็มต่ำ (0-0.5% ความเข้มข้นเกลือ) และการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีความเค็มสูงขึ้น โดยเชื้อแซลโมเนลลาจะมีอัตราการเจริญเติบโตเหลือเพียง 15% ในสภาวะความเค็ม 4-5% เกลือ (Thayer et al., 1987) ซึ่งเมื่อพิจารณาขั้นตอนในกระบวนการผลิตถึงแม้ว่าการผลิตเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือจะแสดงถึงการเป็นปัจจัยที่สามารถลดโอกาสพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์ได้ แต่ในทางกลับกัน หากพิจารณา

ภาพรวมการผลิตแล้ว กลับพบว่าสัดส่วนการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือกต่อการผลิตสินค้าเนื้อดิบทั้งหมดอยู่ที่ 0.56 เนื่องจากความต้องการทางตลาดสินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือกมีเฉพาะกลุ่ม คือ ตลาดส่งออกกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปเท่านั้น (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2559)

สำหรับวิธีการตัดแต่งเนื้อสัตว์ปีกที่พบว่าการใช้เครื่องมืออัตโนมัติช่วยในการทำงานนั้น ส่งผลต่อการพบการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์สูงกว่าการใช้แรงงานคน อาจเนื่องมาจากสุขลักษณะการทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์ยังไม่เพียงพอ ซึ่งสำหรับสภาวะปัจจุบันที่ต้องการลดแรงงานคนและหันหน้าเข้าหาเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้นควรต้องระมัดระวังประเด็นนี้ สอดคล้องกับการศึกษาเรื่องการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีกที่พบว่าการจัดการสุขลักษณะที่เหมาะสมในกระบวนการฆ่าสัตว์ปีกเป็นปัจจัยที่ช่วยลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนในซากสัตว์ปีกได้ (เพ็ญญา, 2551) และสอดคล้องกับหลักการปฏิบัติที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practice: GMP) ที่กำหนดว่าอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิต ต้องมีการทำความสะอาด ดูแลและเก็บรักษาให้อยู่ในสภาพที่สะอาดทั้งก่อนและหลังการผลิต โดยชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องมือเครื่องจักรที่อาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ หรือก่อให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร ต้องมีการทำความสะอาดด้วยวิธีที่เหมาะสมและเพียงพอ (สุวิมล, 2546; สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551)

โดยข้อมูลจากการศึกษานี้จะช่วยให้การกำหนดและประยุกต์ใช้โปรแกรมเฉพาะจุดเพื่อป้องกันและควบคุมเชื้อแซลโมเนลลาปนเปื้อนในกระบวนการผลิตได้ดีขึ้น นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังให้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนแนวความคิดเรื่องความชุกของการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับหลายๆ ปัจจัยที่ต้องจัดการไปพร้อมๆ กัน ดังนั้น เมื่อพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาการรวบรวมข้อมูลและการตรวจสอบทั้งระบบกระบวนการผลิตเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับการจัดการของโรงฆ่าสัตว์นั้นๆ รวมถึง การเฝ้าระวังคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกของกรมปศุสัตว์ (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2551) เพื่อให้สินค้าเนื้อสัตว์ปีกที่มีการผลิตจากโรงฆ่าสัตว์เพื่อการส่งออกมีมาตรฐานและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้แม้จะพบการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกในปริมาณน้อย แต่การพบเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ถือเป็นความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดปัญหาด้านสาธารณสุข ดังนั้น ควรมีการจัดการและเฝ้าระวังเพื่อแก้ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อแซลโมเนลลาในกระบวนการผลิตอย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดยอาศัยความร่วมมือจากทั้งเจ้าหน้าที่ภาครัฐและผู้ประกอบการภาคเอกชนที่ต้องมีการควบคุมและเฝ้าระวังตลอดกระบวนการผลิต ตั้งแต่ตัวสัตว์ปีกควรมาจากฟาร์มสัตว์ปีกที่มีระบบการจัดการเพื่อควบคุมและป้องกันโรคแซลโมเนลลาอย่างมีประสิทธิภาพ โรงฆ่าสัตว์ปีกต้องมีการปรับปรุงโครงสร้างและกระบวนการทำงานให้มีมาตรฐานเป็นไปตามหลัก GMP, HACCP และมีความปลอดภัยต่อการผลิตสินค้า รวมถึงมีการจัดการ

ด้านสุขภาพและสุขอนามัยตามมาตรฐานสากล เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและ
เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้าทั่วโลก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ ในการเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีก ส่งห้องปฏิบัติการของสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เพื่อตรวจวิเคราะห์เชื้อแซลมอนเนลลาที่แยกได้จากเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออก

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.
- กรมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. 2559. สินค้าไก่และผลิตภัณฑ์. แหล่งที่มา: http://web.dft.go.th/Portals/0/ContentManagement/Document_Mod908/%E0%B8%AA%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%84%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B9%84%E0%B8%81%E0%B9%88%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A0%E0%B8%B1%E0%B8%93%E0%B8%91%E0%B9%8C0659@25590919-1350421337.pdf, 17 มิถุนายน 2560.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. 2558.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่องเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา: <http://qcontrol.dld.go.th/images/law/ma.pdf>, 10 ตุลาคม 2559.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2553. ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลมอนเนลลาสำหรับสัตว์ปีก. แหล่งที่มา: <https://www.moac.go.th/download/rabiab%20024.pdf>, 10 ตุลาคม 2559.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. คู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย. พิมพ์ครั้งที่ 1 โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. น. 1-4.
- นิวัตร จันทรศิริพรชัย. 2550. การควบคุมโรคแซลมอนเนลลาในสัตว์ปีก. ประมวลเรื่องการประชุมวิชาการทางสัตวแพทย์และการเลี้ยงสัตว์ ครั้งที่ 33. น. 269-272.
- บัณฑิตย ตรีการวีระเดช. 2551. เชื้อซัลโมเนลลากับโรคอาหารเป็นพิษ. แหล่งที่มา: http://www.merial.co.th/SiteCollectionDocuments/LA_Salmonella_With_Foodborne_Disease_28-11-08.pdf, 13 มิถุนายน 2560.
- พิทักษ์ น้อยเมล์ สุทธิพงศ์ อริยะพงศ์สรรค์ และวารารณ์ ศกุลพงศ์. 2548. การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครขอนแก่นและโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเลย. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 15: 54-60.
- เพ็ญนภา มัธยมพงศ์. 2551. การลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแซลมอนเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีก. ธุรกิจอาหารสัตว์ 25(121): 36-45.
- มารุต เชียงเถียร สุภานันท์ บุญญาญจน์ 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.

- วัชรินทร์ รังสีภาณุรัตน์ อธิยา จันทรวิธานุชิต พรทิพย์ พึ่งม่วง สมหญิง งามอรุณเลิศ และสุเมธรัตน์ ชูวงศ์
วัฒน์. 2553. การวินิจฉัยโรคติดเชื้อแบคทีเรียทางการแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. น. 344.
- ศศิธร คณะรัตน์และสุปราณี สีหาราช. 2546. โรคซัลโมเนลโลซิสกับการปศุสัตว์: หนังสือประกอบการ
ฝึกอบรมโรคติดต่อระหว่างสัตว์และคน. สถาบันสุขภาพสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. น. 182-193.
- ศักดิ์ชัย อนุโลมสมบัติ และศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ. 2552. การวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อหาปัจจัยเสี่ยง
ต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในโรงเชือดไก่. สัตวแพทยสาร 60 (1-3): 18-31.
- ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ. 2548. รายงานการวิจัย การประเมินความเสี่ยงของซัลโมเนลลาในฟาร์มไก่เนื้อและ
โรงเชือดไก่. รายงานการวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ: กรุงเทพฯ. 150 หน้า.
- ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ. 2549. ความปลอดภัยของอาหาร Food Safety. กรุงเทพมหานคร: Sister Print
& Media Group. 122-146.
- สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม. ซาลโมเนลลา (*Salmonella*). จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. แหล่งที่มา,
http://fic.nfi.or.th/foodsafety/upload/damage/pdf/salmonella_2.pdf, 12 มิถุนายน 2560.
- ส่วนตรวจสอบมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์.
2557. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเนื้อดิบเพื่อวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์. คู่มือการเก็บตัวอย่าง. ชุมชน
สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. น. 4-6.
- ส่วนตรวจสอบมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์.
2559. อบรมพนักงานตรวจเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ในโรงงาน.
- สุวิมล กิริติพิบูล. 2546. การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ. ระบบการจัดการและควบคุมการผลิตอาหาร
ให้ปลอดภัย. สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ. น. 87-106.
- สุเมธนา วัฒนสินธุ์. 2545. จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญในอาหาร. จุลชีววิทยาทางอาหาร (Food Microbiology).
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 24-34.
- สุเมธนา วัฒนสินธุ์. 2549. ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร (Food Microbiology). โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
กรุงเทพฯ. น. 150-157.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2549. มาตรฐานสินค้า
เกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9008-2549. แหล่งที่มา, [http://www.acfs.go.th/standard/
download/gmp_for_poultry_abattoir.pdf](http://www.acfs.go.th/standard/download/gmp_for_poultry_abattoir.pdf). 16 มิถุนายน 2560.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. มกอช. 9023-
2550. หลักเกณฑ์การปฏิบัติ: หลักเกณฑ์ทั่วไปเกี่ยวกับสุขลักษณะอาหาร. แหล่งที่มา: [http://www.
acfs.go.th/standard/download/std_health_food.pdf](http://www.acfs.go.th/standard/download/std_health_food.pdf). 9 มิถุนายน 2560.

- สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานด้านการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2559. ปริมาณและมูลค่าการส่งออก เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป ปี 2558. รายงานประจำปี 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวง เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. น. 70-71.
- สำนักกระบาดวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2549. รายงานประจำปี 2548. กรุงเทพมหานคร. 325-332.
- อนุชา มุมอ่อน วสันต์ เคยเหล้า และสุตารัตน์ เคยเหล้า. 2550. แนวทางการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาใน ขั้นตอนการผลิตเนื้อไก่ในโรงฆ่าและชำแหละไก่เพื่อการส่งออก. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/certify/certify/page/article/article.html>
- อุดม จันทรประไพภัทร และไพโรจน์ อารังโสภาส. 2548. การควบคุมกระบวนการผลิตเนื้อไก่: คู่มือการ ปฏิบัติในโรงฆ่าสัตว์ปีก. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯ. น. 41-90.
- Berends, B.R., F. Van Knapen, D.A.A. Mossel, S.A. Burt, and J.M.A. Snijders. 1998. *Salmonella* spp. on pork at cutting plants and at the retail level and the influence of particular risk factors. *Int. J. Food Microbiol.* 44: 207-217.
- Bilgili, S.F. and J.B. Hess. 1997. Tensile Strength of Broiler Intestines as Influenced by Age and Feed Withdrawal. *Journal Applied Poultry Research* 6: 279-283.
- Bremmer A., and M. Johnston. 1996. *Poultry meat hygiene and inspection*. Cambridge University Press: UK. P. 31-52, 73-100, 125-147, 171-197.
- Campbell, D.F., S.S. Green, C.S. Custer, and R.W. Johnson. 1982. Incidence of *Salmonella* in fresh dressed turkeys raised under salmonella-controlled environments. *Poultry Science* 61: 1962-1967.
- Cason, J.A., A. Hinton, and K.D. Ingram. 2000. *Coliform, Escherichia coli, and Salmonellae* concentrations in a multiple-tank, counter flow poultry scalding. *Journal of Food Protection* 63: 1184-1188.
- Clemmer, D.I., J.L.S. Hickey, J.F. Bridges, D.J. Schliessmann, and M.F. Shaffer. 1960. Bacteriologic studies of experimental airborne salmonellosis in chick. *J. Infect. Dis.* 106: 197-201.
- Cimolai N., G.B. Nair, Y. Takeda and L.R. Trabulsi. 2001. Enterobacteriaceae and Enteric Infections. In *laboratory Diagnosis of Bacterial Infections*. (edited by Cimolai N.). Marcel Dekker, Inc. New York. 423 – 497.
- 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.

- Darlow, H.M., W.R. Bale, and G.B. Carter. 1961. Infection of mice by respiratory route with *Salmonella typhimurium*. J. Hyg. 59: 303-308.
- Department of Livestock Development. Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2005. Poultry Meat and Poultry Products Inspection Regulations. p. 1-96.
- European Commission. 2012. General Guidance on Implementation and Interpretation of Article 24 of Council Directive 97/78/EC - Re-Enforced Checks.
- 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. 2003. Commission Regulation (EC) No 2160/2003 of the european parliament and of the council of 17 November 2003 on the control of salmonella and other specified food-borne zoonotic agents. Available source: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:325:0001:0015:EN:PDF>.
- European Union. 2004. Commission Regulation (EC) No 136/2004 of 22 January 2004 on laying down procedures for veterinary checks at Community border inspection posts on products imported from third countries. Available source: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:021:0011:0023:en:PDF>.
- 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.
- European Union. 2012. Commission Regulation (EC) No 200/2012 of 8 March 2012 concerning a Union target for the reduction of *Salmonella enteritidis* and *Salmonella typhimurium* in flocks of broilers, as provided for in Regulation (EC) No 2160/2003 of the European Parliament and of the Council. Available source: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0200&from=DA>.
- Fletcher D., and E.W. Craing. 1997. An evaluation of on-line reprocessing on visual contamination and microbiological quality of broiler. Journal Applied Poultry Research 6: 436-442.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. 1993. Recommended code of practice for poultry processing (CAR/RCP 14-1976). Codex Alimentarius Commission Vol. 10: 59-701.
- 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.
- Frenzen, P.D., J.C. Buzby, and T. Roberts. 1999. An updated estimate of the economic costs of human illness due to foodborne salmonella in the United States. Proceeding of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork. Washington, DC. p 215-218.
- FSIS. 2008. Compliance guideline for controlling *Salmonella* in poultry. Second edition. 35 pages. Available source: https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/1d562776-ebfb-4ea5-a19b-e994776a02c6/Compliance_Guideline_Controller_Salmonella_Poultry.pdf?MOD=AJPERES.
- Gray, J.T. and P.J. Fedorka-Cray 1995. Survival and infectivity of *Salmonella choleraesuis* in swine feces. Proceeding of the 76th Annual Meeting of the Conference of Research Workers in Animal Diseases. Chicago. p 94.
- Guthrie R.K. 1992. *Salmonella*. CRC Press, Inc. USA. 220 pages.
- International Organization for Standardization. 2007. ISO 6579: Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection of *Salmonella* spp. 4th edition. 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.
- Northcutt, J.K. 2000. Factors Influencing Optimal Feed Withdrawal Duration. University of Georgia Cooperative Extension Service. 8 pages. Available source : <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1187.html>.

- NZFSA. 2000. MAF Food Assurance Authority (Animal Products Group). A guide to HACCP systems in meat industry. 61 pages. Available source : http://www.nzfsa.govt.nz/animal/products/meat/meatman/haccp/meat/haccp_v2appix-4.pdf.
- Quinn, P.J., B. Markey, M.E. Carter, W.J. Donnelly, and F.C. Leonard. 2002. Veterinary Microbiology and Microbial Disease. Cornwall, Blackwell Science Ltd. 928 pages.
- 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.
- RASFF portal Europa EU. Available source: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1>.
- Ricke S.C., S.D. Pilla, R.A. Norton, and K.G. Maciorowski. 1998. Applicability of Rapid Methods for Detection of *Salmonella* spp. in Poultry Feeds: A Review. *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology* 6 (4): 239-258.
- 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/>. 4 April, 2009.
- Schwartz, K.J. 1999. Salmonellosis. Diseases of Swine 8th edition. Iowa State University Press. Ames. 535-551.
- Steele, J.H. and M.M. Galton. 1967. Epidemiology of foodborne salmonellosis. *Health Laboratory Science*. 4: 207-212.
- Thayer, D.W., W.S. Muller, R.L. Buchanan, J.G. Phillips. 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. Epidemiology 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.

Yang, Z., Y. Li, and M. Slavik. 1998. Use of an antimicrobial spray applied with and inside-outside bird washer to reduce bacterial contamination on pre-chilled chicken carcasses. *Journal of Food Protection* 61: 829-832.