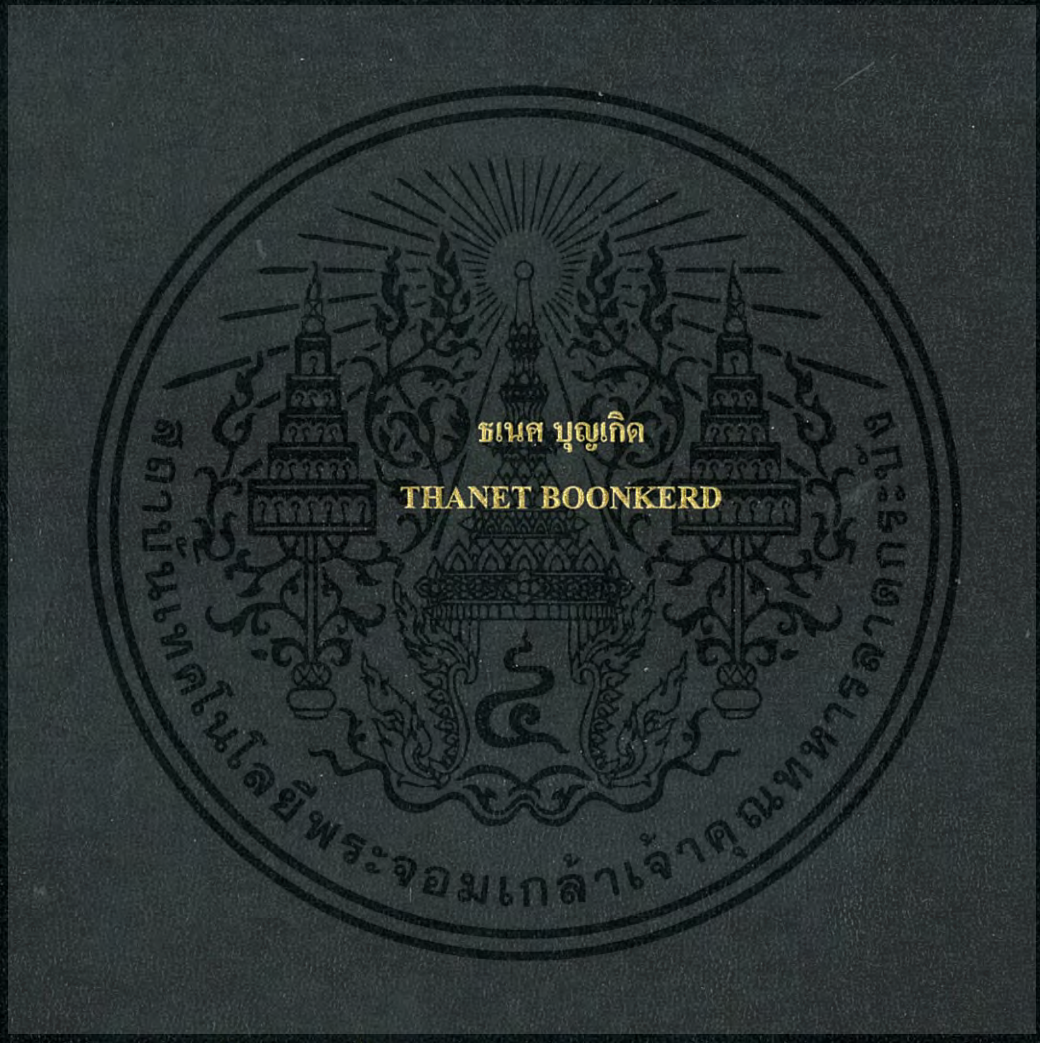
ปัจจัยที่มีผลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในห่วงโซ่อุปทานของเนื้อไก่

FACTORS INFLUENCE ON SALMONELLA PREVALENCE IN CHICKEN SUPPLY CHAIN



ธเนศ บุญเกิด

THANET BOONKERD

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AI-M-054-276

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัจจัยที่มีผลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในห่วงโซ่อุปทานของเนื้อไก่

FACTORS INFLUENCE ON SALMONELLA PREVALENCE IN CHICKEN SUPPLY CHAIN

T148022

ธเนศ บุญเกิด

THANET BOONKERD

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สมุดหมู่.....
เลขทะเบียน 148022
วัน.เดือน.ปี - 9 มี.ค. 2560

.b.....
.l.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2560

KMITL-2017-AI-M-054-276

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FACTORS INFLUENCE ON SALMONELLA PREVALENCE IN CHICKEN SUPPLY CHAIN

THANET BOONKERD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SAFETY MANAGEMENT

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2017

KMITL-2017-AI-M-054-276

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2017

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ปัจจัยที่มีผลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในห่วงโซ่อุปทานของเนื้อไก่

FACTORS INFLUENCE ON *SALMONELLA* PREVALENCE IN CHICKEN SUPPLY CHAIN

ชื่อนักศึกษา นายธเนศ บุญเกิด

รหัสประจำตัว 57608017

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การจัดการความปลอดภัยอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.วริพัสย์ อารีกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วริพัสย์ อารีกุล	
ผศ.ดร.อพัชชา จินดาประเสริฐ	
ผศ.ดร.กัลยาณี เต็งพงศธร	
ผศ.ดร.วราภา มหากาญจนกุล	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 11 กรกฎาคม 2560 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
FACULTY OF AGRO-INDUSTRY
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ ๒๔ เดือน กค. พ.ศ. ๒๕๖๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยที่มีผลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในห่วงโซ่อุปทานของเนื้อไก่
นักศึกษา	นายธเนศ บุญเกิด
รหัสประจำตัว	57608017
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ. ศ.	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.วริพัสย์ อารีกุล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่จนถึงการขนส่งและกำหนดแนวทางหรือมาตรการในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ส่วนน่องสะโพกแบบไม่มีกระดูกตัดแต่ง เพื่อวิเคราะห์การปนเปื้อนซัลโมเนลลา ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 จากโรงฆ่าและชำแหละ 3 แห่ง จำนวน 2,303 ตัวอย่าง ตรวจพบซัลโมเนลลา จำนวน 951 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 41 เมื่อจำแนกกลุ่มของซัลโมเนลลา พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลากลุ่ม C มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ กลุ่ม B นอกจากนี้ในการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่า ฤดูกาล และโรงฆ่าและชำแหละ มีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาโดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันในแต่ละโรงฆ่าและชำแหละ ส่วนกำลังการผลิตนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบโลจิสติกแบบทวิ โดยกำหนดปัจจัยที่อาจส่งผลต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาจำนวน 6 ปัจจัย ได้แก่ พื้นที่ภาคของฟาร์ม ขนาดฟาร์ม กำลังการผลิต ฤดูกาลที่ผลิต ระยะทางในการขนส่ง และขนาดของชิ้นเนื้อไก่ พบว่ามี 4 ปัจจัยที่มีผลต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ได้แก่ พื้นที่ภาคของฟาร์ม ขนาดฟาร์ม ฤดูกาลที่ผลิต และระยะทางในการขนส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสรุปผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้ 1) พื้นที่ฟาร์มภาคตะวันตกและภาคตะวันออกมีความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ น้อยกว่าในพื้นที่ฟาร์มภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง 2) ขนาดฟาร์มที่เลี้ยงไก่มากกว่า 100,000 ตัวต่อฟาร์ม มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.5 3) ช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ถึงกุมภาพันธ์) โอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาลดลงร้อยละ 22.6 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เมื่อระยะทางในการขนส่งเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 กิโลเมตร โอกาสการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ลดลง ร้อยละ 0.50

จากปัจจัยที่ศึกษา แนวทางในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาตั้งแต่ฟาร์ม ถึงการขนส่งเนื้อไก่ รวม 9 แนวทาง ได้แก่ ฟาร์มเลี้ยงไก่ 3 แนวทาง, โรงฆ่าและชำแหละ 4 แนวทาง และ ระยะทางการขนส่ง 2 แนวทาง ซึ่งครอบคลุมสุขลักษณะส่วนบุคคลการล้างทำความสะอาด การควบคุมกระบวนการผลิต และการขนส่งเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Factors Influence on *Salmonella* Prevalence in Chicken Supply Chain
Student	Mr. Thanet Boonkerd
Student ID.	57608017
Degree	Master of Science
Program	Food Safety Management
Year	2017
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Varipat Areekul

ABSTRACT

The purposes of this study were to determine factors influencing the prevalence of *Salmonella* in the production of fresh chicken from chicken farm to transportation and to set up guidelines/measures for reducing the *Salmonella* contamination in chicken. The 2,303 samples of boneless leg cuts of chicken were collected from three slaughterhouses from January 2013 to December 2015 for laboratory testing. *Salmonella* positives were found in 951 samples (41%). Identification of *Salmonella* group indicated that Group C was most found followed by group B. In addition, the preliminary study showed the effect of seasons and slaughterhouses on *Salmonella* contamination. The contamination was likely to rise in summer and rainy season. Each slaughterhouse had different trend of *Salmonella* contamination, however, its' production capacity was not related to its contamination.

Data were analyzed by using binary logistic regressionwith 6 factors that might affect on the possibility of *Salmonella* contamination; farm location (region), farm size, process capacity, season, transportation distance and cutting size. There were 4 factors statistically pronounced the effect on the possibility of *Salmonella* contamination; farm location, farm size, season and transportation distance ($p \leq 0.05$). The results were summarized as followed; 1) farm located in West and East regions showing less prevalence of *Salmonella* than those in north-east and central regions 2) farm size above 100,000 birds enhancing 14.5% higher risk of *Salmonella* contamination 3) winter season (November to February) reducing risk of *Salmonella* contamination by 22.6% and 4) increase in every 1 km transportation distance decreasing the possibility of *Salmonella* contamination by 0.50%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

From the studied factors, 9 guidelines for reduction of *Salmonella* contamination are recommended from farm to transportation of chicken meat as follows; 3 guidelines for broiler farm, 4 guidelines for slaughterhouse and 2 guidelines for transportation. These mainly cover personnel hygiene, cleaning program, process control and transportation in particular.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยคำแนะนำจาก ผศ.ดร. วริพัสย์ อารีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาเสนอแนะแนวทางการวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งได้รับคำแนะนำเพิ่มเติม จาก ผศ.ดร. อพัชชา จินดาประเสริฐ ผศ.ดร. กัลยาณี เต็งพงศธร และ ผศ.ดร. วราภา มหากาญจนกุล ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ทุกท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คุณวิมลรัตน์ เปรมศิริ ผู้เชี่ยวชาญสายวิชาการไก่เนื้อ สมาคมผู้ผลิตไก่เพื่อส่งออกไทยที่ให้การสนับสนุนคำปรึกษาที่ดีและกำลังใจแก่ข้าพเจ้าตลอดมา ตลอดจน ขอขอบพระคุณ คุณวราพร รอดบุตร ผู้บังคับบัญชาของข้าพเจ้า ที่สละเวลาดูแลงานที่บริษัทฯ ให้การสนับสนุน และกำลังใจในการศึกษาของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ บริษัท สุรพลนิชิเรฟู้ดส์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาต่อครั้งนี้ รวมทั้งกรุณาให้ข้อมูลที่ดีแก่ข้าพเจ้าในการนำมาประกอบการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จได้

ขอขอบคุณ พี่ น้อง และเพื่อน ทีมวิจัย LABVA เพื่อนร่วมงาน บริษัท สุรพลนิชิเรฟู้ดส์ จำกัด เพื่อนนักศึกษาปริญาโท สาขาการจัดการความปลอดภัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะอุตสาหกรรมการเกษตรทุกท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิจัยนี้เสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจทำให้ข้าพเจ้าทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์ที่ได้จาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธเนศ บุญเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... V

สารบัญ..... VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญตาราง (ภาคผนวก)..... IX

สารบัญภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 *Salmonella*..... 4

2.2 Salmonellosis..... 7

2.3 กระบวนการผลิตในโรงฆ่าและชำแหละไก่..... 10

2.4 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสินค้าเนื้อไก่สดของประเทศไทย..... 20

2.5 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis)..... 22

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 26

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการทดลอง..... 32

3.1 การเก็บตัวอย่าง..... 32

3.2 การตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลา (ISO 6579: 2002)..... 32

3.3 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ โรงฆ่าชำแหละ และการขนส่ง..... 34

3.4 การกำหนดแนวทางในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่..... 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	37
4.1 ผลการศึกษาการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด	37
4.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	44
4.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ	50
4.4 การกำหนดแนวทางในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	62
5.1 สรุปผลการวิจัย	62
5.2 ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	64
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก การตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลา (ISO 6579: 2002)	72
ภาคผนวก ข ผลผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ในเนื้อไก่	77
ภาคผนวก ค Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย	79
ภาคผนวก ง ผลการทดสอบความถูกต้องของโมเดล โดยวิธี Hosmer-Lemeshow goodness-of fit	91
ภาคผนวก จ การบันทึกอุณหภูมิของเนื้อไก่แช่เย็นระหว่างการขนส่งจากโรงฆ่าและชำแหละถึงโรงงานแปรรูปโดยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Thermo recorder)	92
ประวัติผู้เขียน	101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ชนิดของซัลโมเนลลา	4
2.2	การแบ่งซีโรวาร์ตามคุณสมบัติของ O และ H แอนติเจน	5
2.3	โรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* serovars ต่างๆ	6
2.4	ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดแช่แข็งนำเข้า	22
3.1	แสดงลักษณะของ *Salmonella* spp. จากการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี	33
3.2	การแปลผลคุณสมบัติทาง Serological	33
3.3	ตัวแปรต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์	36
4.1	ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด แบ่งตามกำลังการเชือดไก่ของแต่ละโรงงานในแต่ละปี	42
4.2	ผลการตรวจซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แบ่งตามปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด 6 ปัจจัย	44
4.3	ความถูกต้องของการพยากรณ์จากสมการ	51
4.4	พื้นที่ภาคของฟาร์มต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	52
4.5	ขนาดฟาร์มต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	54
4.6	กำลังการผลิตต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	55
4.7	ฤดูกาลที่ผลิตต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	56
4.8	ขนาดชิ้นเนื้อไก่ต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลา	57
4.9	ระยะทางในขนส่งต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ภาคผนวก)

ตารางที่		หน้า
1	แสดงการแปรผลทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของ *Salmonella* spp.....	76
2	การแปลผลทดสอบ Biochemical และ Serological test.....	77
3	แสดงผลผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่.....	78
4	ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย.....	80
5	ผลการทดสอบความถูกต้องของโมเดล โดยวิธี Hosmer-Lemeshow goodness-of fit.....	93
6	การบันทึกอุณหภูมิของเนื้อไก่แช่เย็นระหว่างการขนส่งจากโรงฆ่าและชำแหละถึงโรงงานแปรรูปโดยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Thermo recorder).....	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แปรรูปปรุงสุก และไก่สดแช่เยือกแข็ง(รวมไก่หมักเกลือ) ตั้งแต่ พ.ศ. 2516 – 2559.....	20
2.2	ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็ง(รวมไก่หมักเกลือ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2559.....	21
4.1	ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558	38
4.2	ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดจากโรงฆ่าและชำแหละ 3 โรงงาน	40
4.3	ร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาแต่ละกลุ่มในเนื้อไก่จากโรงฆ่าและชำแหละ....	43
4.4	แผนที่แสดงที่ตั้งของฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อใน 26 จังหวัดในแต่ละภาค.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ซัลโมเนลลา (*Salmonella*) เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) ซึ่งเป็นหนึ่งในโรคอาหารเป็นพิษที่จัดเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญในทุกประเทศทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย เชื้อชนิดนี้แม้ว่าจะพบในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ แต่จะไม่แสดงอาการรุนแรง และสามารถแพร่กระจายเชื้อไปยังสัตว์ด้วยกันได้ ผู้บริโภคอาจได้รับเชื้อดังกล่าวจากการรับประทานอาหารประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อน หรือการปรุงอาหารด้วยความร้อนแบบสุกๆ ดิบๆ ในระดับที่ไม่สามารถทำลายเชื้อนี้ได้ ผู้ที่ติดเชื้อมักแสดงอาการทางระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องร่วง ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน และอาจรุนแรงถึงเสียชีวิตได้หากเกิดภาวะโลหิตเป็นพิษ (ยุทธนา และคณะ, 2555)

เนื้อไก่เป็นอาหารประเภทโปรตีน และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั่วโลกโดยไม่มีข้อจำกัดทางศาสนาใดๆ ผู้ที่นับถือศาสนาอิสลามมีอยู่ประมาณ 1.6 พันล้านคน มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 23.2 ของประชากรโลกก็สามารถบริโภคเนื้อไก่ได้ (Pew Research Center, 2015) ดังนั้น การผลิตเนื้อไก่จึงมีแนวโน้มขยายตัวในอัตราที่สูงกว่าเนื้อสัตว์ชนิดอื่น ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์เป็นอันดับที่ 3 ของโลก (USDA, 2017) มีการส่งออกปีละประมาณ 5-6 แสนตัน นำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 7-8 หมื่นล้านบาท (สมาคมผู้ผลิตไก่เพื่อส่งออกไทย, 2560) ทั้งนี้ภายหลังจากที่ถูกระงับการนำเข้าเนื้อไก่สดตั้งแต่วันที่ 23 มกราคม พ.ศ.2547 จากสถานการณ์ไข้หวัดนก ประเทศไทยสามารถส่งออกเนื้อไก่สดไปยังสหภาพยุโรปได้อีกครั้ง เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ทำให้สามารถส่งออกเนื้อไก่สดแช่แข็งได้อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ตามประกาศของ Commission Implementing Regulation (EU) No 393/2012 แม้ว่ากฎหมายของสหภาพยุโรป (EU Regulation 2073/2005) นั้นมีข้อกำหนดว่าเนื้อไก่สด (Fresh poultry meat) ต้องไม่พบ *Salmonella* Enteritidis (SE) และ *Salmonella* Typhimurium (ST) ในตัวอย่าง 25 กรัม และเนื้อไก่ที่มีเครื่องปรุงผสม (Meat preparation) เช่น เนื้อไก่หมักเกลือ ต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม อย่างไรก็ตาม จากข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2558 นั้นได้ตรวจพบซัลโมเนลลาเนื้อไก่ไทยเพิ่มมากขึ้น โดยพบเชื้อชนิดนี้ จำนวน 3, 14 และ 24 ครั้ง ต่อปี ตามลำดับ มีผลให้เกิดการสูญเสียจากการตีกลับสินค้า (Reject) เฉพาะตัวมูลค่าสินค้าถึงประมาณ 136 ล้านบาทนอกจากนี้ยังมีความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินค่าได้อีก เช่น ค่าปรับจากความล่าช้าในการส่งมอบความน่าเชื่อถือของโรงงานผู้ผลิตส่งออก และหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล (Competent Authority) ลดลงรวมถึงความเข้มงวดเพิ่มขึ้นในการตรวจสอบสินค้า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากประเทศไทย ซึ่งหากประเทศไทยมีประวัติการตรวจพบซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศผู้นำเข้าอย่างกลุ่มสหภาพยุโรปมีแนวโน้มพิจารณาระงับการนำเข้าเนื้อไก่สดแช่แข็งจากประเทศไทยได้

ซัลโมเนลลาสามารถปนเปื้อนได้ในทุกขั้นตอนของการผลิตเนื้อไก่ ตั้งแต่ระดับฟาร์ม โรงฆ่าชำแหละ การขนส่งและการจัดจำหน่าย จนถึงผู้บริโภค ความเสี่ยงในขั้นตอนการผลิตระดับฟาร์ม เช่น การรับลูกไก่ การเลี้ยงไก่ จนถึงการขนส่งไก่เป็นสู่โรงฆ่าชำแหละ นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตของโรงฆ่าชำแหละ เช่น การลวก การถอนขนไก่ การล้วงไส้ การล้างซาก และการลดอุณหภูมิซากเป็นต้น (อนุชา และคณะ, 2549; ยุทธนา และคณะ 2555; FSIS, 2006) ดังนั้นเชื้อชนิดนี้จึงเป็นปัญหาที่ท้าทายของอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์ปีก เนื่องจากเนื้อไก่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ โดยสายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุหลัก ได้แก่ *Salmonella* Enteritidis (SE) และ *Salmonella* Typhimurium (ST) และประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนและเชื้อดังกล่าวสามารถอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปตามธรรมชาติ โอกาสพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในระดับฟาร์มจึงมีความเป็นไปได้สูง แม้ว่าฟาร์มจะมีระบบความปลอดภัยทางชีวภาพที่ดี (Bio-security) หรือผ่านการรับรองมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice หรือ GAP) แล้วก็ตาม การศึกษาวิจัยจึงมุ่งหาปัจจัยที่มีผลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในการผลิตเนื้อไก่สดจากนั้นจึงกำหนดแนวทางป้องกันและลดความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ รวมถึงเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ด้วย

1.2วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ โรงฆ่าชำแหละและการขนส่ง

1.2.2 เพื่อกำหนดแนวทางหรือมาตรการในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ โรงฆ่าชำแหละ และการขนส่งข้อมูลการวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในตัวอย่างเนื้อไก่ส่วนน่องและสะโพก ที่เลาะกระดูกออกและตัดแต่งแล้ว จำนวน 2,303 ตัวอย่างถูกเก็บรวบรวมจากโรงฆ่าและชำแหละไก่จาก 3 แห่ง คือ A, B และ C ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558โดยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (binary logistic regression) ซึ่งจะพิจารณาจากตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ ได้แก่ พื้นที่ภาคของฟาร์ม ขนาดของฟาร์ม กำลังการผลิตฤดูกาลที่ผลิตขนาดของชิ้นเนื้อไก่และระยะทางที่ขนส่งเนื้อไก่ โดยนำผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ปัจจัยที่มีโอกาสพบซัลโมเนลลามากำหนดมาตรการควบคุมตามหลักการระบบการจัดการด้านความปลอดภัยอาหาร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ โรงฆ่าชำแหละและการขนส่ง และนำใช้ข้อมูลในการวางแนวทางหรือกำหนดมาตรการเพื่อช่วยลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ ดังนี้

1.4.1นำข้อมูลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลา เพื่อกำหนดมาตรการหรือจุดควบคุมที่มีความเสี่ยงต่อการเพิ่มการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิต

1.4.2 นำไปใช้พิจารณาระดับความเข้มงวดในการควบคุมกระบวนการผลิต เช่น พิจารณาแนวทางในการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard Operation Procedure; SOP) ให้มีระดับความเข้มงวดพิเศษเพื่อลดและป้องกันการปนเปื้อนซัลโมเนลลา

1.4.3 หน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล (Competent Authority) สามารถนำผลวิจัยไปกำหนดกรอบ หรือแนวทางในการลดและป้องกัน ให้กับผู้ประกอบการโรงเชือดและชำแหละได้ เพื่อให้มีทิศทางการปฏิบัติเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 *Salmonella*

ซัลโมเนลลาเป็นเชื้อแบคทีเรียที่จัดอยู่ใน Family Enterobacteriaceae ติดสีแกรมลบ (gram negative) มีขนาดประมาณ 0.7-1.5x2-5 ไมครอนมีรูปร่างเป็นแท่ง (rod shape) ส่วนมากเคลื่อนไหวได้ (motile) ยกเว้น *Salmonella* Pullorum และ *Salmonella* Galinarum เจริญเติบโตได้ดีทั้งในสภาพที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) อุณหภูมิที่เจริญเติบโตอยู่ได้ในช่วงกว้างตั้งแต่ 8-45 องศาเซลเซียสแต่อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 35-42 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่างที่ 4.5-9.0 วอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity) ไม่ต่ำกว่า 0.93 ซัลโมเนลลาไม่ทนต่อความร้อนโดยถูกทำลายที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมงหรือที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 15-20 นาที อย่างไรก็ดีที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส เชื้อจะไม่ถูกทำลายแต่จะไม่เจริญเติบโต (Guthrie, 1992; อนุชา และคณะ, 2549)

ซัลโมเนลลาแบ่งออกเป็น 2 สปีชีส์ คือ *S. enterica* และ *S. bongori* แต่เชื้อที่ก่อโรคและมีความสำคัญคือ *S. enterica* ซึ่งแบ่งย่อยลงไปเป็น 7 subgroup คือ I, II, IIIa, IIIb, IV, V, และ VI แต่ละ subgroup จะมีชื่อเรียกสำหรับซับสปีชีส์ (subspecies) เช่น subsp. *enterica*, subsp. *salamae*, subsp. *arizonae*, subsp. *diarizonae* เป็นต้นโดย *S. enterica* subspecies I พบได้ในคนและสัตว์เลือดอุ่นส่วน *S. enterica* subspecies I, II, IIIa, IIIb และ IV พบได้ในสัตว์เลือดเย็นและสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 2.1) และในทางการแพทย์พบว่าซัลโมเนลลาที่ก่อให้เกิดโรคส่วนมากเป็นสายพันธุ์ *S. enterica* สูงถึง 95% (Popoff *et al.*, 2004 ; ยุทธนา และคณะ, 2555)

ตารางที่ 2.1 ชนิดของซัลโมเนลลา

Salmonella enterica	
Salmonella enterica subsp.*enterica (I)*	1,504
Salmonella enterica subsp. *salamae (II)*	502
Salmonella enterica subsp. *arizonae (IIIa)*	95
Salmonella enterica subsp. *diarizonae (IIIb)*	333
Salmonella enterica subsp. *houtenae (IV)*	72
Salmonella enterica subsp. *indica (VI)*	13
Salmonella bongori (V)	22
Total	2541

ที่มา : Popoff *et al.*, 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันสามารถจำแนกซัลโมเนลลาได้มากกว่า 2,541 ซีโรวาร์ (serovar/serotype) ซึ่งเป็นการจำแนกตามหลักการของ "Kauffmann-White schema" ออกเป็นซีโรวาร์ในแต่ละซับสปีชีส์โดยอาศัยความแตกต่างกันของแอนติเจน O (somatic) antigen, H (flagella) antigen และ Vi (capsular) antigen ซึ่งใช้หลักการตกตะกอน (agglutination) ของโปรตีนจากแอนติเจน (antigens) บนเซลล์ของแบคทีเรียด้วยแอนติบอดี (antibodies) ที่มีความสัมพันธ์กันแอนติเจนบนเซลล์ของ *Salmonella* spp. สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท (Guthrie, 1992) คือ

(1) แอนติเจนที่ผิวเซลล์ของซัลโมเนลลาเรียกว่า Somatic antigen หรือ O antigen มีสารประกอบชนิด lipopolysaccharide (LPS) อยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ O antigen เป็นโปรตีนที่ทนความร้อน (heat stable) ทนกรดและแอลกอฮอล์สามารถแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ได้คือ A – I

(2) แอนติเจนที่แส้หรือหนวดของซัลโมเนลลาเรียกว่า Flagella antigen หรือ H antigen ประกอบด้วยโปรตีนที่ไม่ทนความร้อนไม่ทนกรดและแอลกอฮอล์แบ่งได้เป็น 2 phage คือ phage 1 และ phage 2

(3) แอนติเจนที่เปลือกหุ้มเซลหรือแคปซูลเรียกว่า capsular antigen หรือ Vi antigen ซึ่งมีอยู่ในซัลโมเนลลาบางซีโรวาร์เท่านั้น ได้แก่ *Salmonella* Typhi, *Salmonella* Paratyphi C และ *Salmonella* Dublin เป็นต้น มีส่วนเกี่ยวข้องกับความรุนแรงของการก่อโรคทำให้แสดงอาการของโรคที่รุนแรงได้อย่างไรก็ดีการตรวจยืนยันซัลโมเนลลาด้วยวิธีการทางชีวเคมียังคงเป็นวิธีพื้นฐานในการระบุเชื้อชนิดนี้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การแบ่งซีโรวาร์ตามคุณสมบัติของ O และ H แอนติเจน

Group /Serovars	Antigen		
	O	H	
		Phase1	Phase2
Group A			
S. ParatyphiA	1, 2,12	a	-
Group B			
S. ParatyphiB	1, 4,12	b	1,2
S. Typhimurium	1, 4,12	i	1,2
S. Derby	1, 4,12	f,g	(1,2)
S. Stanley	1, 4, 12,27	d	1,2
S. Agona	1, 4,12	f, g,s	-
Group C			
S. ParatyphiC	6, 7(Vi)	c	1,5
S. Choleraesuis	6,7	(c)	1,5
S. Bovismorbificans	6,8	r	1,5
S. Newport	6,8	r,h	1,2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 การแบ่งซีโรวาร์ตามคุณสมบัติของ O และ H แอนติเจน (ต่อ)

Group/Serovars	Antigen		
	O	H	
		Phase1	Phase2
GroupD			
S. Typhi	9, 12 (Vi)	d	-
S. Enteritidis	1, 9, 12	g, m	-
S. Dublin	1, 9, 12 (Vi)	g, p	-
S. Panama	1, 9, 12	1, v	1, 5
S. Gallinarum	1, 9, 12	-	-
GroupE			
S. Weltevreden	3, 10	R	z6
S. Lexington	3, 10	z 10	1, 5
S. Anatum	3, 10	e, h	1, 6
S. Krefeld	1, 3, 19	y	1, w

ที่มา : Popoff *et al.*, 2004

ซัลโมเนลลาที่พบส่วนใหญ่เป็นชนิดที่ไม่สร้างแคปซูลเชื้อชนิดนี้ที่พบในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นและสัตว์เลือดเย็น มักมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมต่างๆได้เป็นเวลานานโดยอาจมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 9 เดือนในสิ่งแวดล้อมบางชนิด เช่น ดิน น้ำ อุจจาระ และอาหารสัตว์ บางชนิด เช่น กระดูกป่นปลาป่นเป็นต้นการติดเชื้อ ส่วนใหญ่มักเกิดจากการกินอาหารหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้อสัตว์ที่ได้รับเชื้ออาจแสดงอาการทันทีหรือไม่แสดงอาการจนกว่าร่างกายจะอ่อนแอ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพ colonization resistance ของสัตว์ปริมาณที่ได้รับเชื้อและความรุนแรงของเชื้อ โดยเชื้อทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร และอาจรุนแรงถึงติดเชื้อเข้าในระบบไหลเวียนโลหิต (septicemia) ชนิดของซัลโมเนลลาที่ก่อให้เกิดโรคในสัตว์ชนิดต่างๆดังแสดงในตารางที่ 2.3 (Quinn *et al.*, 2002; ยุทธนา และคณะ, 2555)

ตารางที่ 2.3 โรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* serovars ต่างๆ

Salmonella Serovars	สัตว์พาหะ	อาการของโรค
S. Typhimurium	มนุษย์และสัตว์	ลำไส้อักเสบและการติดเชื้อในกระแสเลือด
S. Dublin	โคกระบือ	ลำไส้อักเสบและการติดเชื้อในกระแสเลือด
S. Choleraesuis	สุกร	ลำไส้อักเสบและการติดเชื้อในกระแสเลือด
S. Pullorum	ไก่	โรคขี้ขาวทำให้เกิดอาการท้องเสีย

ที่มา: Quinn *et al.*, 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 โรคที่เกิดจากเชื้อ *Salmonella* serovars ต่างๆ (ต่อ)

Salmonella Serovars	สัตว์พาหะ	อาการของโรค
S. Gallinarum	นก	โรค Fowl typhoid ทำให้เกิดอาการท้องเสีย
S. Enteritidis	สัตว์ปีกสัตว์	สัตว์ปีกมักไม่แสดงอาการทำให้เกิดอาการ
	ชนิดอื่นๆ	ท้องเสีย
	มนุษย์	อาหารเป็นพิษ
S. Brandenburg	แกะ	แท้ง (abortion)

ที่มา: Quinn *et al.*, 2002

2.2 Salmonellosis

ซัลโมเนลลาจะไม่ใช่จุลินทรีย์ประจำถิ่น (Normal flora) ในระบบทางเดินอาหาร อย่างไรก็ตาม มักตรวจพบจุลินทรีย์ชนิดนี้อยู่ในลำไส้ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมสัตว์ปีกและสัตว์เลื้อยคลานซึ่งเป็นแหล่งที่อาศัยที่สำคัญ และสามารถแพร่ไปสู่มนุษย์ได้โดยผู้ที่ติดเชื้อจะเป็นพาหะของโรค สามารถแพร่กระจายเชื้อผ่านทางอุจจาระไปสู่ผู้อื่นได้ นอกจากนี้ ยังสามารถได้รับเชื้อจากการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนหรือปรุงแบบสุกๆดิบๆในอาหารประเภทเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ตลอดจนการได้รับเชื้อจากสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (อรุณ และคณะ, 2534; ยุทธนา และคณะ, 2555)

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ระบุว่า ปัญหาโรคอาหารเป็นพิษจากการติดซัลโมเนลลาเป็นปัญหาของทุกประเทศทั่วโลกในประเทศสหรัฐอเมริกาคาดว่ามีผู้ป่วยโรคซัลโมเนลโลซิสประมาณ 1.4 ล้านคนต่อปีหรือเท่ากับ 560 รายต่อประชากรแสนคน (Mead *et al.*, 1999) จากการสำรวจของกรมควบคุมโรคในช่วงปี 2540-2546 พบว่า ประเทศไทยมีอุบัติการณ์ติดซัลโมเนลลา 64 รายต่อแสนประชากร และในปี 2546 ยังไม่มีแนวโน้มว่าจะลดลง (กรมควบคุมโรค, 2546)

แม้ว่าซัลโมเนลลาจะพบในสัตว์แทบทุกชนิด แต่อวัยวะที่พบนั้นอาจจะมีมากหรือน้อยต่างกัน เช่น บางครั้งอาจพบในต่อมน้ำเหลืองมากกว่าในอุจจาระ จากการศึกษาซากสุกรในโรงฆ่าของบุญฤทธิ์และเทวัญ (2548) พบซัลโมเนลลาในม้าม ตับ ถุงน้ำดี ต่อมน้ำเหลือง และในกระบังลม พอๆกับที่พบในอุจจาระ ทั้งนี้การแพร่ระบาดของเชื้อชนิดนี้จากสัตว์ไปยังสัตว์ที่มักเกิดขึ้นบ่อยๆอาจเนื่องจากมนุษย์และสัตว์นั้นอาจเป็นพาหะ กล่าวคือ มีซัลโมเนลลาแฝงอยู่ในร่างกายหรือในอุจจาระแต่ไม่แสดงอาการของโรคออกมา

2.2.1 อาการของโรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis)

โรคซัลโมเนลโลซิสเป็นโรคระบบทางเดินอาหารที่พบได้ทั้งในคนและสัตว์ และมักพบเป็นเชื้อฉวยโอกาสในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องหรือผู้ป่วยโรคเอดส์โดยจะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการติดเชื้อที่รุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้ เนื่องจากระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายซึ่งมีบทบาทสำคัญในการป้องกันเชื้อนี้อาการของโรคแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (Cimolai *et al.*, 2001) ดังนี้

1) โรค Gastroenteritis มักเกิดจากการกินอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อพบอัตราการป่วยมากที่สุดมีสาเหตุจากซัลโมเนลลาทุกซีโรวาร์โดยเฉพาะ *S.* Typhimurium และ *S.* Enteritidis มีระยะฟักตัวประมาณ 6 – 48 ชั่วโมง หลังจากเชื้อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะแสดงอาการมีไข้ต่ำหนาวสั่นปวดศีรษะคลื่นไส้อาเจียนปวดท้องเกร็งและถ่ายเหลวเป็นน้ำมูก ไม่มีการลุกลามเข้าสู่กระแสเลือดผู้ป่วยสามารถหายได้เองภายใน 2-7 วัน แต่จะยังคงเป็นพาหะของโรคเนื่องจากสามารถตรวจพบเชื้อในอุจจาระได้นานหลายสัปดาห์ อย่างไรก็ดี ในผู้ป่วยที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องเด็กทารกหรือผู้สูงอายุอาการจะรุนแรงมากขึ้นอาจพบการติดเชื้อในกระแสโลหิตและเสียชีวิตได้

2) โรค Enteric fever เป็นโรคที่พบเฉพาะในคนเท่านั้น มีสาเหตุจาก *Salmonella* Typhi ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ (Typhoid fever) ส่วน *Salmonella* Paratyphi A B และ C ทำให้เกิดโรคไข้รากสาดน้อย (Paratyphoid fever) อาการของโรคไทฟอยด์จะรุนแรงและยาวนานกว่าอาการของโรคไข้รากสาดน้อยมีระยะฟักตัวประมาณ 1-3 สัปดาห์ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายจะบุกรุกชั้นผนังลำไส้และถูกจับกินโดยเซลล์ macrophage ซึ่งจะนำเชื้อผ่านระบบทางเดินน้ำเหลืองเข้าสู่กระแสเลือดไปยังตับม้าม และไขกระดูก เชื้อจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนในอวัยวะดังกล่าวทำให้ผู้ป่วยแสดงอาการมีไข้อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดศีรษะ ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ เมื่อเชื้อเพิ่มจำนวนมากขึ้นที่อวัยวะและกระแสโลหิตจะทำให้ตับและม้ามโต

จากนั้นเชื้อจะกลับเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารอีกครั้งโดยตรวจพบเชื้อที่ถุงน้ำดีและเนื้อเยื่อน้ำเหลืองในผนังลำไส้ รวมถึง Payer's patch ทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อทำให้เกิดเป็นแผลทำให้แสดงอาการปวดท้องและถ่ายเหลว บางรายที่รุนแรงอาจทำให้มีเลือดออกในลำไส้ และผนังลำไส้ทะลุจนกระทั่งเสียชีวิตได้ เชื้อจะแพร่กระจายไปยังอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ และปอด ทำให้เกิดการอักเสบ เนื้อเยื่อเน่าตายได้ นอกจากนี้เชื้อที่อยู่ในถุงน้ำดีสามารถเข้าสู่ลำไส้และปะปนออกมากับอุจจาระแพร่กระจายไปสู่ผู้อื่นได้

3) โรคติดเชื้อในกระแสโลหิต (septicemia) เป็นการติดซัลโมเนลลาในกระแสโลหิตโดยผู้ป่วยไม่แสดงอาการของระบบทางเดินอาหารมักพบในเด็กเล็กผู้สูงอายุ และผู้ที่มีภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องทำให้แสดงอาการมีไข้สูงเฉียบพลัน หนาวสั่น อ่อนเพลีย และมีอาการของการติดเชื้อตามระบบที่มีการอักเสบของเนื้อเยื่อ เช่น ตับ ม้าม ปอด กระดูกเยื่อหุ้มสมอง และอาจทำให้เสียชีวิตได้ ซีโรวาร์ที่พบเป็นสาเหตุ ได้แก่ *Salmonella* Choleraesuis และ *Salmonella* Dublin

4) กลุ่มที่มิได้จำเพาะต่อชนิดของโฮสต์ หรือ Unadapted serovars เป็นกลุ่มของ *Salmonella* spp. ที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารอักเสบหรือ Intestinal Salmonellosis หรือ Gastroenteritis causing *Salmonella* spp. ซึ่งเป็น *Salmonella* spp. ที่อยู่นอกเหนือจากกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้นเนื่องจากความสามารถในการมีชีวิตอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้เป็นผลให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Salmonella spp. กลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ อุปกรณ์เครื่องมือหรือแม้กระทั่งคนหรือตัวสัตว์ได้ จึงพบว่า *Salmonella* spp. สามารถแพร่กระจายในห่วงโซ่อาหารได้อย่างกว้างขวางก่อให้เกิดปัญหาใหญ่ในการควบคุมอุบัติการณ์ของโรคที่เกิดจาก *Salmonella* spp. ในอาหาร

2.2.2 การเกิดโรคในคน

ผู้ป่วยได้รับเชื้อโดยกินอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่ และจำนวนเชื้อที่จะก่อโรคได้ประมาณ 10^5 เซลล์ ซึ่งเป็นผลจากการทดลองในอาสาสมัครที่ได้รับเชื้อจำนวน 10^5 เซลล์แล้วทำให้เกิดโรคได้ร้อยละ 28 ส่วนเชื้อจำนวน 10^7 เซลล์ ทำให้เกิดโรคได้ร้อยละ 50 และเชื้อจำนวน 10^9 เซลล์ ทำให้เกิดโรคได้ร้อยละ 95 อย่างไรก็ตาม ความรุนแรงของโรคไม่สัมพันธ์กับจำนวนเชื้อที่ได้รับ (Jackson et al., 1991) เมื่อเชื้อผ่านกระเพาะอาหารจะทำให้เชื้อตายไปบางส่วนส่วนที่เหลือเมื่อถึงลำไส้เล็กจะเข้าสู่เนื้อเยื่อน้ำเหลือง (lymphoid tissue) ของผนังลำไส้ และต่อมน้ำเหลืองบริเวณนั้นจำนวนเชื้อเพิ่มขึ้นมากในระยะเวลาประมาณ 7-14 วัน (เท่ากับระยะฟักตัว) เชื้อจะผ่านทางหลอดน้ำเหลือง และ Thoracic duct เข้าสู่กระแสโลหิตไหลเวียนผ่านอวัยวะต่างๆจะพบเชื้อในปอดตับม้ามถุงน้ำดีไขกระดูก ระยะที่เชื้อเริ่มเข้าสู่กระแสโลหิตจะมีเชื้อจำนวนหนึ่งตาย และปล่อยเอ็นโดท็อกซินออกมากระตุ้นเม็ดเลือดขาวให้เกิด Endogenous pyrogen ก่อให้เกิดอาการไข้ การก่อโรคโดย *Salmonella* Typhi เป็นแบบการลุกลามแบบปรสิตในเซลล์ ดังนั้นจะมีการเพิ่มจำนวนของ R-E cell จำนวนมากในตับและม้ามทำให้อวัยวะดังกล่าวมีขนาดใหญ่ขึ้น จึงตรวจพบผู้ป่วยไข้ไทฟอยด์บางรายมีตับหรือม้ามโตอย่างหนึ่งอย่างใดหรือทั้งสองอย่าง (Jackson et al., 1991; ยุทธนา และคณะ 2555)

เนื่องจากน้ำดีเป็นปัจจัยอย่างดีที่ช่วยในการเจริญของ *Salmonella* Typhi จึงพบเชื้ออยู่ที่ถุงน้ำดี เชื้อเพิ่มจำนวนและไหลออกมากับน้ำดีลงสู่ลำไส้เล็กก่อให้เกิดการอักเสบเพิ่มเติมที่ Peyer's patch และขับถ่ายเชื้อออกทางอุจจาระบางครั้งเกิดการอักเสบเป็นแผลที่ Peyer's patch มีเลือดออกหรือผนังลำไส้ทะลุส่วนที่อยู่ในกระแสเลือด เมื่อผ่านไตเชื้อจะออกทางปัสสาวะผู้ป่วยบางรายเชื้อทำให้เกิดพยาธิสภาพที่ปอด (ปอดอักเสบ-ปอดบวม) หรือที่กระดูกซึ่งผู้ป่วยจะมาหาแพทย์ด้วยอาการนำของโรคในระบบดังกล่าวได้มีผู้ตรวจหาปริมาณเชื้อ *Salmonella* Typhi ในกระแสเลือดของผู้ป่วยหลายรายปรากฏว่ามีจำนวนน้อยกว่าการติดเชื้อพวก *E.coli*, *Enterobacter* หรือ *Klebsiella* คือ จะพบ *Salmonella* ประมาณ 1 พันเซลล์ต่อมิลลิลิตรในขณะที่ *E.coli*, *Enterobacter* หรือ *Klebsiella* นั้นพบสูงถึงแสนเซลล์ต่อมิลลิลิตร (ยุทธนา และคณะ, 2555)

2.2.3 โรคซัลโมเนลโลซิสในสัตว์ปีก (Poultry salmonellosis)

โรคซัลโมเนลโลซิสในสัตว์ปีกเป็นการติดเชื้อผ่านทางอาหารและน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อจากสิ่งแวดล้อมหรือสัตว์พาหะต่างๆ เช่น หนู แมลงสาบ นก เป็นต้น สำหรับในสัตว์ปีกเชื้อยังสามารถติดต่อทางรูขุมขนและติดต่อผ่านจากแม่สู่ลูกได้อีกด้วย อาการที่พบในสัตว์ปีก คือ ท้องเสีย

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบื่ออาหาร มีไข้ น้ำหนักลด ซูบผอม เซื่องซึม เลี้ยงไม่โต ขนหยาบ และร่างกายขาดน้ำ อีกทั้งยังรุนแรงในสัตว์ที่อายุน้อยบางครั้งอาจเกิดการติดเชื้อในกระแสเลือดหรือทางระบบทางเดินหายใจ (Wray and Wray, 2000; ยุทธนาและคณะ, 2555)

2.3 กระบวนการผลิตในโรงฆ่าและชำแหละไก่

ไก่เนื้อ (Broiler) ที่เติบโตได้อายุและน้ำหนักที่เหมาะสมแล้ว โดยเฉลี่ยน้ำหนักไก่เนื้อปัจจุบันอยู่ที่ 2.7-3.0 กิโลกรัมต่อตัว จะใช้ระยะเวลาเลี้ยงอยู่ที่ประมาณ 39 - 45 วันต่อรุ่น โดยน้ำหนักของไก่เนื้อจะขึ้นอยู่กับสุขภาพไก่โดยรวม และอัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio) หลังจากนั้นไก่เนื้อจะถูกส่งเข้าโรงเชือดและชำแหละไก่ โดยขนส่งไก่จากฟาร์มไก่เนื้อด้วยกล่องบรรจุไก่ (crate) มายังโรงฆ่าและชำแหละไก่ เมื่อไก่มาถึงโรงฆ่าแล้วจะเข้าสู่กระบวนการผลิตเป็นเนื้อไก่ คือ การรับไก่ การแขวนไก่ การทำให้สลบ การเชือดและเอาเลือดออก การลวก การถอนขน การล้างซาก การล้วงเครื่องใน การล้างภายใน-ภายนอกซาก การลดอุณหภูมิซาก การตัดแต่ง การบรรจุถุง การแช่เย็นหรือแช่แข็ง การบรรจุกล่อง และการเก็บรักษา ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีโอกาสที่จะเพิ่มหรือลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้

สาเหตุหลัก ๆ ของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลา ได้แก่ การปนเปื้อนเชื้อที่ติดมากับไก่ที่มีชีวิตและการปนเปื้อนข้ามในกระบวนการผลิต แต่ทั้งนี้การเจริญเติบโตของเชื้อก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่เป็นผลจากการปนเปื้อนข้าม ดังนั้น ในกระบวนผลิตสิ่งสำคัญของการควบคุมเชื้อชนิดนี้ในโรง ฆ่าและชำแหละไก่ คือ การป้องกันหรือลดการมีมาของซัลโมเนลลากับไก่มีชีวิตจากฟาร์ม และการป้องกันการปนเปื้อนข้ามทั้งจากระหว่างตัวไก่ด้วยกันเอง และการปนเปื้อนจากปัจจัยอื่นที่สัมผัสตัวไก่ หรือซากไก่ เช่น อุปกรณ์ พนักงาน น้ำหรือน้ำแข็ง เป็นต้น (FSIS, 2006; ยุทธนาและคณะ, 2555)

กระบวนการผลิตในโรงฆ่าและชำแหละไก่ มีขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1) การรับไก่มีชีวิต

การขนส่งไก่เป็นจากฟาร์มมายังโรงฆ่าและชำแหละไก่จะถูกบรรจุอยู่ในกล่องบรรจุไก่ที่วางทับซ้อนกันทำให้อุจจาระหล่นจากกล่องด้านบนลงสู่ด้านล่าง และเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมด้วย เช่น รถบรรทุก ระยะทางการขนส่ง อุณหภูมิ และสภาพถนน อาจส่งผลให้ไก่เกิดการถ่ายอุจจาระมากขึ้นถือเป็นการกระจายเชื้อไปยังไก่ตัวอื่นๆ ในรถขนส่งได้ (FAO/WHO, 2002; อนุชา และคณะ, 2549)

การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในกล่องบรรจุไก่มีชีวิตในระหว่างการขนส่งสามารถเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 20 - 40 โดยเฉพาะหากไก่มีซัลโมเนลลาอยู่แล้วจะทำให้กล่องบรรจุไก่ปนเปื้อนเชื้อได้ด้วย จึงทำให้กล่องบรรจุไก่เป็นแหล่งสำคัญแหล่งหนึ่งที่เพิ่มโอกาสในการปนเปื้อนข้ามของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซัลโมเนลลา นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกล่องบรรจุไก่ก่อนใช้งานร้อยละ 5 และเพิ่มขึ้นในกล่องบรรจุไก่ที่ใช้บรรจุไก่เป็นร้อยละ 10 (Slader et al., 2002)

กล่องบรรจุไก่และรถบรรทุกจะเป็นแหล่งที่ปนเปื้อนอุจจาระจากการขนส่งไก่มีชีวิต ดังนั้นหลังจากที่นำกล่องบรรจุไก่ลงพื้นที่หมดแล้วจะต้องนำรถไปในพื้นที่ล้างรถเพื่อล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรครถบรรทุก โดยเฉพาะในส่วนของรถที่สามารถล้างและฆ่าเชื้อโรคได้อย่างทั่วถึง และมีประสิทธิภาพเช่นเดียวกัน ภายหลังจากที่นำไก่ออกจากกล่องบรรจุไก่แล้วต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค ซึ่งปัจจุบันในโรงฆ่าและชำแหละ ส่วนใหญ่ใช้เครื่องล้างกล่องบรรจุไก่อัตโนมัติ แต่เครื่องล้างดังกล่าวไม่มีระบบการขัดสิ่งสกปรกและคราบอุจจาระที่ติดออกก่อนจึงควรเพิ่มระบบการฉีดด้วยน้ำแรงดันสูง หรือการใช้แปรงขัดก่อนที่จะฆ่าเชื้อเพื่อให้สารเคมีฆ่าเชื้อออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bolder and Mulder, 1983 ; อนุชา และคณะ, 2549)

กล่องบรรจุไก่ที่ล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อกล่องบรรจุไก่แล้ว ผึ่งกล่องให้แห้งและต้องแยกพื้นที่การจัดวางออกจากกล่องที่ยังไม่ได้ล้าง โดยมีรายงานว่าการผึ่งกล่องบรรจุไก่ให้แห้งอย่างน้อย 48 ชั่วโมง จะช่วยลดซัลโมเนลลาได้เป็นอย่างดี (FSIS, 2006) แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับการลงทุนของโรงฆ่าและชำแหละ เนื่องจากต้องมีพื้นที่ในการจัดเก็บและการสำรองกล่องบรรจุไก่อย่างเพียงพอ

2) ลานรับไก่มีชีวิต

เป็นพื้นที่สำหรับการแขวนไก่มีชีวิตเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้มีการสะสมของสิ่งสกปรกอยู่มาก เช่น เศษอุจจาระ เศษขนไก่ และฝุ่น จัดเป็นพื้นที่เสี่ยงที่จะเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาก่อนเข้ากระบวนการผลิต เนื่องจากเป็นพื้นที่รวมไก่มีชีวิตจากฟาร์มต่างๆ หากตรวจพบซัลโมเนลลาในลานรับไก่ก็จะทำให้มีโอกาสตรวจพบซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตขั้นถัดไป ดังนั้นลานรับไก่จะต้องมีโปรแกรมล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอย่างเหมาะสม และต้องเขียนเป็นมาตรฐานการจัดการด้านสุขาภิบาล รวมทั้ง ต้องมีการจัดการด้านสวัสดิภาพสัตว์ เพื่อลดการตื่นตกใจของไก่ รวมถึงลดการกระพือปีก อันก่อให้เกิดการฟุ้งของฝุ่นและขนในบริเวณนี้ทำให้เกิดการแพร่กระจายของซัลโมเนลลาในอากาศบริเวณนั้น (Russell, 2005; อนุชา และคณะ, 2549)

พนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่นี้ต้องปฏิบัติตามมาตรการควบคุมและจัดการเรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี และที่สำคัญทิศทางการไหลของอากาศต้องไม่ไหลจากพื้นที่ลานรับไก่เข้าไปสู่ในอาคารการผลิต แต่ต้องสามารถกำหนดทิศทางการไหลของอากาศให้ออกสู่ภายนอกอาคารเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามจากอากาศบริเวณลานรับไก่มีชีวิตได้ (อนุชา และคณะ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การทำให้สลบและการเอาเลือดออก

ขั้นตอนการทำให้ไก่สลบเป็นกระบวนการที่ทำให้ไก่ไม่รู้สึกตัวจากนั้นจะเชือดให้เอาเลือดออก ทั้งนี้ต้องมั่นใจว่าไก่ตายและหยุดการดิ้นก่อนลงสู่บ่อลวกการทำให้สลบมี 3 วิธี คือ การใช้ไฟฟ้าการใช้วิธีกล และการใช้สารเคมี (อนุชา และคณะ, 2549)

การทำให้สลบโดยใช้ไฟฟ้าเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดแต่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมสูงสุด คือ การใช้กระแสไฟฟ้าผ่านน้ำ (water bath) เพื่อให้ไก่สลบก่อนการเชือดและเอาเลือดออก ขั้นตอนนี้ไม่เพียงเป็นการจัดการสวัสดิภาพสัตว์ ยังเป็นการลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในทางหนึ่งเนื่องจากสามารถลดการดิ้นทุรนทุรายและลดการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น การกระพือปีก ซึ่งทำให้เกิดการแพร่หรือฟุ้งกระจายของเศษขนหรือฝุ่นจากไก่ในอากาศ และก่อให้เกิดการปนเปื้อนกับไก่ตัวอื่นๆหรืออุปกรณ์ต่างๆได้ อย่างไรก็ตามในระหว่างการทำให้สลบไก่จะขับอุจจาระออกมาส่วนหนึ่ง ดังนั้นการงดอาหารก่อนจับเป็นวิธีที่สำคัญในการลดซัลโมเนลลา เพื่อลดปริมาณของอุจจาระที่ปนเปื้อนในซากไก่ รวมทั้งลดการปนเปื้อนอุจจาระที่อาจสะสมในเครื่องจักรในขั้นตอนต่อไป เช่น เครื่องการลวกขน และเครื่องการถอนขน (อนุชา และคณะ, 2549)

การงดอาหารก่อนจับไก่ (feed withdrawal) หมายถึง ระยะเวลาที่ไม่ให้อาหารแก่ไก่เริ่มตั้งแต่ที่โรงเรือนการขนส่งจนกระทั่งถึงโรงฆ่า ซึ่งรวมถึงเวลาพักไก่ด้วยขั้นตอนการงดอาหารนี้เป็นข้อแนะนำในการลดการปนเปื้อนเศษอาหารและอุจจาระในซากไก่ (National Chicken Council หรือ NCC, 1992) แต่การงดอาหารจะต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้ การงดอาหารก่อนจับนานเกินไปหรือมากกว่า 13-14 ชั่วโมง จะทำลำไส้เปราะบางและแตกง่ายขึ้น ในขั้นตอนการล้วงเครื่องในที่โรงฆ่า โดยมีรายงานว่าความแข็งแรงของลำไส้ไก่เนื้อจะลดลง 10% หากงดอาหารก่อนจับมากกว่า 14 ชั่วโมง (Bilgili and Hess, 1997; อนุชา และคณะ, 2549) อย่างไรก็ตาม การงดอาหารก่อนจับที่สั้นเกินไปหรือต่ำกว่า 6-7 ชั่วโมงนั้น ในทางเดินอาหารของไก่มีอาหารหลงเหลืออยู่ทำให้ลำไส้กลมใหญ่ และอาจแตกขาดได้ง่ายในขั้นตอนการเปิดผ่าช่องก้น (Vent opening) และกระเพาะพัก รวมทั้งไส้ตันจะขาดง่ายในระหว่างการขั้นตอนการล้วงเครื่องในโดยซากไก่เนื้อที่งดอาหารก่อนจับ 8-12 ชั่วโมงจะปนเปื้อนต่ำที่สุดร้อยละ 0.65 - 0.68 แต่ซากไก่เนื้อที่งดอาหารมากกว่า 16 ชั่วโมง จะปนเปื้อนสูงสุดร้อยละ 2 – 6 (Wabeck, 1992 ; Northcutt, 2000 ; อนุชา และคณะ, 2549) ทั้งนี้ การงดอาหารอย่างเหมาะสมทำให้ลำไส้มีลักษณะแบนจะลดโอกาสการแตกและปนเปื้อนและส่งผลดีในขั้นตอนการล้วงไส้

4) การลวกขน

การลวกขนเป็นขั้นตอนการเตรียมถอนขนโดยทำลายชั้นโปรตีนที่ยึดเกาะขนและเปิดช่องรูขุมขน ซึ่งแบ่งเป็น 2 วิธี คือ การใช้สเปรย์ไอน้ำร้อน และการแช่ลงบ่อลวก ซึ่งการใช้บ่อลวกเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดและเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการปนเปื้อนข้ามซัลโมเนลลาได้ เพราะน้ำลวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบ่อนี้จะสะสมสิ่งสกปรก เช่น ดิน ฝุ่น อุจจาระ และเศษขนจากตัวไก่ เป็นต้น (อนุชา และคณะ, 2549)

อุณหภูมิของน้ำและเวลาที่เหมาะสมในบ่อลวกเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าอุณหภูมิน้ำสูงเกินไป น้ำมันในไก่จะถูกขับออกมาเคลือบบนผิวของซากทำให้เกิดลักษณะคล้ายน้ำมันบนผิวของซากซึ่งจะง่ายต่อการฝังตัวของซัลโมเนลลา แต่ถ้าอุณหภูมิน้ำต่ำเกินไปก็จะเป็นแหล่งการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาได้ ดังนั้น อุณหภูมิน้ำในบ่อลวกต้องสูงกว่า 47 องศาเซลเซียส เพื่อการควบคุมการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลา (FSIS, 2006)ในการจัดการบ่อลวกที่ดี ควรใช้ระบบน้ำไหลเวียนที่เพียงพอ ซึ่งในระบบนี้ น้ำสะอาดจะไหลสวนทางกับตัวไก่ (counter-flow) เพื่อล้างไก่ให้สะอาด โดยปริมาณน้ำที่ไหลเวียนในบ่อลวกควรมากเพียงพอในการขจัดสิ่งสกปรกในบ่อลวกอีกด้วย (NCC, 1992) ซึ่งคู่มือวิธีการปฏิบัติงานในโรงฆ่าและชำแหละสัตว์ปีกของกรมปศุสัตว์ได้แนะนำให้บ่อลวกต้องมีปริมาณน้ำไหลล้น 0.25 ลิตรต่อซาก (อุดมและคณะ, 2548) แต่ National Chicken Council ของประเทศสหรัฐอเมริกาแนะนำว่า ควรใช้ปริมาณน้ำอย่างน้อย 0.94 ลิตรต่อซาก นอกจากนี้การใช้บ่อลวกที่มากกว่า 1 บ่อ จะสามารถลดการเปื้อนเปื้อนแบคทีเรียก่อโรคได้ดีกว่าบ่อลวกเพียง 1 บ่อ (Cason *et al*., 2000) และควรล้างทำความสะอาดบ่อลวกทุกครั้ง ภายหลังการผลิตในแต่ละวัน

Food Safety and Inspection Service (FSIS) ได้เสนอข้อควรพิจารณาเพิ่มเติมในการเฝ้าระวังค่าพีเอชของน้ำในบ่อลวกจำต้องมีค่าพีเอชสูง (ด่าง)มากกว่า 9.5หรือต่ำ (กรด) น้อยกว่า 3.8 เพราะซัลโมเนลลาสามารถลดจำนวนในสภาวะดังกล่าวได้ ดังนั้นทางโรงฆ่าและชำแหละควรเฝ้าติดตามค่าพีเอชในน้ำบ่อลวกอย่างสม่ำเสมอเพื่อกำหนดระดับพีเอชที่ต้องการ ทั้งนี้อุจจาระจากไก่จะประกอบด้วยกรดยูริกที่สามารถลดค่าพีเอชของน้ำ จาก 8.4 ลงเป็น 6.0 ภายในเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง นอกจากนี้ สารอินทรีย์ในบ่อลวกอาจทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ที่คงรักษาความเป็นกลาง (พีเอช 6-7)ของน้ำในบ่อลวกได้ ซึ่งพีเอชดังกล่าวเป็นพีเอชที่ซัลโมเนลลาจะสามารถทนต่อความร้อนได้ดีที่สุด (FSIS, 2006) อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีร่วมในกระบวนการที่สัมผัสกับตัวซากขึ้นอยู่กับกฎระเบียบของประเทศผู้นำเข้าด้วย เช่น สหภาพยุโรปซึ่งเป็นผู้นำเข้าที่สำคัญของไทยยังไม่อนุญาตให้มีการเติมสารเคมีใดให้สัมผัสซากโดยตรงยกเว้นน้ำสะอาด (Council Directive 92/116/EEC)

5) การถอนขน

ขั้นตอนการถอนขนเป็นการกำจัดขนออกจากผิวหนังชั้นนอกของซากไก่โดยซากไก่จะผ่านนิ้วยางที่กำลังหมุนเพื่อปั่นขนออกจากซากและมักเป็นเครื่องจักรแบบต่อเนื่องโรงงานมักเรียกขั้นตอนนี้ว่า การปั่นขน ขั้นตอนนี้เป็นสาเหตุหลักอีกขั้นตอนหนึ่งในการปนเปื้อนข้ามของซากจากการสัมผัสกับนิ้วยาง และน้ำที่ปนเปื้อนกระบวนการปั่นนี้ยังก่อให้เกิดการกระจายของสิ่งสกปรกจากตัวไก่จากการหมุนของนิ้วยาง อีกทั้งนิ้วยางที่ใช้มีลักษณะเป็นร่องจึงอาจเป็นที่สะสมของซัลโมเนลลาโดยเฉพาะนิ้วยางชำรุด หรือมีรอยแตกก็จะเป็นแหล่งสะสมเชื้อเป็นอย่างดี และเมื่อขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่หลุดออกจากรูขุมขนแล้วซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนสามารถฝังตัวเข้าไปในรูขุมขนได้ทำให้ยากแก่การขจัดออกในขั้นตอนต่อไป (NZFSA, 2000)

การให้ความสำคัญกับการทำความสะอาดและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ของเครื่องถอนขนเป็นสิ่งจำเป็นในการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้โดย The National Chicken Council (NCC) แนะนำการใช้น้ำสะอาดล้างนิ้วยางในขณะถอนขนอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการสะสมของเศษขนในขั้นตอนนี้ (NCC, 1992) อีกทั้งการใช้การน้ำคลอรีนเข้มข้น 18-30 พีพีเอ็ม จะช่วยลดซัลโมเนลลาบนซากไก่ภายหลังออกจากเครื่องถอนขนได้ (FSIS, 2006) อย่างไรก็ตาม ในขั้นตอนนี้กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปไม่อนุญาตให้เติมสารเคมีใดๆ ที่สัมผัสซากไก่โดยตรง ยกเว้น น้ำสะอาดเทียบเท่าคุณภาพน้ำดื่ม ดังนั้น ในการส่งไก่สดแช่แข็งไปต่างประเทศ ขั้นตอนการถอนขนจะสเปรย์น้ำสะอาดไปพร้อมกัน เพื่อล้างซากไก่และลดการฝังตัวของซัลโมเนลลารวมถึงเชื้อแบคทีเรียอื่นๆ บนผิวของไก่

6) การล้วงเครื่องใน

การล้วงเครื่องใน เป็นการนำเอาอวัยวะภายในช่องท้องออกและอาจต้องตัดแต่ง (Trimming) ชิ้นส่วนที่ผิดปกติออกจากซากไก่ เช่น ปนเปื้นอุจจาระ ช้ำ หัก หรือเป็นหนอง เป็นต้น ก่อนที่จะผ่านเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิซากเครื่องในทั้งหมดจะต้องถูกนำออกจากซากไก่ ยกเว้นไตที่อนุญาตให้ติดกับซากไก่ได้ (EU Directive, 1992) การล้วงเครื่องในจัดเป็นสาเหตุหลักของการแตกของลำไส้หรือทางเดินอาหารที่เกิดจากการงัดเครื่องในที่ไม่ถูกวิธีหรือไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการปนเปื้อนอุจจาระและเศษอาหารบนซากและเครื่องใน และเป็นสาเหตุในการเพิ่มการปนเปื้อนซัลโมเนลลาของซากไก่ (FAO/WHO, 2002; สุภชัย, 2548)

ในปัจจุบันขั้นตอนการล้วงเครื่องในสำหรับโรงฆ่าและชำแหละนั้นจะแขวนซากไก่บนราวเพื่อให้สะดวกแล้วใช้อุปกรณ์งัดเครื่องใน เช่น มีดสำหรับเปิดช่องท้องเหล็กงัดเครื่องใน เป็นต้น ปัจจุบันผู้ประกอบการโรงฆ่าและชำแหละบางรายเริ่มนำเครื่องจักรล้วงเครื่องในอัตโนมัติมาใช้ ซึ่งก็ต้องมีการจัดการให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีโปรแกรมการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะชิ้นส่วนต่างๆของเครื่องจักร เช่น ใบมีด ต้องมีการบำรุงรักษาตามโปรแกรมเพื่อให้มีความคมอยู่เสมอในการใช้งาน

นอกจากนั้นการแขวนใหม่ (Rehang) ของซากไก่จากห้องลวกและถอนขน มาสู่ห้องล้วงนั้น หากใช้ราวแขวนแบบอัตโนมัติจะช่วยลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างซากได้ดีกว่าการปล่อยให้ซากไก่หล่นมาบนโต๊ะและใช้คนในการแขวนซากไก่ใหม่ นอกจากนี้ ภายหลังจากแขวนใหม่ควรต้องล้างซากด้วยน้ำสะอาดเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียบนซากไก่ และป้องกันการฝังตัวของซัลโมเนลลาประเทศแคนาดากำหนดให้มีการล้างซาก ภายในเวลา 15 วินาที ภายหลังการแขวนใหม่ (CFIA, 2007) และในการควบคุมซัลโมเนลลาในขั้นตอนนี้ควรล้างซากหลายครั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดซัลโมเนลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันโรงฆ่าและชำแหละในประเทศไทย พบการล้วงเครื่องในทั้ง 2 รูปแบบ คือ การใช้คนและการใช้เครื่องจักรล้วงอัตโนมัติ ซึ่งวิธีการทั้ง 2 รูปแบบ สามารถทำให้เกิดการขาดของลำไส้และเกิดอุจจาระเศษอาหารปนเปื้อนซากได้เช่นเดียวกัน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงมากที่สุด คือ การลดปัญหาการไส้แตกให้น้อยที่สุด ดังนั้นการงดอาหารก่อนจับจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลในการลดการปนเปื้อนได้ในขั้นตอนนี้ (อนุชา และคณะ, 2549)

การล้วงเครื่องในโดยคนในแต่ละขั้นตอนที่สัมผัสกับซากและเปิดช่องก้น (Vent opening) สามารถก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้เช่นมีดเหล็กงัดเครื่องใน ตะขอเกี่ยวหลอดลม-หลอดอาหาร ต้องมีขั้นตอนการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยการต้มที่อุณหภูมิน้ำไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส (EU Directive, 1992) รวมไปถึงต้องมีอุปกรณ์สำรองที่สามารถเปลี่ยนใช้ได้ทันทีในกรณีที่อุปกรณ์เกิดการปนเปื้อนอุจจาระและอยู่ในตำแหน่งที่พนักงานสามารถเปลี่ยนได้สะดวกก่อนเปิดช่องก้นไม่ควรมีน้ำขังบริเวณก้นของซาก (CFIA, 2007) การเปิดช่องก้นต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดการขาดของลำไส้ส่วนปลาย ซึ่งจะทำให้อุจจาระปนเปื้อนไปกับซากได้ หลังจากงัดเครื่องในออกจากซากแต่ละตัวแล้วเหล็กงัดเครื่องในควรจะได้รับการล้างผ่านน้ำที่สะอาดทุกครั้งและเมื่อเหล็กงัดเกิดการปนเปื้อนจากการแตกของลำไส้หรือน้ำดีจะต้องเปลี่ยนเหล็กงัดเครื่องในใหม่ทันที เพื่อลดการปนเปื้อนข้ามซัลโมเนลลาสู่ซากอื่นๆ ถัดไป การล้วงเครื่องในโดยคนทักษะการทำงานของพนักงานเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพบปัญหาไส้แตกการล้วงเครื่องในโดยคนพบปัญหาไส้แตก 1-5 % (NZFSA, 2000) ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากทักษะความชำนาญและจากตัวไก่ที่งดอาหารอย่างไม่เพียงพอก่อนการจับ นอกจากนี้ควรมีโปรแกรมการฝึกอบรมพนักงานในจุดนี้ เพื่อให้เข้าใจถึงความสำคัญของการปนเปื้อนข้าม และมีทักษะก่อนเริ่มทำงานในจุดนี้ได้ หรือ ลดการหมุนเวียนพนักงานในจุดนี้ เพื่อเพิ่มทักษะในการทำงานในการล้วงเครื่องในของพนักงาน

การล้วงเครื่องในโดยเครื่องจักรอัตโนมัติระบบนี้สามารถที่จะลดการปนเปื้อนอุจจาระบนซากและอวัยวะภายในได้ส่งผลให้ลดการกระจายของเชื้อแบคทีเรีย (Bremmer and Johnston, 1996) ซึ่งหลังจากที่มีการเปิดช่องก้นแล้วเครื่องในจะถูกนำออกและแยกไว้ต่างหากจากซากไก่และวิ่งควบคู่กันไปกับซากไก่บนราวแขวนในความเร็วราวที่เท่าๆกันเพื่อให้ซากและเครื่องในถูกตรวจหลังฆ่า (post-mortem inspection) โดยพนักงานตรวจเนื้อทำให้ในระบบนี้ซากและเครื่องในจะไม่มีการสัมผัสกันในขณะที่หัวใจปอดและตับก็จะถูกนำออกจากเครื่องในโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องใช้คนจัดการแต่เครื่องจักรล้วงเครื่องในจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องตามโปรแกรมการทำความสะอาดโดยเฉพาะในส่วนของการเปิดช่องก้น (vent opening) ใบมีดควรรักษาความคมอยู่เสมอ ทั้งนี้ประสิทธิภาพของเครื่องล้วงเครื่องในอัตโนมัติจะขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องจักรแล้ว ขนาด รูปร่าง และน้ำหนักของไก่เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการกำหนดน้ำหนักไก่มีชีวิตเป็นสิ่งจำเป็นเพราะหากเครื่องจักรตั้งเครื่องไว้สำหรับไก่น้ำหนักขนาดกลางแต่ใช้กับไก่มีชีวิตที่น้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากกว่าหรือน้อยกว่า ซึ่งจะทำให้การล้วงเครื่องในไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากเครื่องจักรไม่สามารถปรับสภาพการทำงานของเครื่องตามขนาดของไก่ได้อย่างอัตโนมัติ และมักทำให้ทางเดินอาหารและลำไส้แตกและปนเปื้อนไปกับซากไก่และอุปกรณ์จากการล้วงเครื่องในที่ไม่สมบูรณ์อีก ทั้งควรจะต้องหยุดเครื่องเพื่อปรับแต่งให้เหมาะสมกับขนาด รูปร่าง และน้ำหนักของไก่ แต่การหยุดการผลิตเพื่อปรับแต่งเครื่องจักรอาจส่งผลถึงต้นทุนการผลิตที่อาจต้องเพิ่มขึ้น ดังนั้น การกำหนดให้ไก่มีชีวิตที่เข้าเชือดมีขนาดและน้ำหนักที่ใกล้เคียงกันจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง สำหรับการล้วงเครื่องในโดยเครื่องจักรอัตโนมัติ (อนุชา และคณะ, 2549)

7) การล้างภายใน-ภายนอกซาก

การล้างภายใน-ภายนอกซาก เป็นขั้นตอนการสเปรย์น้ำ หรือการไหลผ่านของน้ำสะอาดที่มีแรงดันและปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการล้างทำความสะอาดซากก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิซาก เพื่อการขจัดอินทรียวัตถุ และเชื้อจุลินทรีย์บางตัวที่มาจากกระบวนการถอนขนและล้วงเครื่องใน ขั้นตอนนี้จะช่วยลดระดับของเชื้อแบคทีเรียบนซากไก่ได้ (Bremner and Johnston, 1996) เมื่อซากไก่ผ่านกระบวนการล้างภายใน-ภายนอกซาก พบว่าสามารถลด Aerobic Plate Count, Enterobacteriacea และ Coliforms ลง ร้อยละ 50 – 90 (NZFSA, 2000)

การล้างภายใน-ภายนอก เป็นขั้นตอนก่อนที่ซากจะเข้าสู่กระบวนการลดอุณหภูมิซาก ดังนั้นต้องมั่นใจว่าซากต้องไม่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ลงสู่ถังลดอุณหภูมิซากมากเกินไปเพราะหากอินทรียวัตถุที่มากเกินไปจะเป็นการเพิ่มการสะสมของเชื้อในกระบวนการลดอุณหภูมิและปนเปื้อนไปกับซากตัวอื่นๆ หลังการถอนขน หลังจากแขวนใหม่ในห้องล้วง หลังล้วงเครื่องในจนกระทั่งถึงขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากจะมีประสิทธิภาพในการลดซัลโมเนลลาสูงกว่าการใช้น้ำล้างซากภายใน-ภายนอกซาก (May, 1974 ; อนุชา และคณะ, 2549)

ขั้นตอนการล้างภายใน-ภายนอกซากหลายโรงฆ่าและชำแหละจะกำหนดให้เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (CCP) โดยอ้างอิงตามข้อกำหนดของสหภาพยุโรปที่กำหนดว่า หลังจากที่ซากไก่ผ่านการล้วงเครื่องในแล้วต้องมีการล้างภายในภายนอกซากทันทีโดยใช้ปริมาณน้ำและแรงดันที่มีความเหมาะสม คือ สำหรับซากไก่ที่มีน้ำหนักซากไม่เกิน 2.5 กิโลกรัมจะต้องใช้ปริมาณน้ำล้างภายใน-ภายนอกซาก ไม่ต่ำกว่า 1.5 ลิตรต่อซาก แต่หากน้ำหนักซาก 2.5-5.0 กิโลกรัมต้องใช้ปริมาณน้ำล้างภายใน-ภายนอกซาก ไม่ต่ำกว่า 2.5 ลิตรต่อซาก (EU Directive, 1992) นอกจากปริมาณน้ำและแรงดันที่มีความเหมาะสมแล้ว สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง คือ การบำรุงรักษาหัวฉีดสเปรย์น้ำของเครื่องล้างภายใน-ภายนอกซากให้สามารถฉีดสเปรย์น้ำกระจายทั่วทั้งซากไก่ตลอดเวลาและไม่เกิดการอุดตัน หรือตำแหน่งหัวฉีดไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมทำให้ล้างซากภายใน-ภายนอกซากไม่สะอาด และไม่สามารถขจัดสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนมากับซากไก่ได้ (อนุชา และคณะ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

8) การลดอุณหภูมิซาก

ขั้นตอนการลดอุณหภูมิของซากไก่ มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอุณหภูมิ และยับยั้งการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลา โดยกระบวนการลดอุณหภูมิซากที่นิยมใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ คือ การแช่ในน้ำเย็น (immersion chiller) และการใช้ลมเย็น (Air chiller) แต่ประเทศไทยนิยมใช้ระบบการแช่ในน้ำเย็น (อนุชา และคณะ, 2549) การลดอุณหภูมิซากด้วยวิธีการแช่น้ำเย็นที่ปฏิบัติถูกต้องตามข้อกำหนดจะสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนซากไก่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม การแช่เย็นซากในถังลดอุณหภูมิซากก็อาจเป็นสาเหตุหลักของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้ (FSIS, 2006)

ถังลดอุณหภูมิซากต้องมีระบบการไหลของน้ำเป็นการไหลที่ทิศทางของน้ำสะอาดสวนทางกับซากไก่ (counter flow) และมีปริมาณการเติมน้ำสะอาดเพื่อให้มีปริมาณน้ำไหลล้น (over flow) ที่เหมาะสม และเป็นไปตามข้อกำหนด ซึ่งอาจต้องเติมน้ำแข็งในลดอุณหภูมิของซากไก่ ในประเทศสหรัฐอเมริกาก็ใช้การลดอุณหภูมิซากด้วยน้ำเย็นเช่นกัน นอกจากนี้ยังมีการเติมคลอรีนในน้ำ ซึ่งคลอรีนที่มีความปลอดภัยและนิยมใช้ทั่วไปมี 4 ชนิด คือ แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (calcium hypochloride) โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (sodium hypochlorite) ก๊าซคลอรีน (chlorine gas) และกรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid) นอกจากนี้ น้ำเย็นในถังลดอุณหภูมิควรมีค่าพีเอชระหว่าง 6.0-7.5 จะทำให้คลอรีนทำปฏิกิริยากับน้ำให้เป็นรูปกรดไฮโปคลอรัส และไฮโปคลอไรท์อิออน (hypochlorite ion) ซึ่งทั้ง 2 เป็นรูปแบบของคลอรีนอิสระ ซึ่งกรดไฮโปคลอรัสจะสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ดี แต่เมื่อค่าพีเอชของน้ำสูงเกินไปกรดไฮโปคลอรัสจะอยู่ในรูปไฮโปคลอไรท์อิออน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อลดลง ดังนั้นประโยชน์สูงสุดของการใช้คลอรีนในถังลดอุณหภูมิซากต้องมีการตรวจวัดค่าพีเอชในน้ำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยถ้าคลอรีนอิสระมีค่า 10 พีพีเอ็ม จะสามารถกำจัดซัลโมเนลลาได้ภายใน 120 นาที แต่ถ้าคลอรีนอิสระในน้ำเท่ากับ 30 พีพีเอ็ม จะกำจัดซัลโมเนลลาในเวลาเพียง 6 นาที และการเพิ่มคลอรีนอิสระเป็น 50 พีพีเอ็ม จะกำจัดซัลโมเนลลาในเวลา 3 นาที (FSIS, 2006)

ปัจจัยที่สำคัญต่างๆที่มีผลต่อการพบซัลโมเนลลาในถังลดอุณหภูมิซาก ได้แก่ การปนเปื้อนซัลโมเนลลาบนซากไก่ก่อนลงถังลดอุณหภูมิซาก ปริมาณน้ำที่เติมลงถังลดอุณหภูมิซากและปริมาณน้ำไหลล้นต่อซากไก่ สัดส่วนของซากไก่กับปริมาณน้ำที่ใช้ในถังลดอุณหภูมิ และสุดท้าย คือ การใช้สารเคมีเติมลงในถังลดอุณหภูมิซาก แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกฎระเบียบของประเทศผู้นำเข้าด้วย เช่น สหภาพยุโรปซึ่งเป็นผู้นำเข้าที่สำคัญของไทยยังไม่อนุญาตให้มีการเติมสารเคมีใดลงในถังลดอุณหภูมิซาก (Council Directive 92/116/EEC) ดังนั้น ปริมาณน้ำที่ใช้และความสะอาดของน้ำในถังลดอุณหภูมิจึงเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้อินทรียวัตถุในถังลดอุณหภูมิซากที่สะสมในระหว่างการผลิตจะมีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลากับซากไก่มากขึ้น ซึ่งอินทรีย์สารนี้จะสะสมเพิ่มขึ้นในถังลดอุณหภูมิซากและติดอยู่ตามใบพัดหรือสกรูรวมไปถึงขอบของถังลดอุณหภูมิซากและมีความเข้มข้นมากบริเวณใกล้ทางออกของถังลดอุณหภูมิซาก (FSIS, 2006) ดังนั้นการเติมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148022

สะอาดจึงควรเป็นจุดบริเวณทางออกของซากไก่จากถังลดอุณหภูมิเพื่อมั่นใจได้ว่าซากไก่สัมผัสน้ำสะอาดก่อนออกจากถังลดอุณหภูมิซาก (อนุชา และคณะ, 2549)

การลดอุณหภูมิซากโดยอากาศเย็นเป็นระบบที่แขวนซากไก่บนราวและนำซากเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในห้องแช่เย็นซึ่งโดยปกติจะมี 2 ห้อง โดยห้องแรกจะมีอุณหภูมิประมาณ 10 องศาเซสเซียส และห้องที่สองจะมีอุณหภูมิประมาณ -5 องศาเซสเซียส โดยใช้เวลาที่ซากไก่อยู่ในห้องทั้งสองประมาณ 4-8 ชั่วโมงจนกระทั่งอุณหภูมิซากได้ตามที่กำหนด เช่นเดียวกับ การลดอุณหภูมิซากด้วยน้ำแช่เย็น ซึ่งการลดอุณหภูมิซากด้วยอากาศเย็นจะลดปัญหาการสัมผัสระหว่างซากไก่ในกระบวนการลดอุณหภูมิซากทำให้ลดการปนเปื้อนข้ามได้ โดยมีรายงานการวิจัยว่า การลดอุณหภูมิซากด้วยอากาศเย็นจะพบปัญหาเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่ต่ำกว่า ระบบการลดอุณหภูมิซากด้วยการแช่น้ำเย็น (Allen *et al*., 2000) และมีประสิทธิภาพในการลดอุณหภูมิซากที่ไม่แตกต่างกัน

การลดปัญหาการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในกระบวนการลดอุณหภูมิซากไม่ว่าจะเป็นระบบการแช่น้ำเย็น หรืออากาศเย็น จำเป็นต้องการบำรุงรักษา และการทำความสะอาด โดยล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในถังลดอุณหภูมิซากอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยวันละหนึ่งครั้งภายหลังเลิกงาน และต้องประเมินประสิทธิภาพถังลดอุณหภูมิซากโดยตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และกลุ่ม Enterobacteriacea bacteria เปรียบเทียบซากไก่ระหว่างก่อนและหลังผ่านระบบลดอุณหภูมิซากเป็นระยะ เช่นเดียวกับการลดอุณหภูมิซากด้วยอากาศเย็นโรงงานควรมีการบำรุงรักษาทำความสะอาดและฆ่าเชื้อราโซ่ที่แขวนซากไก่อย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อราโซ่แขวน รวมทั้งพื้นที่ห้องแช่เย็นวันละหนึ่งครั้ง ราโซ่แขวนที่ชำรุดควรเปลี่ยนทันที เพื่อป้องกันการปนเปื้อนซากที่สัมผัสกัน (อนุชา และคณะ, 2549)

9) กระบวนการตัดแต่งและถอดกระดูกออกจากซากไก่

กระบวนการตัดแต่งและถอดกระดูกออกจากซากไก่ (Cutting and Boning) เป็นขั้นตอนที่แยกซากไก่ให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆตามที่ต้องการ โดยจัดทำในห้องตัดแต่ง (cutting room) ซึ่งอาจใช้พนักงานหรือเครื่องจักรอัตโนมัติก็ได้ โรงฆ่าและชำแหละเนื้อไก่ในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังคงใช้พนักงาน โดยซากไก่จะแขวนอยู่บนราวและมีการตัดแต่งตามขั้นตอนบางชิ้นส่วนจะต้องมีการตัดแต่งหรือชำแหละบนเขียงและลำเลียงชิ้นส่วนเนื้อไก่ตามสายพานลำเลียงเพื่อเข้าสู่กระบวนการบรรจุต่อไป

การตัดแต่งและถอดกระดูกออกจากซากไก่เป็นขั้นตอนที่อาจมีผลต่อการเพิ่มจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้จากอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เช่น มีด เขียง โต๊ะ สายพาน รวมถึงจากพนักงาน เช่น มือ เครื่องแต่งกาย เอี๊ยม เป็นต้น ล้วนแล้วแต่เป็นตัวการของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้ ดังนั้นการป้องกันการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในขั้นตอนนี้ทำได้โดยการจัดการสุขลักษณะการผลิตที่ดี การจัดการด้านโปรแกรมการทำความสะอาดที่เหมาะสม โดยอุปกรณ์ที่สัมผัสเนื้อโดยตรง เช่น มีด เขียงสายพานโต๊ะ เป็นต้น ต้องมีการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอย่างเหมาะสมก่อนที่จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้งานใหม่และมีโปรแกรมการเปลี่ยนอุปกรณ์ในระหว่างการผลิตอย่างสม่ำเสมอ โดยอุปกรณ์ต้องมีการตรวจประเมินความสะอาดก่อนใช้งานทุกครั้งทั้งด้วยสายตาและควรมีการตรวจพื้นสัมผัสของอุปกรณ์และประสิทธิภาพของการล้างทำความสะอาดและการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ นอกจากนี้พนักงานที่ปฏิบัติงานในขั้นตอนนี้ต้องมีการปฏิบัติงานตามหลักสุขศาสตร์ส่วนบุคคลที่ดีด้วย (อนุชา และคณะ, 2549)

การควบคุมเวลาและอุณหภูมิในขั้นตอนการตัดแต่งและถอดกระดูกเป็นเงื่อนไขที่สำคัญที่ต้องมีการจัดการ เพื่อเป็นการป้องกันการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาในระหว่างการผลิตโดยอุณหภูมิที่ซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ คือ 8-45 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิเนื้อจึงควรต่ำกว่า 7 องศาเซสเซียส (NZFSA, 2000) แต่กลุ่มสหภาพยุโรปนั้นกำหนดว่าอุณหภูมิเนื้อขณะตัดแต่งต้องไม่สูงเกิน 4 องศาเซลเซียส (EU Directive, 1992) และการรักษาอุณหภูมิของห้องตัดแต่งและถอดกระดูกออกจากซากไก่เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้เนื้อไก่สามารถรักษาอุณหภูมิได้ตามที่กำหนดโดยอุณหภูมิห้องไม่ควรสูงเกิน 12 องศาเซลเซียส (Bremner and Johnston, 1996) ในขณะที่ประเทศแคนาดา กำหนดให้อุณหภูมิห้องตัดแต่งและถอดกระดูกออกจากซากไก่ไม่ควรสูงเกิน 10 องศาเซลเซียส (CFIA, 2007) และประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดอุณหภูมิห้องไว้ไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส ในขณะที่มีการตัดแต่งเนื้อสด (FSIS, 2000)

10) การแช่เย็นการแช่แข็งการบรรจุกล่องการเก็บรักษา

กระบวนการแช่เย็นชิ้นส่วนไก่สด เป็นการควบคุมอุณหภูมิของเนื้อไก่ให้อยู่ในระดับที่เชื้อแบคทีเรียก่อโรครวมถึงซัลโมเนลลาไม่สามารถเจริญเติบโตได้ โดยทั่วไปจะกำหนดให้อุณหภูมิเนื้อไม่สูงเกิน 4 องศาเซลเซียส และจัดเก็บในห้องที่มีการรักษาอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 0-4 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะส่งมอบให้โรงงานแปรรูปเนื้อไก่ต่อไป (FAO/WHO, 1993) ส่วนกระบวนการแช่แข็งเป็นขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากให้อยู่ในระดับแช่แข็งโดยมีระดับอุณหภูมิใจกลางเนื้อไม่สูงกว่า -18 องศาเซลเซียส โดยในกระบวนการแช่แข็งนี้สามารถทำลายซัลโมเนลลาได้ แต่ไม่สามารถกำจัดได้หมด เพราะยังสามารถตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แช่แข็งที่เก็บไว้ 1 ปี (NZFSA, 2000)

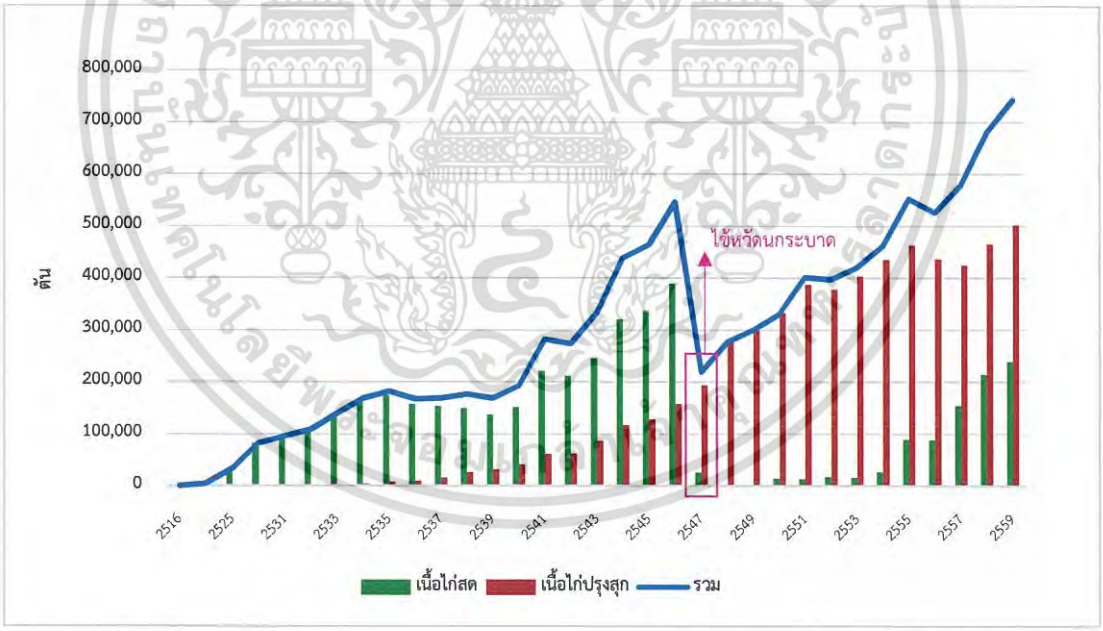
การเก็บรักษาเนื้อไก่แช่แข็งควรเก็บในห้องเย็นเก็บสินค้าแช่แข็งที่สามารถรักษาอุณหภูมิไม่ให้อุณหภูมิใจกลางเนื้อสูงกว่า -18 องศาเซลเซียส (EU Directive, 1992) โดยสินค้าเนื้อไก่แช่แข็งจะถูกบรรจุในกล่องสินค้าและจัดเก็บในห้องเย็นเก็บสินค้าแช่แข็ง ในการผลิตตามขั้นตอนการแช่เย็นการแช่แข็งการบรรจุกล่องและการเก็บรักษามีความเสี่ยงในการพบซัลโมเนลลาค่อนข้างน้อย เนื่องจากเนื้อไก่บรรจุในถุงเรียบร้อยแล้ว ดังนั้น หากมีมาตรการควบคุมการปฏิบัติงานของพนักงานให้ถูกสุขลักษณะตลอดจนป้องกันการปนเปื้อนข้ามจากการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะและการสุ่มตรวจสอบการบรรจุถุงและการบรรจุกล่องสินค้าเพื่อรับประกันว่าถุงบรรจุไม่มีการฉีกขาดก็จะสามารถลด และป้องกันปนเปื้อนข้ามได้ อย่างไรก็ตาม การป้องกันไม่ให้มีซัลโมเนลลาปนเปื้อนมากับเนื้อไก่ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก (อนุชา และคณะ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตในโรงฆ่าและชำแหละอาจมีผลต่อการเพิ่มและลดโอกาสในการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จึงจำเป็นต้องได้รับการจัดการและดูแลอย่างเข้มงวด เพื่อลดโอกาสในการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ที่จะไปสู่ผู้บริโภคต่อไป

2.4 ปริมาณ และมูลค่าการส่งออกสินค้าเนื้อไก่สดของประเทศไทย

ประเทศไทยเริ่มมีการส่งออกเนื้อไก่สดแช่แข็ง ตั้งแต่ปี 2516 โดยการส่งออกในช่วงแรกสัดส่วนการส่งออกจะเป็นเนื้อไก่สดมากกว่าเนื้อไก่แปรรูป จนกระทั่งมีการระบาดของไข้หวัดนกในปี 2547 สัดส่วนการส่งออกเปลี่ยนไปในทางตรงกันข้าม (ภาพที่ 2.1) ทั้งนี้ภายหลังจากที่ถูกระงับการนำเข้าเนื้อไก่สดตั้งแต่วันที่ 23มกราคม พ.ศ.2547 จากสถานการณ์ไข้หวัดนก ต่อมา Commission Implementing Regulation (EU) No 393/2012 ประกาศให้ประเทศไทยสามารถส่งออกเนื้อไก่สดแช่แข็งไปยังสหภาพยุโรปได้อีกครั้ง เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบันประเทศไทยจัดเป็นผู้ส่งออกเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์อันดับที่ 4 ของโลก (USDA, 2016) มีการส่งออกปีละประมาณ 5-6 แสนตัน นำรายได้เข้าประเทศปีละประมาณ 7-8 หมื่นล้านบาท (สมาคมผู้ผลิตไก่เพื่อส่งออกไทย, 2560) โดยมีคู่ค้ารายหลัก คือ ญี่ปุ่น และสหภาพยุโรป



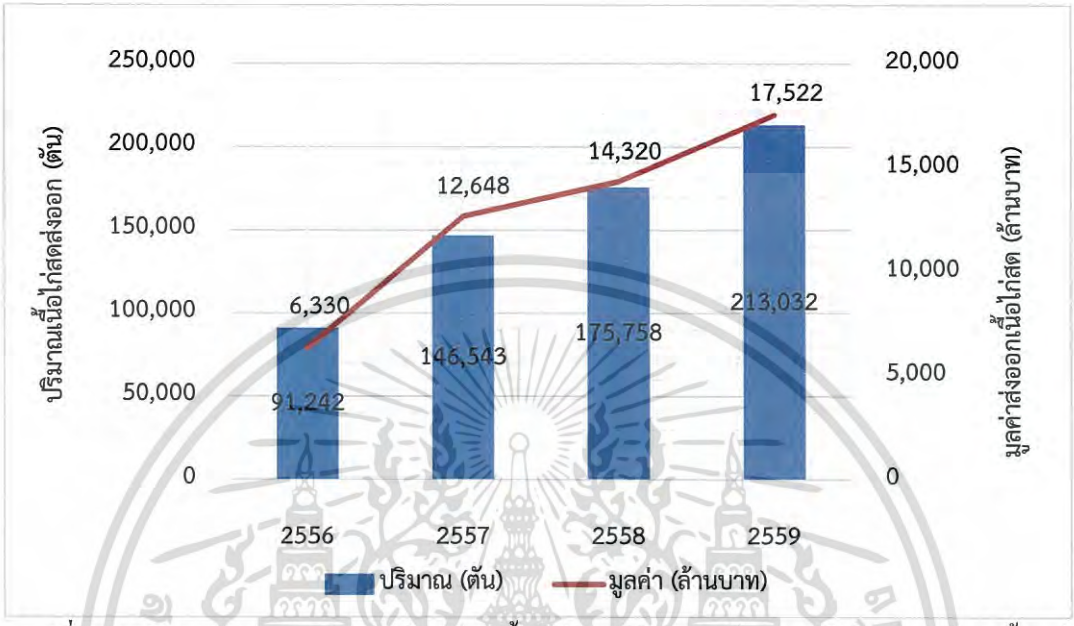
ภาพที่ 2.1 ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่แปรรูปปรุงสุก และไก่สดแช่เยือกแข็ง(รวมไก่หมักเกลือ) ตั้งแต่ พ.ศ. 2516 - 2559

ที่มา : สมาคมผู้ผลิตไก่เพื่อส่งออกไทย, 2560

การที่ประเทศไทยสามารถส่งออกเนื้อไก่สดไปยังกลุ่มสหภาพยุโรปได้ทำให้แนวโน้มของปริมาณ และมูลค่าการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็ง (รวมไก่หมักเกลือ) ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2556 – 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องดังแสดงในภาพที่ 2.2 ปริมาณการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็งที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 61, 20 และ 21 ในส่วนของปริมาณก็เช่นกัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 100, 13 และ 22 เปรียบเทียบปีต่อปี จากปี 2557 – 2559



ภาพที่ 2.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เยือกแข็ง(รวมไก่หมักเกลือ) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2559

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร, 2560

ตามกฎหมายของสหภาพยุโรป (EU Regulation 2073/2005) นั้นมีข้อกำหนดว่าเนื้อไก่สด (Fresh poultry meat) ต้องไม่พบ*Salmonella* Enteritidis (SE) และ *Salmonella* Typhimurium (ST) ในตัวอย่าง 25 กรัม และเนื้อไก่ที่มีเครื่องปรุงผสม (Meat preparation) เช่น เนื้อไก่หมักเกลือ ต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม อย่างไรก็ตาม จากข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ.2556 – เดือนเมษายน พ.ศ. 2560 นั้น (ตารางที่ 2.4) ได้ตรวจพบซัลโมเนลลาเนื้อไก่ไทยเพิ่มมากขึ้นโดยพบเชื้อชนิดนี้ จำนวน 3, 14 และ 24 ครั้งต่อปี ตามลำดับ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียจากการตีกลับสินค้า (Reject) เฉพาะตัวมูลค่าสินค้าถึงประมาณ 136 ล้านบาท นอกจากนี้ ยังมีความเสียหายที่ไม่สามารถประเมินค่าได้อีก เช่น ค่าปรับจากความล่าช้าในการส่งมอบ ความน่าเชื่อถือของโรงงานผู้ผลิตส่งออก และหน่วยงานที่มีหน้าที่กำกับดูแล (Competent Authority) ลดลง รวมถึงความเข้มงวดเพิ่มขึ้นในการตรวจสอบสินค้าจากประเทศไทย ซึ่งหากประเทศไทยมีประวัติการตรวจพบซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศผู้นำเข้าอย่างกลุ่มสหภาพยุโรปก็มีแนวโน้มพิจารณาระงับการนำเข้าเนื้อไก่สดแช่แข็งจากประเทศไทยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดแช่เข็งนำเข้า

ประเทศ	EU Rapid Alert -*Salmonella*									
	2556		2557		2558		2559		2560 (20.04.60)	
	ครั้ง	ร้อยละ	ครั้ง	ร้อยละ	ครั้ง	ร้อยละ	ครั้ง	ร้อยละ	ครั้ง	ร้อยละ
บราซิล	106	59	62	38	36	25	19	14	41	59
ไทย	3	2	14	9	24	16	22	16	7	10
อื่นๆ	71	39	86	53	85	59	98	71	21	31
รวม	180	100	162	100	145	100	139	100	69	100

ที่มา : The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), 2017

2.5 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis) (อุไรวรรณ, 2546)

การวิเคราะห์การถดถอยมีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผลของสิ่งที่สนใจศึกษา (Outcome, Dependent variable, Response variable) กับปัจจัยต่างๆ ที่เชื่อว่าส่งผลกระทบต่อสิ่งที่ศึกษา (a set of independent variables, predictor variables and explanatory variables)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกเป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรเชิงพหุ(multivariate analysis) ซึ่งให้ค่าของตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีระดับการวัดแบบมาตรานามบัญญัติหรือมาตราเรียงตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไปการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกนั้น จึงเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (1 ตัวแปร) และตัวแปรอิสระ ($\geq$1 ตัวแปร)โดยที่ตัวแปรตาม (Y) มีลักษณะเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม เมื่อได้แบบแผนความสัมพันธ์ (สมการพยากรณ์) แล้วสามารถนำแบบแผนดังกล่าวไปใช้ประมาณค่ากลุ่มได้โดยอาศัยความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์เพื่อการประมาณค่าของผลที่ได้หรือเพื่อทำนายความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้นๆ ตลอดจนสามารถหาเหตุผลของเหตุการณ์นั้นการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบ่งตามลำดับการวัดของตัวแปรตามได้เป็น 2 ประเภทคือ

ประเภทที่ 1สมการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (binary logistic regression) คือ ตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า (Dichotomous Variable) เช่น Y=1 ถ้าคนไข้เป็นโรคหัวใจ หรือ = 0 ถ้าคนไข้ไม่เป็นโรคหัวใจ โดยพิจารณาจากตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ เช่น อาการ การออกกำลังกาย การสูบบุหรี่ หรือระดับคลอเรสโตรอล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 2 สมการถดถอยโลจิสติกแบบหลายกลุ่ม (multinomial logistic regression) คือตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่ามากกว่า 2 ค่า (Polytomous Variable) เช่น Y = 0 หมายถึงไม่เป็นโรคมะเร็ง Y = 1 หมายถึงการเป็นมะเร็งขั้นต้น ... Y = 4 หมายถึงการเป็นมะเร็งขั้นสุดท้าย เนื่องจากแผนการทดลองในงานวิจัยนี้มีลักษณะตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มีค่ามากกว่า 2 ค่าขึ้นไปในการวิเคราะห์ต้องกำหนดค่าของตัวแปรตามเชิงกลุ่มอ้างอิง (reference category) แล้ววิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างค่าที่เหลือกับตัวแปรตามเชิงกลุ่มอ้างอิงนั้นดังนั้นจำนวนสมการที่ได้ คือ จำนวนค่าของตัวแปรตาม -1 การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นการประเมินจากความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ (Y = 1) และความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ (Y = 0) (กัลยา, 2548)

2.5.1 วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (กัลยา, 2548)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่มีต่อโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (ตัวแปรตาม) พร้อมทั้งศึกษาระดับความสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวแปร

2) เพื่อพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ โดยการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมเพื่อทำให้เปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องในการพยากรณ์มีค่าสูงสุด

2.5.2 ข้อตกลงเบื้องต้นและข้อจำกัดของการวิเคราะห์การถดถอยแบบโลจิสติก (อุไรวรรณ, 2546)

ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการวิเคราะห์สามารถเป็นได้ทั้งตัวแปรเชิงคุณภาพและตัวแปรเชิงปริมาณโดยไม่มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรในตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกอย่างไรก็ตามยังมีข้อตกลงเบื้องต้นที่คล้ายการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์บางประการได้แก่

1) ตัวแปรอิสระต้องไม่มีความสัมพันธ์กันเองจนมากเกินไป (ไม่เกิดปัญหา multi-collinearity) โดยมีค่าความสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) มากกว่า 0.80 ขึ้นไป

2) หากจำนวน case ในเหตุการณ์ที่สนใจมีน้อยเกินไปจะทำให้ไม่สามารถคำนวณพารามิเตอร์ในสมการพยากรณ์ได้

3) ตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรเชิงคุณภาพจะมีข้อจำกัดแบบเดียวกันกับการวิเคราะห์สถิติไคสแควร์ (Eij < 5 ต้องไม่เกิน 20%)

4) ตัวแปรอิสระ (independent variable) เป็นตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variable) ถ้ามีตัวแปรเชิงกลุ่ม (categorical variable) ในการวิเคราะห์ต้องแปลงเป็นตัวแปรดัมมี่ (dummy variable) ก่อนทำการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ข้อมูลที่เป็น Extreme values ในตัวแปรอิสระที่เป็นตัวแปรเชิงปริมาณจะมีผลต่อความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

6) ตัวแปรตาม (dependent variable) เป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม (categorical variable)

2.5.3 รูปแบบการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติก (สำราญ, 2557)

สำหรับการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบสมการความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย หรือสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ในรูปเชิงเส้น กรณีมีตัวแปรอิสระ 1 ตัว สามารถเขียนได้ดังนี้

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e$$

หรือ $E(y) = \beta_0 + \beta_1 x$

ในการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติกนั้น เมื่อ y มีได้ 2 ค่า ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ไม่ได้อยู่ในรูปเชิงเส้น แต่อยู่ในรูปสมการที่ (1) ซึ่งเรียกว่า Logistic Response Function โดยที่ $0 \leq E(y) \leq 1$

$$E(y) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x}} \quad \text{..... (1)}$$

โดยที่ E(y) = P (event) = P (เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ) และ P (no event) = P (ไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ)

ดังนั้น P (เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ) $= \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x}}$ ..... (2)

เมื่อมีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว หรือมีตัวแปรอิสระ p ตัว ($p \geq 2$) Logistic Response Function หรือสมการที่ (1) จะเปลี่ยนเป็นสมการที่ (3)

$$P(\text{เกิดเหตุการณ์}) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\cdots+\beta_p x_p}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\cdots+\beta_p x_p}} \quad \text{..... (3)}$$

P (ไม่เกิดเหตุการณ์) = 1 – P (เกิดเหตุการณ์)

จึงจะเห็นได้ว่าสมการที่ (2) และ (3) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระไม่ได้อยู่ในรูปเชิงเส้น การปรับความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปเชิงเส้นทำได้โดย

$$\text{odds} = \frac{P(\text{event})}{P(\text{noevent})} \quad \text{.....(4)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ จึงมีการปรับสูตรในสมการที่ (4) ให้เป็นรูปเชิงเส้นในลักษณะของ logit of risk โดยใส่ logarithm (In) ทั้ง 2 ข้างของสมการ จะได้

$$\log(\text{odds}) = \log\frac{P(\text{event})}{P(\text{noevent})}$$

หรือ $\log(\text{odds}) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_p x_p$.....(5)

สมการที่(5) จะอยู่ในรูปเชิงเส้น และเรียกว่า Logit Regression Function จากสูตรของ Oddsจะพบว่าถ้า Odds ในสมการที่ (4) มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าเหตุการณ์นั้นมีโอกาสเกิดมากกว่าที่จะไม่เกิด สำหรับการประมาณค่า y เป็นการประมาณ P (เกิดเหตุการณ์) จะใช้สมการที่ (3) สำหรับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_p$ในสมการที่ (3) จะใช้วิธี Maximum Likelihood ในขณะที่ในสมการถดถอยทั่วไปจะใช้วิธี Least Square ในการประมาณค่า $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_p$จากสมการ$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_p x_p + e$

Odds Ratios คือ Ratio of two odds หรือ โอกาสของการเกิดเหตุการณ์ (มีปัจจัย) เทียบเท่ากับโอกาสของการไม่เกิดเหตุการณ์ (ไม่มีปัจจัย) Odds หรือ odds ratio จะแสดงถึงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์เป็นกี่เท่าของโอกาสที่ไม่เกิดเหตุการณ์ เช่น ถ้าได้ odd ratio = 3.5 แสดงว่าโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ เป็น 3.5 เท่า ถ้าค่า odd ratio มากกว่า 1 แสดงว่าโอกาสเกิดเหตุการณ์มากกว่าการไม่เกิดเหตุการณ์

2.5.4 การตีความและอธิบายผลการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบโลจิสติก (อุไรวรรณ, 2546)

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกจะใช้วิธีการของ Maximum likelihood ในการตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (model) เพื่อให้สามารถทำนายผลหรือทำนายความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ได้ดีที่สุดโดย

1) คำนวณไคสแควร์หรือ Model chi square ทั้งที่มีตัวแปรอิสระและไม่มีตัวแปรอิสระในต้นแบบโดยหากมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (significant) จะหมายถึงตัวแปรอิสระหรือชุดตัวแปรอิสระนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม

2) -2 log likelihood ใช้เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนทั้งกรณีที่มีตัวแปรอิสระและไม่มีมีตัวแปรอิสระอยู่ในโมเดลซึ่งจะทำการประมาณค่า maximum likelihood function โดยหากมีค่าเท่ากับหนึ่งจะทำให้ค่า -2 log likelihood มีค่าเข้าใกล้ 0 ซึ่งหมายถึง โมเดลนั้นเป็นโมเดลที่เหมาะสมกว่าเมื่อเทียบกับโมเดลอื่น (หากมีค่า 0 หมายถึง perfect model) และหากโมเดลที่ใช้ไม่เหมาะสมในการวิเคราะห์จะทำให้ค่า -2 log likelihood ที่คำนวณได้มีขนาดใหญ่มาก

ในการตรวจสอบสมมติฐานของการทดสอบเป็นการตรวจสอบความเหมาะสมของโมเดลนั่นเอง โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[-2 log likelihood (มีเฉพาะค่าคงที่)] – [-2 log likelihood (มีตัวแปรอิสระ)] .....(6)

โดย df = N-a

และ N = จำนวนข้อมูล

a = จำนวนตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ในสมการ

ตรวจสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในโมเดลจะใช้ตัวสถิติ wald ในการทดสอบ (แต่ใน linear regression ใช้ตัวสถิติ t) ดังสมการที่(7)

$$\text{Wald Statitic} = \left[\frac{\beta_i}{\text{Standard Error of Estimate}} \right]^2 \text{.....(7)}$$

โดย df = 1

และβ_i = สัมประสิทธิ์ของการถดถอย

Standard error of estimate = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประเมินค่าความสามารถในการพยากรณ์กลุ่มดูจากค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (% of classification)

2.5.5 ขั้นตอนในการวิเคราะห์และค่าสถิติจากการวิเคราะห์สมการถดถอยโลจิสติก

(อุไรวรรณ, 2546)

1) เลือก Link function ที่เหมาะสมโดยดูการกระจายของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม

2) ทดสอบชุดของตัวแปรอิสระว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามหรือไม่ โดยดูจากค่า -2log likelihood และสถิติทดสอบไคสแควร์

3) ทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยในตัวแบบของแต่ละกลุ่มว่าเท่ากันหรือไม่ (parallel lines)

4) ทดสอบความเหมาะสมของตัวแบบ (Goodness of fit) โดยสถิติทดสอบไคสแควร์

5) ทดสอบความมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระแต่ละตัวในตัวแบบโดยสถิติทดสอบ Wald ความสามารถในการพยากรณ์ดูจากค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ (% of classification)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายงานการตรวจสอบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย โดยเพชรรัตน์และคณะ (2548) ได้ตรวจหาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรเนื้อไก่และเนื้อโค ตั้งแต่พฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2548 โดยเก็บตัวอย่างจากโรงฆ่าสัตว์ใน 7 จังหวัดภายใต้การควบคุมของสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 7 ได้แก่ กาญจนบุรี นครปฐมราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร ผลการศึกษา พบซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรร้อยละ 44.39 (419/944) เนื้อไก่ร้อยละ 52.13 (196/376) และเนื้อโคร้อยละ 40.00 (16/40)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจังหวัดที่พบการปนเปื้อนของเชื้อในเนื้อไก่สูงตามลำดับได้แก่ ประจวบคีรีขันธ์ (ร้อยละ 75.00) เพชรบุรี (ร้อยละ 72.65) สมุทรสาคร (ร้อยละ 60.00) นครปฐม (ร้อยละ 47.95) และสมุทรสงคราม (ร้อยละ 33.33) ส่วนจังหวัดที่พบการปนเปื้อนของเชื้อในเนื้อสุกรสูงตามลำดับได้แก่ สมุทรสงคราม (ร้อยละ 62.00) ประจวบคีรีขันธ์ (ร้อยละ 54.84) เพชรบุรี (ร้อยละ 46.84) กาญจนบุรี (ร้อยละ 46.18) และนครปฐม (ร้อยละ 44.83) ส่วนเนื้อโคมีการตรวจวิเคราะห์เป็นตัวอย่างจากจังหวัดกาญจนบุรีผู้วิจัยสรุปว่า ผลการศึกษาในครั้งนี้ว่าการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ยังคงเป็นปัญหาในภาคตะวันตกของประเทศไทย ในปีเดียวกัน บุญฤทธิ์และเทวัญ (2548) ได้วิเคราะห์การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่และเนื้อสุกรจังหวัดสงขลา ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึง กันยายน พ.ศ. 2548 จากตัวอย่างเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์และเขียงจำหน่ายรวม 453 ตัวอย่าง แบ่งเป็นเนื้อไก่ 271 ตัวอย่างเนื้อสุกร 182 ตัวอย่างพบเชื้อชนิดนี้ปนเปื้อนรวม 149 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 32.89 (149/453) โดยพบในเนื้อไก่ร้อยละ 24.72 (67/271) ในเนื้อสุกรร้อยละ 45.05 (82/182) และเมื่อจำแนกตามสถานที่เก็บตัวอย่างพบซัลโมเนลลาจากโรงฆ่าสัตว์ร้อยละ 28.24 (24/85) จากเขียงจำหน่ายร้อยละ 33.97 (125/368) แสดงให้เห็นว่าเนื้อไก่และเนื้อสุกรที่จำหน่ายในจังหวัดสงขลายังปนเปื้อนซัลโมเนลลาในระดับที่มีความเสี่ยงสูงโดยพบเชื้อปนเปื้อนในเนื้อสุกรมากกว่าเนื้อไก่

ในปีต่อมา สุปราณีและคณะ (2549) รายงานการเฝ้าระวังการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2544 ถึง กันยายนพ.ศ. 2548 โดยวิธี ISO 6579 (1999 ฉบับร่างและ 2002) โดยเก็บตัวอย่างจากสถานที่ต่างๆ ดังนี้ โรงงานที่กรมปศุสัตว์ให้การรับรองเพื่อการส่งออก (91 โรงงาน) จำนวน 114,910 ตัวอย่างตลาดในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล (69 แห่ง) จำนวน 2,833 ตัวอย่าง และโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ (254 แห่ง) จำนวน 7,137 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างจากโรงงานที่กรมปศุสัตว์รับรองพบอัตราการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อไก่ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2548 ดังนี้ ร้อยละ 8.55, 7.52, 5.70, 8.44 และ 10.78 ตามลำดับ เนื้อเป็ด ร้อยละ 9.32, 15.47, 11.54, 15.65 และ 5.92 ตามลำดับ เนื้อสุกรร้อยละ 9.78, 12.86, 8.60%, 6.13 และ 4.58 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ร้อยละ 1.30, 2.80, 0.62, 0.70 และ 0.96 ตามลำดับ ส่วนในเนื้อโครายงานผลระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2547 ดังนี้ ร้อยละ 5.26, 1.97, 3.00 และ 0 ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างเพื่อการบริโภคภายในประเทศพบอัตราการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อไก่ระหว่างปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2548 ดังนี้ ร้อยละ 53.33, 52.54, 39.35, 93.09 และ 25.77 ตามลำดับ เนื้อสุกร ร้อยละ 45.19, 43.90, 25.00, 93.50 และ 23.72 ตามลำดับ ส่วนในเนื้อโค รายงานผลระหว่างปีพ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2548 ดังนี้ ร้อยละ 54.55, 36.46, 72.50 และ 17.96 ตามลำดับ และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์รายงานผลระหว่าง ปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2547 ดังนี้ ร้อยละ 69.23, 36.70, 40.00 และ 86.99 ตามลำดับ จากผลการเฝ้าระวังดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า อัตราการปนเปื้อนซัลโมเนลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อการบริโภคภายในประเทศสูงกว่าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อการส่งออก หากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยตามชนิดสัตว์ คือ เนื้อไก่ (มากกว่า)

การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (QMRA) ต่อการเกิดโรคซัลโมเนลโลซิสในการบริโภคเนื้อไก่ที่ผลิตในประเทศไทยนี้ ศึกษาโดย ประเวทย์ และคณะ (2546) พบว่า เนื้อไก่เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งของการเกิดโรคทางเดินอาหารและโลหิตเป็นพิษในประเทศไทยโดยสายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุหลัก คือ *S.* Enteritidis และ *S.* Typhimurium ทำให้เกิดโรคท้องร่วงมากถึงร้อยละ 4.5 ของจำนวนผู้ป่วยโรคท้องร่วงทั้งหมด โดยขั้นตอนการผลิตในโรงงานตั้งแต่ การรับไก่ การเชือด การลวก การถอนขน ควักไส้ การลดอุณหภูมิซาก และการตัดแบ่งซาก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนและเจริญของเชื้อได้ และยังรายงานว่าขั้นตอนการลวกไก่อาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ โดยปริมาณเชื้อที่พบมากในไก่อยู่ระหว่าง 350-450 cfu/g และระดับการปนเปื้อนอยู่ในช่วงร้อยละ 30-60 เมื่อผู้วิจัยใช้แบบจำลอง Exponential และ Beta-Poisson dose response models ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงต่อมาในปี พ.ศ. 2556 บุณิกา และคณะ รายงานผลการเก็บตัวอย่างเนื้อไก่สดจากตลาดสด 6 พื้นที่ในกรุงเทพมหานครและ 3 จังหวัดในเขตปริมณฑล คือ จังหวัดนนทบุรี จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสมุทรสาครจำนวน 3 ครั้งๆ ละ 10 ตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 270 ตัวอย่าง เพื่อหาค่าความชุกและความเข้มข้นของซัลโมเนลลา พบว่า ความชุกเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 79.63 และความเข้มข้นเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3 – 88 MPN/g เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จากผู้ค้าปลีกในตลาดสดถึงผู้บริโภคด้วยโดยใช้แบบจำลอง exponential พบว่าการกำหนดค่าความชุกซัลโมเนลลาคงที่ ร้อยละ 79.63 และปริมาณการบริโภคเนื้อไก่ของประชากรไทยโดยเฉลี่ย 9.77 g/คน/วัน ทำให้มีความน่าจะเป็นที่จะได้รับเชื้อจากเนื้อไก่ เท่ากับ 0.7963 และความน่าจะเป็นในการเจ็บป่วยจากซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ เท่ากับ 0.09326 รวมถึงความเสี่ยงจากการเจ็บป่วยเนื่องจากการบริโภคเนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนด้วยเชื้อนี้ เท่ากับ 0.07426 ซึ่งผลจากการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณนี้แสดงให้เห็นว่าควรมีการจัดทำมาตรการด้านการจัดการความเสี่ยงเพื่อควบคุมซัลโมเนลลาในทุกขั้นตอนการผลิต

สำหรับการตรวจสอบเนื้อไก่ในโรงฆ่าสัตว์นั้นเพ็ญนภา (2551) รายงานการศึกษาการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในซากสัตว์ปีก (ไก่และเป็ด) เพื่อประเมินสุขลักษณะของขบวนการฆ่าสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดใหญ่ 22 แห่ง ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2551 โดยเก็บตัวอย่าง whole carcass rinse จากซากสัตว์ปีกภายหลังผ่านระบบแช่เย็นจำนวน 6 หรือ 12 ตัวอย่างต่อสัปดาห์ต่อโรงฆ่าที่ผลิต 1 หรือ 2 กะ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ตรวจพบซัลโมเนลลาจำนวน 1,566 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 7,572 ตัวอย่าง (ร้อยละ 21) โดยระบุสาเหตุสำคัญที่ทำให้ซากสัตว์ปีกปนเปื้อนเชื้อ คือ การฉีกขาดของลำไส้ในขณะเอาเครื่องในออกจากซาก ทำให้อุจจาระปนเปื้อนซาก และภายหลังการปรับปรุงสุขลักษณะในขบวนการฆ่าสัตว์ โดยเฉพาะอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยิ่งการกำหนดขั้นตอนการเอาเครื่องในออกจากซากเป็นจุดควบคุมวิกฤต รวมทั้งการตรวจสอบจุด (Critical Control Point) อื่นอย่างเข้มงวด เช่น การล้างภายในและภายนอกซาก และการแช่เย็นซากด้วยระบบ counter-flow water chilling พบว่า การลดลงของปนเปื้อนเชื้อ จากเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 (ร้อยละ 35.3) เป็นร้อยละ 22.5และ 13.4ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2550 และ มีนาคม พ.ศ. 2551 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยการปนเปื้อนเชื้อในเดือนมีนาคมพ.ศ. 2551 ลดต่ำจากเดือนมีนาคมในปีก่อนหน้านี้ ถึงร้อยละ 62.2 นอกจากนี้ ยังรายงานว่า โรงฆ่าสัตว์ปีก 15 แห่งจากทั้งหมด 22 แห่ง มีการปนเปื้อนซัลโมเนลลาต่ำกว่าร้อยละ 23โดยมีโรงฆ่าจำนวน 6 แห่ง ที่พบการปนเปื้อนเชื้อต่ำกว่าร้อยละ15 และมีค่าใกล้เคียงกัน ($P>0.05$) ส่วนโรงฆ่าที่พบการปนเปื้อนเชื้อสูงกว่าร้อยละ 23 มีแนวโน้มการพบเชื้อดังกล่าวจากโรงฟักบ่อยครั้ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่า ในการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ปีกให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องมีมาตรการเฉพาะสำหรับจัดการในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่ การผลิตสัตว์มีชีวิต การขนส่งสัตว์ และในขบวนการฆ่าสัตว์

ในปีเดียวกัน มารุต และคณะ (2552) ศึกษาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ทั่วประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2551 โดยพบ การปนเปื้อนในปีที่ 1, 2 และ 3 ดังนี้ 1,884 จากทั้งหมด 4,014 ตัวอย่าง (ร้อยละ 46.93), 2,033 ตัวอย่าง จากทั้งหมด4,360 ตัวอย่าง (ร้อยละ 46.62) และ 835 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 1,642 ตัวอย่าง (ร้อยละ 50.85) จากการเปรียบเทียบผลการตรวจวิเคราะห์ทั้ง 3 ปี ปริมาณซัลโมเนลลามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และยังพบว่าสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 8 และ 9 พบซัลโมเนลลาร้อยละ 74.55 และ 80.48 ตามลำดับ ส่วนสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 4 และ 7 พบซัลโมเนลลาน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 27.86 และ 30.78 ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศในครั้งนี้ถูกใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนากระบวนการผลิตเนื้อสัตว์และการปรับปรุงโรงฆ่าสัตว์ให้ได้มาตรฐานเพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่ปราศจากการปนเปื้อนซัลโมเนลลา หรือลดลงสู่ระดับที่ปลอดภัยต่อไป

ในปีต่อมา ชาญชัย และไพรัช (2555) รายงานผลการศึกษาการปนเปื้อนเนื้อสัตว์ปีกจากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์พื้นที่กรุงเทพมหานครระหว่าง ปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2553 โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อหน้าอกสัตว์ปีกไม่ติดหนังขนาด ไม่น้อยกว่า 300 กรัม จากโรงฆ่าจำนวน 52 แห่ง และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ทั้ง 50 เขตรวมทั้งสิ้น 716 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เกินมาตรฐานโดยเฉพาะซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกร้อยละ 36.87 โดยเฉพาะซัลโมเนลลา ในกลุ่ม C นั้นพบ มากที่สุดร้อยละ 23.74 ส่วนเชื้อ *Campylobacter* spp. พบการปนเปื้อนเกินมาตรฐานในเนื้อสัตว์ปีกร้อยละ 26.01 แต่ไม่พบการปนเปื้อนของ *Listeria monocytogenes* นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างที่เก็บจากสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เก็บจากโรงฆ่าสัตว์อีกทั้งยังรายงานอันตรายทางเคมีอื่นๆ ได้แก่ ยาปฏิชีวนะตกค้าง ร้อยละ 12.79 โดยเป็นยาปฏิชีวนะกลุ่ม Ciprofloxacin มากที่สุด ร้อยละ 8.90 และสาร DDT ร้อยละ 8.7

สำหรับปัจจัยความเสี่ยงที่มีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในโรงเชือดไก่ มีการศึกษาดังนี้ ศักดิชญ์ และศุภชัย (2552) ใช้ข้อมูลความชุกและความเข้มข้นของซัลโมเนลลาตลอดกระบวนการผลิตในโรงเชือดมาวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) และใช้ความเข้มข้นของเชื้อในการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุ (multiple regression) พบว่า ปัจจัยเสี่ยงที่มีนัยสำคัญทางสถิติในการทำนายความเข้มข้นซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ คือ ค่าแรงดันน้ำขณะล้างซากนอก/ใน (PI/O) และความเร็วของการเดินสายการผลิต (LINE) ส่วนปัจจัยบทบาทสำคัญในการทำนายความเข้มข้นซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ คือ ปริมาณน้ำล้างซากหลังถอนขน (WFT) ในขณะที่การศึกษาในเชิงความชุกด้วยสมการถดถอยโลจิสติค (logistic regression) พบว่าปัจจัยเสี่ยงที่มีบทบาทสำคัญในการทำนายความชุกซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ คือ ความชุกซัลโมเนลลาในขั้นตอนหลังล้วงเครื่องใน (AEVIS) ส่วนการทดสอบความถูกต้องของสมการถดถอยพหุ (model validation) ในการทำนายความเข้มข้นซัลโมเนลลาในโรงเชือดไก่ พบว่า ไม่สามารถทำนายค่าความเข้มข้นได้ใกล้เคียงกับค่าความเข้มข้นจริงอาจจะมีสาเหตุจากความแปรปรวนของข้อมูล ดังนั้นการเพิ่มจำนวนตัวอย่างจะทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องและแม่นยำเพิ่มขึ้น

การศึกษาหาความชุกของซัลโมเนลลาด้วยข้อมูลทางระบาดวิทยาแบบย้อนหลัง รายงานโดย ภุมริน และคณะ (2556) ที่ศึกษาในวงจรการผลิตไก่เนื้อแบบอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งระหว่างปี พ.ศ. 2552 ถึง พ.ศ. 2554 จากตัวอย่างกระดาษรองกล่องลูกไก่ มูลไก่ และการป้ายเชื้อจากช่องทวารร่วม ขนาดตัวอย่างที่ใช้ศึกษา จากฟาร์มไก่พ่อแม่พันธุ์จำนวน 2,070 ตัวอย่าง โรงฟักไข่จำนวน 1,373 ตัวอย่าง และฟาร์มไก่เนื้อจำนวน 977 ตัวอย่างหน่วยการผลิตที่ใช้ศึกษาทั้งหมดอยู่ในวงจรการผลิตเดียวกันหาการแจกแจงความเป็นไปได้ของช่วงค่าความชุกของซัลโมเนลลาด้วยกระบวนการทวินาม ผลการศึกษาพบว่า ช่วงค่าความชุกของซัลโมเนลลาที่เป็นไปได้ในฟาร์มไก่พ่อแม่พันธุ์ ร้อยละ 6.75-11.56 โรงฟักไข่ ร้อยละ 2.93-7.35 และฟาร์มไก่เนื้อ ร้อยละ 21.63-32.88 จากการศึกษานี้พบว่า ซัลโมเนลลาสามารถพบได้ทุกหน่วยการผลิตในวงจรการผลิตไก่เนื้อแบบอุตสาหกรรมโดยพบค่าเฉลี่ยและช่วงค่าความชุกของซัลโมเนลลาสูงที่สุดในฟาร์มไก่เนื้อ

เมื่อพิจารณาความชุกและปัจจัยความเสี่ยงในการพบซัลโมเนลลาที่ระดับฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อมีรายงานของสำนักควบคุมป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ โดย วัชรพงษ์ และดวงดาว (2559) โดยศึกษาความชุกและปัจจัยเสี่ยงของการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อที่มีขนาดการเลี้ยงตั้งแต่ 5,000 ตัวขึ้นไปดำเนินการในช่วงเดือนมกราคม ถึง กันยายน พ.ศ. 2557 โดยการเก็บตัวอย่างด้วย boot swab ในฟาร์ม 393 ฟาร์มรวมเป็นจำนวน 957 ตัวอย่างพร้อมกับทำการสอบถามเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อ เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงของการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มผลปรากฏว่าพบความชุกการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อในระดับฟาร์ม 53.99 (211/393, ร้อยละ 95 CI= 48.62-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58.69) และระดับภายในฟาร์ม 48.28 (462/957, ร้อยละ 95 CI = 45.08-51.50) สำหรับปัจจัยเสี่ยงการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อได้แก่ฟาร์มที่มีประวัติในการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มและฟาร์มที่เจ้าของเป็นผู้เลี้ยงสัตว์ปีกเอง โดยฟาร์มที่มีประวัติในการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มมีโอกาสพบซัลโมเนลลาเป็น 4.69 (ร้อยละ 95CI= 0.99-22.66) เท่าเมื่อเทียบกับฟาร์มที่ไม่มีประวัติพบซัลโมเนลลาและฟาร์มที่เจ้าของเป็นผู้เลี้ยงสัตว์ปีกเองมีโอกาสพบซัลโมเนลลาในฟาร์มเป็น 1.96 (ร้อยละ 95 CI= 1.12-3.42) เท่า เมื่อเทียบกับฟาร์มที่เจ้าของฟาร์มไม่ได้เลี้ยงไก่เนื้อเอง และปัจจัยในการป้องกันไม่ให้พบซัลโมเนลลาได้แก่การบำบัดน้ำในฟาร์มการล้างมือก่อนหรือหลังเข้าออกโรงเรือนและการตรวจสอบซัลโมเนลลาในอาหารก่อนนำไปเลี้ยงไก่เป็นปัจจัยทำให้มีโอกาสพบซัลโมเนลลาได้ลดลงร้อยละ 65, 85 และ 40 ตามลำดับ การควบคุมและป้องกันซัลโมเนลลาในวงจรการผลิตไก่เนื้อที่ดีนั้นควรทำตลอดวงจรการผลิตการเลือกใช้มาตรการใดมาตรการหนึ่งเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับการควบคุมซัลโมเนลลาดังนั้น ควรนำวิธีการควบคุมเชื้อแบบอื่นๆเข้ามาร่วมด้วยเช่นเข้มงวดระบบความปลอดภัยทางชีวภาพการใช้กรดหรือ probiotic ผสมอาหารในช่วงการเลี้ยงการทำวัคซีนเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการทดลอง

3.1 การเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างเนื้อไก่ส่วนน่องและสะโพกที่เลาะกระดูกออกพร้อมหนังและตัดแต่งแล้ว จำนวน 2,303 ตัวอย่างถูกเก็บรวบรวมจากโรงฆ่าและชำแหละไก่ 3 แห่ง คือ A, B และ C โดยโรงฆ่าแต่ละแห่งมีกำลังการผลิต มากกว่า 50,000 ตัวต่อวัน แต่ละโรงงานจะถูกเก็บตัวอย่างรายวัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นข้อมูลช่วงเริ่มต้นของการส่งออกเนื้อไก่สดแช่แข็งไปยังกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปภายหลังจากสถานการณ์ไข้หวัดนก

ตัวอย่างทั้งหมดถูกเก็บรวบรวมในถุงพลาสติกที่ปลอดเชื้อและกล่องที่ควบคุมความเย็นแล้วจัดส่งไปยังห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์หาซัลโมเนลลาทันที

3.2 การตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา (ISO 6579: 2002)

3.2.1 การแยกและการจำแนกเชื้อซัลโมเนลลา

1)ขั้นตอนการ Pre-enrichment โดยการตัดตัวอย่างเนื้อไก่มา 25 กรัม ลงในถุง Stomacher และเติม Buffer Peptone water (BPW) ปริมาตร 225 มิลลิลิตรลงไป แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher จากนั้นนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 18±2 ชั่วโมง

2) ขั้นตอนการ Selective enrichment ปิเปต 0.1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเหลว Rappaport-Vassiliadis medium with soya (RVS broth) และ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Muller - Kauffmann Tetrathionate novobiocin broth (MKTTn broth) นำหลอด RVS broth ที่ผ่านการถ่ายเชื้อแล้ว ไปบ่มที่อุณหภูมิ 41.5±1 องศาเซลเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง สำหรับหลอด MKTTn broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส นาน 24±3 ชั่วโมง

3) ขั้นตอนการIdentification ถ่ายเชื้อจากอาหาร RVS broth และ MKTTn broth มาอย่างละ 1 loop แล้วเขี่ยลงในอาหาร XLD agar และ BGM agar (Selective media) ชนิดละ 2 เพลท บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง

4) ขั้นตอนการยืนยัน (Confirmation) เลือกโคโลนีที่สงสัยจากข้อ 3 (รายละเอียดของโคโลนีที่สงสัยตามภาคผนวก) มาเขี่ยเชื้อลงในอาหาร NA agar แล้วบ่มที่ อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง

3.2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี (Biochemical testing)

เลือกโคโลนีจาก NA agar เพื่อมาทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี (ภาคผนวก ก.) แล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซสเซียส นาน 24±3 ชั่วโมง รูปแบบการอ่านผล *Salmonella* spp. ตามตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะของ *Salmonella* spp. จากการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี

Biochemical testing	Result
1. TSI	
Slant	Red/Yellow
Butt	Yellow
Gas formation	+/-
Hydrogen sulfide	+/-
2.L-Lysine decarboxylation	
Slant	Purple
Butt	Purple
Gas formation	+/-
Hydrogen sulfide	+/-
3. Indole test	-
4. Urease test	-
5. β-galactosidase reaction	-
6. Voges-Proskauer (VP) test	-

3.2.3 การทดสอบและแปลผลคุณสมบัติทาง Serological

นำโคโลนีที่มีลักษณะทางชีวเคมีข้างต้น มาทดสอบการตกตะกอนวิธีการทดสอบตามภาคผนวก ก.

ตารางที่ 3.2 การแปลผลคุณสมบัติทาง Serological

Biochemical reactions	Auto-agglutination	Serological reactions	Interpretation
1) Typical	No	O-,Vi- or H- antigen positive	Strains considered to be *Salmonella*
2) Typical	No	All reactions negative	May be *Salmonella*
3) Typical	Yes	Not tested	
4) No typical reactions	No/Yes	O-,Vi- or H- antigen positive	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การแปลผลคุณสมบัติทาง Serological (ต่อ)

Biochemical reactions	Auto-agglutination	Serological reactions	Interpretation
5) No typical reactions	No/Yes	All reactions negative	Not considered to be *Salmonella*

3.3 การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ โรงฆ่าชำแหละและการขนส่ง

ข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด จากตัวอย่างเนื้อไก่ส่วนน่องและสะโพกที่เลาะกระดูกออกและตัดแต่งแล้ว จำนวน 2,303 ตัวอย่าง โดยเก็บรวบรวมจากโรงฆ่าและชำแหละไก่ 3 แห่ง คือ A B และ C โดยโรงฆ่าแต่ละแห่งมีกำลังการผลิต มากกว่า 50,000 ตัวต่อวัน แต่ละโรงฆ่าและชำแหละจะถูกเก็บตัวอย่างรายวันทุกวันที่โรงงานมีการรับเนื้อไก่จากโรงฆ่านั้นๆ ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

จากนั้นจัดเรียงรายละเอียดข้อมูลเนื้อไก่สด และปัจจัยที่อาจส่งผลต่อปริมาณซัลโมเนลลา จำนวน 6 ปัจจัย ได้แก่ พื้นที่ภาคของฟาร์มจำนวนไก่ต่อฟาร์ม กำลังการผลิตช่วงเดือนที่ทำการผลิต ระยะทางที่ขนส่งจากโรงเชือดมาโรงงานแปรรูป และน้ำหนักขนาดชิ้นเนื้อ รวมถึงการตรวจซัลโมเนลลามาวิเคราะห์ผลดังนี้

3.3.1 การวิเคราะห์ร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

นำข้อมูลมาคำนวณร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาตามตัวแปรอิสระต่างๆ ที่ศึกษา ดังนี้ เดือนที่ทำการผลิต โรงฆ่าและชำแหละแต่ละแห่ง และกำลังการผลิต (การเชือดไก่ต่อวัน) แล้วนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองแบบ CRD ด้วยโปรแกรมทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบผลการตรวจพบซัลโมเนลลาของโรงฆ่าและชำแหละแต่ละแห่ง

3.3.2 การวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

นำข้อมูลมากำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด โดยระบุรายละเอียดของตัวอย่างเป็นกลุ่มต่างๆ ดังตารางที่ 3.3 แล้ววิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS (trial version) โดยการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (binary logistic regression)

ตัวแปรต้น (Independent variable) กำหนดให้มี ชื่อตัวแปร ดังตารางที่ 3.3 และตัวแปรตาม (dependent variable) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y= 1 หมายถึง การพบเชื้อ

Y= 0 หมายถึง การไม่พบเชื้อ

ดังนั้น จะได้สมการการถดถอยโลจิสติกแบบหลายกลุ่มแบบทวิต่อการทำนายโอกาสการพบเชื้อซัลโมเนลลาเปรียบเทียบกับการไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา ดังสมการที่ 3.1

$$\text{logit} = \ln\left[\frac{\text{P(Y = detected)}}{\text{P(Y = non - detected)}}\right] = \ln\left[\frac{\text{P(Y = 1)}}{\text{P(Y = 0)}}\right] = \beta_0 - \sum_{i=1}^{i} \beta_i X_i$$

$$= \beta_0 + \beta_{11}X_{11} + \beta_{12}X_{12} + \beta_{13}X_{13} + \beta_{21}X_{21} + \beta_{22}X_{22} + \beta_{23}X_{23} + \beta_{31}X_{31} + \beta_{32}X_{32} + \beta_{41}X_{41} + \beta_{42}X_{42} + \beta_{51}X_{51} + \beta_{52}X_{52} + \beta_6X_6$$

..... (3.1)

1) การทดสอบความถูกต้องของโมเดล โดยวิธี Hosmer-Lemeshow goodness-of fit (ยุทธ, 2555)

การทดสอบ Hosmer-Lemeshow goodness-of fit มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลกับข้อมูลในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ซึ่งมีการพิจารณาเปรียบเทียบผลการพยากรณ์จากโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้สถิติทดสอบไคสแควร์

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

มีสมมติฐานทางสถิติ ดังนี้

H_0: โมเดลมีความเหมาะสม

H_a: โมเดลไม่เหมาะสม

3.4 การกำหนดแนวทาง ในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

นำผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีโอกาสพบเชื้อซัลโมเนลลา มากำหนดมาตรการควบคุมตามหลักการระบบการจัดการด้านความปลอดภัยอาหาร โดยนำข้อมูลผลการศึกษานำไปใช้ในการพิจารณาระดับความเข้มงวดในการควบคุมกระบวนการผลิตเนื้อไก่สด ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ โรงฆ่า ชำแหละและการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตัวแปรต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลำดับ	ชื่อตัวแปร	ชื่อย่อ	ลักษณะของตัวแปร	จำนวนกลุ่ม	ตัวแปรหุ่น (dummy variable)
1	พื้นที่ภาคของฟาร์ม (ภาค)	X_1	categorical variable	4	X_{11}: ภาคกลาง X_{12}:ภาคตะวันออก X_{13}: ภาคตะวันตก (กลุ่มอ้างอิง: ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ)
2	ขนาดฟาร์ม (ตัว)	X_2	categorical variable	4	X_{21}: 50,001-100,000 X_{22}: ≤ 10,000 X_{23}: 100,001 (กลุ่มอ้างอิง: 10,001 - 50,000)
3	กำลังการผลิต (การเชือดไก่ต่อวัน)	X_3	categorical variable	3	X_{31}: 80,000-100,000 X_{32}:> 100,000 (กลุ่มอ้างอิง: 50,000-79,999)
4	ฤดูกาลที่ผลิต	X_4	categorical variable	3	X_{41}: พ. ย. - ก. พ. X_{42}: มี.ค. - มิ.ย. (กลุ่มอ้างอิง: ก.ค. - ต.ค)
5	ขนาดของชิ้นเนื้อไก่ (กรัม)	X_5	categorical variable	3	X_{51}: 41 - 80 X_{52}:> 80 (กลุ่มอ้างอิง: 10 – 40)
6	ระยะทางในการขนส่ง (กม.)	X_6	quantitative variable	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด

ผลการวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด จำนวน 2,303 ตัวอย่าง จากตัวอย่างเนื้อไก่ของโรงฆ่าและชำแหละ 3 แห่ง ตั้งแต่ เดือน มกราคมพ.ศ. 2556 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นช่วงเริ่มต้นปีที่เป็นประเทศไทยเริ่มส่งออกเนื้อไก่สดไปยังสหภาพยุโรปอีกครั้ง โดยกฎหมายของสหภาพยุโรป (EU Regulation 2073/2005) กำหนดให้เนื้อไก่สด (Fresh poultry meat) ต้องไม่พบ *Salmonella* Enteritidis (SE) และ *Salmonella* Typhimurium (ST) ในตัวอย่าง 25 กรัม สำหรับเนื้อไก่ที่มีเครื่องปรุงผสม (Meat preparation) เช่น เนื้อไก่หมักเกลือ ต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม จากข้อมูลผลวิเคราะห์ตรวจพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา จำนวน 951 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 41 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ เพ็ญนภา (2551) ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาที่ต่ำกว่า คือ ตรวจซัลโมเนลลาในซากสัตว์ปีก (ไก่ และเป็ด) จำนวน 7,572 ตัวอย่าง จากตัวอย่างในโรงฆ่าสัตว์ 22 แห่ง พบการปนเปื้อนซัลโมเนลลา 1,556 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 21 แต่ถ้าเปรียบเทียบกับรายงานของ เพชรรัตน์และคณะ (2548) ที่ตรวจพบซัลโมเนลลาสูงกว่า หรือร้อยละ 52 ในการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ 196 จากจำนวน 376 ตัวอย่าง จากโรงฆ่าสัตว์ 7 จังหวัด แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าว มีสาเหตุ และปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังจะอภิปรายในลำดับถัดไป

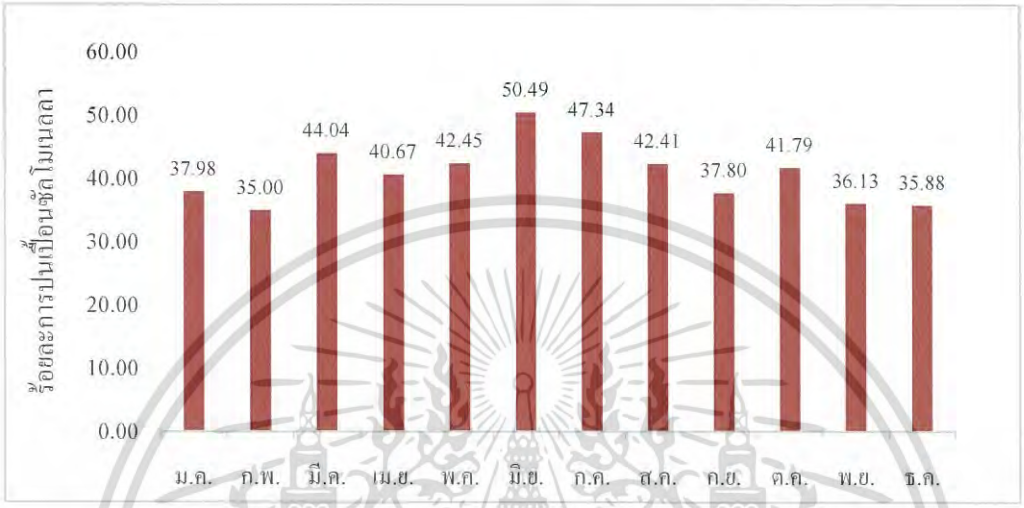
ปัจจัยที่ทำให้ผลการตรวจพบซัลโมเนลลามีความแตกต่างกัน อาจประกอบด้วยหลายปัจจัย เช่น ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ หรือ มาตรฐานของโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งมีรายงานเปรียบเทียบของ สุปราณี และคณะ (2549) ที่รายงานการเฝ้าระวังการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่า อัตราการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อการบริโภคภายในประเทศ สูงกว่าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อการส่งออก โดยพบว่าตัวอย่างจากโรงงานที่กรมปศุสัตว์รับรองเพื่อการส่งออกพบอัตราการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อไก่ระหว่างปี พ.ศ. 2544– พ.ศ. 2548 เฉลี่ยร้อยละ 8 แต่สำหรับตัวอย่างเพื่อการบริโภคภายในประเทศพบอัตราการปนเปื้อนเชื้อเฉลี่ยร้อยละ 53

4.1.1 ผลของเดือนการผลิตต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด

เมื่อแยกตัวอย่างเนื้อไก่ โดยแบ่งตามเดือนที่เก็บตัวอย่าง จำนวน 2,303 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม ในปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2558 พบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ร้อยละ 35 - 50 โดยพบต่ำที่สุด ในเดือนกุมภาพันธ์ ร้อยละ 35 และพบสูงสุดในเดือนมิถุนายน ร้อยละ 50.49 อย่างไรก็ตาม เมื่อนำร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในแต่ละเดือนตลอด 3 ปี ของการเก็บตัวอย่าง มาเปรียบเทียบความแตกต่าง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 4.1 ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดในช่วงเดือน มกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558

จากภาพแสดงให้เห็นว่าร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน (มีนาคม - ตุลาคม) เฉลี่ยร้อยละ 43.37 เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูหนาว (พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์) เฉลี่ยร้อยละ 36.25 ของประเทศไทย ซึ่งซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ในช่วงกว้างของอุณหภูมิตั้งแต่ 8 - 45 องศาเซลเซียส และยังเป็นแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิร่างกายคนหรือสัตว์ จัดเป็น Mesophilic bacteria โดยช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต (Optimal temperatures) อยู่ระหว่าง 35 - 43 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุด (Minimum temperature) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ คือ 5.2 องศาเซลเซียส ซัลโมเนลลาส่วนมากไม่เจริญที่อุณหภูมิต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุด (Maximum temperature) ที่สามารถเจริญเติบโตได้ คือ 46.2 องศาเซลเซียส (ICMSF, 1996) ทั้งนี้ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนใกล้เส้นศูนย์สูตรจึงมีสภาพอากาศร้อนชื้น หรือร้อนอบอ้าวเกือบตลอดปี อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซสเซียส อย่างไรก็ตามอุณหภูมิจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล รวมทั้ง ระหว่างกลางวันกับกลางคืน โดยอุณหภูมิสูงสุด อาจสูงถึง 40 องศาเซสเซียส หรือมากกว่านั้นและอุณหภูมิต่ำสุด อาจต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส (กรมอุตุวิทยา, 2558) ดังนั้นความชุกของซัลโมเนลลาจึงอาจมีผันแปรกับอุณหภูมิในแต่ละฤดูกาลก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

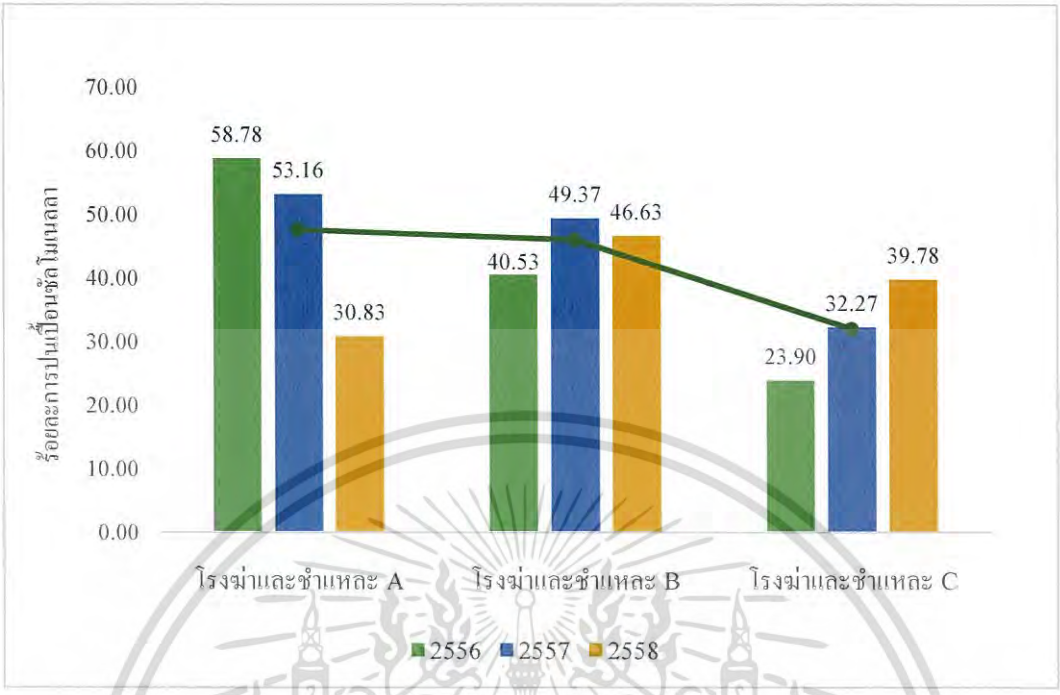
การวิเคราะห์นี้สอดคล้องกับรายงานของ CDC Foodborne Diseases Active Surveillance Network (2014) ชี้ให้เห็นความชุกสูงสุดของการติดซัลโมเนลลาร้อยละ 6 - 14 ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศสหรัฐอเมริการจึงแสดงให้เห็นว่าฤดูกาลมีผลต่อการติดเชื้อดังกล่าว และรายงานของ อรุณ และคณะ (2545) ได้สำรวจอุจจาระของผู้สัมผัสอาหารที่ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็งพบอัตราผู้เป็นพาหะของซัลโมเนลลาสูงสุดร้อยละ 15.38 ในฤดูร้อน และต่ำสุดในฤดูฝน ซัลโมเนลลาในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์สามารถแพร่กระจายไปในดิน น้ำ และสิ่งแวดล้อม ปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารได้หลายทางทำให้เป็นอันตรายอย่างยิ่ง ถ้านำสัตว์ที่มีซัลโมเนลลามาใช้เป็นอาหารทำให้ผู้บริโภคมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ

4.1.2 ผลของโรงฆ่าและชำแหละต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาของเนื้อไก่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดห่วงโซ่อุปทาน ตั้งแต่แหล่งที่มาของไก่ จนถึง กระบวนการผลิตที่โรงฆ่าและชำแหละสัตว์ เช่น การปนเปื้อนข้ามระหว่างไก่เป็น ซากปนเปื้อนจากอุปกรณ์บุคลากร น้ำ และน้ำแข็ง ฯลฯ นอกจากนี้ จำนวนของเชื้อแบคทีเรียนี้อาจเพิ่มขึ้น เนื่องจากการควบคุมที่ไม่เหมาะสมของอุณหภูมิระหว่าง การตัดการจัดการระหว่างกระบวนการ และการจัดเก็บและการจัดส่ง (FSIS, 2016) ดังนั้นเมื่อพิจารณาปัจจัยของโรงฆ่าและชำแหละสัตว์ที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยแยกตัวอย่างเนื้อไก่จากโรงฆ่าและชำแหละเป็น 3 โรงงาน (ภาพที่ 4.2) พบว่า ร้อยละค่าเฉลี่ยของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แต่ละโรงงานมีความแตกต่างกันอยู่ที่ร้อยละ 24 -59 โรงฆ่าและชำแหละ A B และ C พบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเฉลี่ยร้อยละ 48, 46 และ 32 ตามลำดับ ซึ่งโรงฆ่าและชำแหละ C มีการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่น้อยที่สุด

ความชุกของซัลโมเนลลาในแต่ละโรงฆ่าและชำแหละมีความแตกต่างกันซึ่งสอดคล้องรายงานของวันเพ็ญ (2551) พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในสัตว์ปีกของโรงฆ่าสัตว์ปีก 22 แห่ง มีความแตกต่างกันในแต่ละโรงงานเฉลี่ยร้อยละ 5-50 ซึ่งสาเหตุสำคัญของกระบวนการฆ่าที่อาจทำให้ซากสัตว์ปีกมีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลา คือ การฉีกขาดของทางเดินอาหาร และลำไส้ขณะเอาเครื่องในออกจากซากทำให้ซัลโมเนลลาที่อาจมีอยู่ในทางเดินอาหาร และอุจจาระปนเปื้อนซากทั้งภายในและภายนอก และปนเปื้อนข้ามไปยังซากอื่นๆ ผ่านทางเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ใช้งัดเครื่องในออกจากซาก รวมทั้ง มือพนักงานที่ดึงเครื่องในออกจากซากแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดจากโรงฆ่าและชำแหละ3 โรงงาน

การปรับปรุงสุขลักษณะของกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก ประกอบไปด้วย การปรับปรุงกระบวนการเอาเครื่องในออกจากซาก เช่น การลดการฉีกขาดของเครื่องใน รวมถึงการตรวจติดตามการปฏิบัติงานของพนักงานเอาเครื่องในออกจากซากให้ปฏิบัติอย่างถูกวิธี และการทบทวนให้ขั้นตอนการเอาเครื่องในออกจากซากเป็นจุดควบคุมวิกฤต (Critical Control Point, CCP) ที่ต้องคอยตรวจสอบและแก้ไขหากเกิดการเบี่ยงเบน ซากที่มีอุจจาระปนเปื้อนถูกคัดทิ้งทันที การเข้มงวดการปฏิบัติในจุด CCP อื่นๆ เช่น การสเปรย์น้ำล้างภายในภายนอกซาก (inside-outside washing) และการแช่เย็นซากสัตว์ปีกด้วยระบบถังน้ำเย็น (Water chilling) และการตรวจสอบที่เข้มงวดมากขึ้นในจุดควบคุมต่างๆ (Control point ; CP) ที่จะช่วยลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาไปยังซากสัตว์ปีก ได้แก่ การล้างและฆ่าเชื้อภาชนะอุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อกำจัดการหลงเหลืออยู่ลดการปนเปื้อนข้าม (Cross contamination) การสเปรย์ล้างตัวสัตว์ปีกที่สกปรกก่อนนำลงสู่ถังลวก และการเติมน้ำสะอาดลงในถังลวกตลอดเวลาในทิศทางสวนกับซากสัตว์ปีกที่ออกจากถังลวก เพื่อลดความเสี่ยงการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในถังลวก การสเปรย์ล้างซากสัตว์ปีกภายใน 15 วินาที หลังจากการถอนขน เพื่อลดความเสี่ยงที่ซัลโมเนลลาฝังตัวเข้าไปในรูขุมขน และการเข้มงวดการทำความสะอาดโรงฆ่า และเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก รวมทั้งด้านสุขลักษณะพนักงานด้วย ซึ่งเพ็ญนภา (2551) รายงานว่า ภายหลังการปรับปรุงสุขลักษณะของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการฆ่าสัตว์ปีก สามารถลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในซากสัตว์ปีกจากร้อยละ 35.3 ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 เหลือร้อยละ 13.4 ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551

ในทางตรงกันข้าม เมื่อพิจารณาจากร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในแต่ละปี (ภาพที่ 4.2) พบว่า โรงฆ่าและชำแหละ C มีแนวโน้มของการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น แต่การปนเปื้อนของโรงฆ่าและชำแหละ A มีแนวโน้มลดลง การลดลงของการปนเปื้อนในโรงงาน A เกิดจากการดำเนินการปรับปรุงมาตรฐานการผลิต (Standard Operation Procedure (SOP) program) ในกระบวนการฆ่าและชำแหละอย่างเข้มงวดแต่มีการปรับปรุงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดของโรงฆ่าและชำแหละ A ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2557 คือ การติดตั้งระบบถังน้ำเย็น (Chiller) เพิ่มอีก 1 ถัง รวมเป็น 3 ถังในปี พ.ศ. 2558 โดยโรงฆ่าและชำแหละ A ต้องการเพิ่มความเข้มงวด ในการปฏิบัติของขั้นตอนการแช่เย็นซากไก่ เพื่อลดอุณหภูมิซากไก่ ซึ่งถือปฏิบัติตามมาตรฐานของสหภาพยุโรป (Regulation No.853/2004) อย่างเคร่งครัด รวมถึงการเติมน้ำสะอาดลงในถังในทิศทางที่สวนกับซากไก่ที่ออกจากถัง (Counter flow) กำหนดปริมาณน้ำที่เติมต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ลิตร ต่อซากไก่น้ำหนักไม่เกิน 2.5 กิโลกรัม หรือปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 4 ลิตรต่อซากไก่น้ำหนัก 2.5-5.0 กิโลกรัม ซากไก่ที่ออกจากถังน้ำเย็นต้องมีอุณหภูมิซากไม่สูงเกิน 4 องสาเซลเซียส ซึ่งระบบทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพจะป้องกันการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลา และยังช่วยลดเวลาการลดอุณหภูมิของซากต่อหน่วยลงจากขั้นตอนดังกล่าว จึงส่งผลให้การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ของโรงฆ่าและชำแหละ A ในปี พ.ศ. 2558 เหลือเพียงร้อยละ 30.83 เมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละ 58.78 และ 52.18 ในปี พ.ศ. 2556 และ 2557 ตามลำดับ หรือลดลงเกือบร้อยละ 50 ของการปนเปื้อนเดิม อย่างไรก็ตาม แม้ว่าถังน้ำเย็นสำหรับลดอุณหภูมิซากไก่ จะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการยับยั้งจำนวนของแบคทีเรียในซากสัตว์ปีกได้ ในทางกลับกัน ถังน้ำเย็นนี้ก็อาจเป็นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนข้ามที่สำคัญเช่นกัน ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในถังทำความเย็น คือ จำนวนเริ่มต้นของแบคทีเรียในซากสัตว์ปีกก่อนที่จะเข้าสู่ถังน้ำเย็น อุณหภูมิของซาก อัตราการไหลของน้ำต่อซาก อัตราส่วนของการใช้น้ำต่อซากในถังทำความเย็น (สุมณฑา และคณะ, 2544 ; FSIS, 2016) ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับโรงฆ่าและชำแหละสัตว์ ที่ต้องควบคุมเพื่อป้องกันและลดการปนเปื้อนข้ามของซัลโมเนลลาในถังน้ำเย็น

4.1.3 ผลของกำลังการเชือดต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด

เมื่อพิจารณา ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด แบ่งตามกำลังการเชือดไก่ของแต่ละโรงงานในแต่ละปี แสดงดังตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ระหว่างความชุกของซัลโมเนลลา และกำลังการผลิตในการเชือดไก่ที่ ไม่น่าจะมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน ดังนี้ โรงฆ่าและชำแหละ C ลดกำลังการผลิตเฉลี่ยลงอย่างต่อเนื่อง จากปี พ.ศ. 2556 – พ.ศ. 2558 จากจำนวนการเชือดไก่เฉลี่ย 69,000, 66,000 และ 66,000 ตัวต่อวัน พบว่า ร้อยละเฉลี่ยของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 24, 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 40 ตามลำดับ ในทางกลับกัน โรงฆ่าและชำแหละ A เพิ่มกำลังการผลิตเฉลี่ยขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปี พ.ศ. 2556 – พ.ศ. 2558 จากจำนวนการเชือดไก่เฉลี่ย 130,000, 140,000 และ 145,000 ตัวต่อวัน พบว่า ร้อยละเฉลี่ยของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาลดลงอย่างต่อเนื่อง จาก 59, 53 และ 31 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ร้อยละเฉลี่ยของความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด แบ่งตามกำลังการเชือดไก่ของแต่ละโรงงานในแต่ละปี

โรงฆ่าและชำแหละ	ปี	กำลังการเชือด (ตัว/วัน)	ร้อยละเฉลี่ยของการปนเปื้อนซัลโมเนลลา
A	2556	130,000	59
	2557	140,000	53
	2558	145,000	31
B	2556	80,000	41
	2557	67,500	49
	2558	72,500	47
C	2556	69,000	24
	2557	67,000	32
	2558	66,000	40

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลนี้ แสดงให้เห็นว่ากำลังการผลิตอาจไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญในการปนเปื้อนซัลโมเนลลา แต่อาจมีปัจจัยร่วมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังที่อธิบายไว้ด้านบนเกี่ยวกับการลดลงของการปนเปื้อนในโรงงาน A เกิดจากการดำเนินการอย่างเข้มงวดตามมาตรฐานการผลิตในกระบวนการฆ่าและชำแหละ และมีการปรับปรุงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดของโรงฆ่าและชำแหละ A ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2557 คือ การติดตั้งระบบถังน้ำเย็นเพิ่มอีก 1 ถัง รวมเป็น 3 ถังในปี พ.ศ. 2558

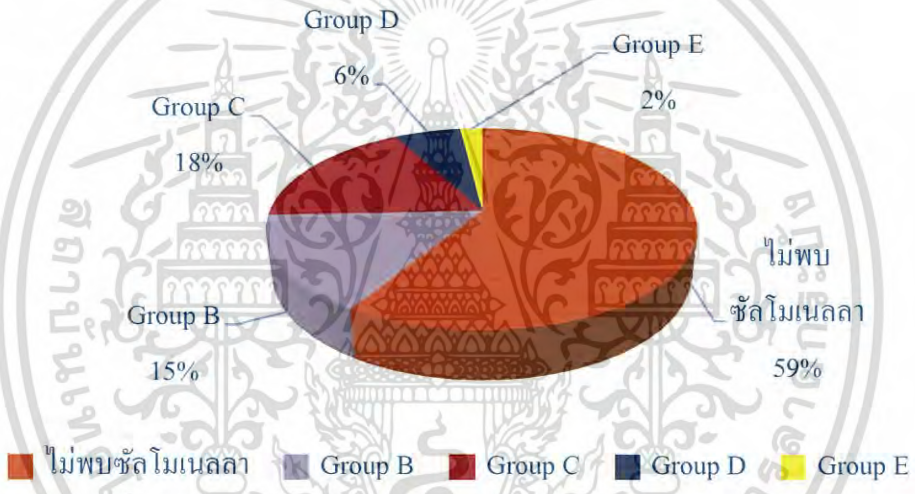
การปฏิบัติด้านสุขอนามัยที่ดีอย่างเคร่งครัด ทั้งด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ และพนักงาน รวมถึงการควบคุมกระบวนการ เช่น หลังจากผ่านถังน้ำเย็นอุณหภูมิของซากจะถูกควบคุมอย่างเข้มงวดให้ ≤ 4 องศาเซลเซียสตลอดระยะเวลาในระหว่างตัดชิ้นส่วน เลาะกระดูก ตัดแต่งและบรรจุหีบห่อ การดำเนินการเหล่านี้ทำให้การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในซากลดลง ดังนั้นเมื่อการบริหารจัดการสุขาภิบาลที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการปฏิบัติอย่างเคร่งครัดมากขึ้นและต่อเนื่อง การปนเปื้อนซัลโมเนลลาอาจลดลง การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเป็นขั้นตอนที่จำเป็นในการกำจัดและลดแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในโรงฆ่าและชำแหละซัลโมเนลลาสามารถเกาะติดอยู่ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและอุปกรณ์ และฝั่งตัวบนพื้นผิวอุปกรณ์ที่มีเศษเนื้อตกค้างอยู่ (FSIS, 2006) นอกจากนี้ การมีมาตรการที่ฟาร์มเลี้ยงไก่ มีผลต่อการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้ (Campbell, 1982)

4.1.4 ผลการตรวจแยกกลุ่มของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด

จากผลการตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด จำนวน 2,303 ตัวอย่างนั้น ตรวจพบซัลโมเนลลา จำนวน 951 ตัวอย่าง และเมื่อจำแนกซัลโมเนลลาตามกลุ่มของ A, B, C, D และ E ผลการจำแนกพบทุกกลุ่มยกเว้น กลุ่ม A (ภาพที่ 4.3) และพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา กลุ่ม C มากที่สุด เท่ากับร้อยละ 18 รองลงมาได้แก่ กลุ่ม B (ร้อยละ 15) กลุ่ม D (ร้อยละ 6) และกลุ่ม E (ร้อยละ 2) ตามลำดับ



ภาพที่ 4.3 ร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาแต่ละกลุ่มในเนื้อไก่จากโรงฆ่าและชำแหละ

ซัลโมเนลลาในกลุ่ม C พบการปนเปื้อนสูงที่สุด รองลงมาเป็น B, D และ E ตามลำดับ สอดคล้องกับกับรายงานของ ชาญชัย และไพรัช (2555) ซึ่งเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์ปีกส่วนหน้าอก ไม่ติดหนังจากโรงฆ่าและชำแหละ และสถานที่จัดจำหน่าย ตรวจพบซัลโมเนลลา จำนวน 364 จาก 716 ตัวอย่าง และสามารถตรวจแยกกลุ่มของซัลโมเนลลากลุ่ม C, B, D และ E ตามลำดับ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับรายงานผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงจาก 8 โรงพยาบาล ที่สำรวจในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดสระบุรีของ รุ่งนภา และ คณะ (2549) ที่แยกเชื้อ*Salmonella* spp. จากผู้ป่วย 118 ราย จาก 587 ราย ออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่กลุ่ม B (ร้อยละ 39.83), C (ร้อยละ 31.36), E (ร้อยละ 27.12)และ D (ร้อยละ 1.69) ทั้งนี้ เนื้อไก่เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งของการเกิดโรคทางเดินอาหาร และโลหิตเป็นพิษในประเทศไทย สายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุหลัก ได้แก่ *Salmonella* Enteritidis (SE) และ *Salmonella* Typhimurium (ST) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม D และ B ตามลำดับ โดยทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรคท้องร่วงมากถึง 4.5% ของจำนวนประชากร (ประเวทย์ และคณะ, 2546) ตามกฎหมายของสหภาพยุโรป (EU Regulation 2073/2005) นั้นมีข้อกำหนดว่า เนื้อไก่สด (Fresh poultry meat) ต้องไม่พบเชื้อ SE และ ST ในตัวอย่าง 25 กรัม และเนื้อไก่ที่มีเครื่องปรุงผสม (Meat preparation) เช่น เนื้อไก่หมักเกลือ ต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม และ ตามกฎหมายในประเทศไทยกำหนดว่า ในสินค้าเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ต้องไม่พบ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง 25 กรัม (กรมปศุสัตว์, 2544)

การตรวจพบซัลโมเนลลาในกลุ่ม C มีความชุกสูงสุด อาจเนื่องมาจาก กลุ่ม C นี้เป็นกลุ่มที่มีความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะสูง และมีรายงานว่าพบมากในคนและสัตว์ในประเทศสหรัฐอเมริกา และกลุ่มสหภาพยุโรป (Fuche *et al.*, 2016) ซึ่งประเทศไทยนำเข้าสายพันธุ์ไก่เนื้อหลักมาจาก 2 ประเทศนี้ทำให้โอกาสในการตรวจพบซัลโมเนลลากลุ่มC ในเนื้อไก่มีสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ

แต่อย่างไรก็ตามจากรายงาน Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เมษายน พ.ศ. 2560) ตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย และมีแนวโน้มสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของปริมาณการส่งออก จาก 3, 14, 24 และ 22 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2556 -2559 ตามลำดับ และตรวจพบซัลโมเนลลาสายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคทางเดินอาหาร และโลหิตเป็นพิษ ได้แก่ SE และ ST (ภาคผนวก ค) แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ก่อโรคทั้ง 2 ยังคงพบได้ในเนื้อไก่สดแช่แข็งส่งออกจากประเทศไทย

4.2 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

เมื่อนำผลการตรวจซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ของทั้ง 2,303 ตัวอย่าง มาจำแนกการพบและไม่พบซัลโมเนลลา ตามปัจจัยที่ศึกษาจำนวน 6 ปัจจัย ได้แก่ พื้นที่ภาคของฟาร์มขนาดฟาร์ม กำลังการผลิต ฤดูกาลที่ผลิต ขนาดของชิ้นเนื้อไก่ และระยะทางในการขนส่ง ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แบ่งตามปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด 6 ปัจจัย

ปัจจัยที่ศึกษา	จำนวนรวม (ตัวอย่าง)	ไม่พบซัลโมเนลลา (ตัวอย่าง)	พบซัลโมเนลลา (ตัวอย่าง)	ร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา
1. พื้นที่ภาคของฟาร์ม				
กลาง	359	190	169	47
ตะวันตก	384	218	166	43
ตะวันออก	506	289	217	43
ตะวันออกเฉียงเหนือ	1,054	655	399	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แบ่งตามปัจจัยที่ศึกษาทั้งหมด 6 ปัจจัย (ต่อ)

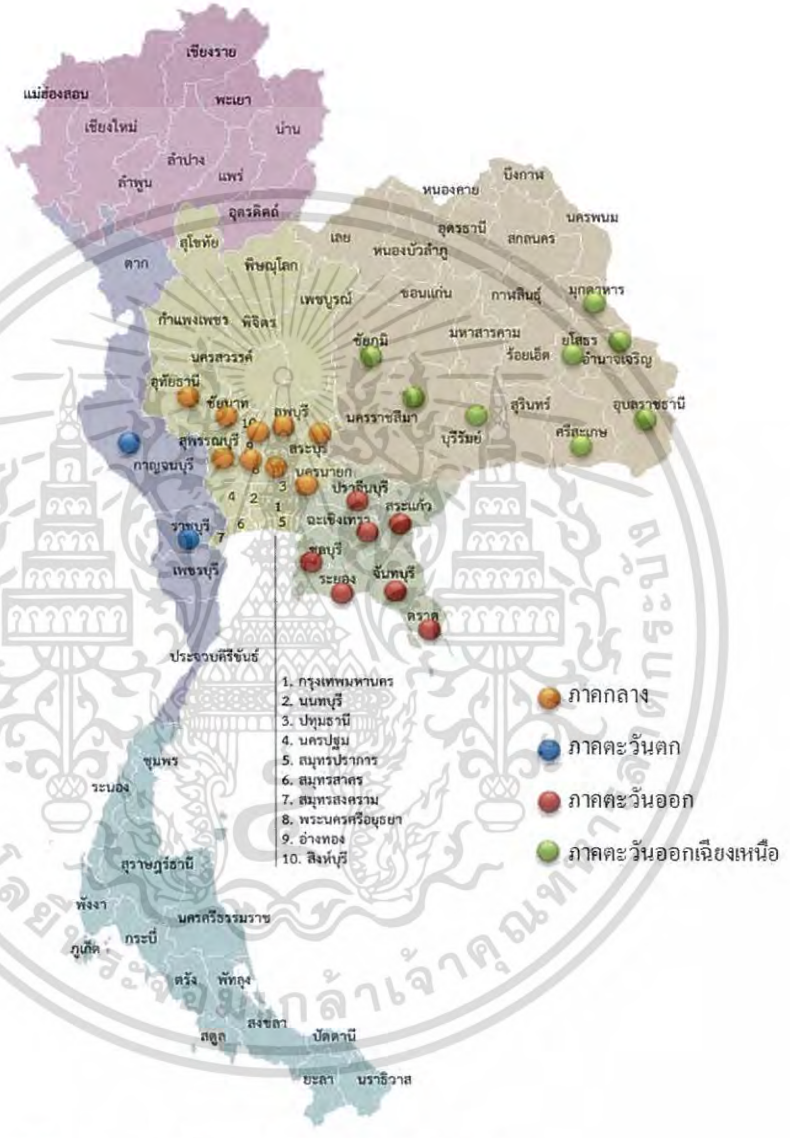
ปัจจัยที่ศึกษา	จำนวนรวม (ตัวอย่าง)	ไม่พบซัลโมเนลลา (ตัวอย่าง)	พบซัลโมเนลลา (ตัวอย่าง)	ร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา
2. ขนาดฟาร์ม (ตัว)				
≤ 10,000	248	159	89	36
10,001 - 50,000	1,089	700	389	36
50,001- 100,000	350	187	163	47
> 100,000	616	306	310	50
3. กำลังการผลิต (เชือดไก่ต่อวัน)				
50,000 - 79,999	1,273	794	479	38
80,000 -100,000	264	157	107	41
> 100,000	766	401	365	48
4. ฤดูกาลที่ผลิต				
ฤดูร้อน (มี.ค. - มิ.ย.)	786	435	351	45
ฤดูฝน (ก.ค. - ต.ค.)	808	466	342	42
ฤดูหนาว (พ.ย. - ก.พ.)	709	451	258	36
5. ขนาดของชิ้นเนื้อไก่ (กรัม)				
10 – 40	1,702	1013	689	40
41 – 80	43	25	18	42
> 80	558	314	244	44
รวม	**2,303**	**1,352**	**951**	**41**
6. ระยะทางทางในการขนส่ง (กม.)				
100	766	401	365	48
149	709	388	321	45
439	828	563	265	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

4.2.1 พื้นที่ภาคของฟาร์ม

เมื่อแบ่งฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อ ตามพื้นที่ภาค พบว่ามีทั้งหมด 26 จังหวัด(ภาพที่ 4.4) แบ่งออกเป็น 4 ภาค ดังนี้



ภาพที่ 4.4 แผนที่แสดงที่ตั้งของฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อใน 26 จังหวัดในแต่ละภาค

ที่มา : ดัดแปลงมาจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น, 2560

1. ภาคกลาง 9 จังหวัด จำนวน 359 ตัวอย่าง ได้แก่ ชัยนาท นครนายก ลพบุรี สระบุรี สิงห์บุรี สุพรรณบุรี อยุธยา อ่างทอง และอุทัยธานี

2. ภาคตะวันตก 2 จังหวัด จำนวน 384 ตัวอย่าง ได้แก่ กาญจนบุรี และราชบุรี

3. ภาคตะวันออก 7 จังหวัด จำนวน 506 ตัวอย่าง ได้แก่ จันทบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ตราด ปราจีนบุรี ระยอง และสระแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 8 จังหวัด 1,054 ตัวอย่าง ได้แก่ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ มุกดาหาร ยโสธร ศรีสะเกษ อำนาจเจริญ และอุบลราชธานี

ผลการวิเคราะห์สถิติ ตามปัจจัยที่ศึกษา คือ ภาคของพื้นที่ฟาร์มที่เลี้ยงไก่ มีร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา 47, 43, 43 และ 38 ใน ภาคกลาง ตะวันตก ตะวันออก และตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ จากข้อมูลร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แต่ละภาค พบว่า ฟาร์มเลี้ยงไก่ในภาคกลางมีร้อยละการปนเปื้อนเชื้อสูงสุด และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีร้อยละการปนเปื้อนต่ำสุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วัชรพงศ์ และดวงดาว (2557) ที่ความชุกของซัลโมเนลลาในฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อในเขตภาคกลาง (ปศุสัตว์เขต 1) มีค่าสูงกว่าพื้นที่ฟาร์มในพื้นที่สำนักงานปศุสัตว์ทั้ง 9 เขต ซึ่งความชุกของซัลโมเนลลาของแต่ละภาคมีความแตกต่างกันตั้งแต่ร้อยละ 33.73 - 79.41 ทั้งนี้ พื้นที่ภาคของฟาร์มเลี้ยงไก่ อาจมีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ จึงจะได้วิเคราะห์ทางสถิติ และอภิปรายเป็นลำดับถัดไปใน หัวข้อ 4.3.1

4.2.2 ขนาดฟาร์ม (ตัว)

จำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์ม ตามนิยามของฟาร์มไก่เนื้อในที่นี้ หมายถึง ฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อเพื่อการค้า (Broiler) ที่มีจำนวนตั้งแต่ 3,000 ตัวขึ้นไป (กองสัตวรักษ์, 2542) เป็นแบบโรงเรือนระบบปิดหมายถึงโรงเรือนที่สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมได้แก่อุณหภูมิความชื้นการระบายอากาศและแสงสว่างให้เหมาะสมกับความเป็นอยู่ของสัตว์ปีกสามารถป้องกันนกและแมลงได้ เมื่อแบ่งขนาดของฟาร์มเลี้ยงตามกองสัตวรักษ์ (2542) ออกเป็น 3 ขนาด ดังนี้ 1) ฟาร์มขนาดเล็กเลี้ยงไก่เนื้อน้อยกว่า 5,000 ตัว 2) ฟาร์มขนาดกลางเลี้ยงไก่เนื้อตั้งแต่ 5,000 ตัว ถึง 10,000 ตัว และ 3) ฟาร์มขนาดใหญ่เลี้ยงไก่เนื้อมากกว่า 10,000 ตัว

ในกลุ่มตัวอย่างเนื้อไก่จำนวน 2,303 ตัวอย่าง เมื่อนำมาแบ่งเนื้อไก่ที่ได้จากขนาดของฟาร์มต่างๆ ตามนิยามของกรมปศุสัตว์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ฟาร์มขนาดกลางร้อยละ 11 และฟาร์มขนาดใหญ่ร้อยละ 89 แต่เนื่องจากข้อมูลจำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์มมีจำนวนที่แตกต่างกัน และช่วงที่ห่างกันมาก คือ ตั้งแต่ 6,000 – 600,000 ตัวต่อฟาร์ม เพื่อให้การวิเคราะห์เป็นตัวแทนกลุ่มที่มีความเหมาะสมครอบคลุม จึงแบ่งขนาดของฟาร์มเลี้ยงไก่นี้ใหม่เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ น้อยกว่า 10,000, 10,001 – 50,000, 50,001 – 100,000 และมากกว่า 100,000 ตัว (ตารางที่ 4.2) โดยเมื่อเปรียบเทียบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ ตามจำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์ม พบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ดังนี้ 36, 36, 47 และ 50 ตามลำดับ แสดงว่าฟาร์มเลี้ยงไก่ที่เลี้ยงไก่มากกว่า 100,000 ตัวต่อฟาร์ม มีร้อยละการปนเปื้อนเชื้อสูงสุด และจำนวนการเลี้ยงที่น้อยกว่า 10,000 และ 10,001 – 50,000 ตัวต่อฟาร์ม มีร้อยละการปนเปื้อนต่ำสุด

จากผลการวิเคราะห์ร้อยละปนเปื้อนซัลโมเนลลาตามปัจจัยของจำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์ม มีแนวโน้มว่าเมื่อจำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์มเพิ่มขึ้นโอกาสในการปนเปื้อนซัลโมเนลลาจะสูงขึ้น ทั้งนี้ อาจมีสาเหตุจาก เมื่อฟาร์มเลี้ยงไก่มีขนาดใหญ่ขึ้นส่งผลให้การหมุนเวียนเข้า - ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของพนักงาน จำนวนและความถี่ของคนนอกที่เกี่ยวข้องกับฟาร์มเลี้ยงที่เพิ่มมากขึ้นทำให้มีโอกาสนำเชื้อโรคเข้าสู่ฟาร์มได้สูงขึ้น โดยผลการศึกษาของ Cardinale และคณะ (2004) รายงานว่าการเข้า - ออกฟาร์มจากคนภายนอกมีโอกาสทำให้ฟาร์มพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนเพิ่มขึ้นเป็น 5.38 เท่า เมื่อเทียบกับการจำกัดคนเข้า-ออกสำหรับปัจจัยของจำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์มที่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จะถูกวิเคราะห์ทางสถิติ และอภิปรายต่อไปในข้อ 4.3.2

4.2.3 กำลังการผลิต (เชือดไก่ต่อวัน)

ตามนิยามของกรมปศุสัตว์ โรงฆ่าสัตว์และชำแหละที่ฆ่าสัตว์ปีก วันละไม่น้อยกว่า 50,000 ตัว จัดเป็นโรงฆ่าสัตว์ขนาดใหญ่ (กรมปศุสัตว์, 2545) แต่จากตัวอย่างที่รวบรวม พบว่ามีความหลากหลายของจำนวนการฆ่าและชำแหละ จึงแบ่งกลุ่มตัวอย่างของกำลังการผลิตของโรงฆ่าสัตว์ขนาดใหญ่ ออกเป็น 3 ระดับ คือ 1) 50,000 – 79,999 ตัวต่อวัน 2) 80,000 – 100,000 ตัวต่อวัน และ 3) มากกว่า 100,000 ตัวต่อวัน (ตารางที่ 4.2) โดยเมื่อเปรียบเทียบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ตามกำลังการผลิตของแต่ละโรงฆ่าและชำแหละ พบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาดังนี้ 38 41 และ 48 ตามลำดับ แสดงให้เห็นแนวโน้มว่า เมื่อกำลังการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละเพิ่มขึ้น ร้อยละการปนเปื้อนเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งขัดแย้งกับการอภิปรายผลใน ข้อ 4.1.3 ที่ระบุว่ากำลังการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละไม่น่าจะมีความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน และไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญในการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ดังนั้นจึงต้องนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติเป็นลำดับถัดไป

4.2.4 ฤดูกาลที่ผลิต

เมื่อแบ่งตามช่วงของฤดูกาลของประเทศไทย ตามกรมอุตุวิทยา แบ่งฤดูกาลออกเป็น 3 ช่วง คือ 1) ฤดูร้อน (ช่วงเดือน มีนาคม ถึงเดือน มิถุนายน) 2) ฤดูฝน (ช่วงเดือน กรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม) และ 3) ฤดูหนาว (ช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือน กุมภาพันธ์) โดยเมื่อการเปรียบเทียบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ตามช่วงเดือนที่ทำการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละ พบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ดังนี้ 45, 42 และ 36 ตามลำดับ จากข้อมูลร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ตามช่วงเดือนที่ทำการผลิต พบว่า ฤดูร้อนมีร้อยละการปนเปื้อนเชื้อสูงสุด และช่วงฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์ มีร้อยละการปนเปื้อนเชื้อต่ำสุด ทั้งนี้ อาจเนื่องจากอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญของซัลโมเนลลา ดังที่ได้อภิปรายไว้แล้วในข้อ 4.1.1 ซึ่งจากผลการวิเคราะห์แนวโน้มเบื้องต้นนี้จึงกำหนดให้ช่วงเดือนที่ผลิตเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการวิเคราะห์สถิติในขั้นตอนถัดไป

4.2.5 ขนาดของชิ้นเนื้อไก่

ปัจจัยของขนาดของชิ้นเนื้อไก่ จากโรงงานฆ่าและชำแหละแต่ละแห่ง โดยขนาดชิ้นเนื้อไก่ได้กำหนดตามความต้องการใช้ของโรงงานแปรรูป โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ตามน้ำหนัก ได้แก่ 1) 10-40 กรัม 2) 4-80 กรัม และ 3) มากกว่า 80 กรัม โดยพบร้อยละการปนเปื้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซัลโมเนลลา เท่ากับ ร้อยละ 40, 42 และ 44 ตามลำดับ แสดงว่า ร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาอาจแปรผันตามขนาดของน้ำหนักชิ้นเนื้อไก่ที่ตัดแต่ง ซึ่งคาดว่าร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลาน่าจะมีความสัมพันธ์กัน

ในกระบวนการตัดแต่งชิ้นเนื้อไก่ให้ได้น้ำหนักต้องผ่านขั้นตอนการแยกซากไก่ให้เป็นชิ้นส่วนต่างๆตามที่ต้องการ และถอดกระดูกออกจากชิ้นส่วนเนื้อไก่ ดังนั้น ในการตัดแต่งและถอดกระดูกออกจากซากไก่ จนถึงการตัดแต่งชิ้นเนื้อไก่ให้ได้ตามน้ำหนักเป็นขั้นตอนที่อาจมีผลต่อการเพิ่มจำนวนเชื้อแบคทีเรียได้โดยจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเช่นมีดเขียงโต๊ะสายพานรวมถึงจากพนักงาน เช่น มือ เครื่องแต่งกาย เอี๊ยม เป็นต้น ล้วนเป็นสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้ นอกเหนือจากสุขลักษณะส่วนบุคคลแล้ว ในขั้นตอนนี้ไม่ควรจะใช้เวลานานเกินไป เพราะการควบคุมเรื่องเวลา และอุณหภูมิในขั้นตอนนี้เป็นเงื่อนไขที่สำคัญที่ต้องจัดการเพื่อเป็นการป้องกันการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาในระหว่างการผลิต

จากแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในเบื้องต้นนี้ จึงกำหนดให้ขนาดชิ้นเนื้อไก่ที่ตัดแต่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการวิเคราะห์สถิติ ในขั้นตอนถัดไป

4.2.6 ระยะทางในการขนส่ง

จากปัจจัยของระยะทางในการขนส่งจากโรงฆ่าและชำแหละ ถึงโรงงานแปรรูป แบ่งเป็น 3 ระยะทาง (กิโลเมตร) เนื่องจากวิทยานิพนธ์นี้เก็บข้อมูลจากโรงฆ่าและชำแหละจาก 3 แห่ง ได้แก่ A B และ C โดยแต่ละระยะทางที่ขนส่งเนื้อไก่ มาจนถึงโรงงานแปรรูป 100, 149 และ 439 กิโลเมตร ตามลำดับ โดยพบร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ดังนี้ 48 45 และ 32 ตามลำดับ แสดงว่า การเพิ่มระยะทางในการขนส่งกลับทำให้การปนเปื้อนเชื้อต่ำสุด ทั้งนี้ คาดว่าเกิดจากการควบคุมอุณหภูมิที่ดีในระหว่างการขนส่งเนื้อไก่สดของโรงฆ่าและชำแหละจากจังหวัดที่ห่างไกล ทั้งนี้ จากสืบค้นข้อมูลการตรวจรับเนื้อไก่จากโรงงานนี้ พบว่าอุณหภูมิเนื้อไก่ที่ส่งจากโรงงานที่มีระยะทางไกลกว่านั้น มีค่าอยู่ระหว่าง (- 2) ถึง (- 5) องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำในเนื้อมีสภาวะเย็นจัด และเกิดผลึกน้ำแข็งบางส่วน ที่มีขนาดเล็ก และกระจายทั่วไป อุณหภูมิที่ต่ำขนาดนี้ทำให้ซัลโมเนลลาหยุดการเจริญเติบโตและตาย เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงกว่า 0 องศาเซลเซียส (ICMSF, 1996) จึงน่าจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ร้อยละการปนเปื้อนซัลโมเนลลามีค่าต่ำ ส่วนอุณหภูมิเนื้อไก่ที่ส่งจากโรงงานที่มีระยะทางใกล้นั้น มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 4 องศาเซลเซียสดังนั้น งานวิจัยนี้จึงกำหนดให้ระยะทางขนส่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งในการวิเคราะห์สถิติในขั้นตอนถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ด้วยวิธีการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ

การคัดเลือกตัวแปรอ้างอิงในแต่ละปัจจัยที่ศึกษาเพื่อหาค่า Odds ratio จากการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ (binary logistic regression) นั้นพิจารณาจากกลุ่มที่มีสัดส่วนของเนื้อไก่ที่ตรวจไม่พบ: ตรวจพบซัลโมเนลลามากที่สุดในแต่ละปัจจัย เช่น เนื้อไก่จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีสัดส่วนการตรวจไม่พบซัลโมเนลลามากกว่าภาคอื่นๆ

ผลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกแบบทวิ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบโอกาสของการพบต่อการไม่พบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ แสดงดังตารางตามภาคผนวก ข และสมการของการทำนายโอกาสของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ ดังสมการที่ 4.1

$$\text{logit} = \ln\left[\frac{\text{P(Y = Detected)}}{\text{P(Y = Non - detected)}}\right] = \ln\left[\frac{\text{P(Y = 1)}}{\text{P(Y = 0)}}\right]$$

$$= 1.384 - .658X_{11} - .647X_{12} - .873X_{13} + .136X_{21} + .100X_{22} + .351X_{23} - .328X_{31} - .665X_{32} - .256X_{41} + .070X_{42} - .130X_{51} - .126X_{52} - .005X_{6} \quad \text{.....(4.1)}$$

จากสมการที่ 4.1 การวิเคราะห์โอกาสของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ จากสมการดังกล่าว เมื่อกำหนดตัวแปรต้น ดังต่อไปนี้

พื้นที่ภาคของฟาร์ม: ภาคตะวันออก

ขนาดฟาร์ม: > 100,001 ตัว/ฟาร์ม

กำลังการผลิต (เชือดไก่ต่อวัน): 80,000 – 100,000 ตัว/วัน

ฤดูกาลที่ผลิต: มีนาคม – พฤศจิกายน

ขนาดของชิ้นเนื้อไก่: 41 -80 กรัม

ระยะทางในการขนส่ง: 100 กิโลเมตร

เมื่อแทนที่ตัวแปรต่างๆ ในสมการ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$P = \frac{e^{1.384-0.658(0)-0.647(1)-0.873(0)+0.136(0)+0.100(0)+0.351(1)-0.328(1)-0.665(0)-0.256(0)+.070(1)-0.005(100)-0.130(1)-0.126(0)}}{1+e^{1.384-0.658(0)-0.647(1)-0.873(0)+0.136(0)+0.100(0)+0.351(1)-0.328(1)-0.665(0)-0.256(0)+.070(1)-0.005(100)-0.130(1)-0.126(0)}}$$

$$= 0.55$$

จากผลการทดสอบ พบว่า โอกาสของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 55 หรือ ในเนื้อไก่ 100 ตัวอย่าง มีโอกาสพบการปนเปื้อน 55 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดสอบความถูกต้องของสมการ โดยวิธี Hosmer-Lemeshow goodness-of fit พบว่ามีค่า chi-square เท่ากับ 12.430 ซึ่งมีค่า p-value เป็น 0.13 (ภาคผนวก ง) สามารถสรุปได้ว่า สมการการถดถอยโลจิสติกแบบหลายกลุ่มแบบทวินี้มีความเหมาะสมกับข้อมูลในการทำนายและความน่าจะเป็นของความถูกต้องในการทำนาย จะพิจารณาจากตาราง Classification table (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 ความถูกต้องของการพยากรณ์จากสมการ

Observed	Predicted		
	Analysis result for Salmonella		Percentage Correct
	Not detected	Detected	
Not Detected	1126	226	83.3
Detected	687	264	27.8
Overall Percentage			60.4

จากข้อมูลในการวิจัยนี้ พบว่า ตัวอย่างเนื้อไก่ 2,303 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบซัลโมเนลลา 1,352 ตัวอย่าง และพบซัลโมเนลลา 951 ตัวอย่าง จากตารางที่ 4.3 พบว่า สมการทำนายการตรวจไม่พบซัลโมเนลลาเพียง 1,126 ตัวอย่าง จาก 1,352 ตัวอย่าง และทำนายผิดผลาด226 ตัวอย่าง หรือทำนายถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 83.3 สำหรับการทำนายการตรวจพบซัลโมลลาในเนื้อไก่ ทำนายถูกเพียง 264 ตัวอย่าง และทำนายผิดผลาดสูงถึง 687 ตัวอย่าง หรือ ทำนายถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 27.8 และ เมื่อนำจำนวนที่ทำนายถูกต้องทั้งหมด มาคำนวณร้อยละการทำนายถูกต้องต่อตัวอย่างทั้งหมด พบว่ามีค่าร้อยละ 60.4

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ สามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 พื้นที่ภาคของฟาร์มต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

การวิเคราะห์การปนเปื้อนซัลโมเนลลา จากตัวอย่างเนื้อไก่ 2,303 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างจะมาจากพื้นที่ภาคของฟาร์มที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาปัจจัยของพื้นที่ภาคของฟาร์มว่ามีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยแบ่งพื้นที่ตั้งของฟาร์มออกเป็น 4 กลุ่ม คือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จากผลการวิเคราะห์ พบว่า พื้นที่ภาคของฟาร์มในภาคตะวันออกและภาคตะวันตก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ต่อการพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ (ตารางที่ 4.4) โดยมีค่า odds ratio เท่ากับ 0.524 และ 0.418 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พื้นที่ภาคของฟาร์มในภาคกลางไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แสดงให้เห็นว่าโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะมีค่า odds ratio เท่ากับ 0.518

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งนี้ ค่า odd ratio หมายถึง โอกาสของการเกิดเหตุการณ์ โดยแสดงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์เป็นกี่เท่าของโอกาสที่ไม่เกิดเหตุการณ์ ดังนั้น ค่า odds ratio พื้นที่ภาคของฟาร์มในภาคตะวันออก เท่ากับ 0.524 หมายถึง พื้นที่ภาคของฟาร์มภาคตะวันออกมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่น้อยกว่าพื้นที่ฟาร์มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 0.524 เท่า หรือกล่าวได้ว่าหากโอกาสในการตรวจพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 100 ภาคตะวันออกมีโอกาสพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่ 47.60

ตารางที่ 4.4 พื้นที่ภาคของฟาร์มต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
พื้นที่ภาคของฟาร์ม (ภาค)						
ตะวันออกเฉียงเหนือ				1		
กลาง	-.658	.379	.082	.518	.246	1.088
ตะวันออก	-.647	.164	.000*	.524	.380	.722
ตะวันตก	-.873	.396	.027*	.418	.192	.907

* SignificantP $\leq$ 0.05 level

จากตารางที่ 4.3 พบว่า พื้นที่ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก มีโอกาสพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่ลดลง 0.418-0.524 เท่า เมื่อเทียบกับพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (1.0) แสดงให้เห็นถึง โอกาสพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่น้อยกว่าพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือพื้นที่ภาคของฟาร์มภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปัจจัยเสี่ยงที่จะพบความชุกของซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่สูงที่สุด เมื่อเทียบกับอีก 2 ภาค ในทางตรงกันข้ามกับรายงานของ วัชรพงศ์ และดวงดาว (2557) ที่พบว่า ความชุกของการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อในเขตพื้นที่ สำนักงานปศุสัตว์ ภาคกลาง (เขต 1) และ ภาคตะวันตก (เขต 7) มีค่าสูงกว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (เขต 3-4) อย่างมาก ในขณะที่ฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อในเขตพื้นที่สำนักงานปศุสัตว์ ภาคตะวันออก (เขต 2) มีค่าใกล้เคียงกับฟาร์มมาตรฐานในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้อาจเนื่องจากวิธีการตรวจหาซัลโมเนลลาที่แตกต่างกันระหว่างการตรวจจาก Boot swap จากพื้นที่ฟาร์ม กับ ตัวอย่างเนื้อไก่จากโรงฆ่า อย่างไรก็ตาม Heyndrickx และ คณะ (2002) รายงานว่า การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในช่วงการเลี้ยงในฟาร์มไม่มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ปีกภายหลังการฆ่า และสรุปว่าความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการปนเปื้อนเชื้อชนิดนี้ เป็นผลจากการจัดการด้านสุขลักษณะของแต่ละโรงฆ่าและชำแหละ อย่างไรก็ตาม การตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในสัตว์ปีกก่อนจับเข้าโรงฆ่าและชำแหละเป็นอีกมาตรการหนึ่งที่จะช่วยลดการปนเปื้อนข้ามของซัลโมเนลลาระหว่างกระบวนการฆ่าสัตว์ปีก ซึ่งมักแยกฝูงสัตว์ปีกที่ตรวจพบซัลโมเนลลาไว้ฆ่าเป็นลำดับสุดท้ายของการผลิต (เพ็ญนภา, 2551)

ค่า Standard Error (S.E.) หรือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย สัมพันธ์กับการกระจายหรือความแตกต่างจากค่าเฉลี่ย ดังนั้น ค่า S.E. ของพื้นที่ภาคของฟาร์มในภาคตะวันออก และตะวันตก มีค่าต่ำ หรือเท่ากับ 0.164 และ 0.396 ตามลำดับ แสดงว่า ขนาดของตัวอย่างมากพอ และแต่ละชุดตัวอย่างที่สุ่มค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างจะแตกต่างกันน้อย ทำให้ข้อมูลที่วิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือ และเมื่อพิจารณา 95% C.I. (Confidence Interval) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุด และสูงสุดของค่า Odds ratio ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งหากช่วงค่าดังกล่าวไม่ต่างกันมากบ่งถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งพื้นที่ภาคของฟาร์มภาคตะวันออกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.380 ถึง 0.722 และภาคตะวันตก อยู่ระหว่าง 0.192 ถึง 0.907 แสดงว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ

4.3.2 ขนาดฟาร์มต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

การวิเคราะห์การปนเปื้อนซัลโมเนลลา จากตัวอย่างเนื้อไก่ที่ศึกษาขนาดฟาร์ม โดยแบ่งเป็น 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ฟาร์มที่เลี้ยงไก่จำนวนมากกว่า 100,00 ตัว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับฟาร์มที่เลี้ยงไก่ 10,001 – 50,000 ตัว ($P \leq 0.05$) ต่อการพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ (ตารางที่ 4.5) โดยมีค่า odds ratio เท่ากับ 1.421 ซึ่งมีค่า S.E. เพียง 0.125 และค่า 95% C.I. for odds ratio อยู่ระหว่าง 1.113 – 1.815 แสดงถึงโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาจากตัวอย่างเนื้อไก่อยู่ระหว่าง 1.113 – 1.815 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับโอกาสที่พบการปนเปื้อนในฟาร์มที่เลี้ยงไก่ที่กำหนด แต่ขนาดฟาร์มที่น้อยกว่า 10,000 หรือระหว่าง 10,001– 50,000 ตัว กลับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่า โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไม่แตกกันในฟาร์มที่เลี้ยงไก่น้อยกว่า 100,000 ตัว

จากตารางที่ 4.5 พบว่าขนาดฟาร์มที่มากกว่า 100,000 ตัวมีโอกาสพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่มากกว่า 1.145 เท่า เทียบกับขนาดฟาร์มที่น้อยกว่า 10,001 – 50,000 ตัว แสดงให้เห็นว่าฟาร์มเลี้ยงไก่ขนาดมากกว่า 100,000 ตัว มีความเสี่ยงที่จะพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่เพิ่มขึ้นร้อยละ 14.5 ซึ่งฟาร์มเลี้ยงไก่กลุ่มนี้เป็นฟาร์มไก่เนื้อของบริษัทเอง (Owner Farm)

จากการค้นข้อมูลพบว่า ทุกฟาร์มมีประวัติการปนเปื้อนซัลโมเนลลาอาจส่งผลทำให้มีปัจจัยความชุกของซัลโมเนลลาในฟาร์มเลี้ยงไก่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ วัชรพงษ์ และดวงดาว (2559) รายงานว่าฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อ ที่มีประวัติในการพบซัลโมเนลลาจะมีโอกาสพบซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้น เป็น 4.69 เท่า เมื่อเทียบกับฟาร์มที่ไม่มีประวัติพบซัลโมเนลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ขนาดฟาร์มต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
ขนาดฟาร์ม (ตัว)						
10,001 - 50,000				1		
50,001- 100,000	.136	.143	.341	1.145	.866	1.514
≤ 10,000	.100	.152	.511	1.105	.820	1.489
> 100,000	.351	.125	.005*	1.421	1.113	1.815

* SignificantP ≤ 0.05 level

นอกจากนี้ Cardinaleและคณะ (2004) ก็รายงานผลการศึกษาเช่นเดียวกันว่า การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฝูงไก่มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฝูงไก่ก่อนหน้า มีค่าความเสี่ยง 6.82 เท่า เมื่อเทียบกับการไม่พบการปนเปื้อนในฝูงก่อนหน้า เนื่องจากโอกาสที่เชื้อจะเหลือรอดในสิ่งแวดล้อมหรืออุปกรณ์ต่างๆของโรงเลี้ยง

ทั้งนี้ การเลี้ยงไก่ในฟาร์มจะมีพนักงานประจำโรงเรือนซึ่งจำเป็นต้องเข้า-ออก มีโอกาสในการสัมผัสสัตว์ในโรงเรือนมากถ้าเกิดมือพนักงานปนเปื้อนซัลโมเนลลา และใช้หยิบจับวัสดุอุปกรณ์ประจำโรงเรือนก็สามารถแพร่กระจายเชื้อดังกล่าวโดยตรงและทางอ้อมให้กับสัตว์ปีก ดังนั้นการล้างมือก่อนทำงานและหลังทำงานเป็นการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Namata*et al* (2009) ที่ว่าความเสี่ยงในการพบซัลโมเนลลาในฟาร์มจะลดลงจากการล้างมือของพนักงาน หรือบุคคลภายนอกก่อนเข้า-หลังการปฏิบัติงาน เพราะ มีโอกาสสัมผัสสัตว์ปีกภายในฟาร์มและ วัชรพงษ์ และดวงดาว (2559) ระบุว่า การล้างมือก่อนหรือหลังจากการเข้า-ออกโรงเรือนสามารถลดโอกาสในการพบซัลโมเนลลาร้อยละ 85 จากตัวอย่าง ดังนั้นสิ่งจำเป็นเพื่อลด ปัจจัยความเสี่ยงในการปนเปื้อนซัลโมเนลลา จึงต้องมีขั้นตอนในการเตรียมโรงเรือนโดยต้องมีการทำความสะอาดกำจัดเศษสิ่งสกปรกออกก่อนแล้วขัดถูหลังจากนั้นก็ใช้สารเคมีทำความสะอาด (Detergent) ซึ่งสามารถป้องกันซัลโมเนลลาได้ร้อยละ 84 (Cardinale*et al*., 2004) ตลอดจนมีการถอดวัสดุอุปกรณ์ออกจากโรงเรือนก่อนทำความสะอาดฆ่าเชื้อหลังจากปลด ไก่เนื้อสามารถช่วยลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้ร้อยละ 75 (Le Bouquina*et al*., 2010)

4.3.3 กำลังการผลิต (จำนวนเชือดไก่ต่อวัน) ต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ผลการวิเคราะห์โอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ ต่อกำลังการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละ ได้ผลดังตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 กำลังการผลิตต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
กำลังการผลิต (ไก่ต่อวัน)						
50,000 - 79,999				1		
80,000 -100,000	-.328	.161	.041*	.720	.526	.987
> 100,000	-.665	.444	.134	.514	.215	1.226

* SignificantP $\leq$ 0.05 level

จากตารางที่ 4.6 พบว่า กำลังการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละที่ 80,000 – 100,000 ตัวต่อวัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่า การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ลดลง 0.720 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับกำลังการผลิตที่ 50,000 – 79,999 ตัวต่อวัน มีค่า S.E. และค่า 95% C.I. for odds ratio เท่ากับ 0.161 และ 0.526 – 0.987 ตามลำดับ แสดงว่าข้อมูลที่วิเคราะห์มีความน่าเชื่อถือสูง ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่กำลังการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละ ที่การเชือดไก่มากกว่า 100,000 ตัวต่อวัน บ่งชี้ให้เห็นว่า การเพิ่มหรือลดกำลังการผลิตในการเชือดไก่ต่อวันของโรงฆ่าและชำแหละนั้นไม่มีความสัมพันธ์ กับโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ ซึ่งสอดคล้องกับการอภิปรายผลในข้อ 4.1.3 ทั้งนี้ ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จากโรงฆ่าและชำแหละ น่าจะเกิดจากกระบวนจัดการด้านสุขลักษณะของแต่ละโรงฆ่ามากกว่าตามรายงานของเพ็ญนภา (2551) ที่รายงานการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในซากสัตว์ปีก (ไก่และเป็ด) ในโรงฆ่าสัตว์ปีกขนาดใหญ่ ($\geq$ 50,000 ตัว/วัน) 22 แห่ง พบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเฉลี่ยร้อยละ 5 – 50 แตกต่างกันไปแต่ละโรงเชือด ซึ่งสาเหตุสำคัญที่ทำให้ซากสัตว์ปีกปนเปื้อนเชื้อ คือ การฉีกขาดของลำไส้ในขณะเอาเครื่องในออกทำให้อุจจาระปนเปื้อนทั้งภายในและภายนอกของซากและปนเปื้อนข้ามไปยังซากไก่อื่นๆ ผ่านทางเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ หรือมือพนักงาน

เมื่อตรวจสอบย้อนกลับของข้อมูล พบว่า ทุกโรงงานยังคงใช้พนักงานในการเอาเครื่องในออกจากซากของโรงฆ่าและชำแหละโดยโรงฆ่าและชำแหละ C มีร้อยละเฉลี่ยของการฉีกขาดของลำไส้น้อยที่สุด คือ ร้อยละ 3ส่วนโรง A และ B มีร้อยละเฉลี่ยของการฉีกขาดของลำไส้ เท่ากับร้อยละ 5 ซึ่งร้อยละการฉีกขาดของลำไส้ที่มากจะส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น ส่วนโรง C มีร้อยละการฉีกขาดของลำไส้ที่ต่ำจะมีการปนเปื้อนเฉลี่ยของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ที่ต่ำกว่า (ภาพที่ 4.2) ดังนั้นการฉีกขาดของลำไส้ในขั้นตอนนี้เป็นสาเหตุการปนเปื้อนข้ามที่สำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ฤดูกาลที่ผลิตต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของช่วงเดือนผลิต ต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาลที่ผลิต คือ ฤดูร้อน (เดือน มีนาคม ถึง เดือน มิถุนายน) ฤดูฝน (เดือน กรกฎาคม ถึง เดือน ตุลาคม) และ ฤดูหนาว (เดือน พฤศจิกายน ถึง เดือน กุมภาพันธ์) โดยพบว่าช่วงเดือนผลิตมีผลต่อปัจจัยความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ฤดูกาลที่ผลิตต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
ฤดูกาลที่ผลิต						
ฝน				1		
หนาว	-.256	.108	.018*	.774	.627	.957
ร้อน	.070	.104	.502	1.072	.875	1.313

* Significant$P \leq 0.05$ level

จากการวิเคราะห์ พบว่า ฤดูหนาว (เดือน พฤศจิกายน ถึง เดือน กุมภาพันธ์) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูฝน (เดือน กรกฎาคม ถึง เดือน ตุลาคม) โดยมีโอกาสการพบซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่น้อยลง 0.774 เท่า มีค่า S.E. และ 95% C.I. for odds ratio ที่น่าเชื่อถือสูง เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปัจจัยด้านกำลังการผลิต โดยมีค่าเท่ากับ 0.108 และ 0.627 – 0.957 ตามลำดับ แต่ฤดูร้อน (เดือน มีนาคม ถึง เดือน มิถุนายน) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับในฤดูฝน ($P > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าฤดูหนาว มีโอกาสพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่ต่ำกว่าฤดูอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวันเพ็ญ (2551) ที่พบการปนเปื้อนแต่ละช่วงฤดูหนาว ร้อยละ 14 – 20 ฤดูร้อน ร้อยละ 20 – 35 และฤดูฝน ร้อยละ 17 – 27 อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ น่าจะมีสาเหตุหลักจากกระบวนการปรับปรุงสุขลักษณะในกระบวนการฆ่า ส่วนผลของฤดูกาลน่าจะเป็นปัจจัยร่วม เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการเจริญของเชื้อ จึงส่งผลร่วมให้ร้อยละของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ของฤดูหนาวมีค่าต่ำกว่าฤดูอื่นๆ ทั้งนี้ ในช่วงฤดูหนาวของประเทศไทย มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 21-31 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558) ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาที่อยู่ระหว่าง 35-43 องศาเซลเซียส (ICMSF, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงอาจทำให้ความชุก และการแพร่กระจายของซัลโมเนลลาในสิ่งแวดล้อมลดต่ำลงส่งผลให้การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ลดลงเมื่อเทียบกับช่วงฤดูร้อน และฤดูฝน

4.3.5 ขนาดของชิ้นเนื้อไก่ที่ตัดแต่งต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

การวิเคราะห์การปนเปื้อนซัลโมเนลลาโดยแบ่งตามขนาดของชิ้นเนื้อไก่ที่ตัดแต่งของโรงงานแปรรูป สามารถแบ่งออกได้ 3 ช่วงน้ำหนัก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ขนาดชิ้นเนื้อไก่ต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลา

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
ขนาดของชิ้นเนื้อไก่ (กรัม)						
10 – 40				1		
41 - 80	-.130	.326	.689	.878	.464	1.662
> 80	-.126	.130	.331	.882	.684	1.136

* SignificantP $\leq$ 0.05 level

จากตารางที่ 4.8 การโอกาสการพบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาของชิ้นเนื้อไก่ตัดแต่งที่มีขนาดแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆ ขนาด (P>0.05) แสดงว่าขนาดของชิ้นเนื้อไก่ไม่มีผลต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลา อย่างไรก็ตาม เมื่อชิ้นเนื้อไก่ที่ถูกทำให้เล็กลงจะต้องถูกชำแหละและมีความถี่ที่ต้องตัดแต่งมากขึ้น เพื่อให้ได้น้ำหนักและขนาดตามที่ต้องการจะต้องผ่านกระบวนการตัดแต่ง ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยเสี่ยงร่วมที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้ามเพิ่มขึ้นจากพื้นผิวและการสัมผัสของชิ้นเนื้อไก่ที่ถูกตัดแต่งระหว่างมือของพนักงานและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ตัดแต่ง เช่น มีด เขียง และรวมภาชนะอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องช่วยเพิ่มโอกาสในการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในชิ้นเนื้อไก่ที่ตัดแต่ง เพราะซัลโมเนลลาสามารถเกาะติดอยู่ตามเครื่องมือและอุปกรณ์ และฝังตัวบนพื้นผิวอุปกรณ์ที่มีเศษเนื้อตกค้าง (FSIS, 2006) จึงจำเป็นที่ต้องควบคุมการปฏิบัติด้านสุขอนามัยของโรงฆ่าและชำแหละและสุขลักษณะของพนักงานอย่างเคร่งครัด เพื่อลดโอกาสในการปนเปื้อนซัลโมเนลลา

4.3.6 ระยะทางในขนส่งต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยของระยะทางในขนส่งเนื้อไก่ที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P $\leq$ 0.05) ดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ระยะทางในขนส่งต่อโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
ระยะทางในขนส่ง (กม.)	-.005	.001	.001*	.995	.992	.998

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ระยะทางในการขนส่งเนื้อไก่สดจากโรงฆ่าและชำแหละมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยมีค่า odds ratio เท่ากับ 0.995 สำหรับ ค่า S.E. และ 95% C.I. for odds ratio ก็มีความน่าเชื่อถือสูง เช่นเดียวกับปัจจัยด้านกำลังการผลิต และฤดูกาล โดยมีค่าเท่ากับ 0.108 และ 0.627- 0.957 ตามลำดับ อธิบายได้ว่าเมื่อระยะทางขนส่งของเนื้อไก่เพิ่มขึ้นทุกๆ 1 กิโลเมตร จะทำให้โอกาสการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ลดลงร้อยละ 0.50 ทั้งนี้ ในการขนส่งเนื้อนั้นมีข้อกำหนดให้อุณหภูมิระหว่างขนส่งต้องอยู่ระหว่าง 0 - 4 องศาเซสเซียส และเป็นมาตรฐานที่เข้มงวดในการตรวจรับสินค้าของโรงงานในการรับ หรือปฏิเสธเนื้อไก่สด เช่น ถ้าพบว่าอุณหภูมิของเนื้อไก่สดในรถขนส่งสูงกว่า 4 องศาเซลเซียส จะปฏิเสธการรับเนื้อไก่สดทั้งหมดและส่งคืนโรงฆ่าและชำแหละต่อไป ดังนั้นในทางปฏิบัติจริง โรงฆ่าและชำแหละที่ต้องขนส่งเนื้อไก่สดแช่เย็นจะตั้งอุณหภูมิของรถขนส่งไว้ประมาณ -5 ถึง -10 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิของเนื้อไก่สดได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ส่งผลให้เมื่อใช้ระยะเวลาขนส่งเนื้อไก่สดที่ยาวนานขึ้น อุณหภูมิของเนื้อไก่สดจะลด ต่ำกว่า โดยมีอุณหภูมิที่วัดได้จริงอยู่ที่ -2 ถึง -5 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนด

จากบันทึกอุณหภูมิของเนื้อไก่แช่เย็นระหว่างการขนส่งจากโรงฆ่าและชำแหละถึงโรงงานแปรรูปด้วยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ พบว่า การโหลดเนื้อไก่ขึ้นรถขนส่งใช้เวลาประมาณ 70 นาที (4/8/2559 16:54:54 - 18:04:54) อุณหภูมิเนื้อไก่เพิ่มขึ้นจาก 6 - 7 เป็น 8 - 9 องศาเซลเซียส เมื่อเริ่มการขนส่งเป็นระยะเวลาประมาณ 18 ชั่วโมง 40 นาที (4-5/8/2559 18:09:54 -12:49:54) อุณหภูมิเนื้อไก่ลดลงอย่างต่อเนื่องจนจุดรับวัตถุดิบอุณหภูมิของเนื้อไก่มีค่าระหว่าง (-1.50) ถึง (-3.0) องศาเซลเซียส (ภาคผนวก จ) ซึ่งอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส จะหยุดการเจริญของซัลโมเนลลาและลดจำนวนลง ทั้งนี้ เมื่ออุณหภูมิลดลงอย่างต่อเนื่องเพราะเซลล์ไม่สามารถรักษาสภาวะสมดุลที่เป็นสภาวะปกติไว้ได้เนื่องจากเกิดความเสียหายของไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ และโปรตีน (ICMSF, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การกำหนดแนวทาง ในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ สามารถใช้ในการกำหนดแนวทางในการลดการปนเปื้อนได้ดังนี้

4.4.1 ระดับฟาร์มเลี้ยง

จากข้อมูลในข้อ 4.3.1 และ 4.3.2 ได้ผลการวิเคราะห์โดยสรุป คือ

- **พื้นที่ภาคของฟาร์ม** ทุกภาคของประเทศไทยยังมีความชุกของซัลโมเนลลาแต่ละภาคมีความชุกแตกต่างกัน โดยพบว่า ภาคตะวันออกและตะวันตกมีความชุกของซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่น้อยกว่า พื้นที่ภาคของฟาร์มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง

- **จำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์ม** มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยฟาร์มขนาดใหญ่ที่ระดับการเลี้ยงไก่มากกว่า 100,000 ตัวมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.5

ดังนั้น สามารถกำหนดแนวทางในการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในระดับฟาร์มเลี้ยง ได้ดังนี้

1) กำหนดให้ฟาร์มเลี้ยงไก่ สุ่มเก็บตัวอย่างที่ฟาร์มสัตว์ปีกชนิดตัวอย่างแบบ cloacal swab ทุกโรงเรือนโดยเก็บตัวอย่างภายใน 3 สัปดาห์ ก่อนส่งโรงฆ่า การทดสอบตัวอย่างเป็นไปตามวิธี ISO 6579 หรือ วิธีที่เทียบเท่าอื่นๆ (พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์, 2542) และแสดงผลการตรวจซัลโมเนลลาก่อนส่งไก่มีชีวิตไปที่โรงฆ่าและชำแหละ เพื่อทราบสถานะของโรคซัลโมเนลลาโดยเฉพาะฟาร์มในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ซึ่งมีความชุกของซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่มากกว่าฟาร์มในพื้นที่ภาคตะวันตก หรือภาคตะวันออก จึงควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างในทุกโรงเรือน เพื่อเป็นตัวแทนที่ดีครอบคลุมของจำนวนไก่ในโรงเรือนทั้งหมด และทำให้ทราบการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในโรงเรือนแต่ละหลังได้ดีขึ้นและสามารถจัดการโรงเรือนได้เหมาะสม หากเกิดการปนเปื้อน

2) ฟาร์มเลี้ยงไก่ ที่มีประวัติการการพบซัลโมเนลลาจะมีความเสี่ยงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในไก่เพิ่มขึ้น 5 – 7 เท่า เนื่องจากโอกาสที่เชื้อจะเหลือรอดในสิ่งแวดล้อมหรืออุปกรณ์ต่างๆของโรงเลี้ยง ดังนั้น ในระหว่างการพักเล้าต้องจัดให้มีขั้นตอนการทำความสะอาดตามที่กำหนดไว้แล้วอย่างเข้มงวด และควรมีการทวนสอบการเหลือรอดของซัลโมเนลลาในสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรือน เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ด้วย ภายหลังการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายในโรงเรือนแล้ว ในช่วงเวลาพักโรงเรือนอย่างน้อย 14 วัน (พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์, 2542) ความถี่ในการทวนสอบ คือ ทุกรอบของการเลี้ยงไก่เนื้อ ประมาณ 45 วัน ถ้าเป็นฟาร์มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางที่มีประวัติการพบซัลโมเนลลาควรเพิ่มระยะเวลาช่วงพักเล้าโรงเรือนมากกว่า 14 วัน และอาจเพิ่มเป็น 21 วัน เพื่อให้มั่นใจว่าไม่เหลือเชื้อเหลือรอดในสิ่งแวดล้อม และอุปกรณ์ต่างๆของโรงเลี้ยงก่อนเริ่มการเลี้ยงใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ฟาร์มเลี้ยงไก่ ต้องมีการควบคุมการเข้า-ออก ของพนักงาน และบุคคลภายนอก ให้มีอัตราการเข้า-ออก ให้น้อยที่สุด และให้ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ถูกต้องก่อนการเข้า-ออก เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาโดยเฉพาะฟาร์มขนาดใหญ่ที่เลี้ยงไก่มากกว่า 100,000 ตัว จะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาสูงกว่าเพราะการหมุนเวียนพนักงานเข้า-ออก มีมากกว่า อีกทั้ง ควรตรวจเชื้อในอุจาระ (stool exam) และตรวจเชื้อที่ช่องทวาร (stool culture) ในการตรวจสุขภาพของพนักงานใหม่ และการตรวจสุขภาพประจำปีของพนักงาน

4.4.2 โรงฆ่าและชำแหละ

จากข้อมูลในข้อ 4.3.3, 4.3.4 และ 4.3.5 ได้ผลการวิเคราะห์โดยสรุป คือ

- **กำลังการผลิตในการเชือดไก่ต่อวัน** การเพิ่ม หรือลดกำลังการผลิตในการเชือดไก่ต่อวัน ของโรงฆ่าและชำแหละนั้น ไม่มีความสัมพันธ์กับโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่แต่ความชุกของซัลโมเนลลาต้องควบคุมการปฏิบัติด้านสุขอนามัยที่ดีอย่างเคร่งครัด ทั้งด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ และพนักงาน รวมถึงการควบคุมกระบวนการ

- **ฤดูกาลที่ทำการผลิต** มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยฤดูหนาว (เดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์) มีความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ต่ำกว่าฤดูอื่นๆ โดยมีโอกาสเสี่ยงลดลงร้อยละ 22.6

- **การตัดแต่งขนาดชิ้นเนื้อไก่** ไม่มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ แต่อาจมีอิทธิพลร่วมในเรื่องระดับของอุณหภูมิ และระยะเวลาในการตัดแต่งขนาดชิ้นเนื้อไก่ รวมทั้งการจัดการสุขลักษณะของพนักงาน และสุขภิบาลของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ดีด้วย

ดังนั้น สามารถกำหนดแนวทางในการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในระดับโรงฆ่าและชำแหละ ได้ดังนี้

1) โรงฆ่าและชำแหละ ต้องมีขั้นตอนการจัดการลำดับการเชือดไก่มีชีวิต เพื่อลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนข้ามระหว่างซากไก่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และพนักงาน หากพบว่ามีการปนเปื้อนในไก่มีชีวิต ต้องจัดลำดับให้ฆ่าไก่ที่ปนเปื้อนซัลโมเนลลาเป็นลำดับสุดท้ายของการผลิตในวันนั้น และกำหนดให้มีการล้างเครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์อย่างเข้มงวด รวมถึง การทวนสอบประสิทธิภาพก่อนเริ่มการทำงาน เพื่อให้มั่นใจว่าจะไม่เป็นแหล่งสะสมซัลโมเนลลา

2) การควบคุมอุณหภูมิของเนื้อไก่สด หลังจากผ่านขั้นตอนการลดอุณหภูมิจนถึงการบรรจุเนื้อไก่สด ต้องควบคุมอุณหภูมิเนื้อไก่ให้ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส

3) การล้วงเครื่องใน จะต้องควบคุมการแตกของเครื่องในให้น้อยที่สุดได้ เพื่อลดแหล่งปนเปื้อนโดยตรงที่สำคัญ และลดการปนเปื้อนข้ามได้เช่นกัน

4) ฤดูกาล ในช่วงเดือน มีนาคมถึง ตุลาคม (ฤดูร้อน และฤดูฝน) ควรเพิ่มความเข้มงวดเรื่องสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน และการจัดการสุขาภิบาลที่มากขึ้น เช่น ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการล้างมือของพนักงาน จากทุก 45 นาที เป็น 30 นาที และ ลดระยะเวลาการเปลี่ยนชุดอุปกรณ์ที่ใช้ให้เร็วขึ้นจาก 90 นาที เป็น 60 นาที เป็นต้น

4.4.3 ระยะทางการขนส่ง

จากข้อมูลในข้อ 4.3.6 ได้ผลการวิเคราะห์โดยสรุป คือ

-ระยะทางขนส่ง มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ และมีปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมที่สำคัญคือ การควบคุมอุณหภูมิในการขนส่ง ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้น และลดลงของจำนวนการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ เมื่อระยะทางขนส่งของเนื้อไก่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 กิโลเมตร จะทำให้โอกาสการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ลดลงร้อยละ 0.50 แต่ต้องควบคุมอุณหภูมิอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น สามารถกำหนดแนวทางในการลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในระดับการขนส่งได้ดังนี้

1) การขนส่งเนื้อไก่สดต้องควบคุมอุณหภูมิของเนื้อไก่สดให้อยู่ในช่วง 0 - 4 องศาเซลเซียส โดยต้องตั้งค่าอุณหภูมิของตู้เย็นของรถขนส่งให้ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ควบคุมในเนื้อไก่ อย่างไรก็ตาม หากควบคุมอุณหภูมิเนื้อไก่ให้ต่ำลงจนถึง 0 องศาเซลเซียส หรือ ต่ำกว่าจะสามารถลดจำนวนการปนเปื้อนซัลโมเนลลาได้ แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาเรื่องของต้นทุนการขนส่งอีกด้วย

2) แนวทางที่พึงปฏิบัติ เช่น พนักงานผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง ต้องมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี และมีโปรแกรมการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ของพาหนะขนส่ง ภาชนะรองรับ และภาชนะบรรจุเพื่อลดความเสี่ยงในการปนเปื้อนระหว่างการขนส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด จำนวน 2,303 ตัวอย่าง จากโรงฆ่า และชำแหละ 3 แห่ง ตั้งแต่ เดือน มกราคมพ.ศ. 2556 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2558 ตรวจพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา จำนวน 951 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 41 เมื่อจำแนกกลุ่มของซัลโมเนลลาพบ การปนเปื้อนของซัลโมเนลลา กลุ่ม C มากที่สุด รองลงมาได้แก่ กลุ่ม B กลุ่ม D และ กลุ่ม E เมื่อวิเคราะห์เบื้องต้น พบแนวโน้มการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูหนาว และการปนเปื้อนซัลโมเนลลามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันใ นแต่ละโรงฆ่าและชำแหละ ส่วนกำลังการผลิตนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา ทั้งนี้ขึ้นกับการปฏิบัติด้านสุขอนามัยที่ดีอย่างเคร่งครัด ทั้งด้านเครื่องจักรอุปกรณ์ และพนักงาน รวมถึงการควบคุมกระบวนการ

5.1.2 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดหาที่มีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สดจำนวน 6 ปัจจัย ได้แก่ พื้นที่ภาคของฟาร์ม, จำนวนการเลี้ยงไก่ต่อฟาร์ม, กำลังการผลิตของโรงฆ่าและชำแหละ, ฤดูการผลิต, ขนาดของน้ำหนักชิ้นเนื้อไก่ และระยะทางในการขนส่ง พบว่าปัจจัยทั้งหมดมีแนวโน้มต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สด จึงนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ แบบสมการถดถอยโลจิสติกแบบทวิ พบว่า มีเพียง 4 ปัจจัยที่สามารถใช้ในการทำนายโอกาสการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ได้แก่

1) พื้นที่ภาคตะวันตก และภาคตะวันออก มีความชุกของซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่น้อยกว่าพื้นที่ภาคของฟาร์มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง

2) ขนาดฟาร์ม มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยพบว่า ฟาร์มขนาดใหญ่ ที่ระดับการเลี้ยงไก่มากกว่า 100,000 ตัว มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นร้อยละ 14.5

3) ฤดูกาลที่ทำการผลิต มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ โดยพบว่าฤดูหนาว (เดือน พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์) มีความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่น้อยที่สุด โอกาสเสี่ยงลดลงร้อยละ 22.6 เทียบกับฤดูร้อน และฤดูฝน (เดือน มีนาคม ถึง ตุลาคม)

4) ระยะทางขนส่ง มีอิทธิพลต่อความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ และมีปัจจัยที่มีอิทธิพลร่วมที่สำคัญคือ การควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นและลดลงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ พบว่า เมื่อระยะทางขนส่งของเนื้อไก่เพิ่มขึ้นทุกๆ 1 กิโลเมตร จะทำให้โอกาสการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ลดลงร้อยละ 0.50 แต่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิควบคู่กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนกำลังการผลิตในการเชือดไก่ต่อวัน และการตัดแต่งขนาดชิ้นเนื้อไก่ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ กับโอกาสการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ทั้งนี้ ขึ้นกับการจัดการสุขลักษณะของพนักงาน และสุขาภิบาลของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ดีและการควบคุมกระบวนการผลิต

5.1.3 แนวทางในการลดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จากปัจจัยที่ศึกษา ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงไก่ ถึงการขนส่ง มี 9 แนวทาง แบ่งตามปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่

1) ฟาร์มเลี้ยงไก่ มี 3 แนวทางดังนี้ คือ การสุ่มตัวอย่างและแสดงผลการตรวจเชื้อ, ความเข้มงวดและทวนสอบการทำความสะอาด รวมถึงช่วงเวลาพักโรงเรือน สุดท้ายเป็นการควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคล

2) โรงฆ่าและชำแหละ มี 4 แนวทาง คือ การจัดลำดับการเชือดรวมทั้งการควบคุมและการทวนสอบการล้างทำความสะอาด, การควบคุมอุณหภูมิของเนื้อไก่สดระหว่างการผลิต, การควบคุมขั้นตอนการล้วงเครื่องใน และการเพิ่มการควบคุมในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

3) ระยะทางการขนส่ง มี 2 แนวทาง คือ การควบคุมอุณหภูมิของเนื้อไก่สดให้ต่ำที่สุดหรือต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส สุดท้ายเป็นการควบคุมพาหนะ/อุปกรณ์การขนส่ง และสุขอนามัยที่ดีของพนักงานขนส่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ภาครัฐ และภาคเอกชนที่มีศักยภาพ จัดทำโปรแกรมตรวจเฝ้าระวังซัลโมเนลลาในฟาร์มสัตว์ปีก โดยเฉพาะเชื้อ SE, ST ซึ่งเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ก่อโรค สำหรับผู้ประกอบการ เพื่อรวบรวมข้อมูลความชุกของเชื้อ และร่วมกันกำหนดเป้าหมายในการลดซัลโมเนลลา

2) ภาครัฐ และภาคเอกชนที่มีศักยภาพ จัดให้มีมาตรการส่งเสริมการนำหลักการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice หรือ GAP) มาใช้ในระดับฟาร์มเลี้ยงไก่ และหลักการ GMP และ HACCP มาใช้ในโรงฆ่าและชำแหละอย่างเข้มงวด และจริงจังในทุก ๆ ขั้นตอน เพื่อลดความชุกของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

3) ภาครัฐ และภาคเอกชนที่มีศักยภาพ อบรมหรือสัมมนาให้ความรู้ และการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องทั้งรัฐและเอกชน เช่น สัตวแพทย์ควบคุมฟาร์ม เจ้าหน้าที่กำกับดูแล และเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ ถึงมาตรการ และวิธีการที่ช่วยลดการปนเปื้อนซัลโมเนลลา และโอกาสเสี่ยงต่างๆ ที่จะส่งผลกระทบการปนเปื้อนซัลโมเนลาในห่วงโซ่อุปทาน

4) ภาครัฐควรชี้แจง ทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของปัญหาที่เกิดจากการปนเปื้อนซัลโมเนลลา และส่งเสริมการวิจัย และพัฒนาให้เกิดการพัฒนาแก่ผู้ประกอบการในประเทศไทย เนื่องจากผู้ประกอบการมักเข้าใจว่า การปล่อยให้คนนอกเข้ามารับรู้ปัญหา อาจเป็นการทำลายภาพลักษณ์ และการเปิดเผยความลับของบริษัทฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. 2544. **ประกาศกรมปศุสัตว์เรื่องกำหนดมาตรฐานสำหรับสินค้าปศุสัตว์.** 4 หน้า

กรมปศุสัตว์. 2545. **คู่มือโครงการเนื้ออนามัย.**โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพฯหน้า 32 - 38.

กรมปศุสัตว์. 2545. **หนังสือคู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย.**พิมพ์ครั้งที่ 1โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยกรุงเทพฯ.หน้า 1-4.

กรมอุตุนิยมวิทยา.2558.ภูมิอากาศของประเทศไทย.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=22 (17 เมษายน 2560)

กองสัตวรักษ์. 2542. **ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์เรื่องมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทยพ.ศ. 2542.**โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย

กัลยา วานิชบัญชา. 2548. **การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Window.**พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพ : ธรรมสาร.

ชาญชัย จุลโลบล และไพรัช รุ่งอุทัย. 2555. **ศึกษาการปนเปื้อนเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ปีกและสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์พื้นที่กรุงเทพมหานครระหว่างปี 2550-2553.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dld.go.th /pvlo_bkk/resers/animalfoodretail.pdf (1มิถุนายน 2559).

บุญฤทธิ์ ทองสม และเทวัญ รัตนะ. 2548. **การตรวจหาซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อไก่และเนื้อสุกรจังหวัดสงขลาปี 2548.** วารสารวิชาการสำนักสุขศาสตร์สัตว์ และสุขอนามัยที่ 9 กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 3(9) เดือนมิถุนายน-กันยายน: 57 - 63.

บุณิกา จุลละโพธิ, ธนิดา หรินทรานนท์ และศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ.2556. **การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จากผู้ค้าปลีกในตลาดสดถึงผู้บริโภค:** สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์.

ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์, อดิศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์, ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์ และสุธี ฉิมพลี. 2546. **การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณต่อเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อไก่ของไทย.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41 หน้า 28-35.

พระราชบัญญัติโรคระบาดสัตว์ พ.ศ. 2499 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2542. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา วันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2542. เล่มที่ 116 ตอนที่ 30 ก.

เพชรรัตน์ ศักดินันท์, สุกัญญา นาคสุนทร และเจษฎา จุลไกวัลสุจริต. 2548. **การตรวจหาซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อสุกรเนื้อไก่และเนื้อโคในภาคตะวันตกของประเทศไทย.** ประมวลผลงานการประชุมวิชาการปศุสัตว์ครั้งที่ 20 ประจำปี 2548 กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ภุมริน รักพุดซา, สุวิชา เกษมสุวรรณ และเฉลิมเกียรติ แสงทองพินิจ. 2556. **ความชุกของ *Salmonella* spp. ในวงจรการผลิตไก่เนื้อแบบอุตสาหกรรม.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51 ปี 2556 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 1-8.

มารุต เชียงเถียร,สุภานันท์ บุญญกาญจน์ และปราโมทย์ ศรีสังข์. 2552. **การศึกษาสภาวะของเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ ปี 2549-2551.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.dld.go.th/certify/page/article/data/Salmonella.doc. (13 เมษายน 2560)

ยุทธ ไกยวรรณ์. 2555. **หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติคสำหรับการวิจัย.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://rdi.rmutsv.ac.th/rmutsvrj/download/year4-issue1-2555/p1.pdf (17 เมษายน 2560)

ยุทธนา ชัยศักดานุกูล, นิดารัตน์ ไพรคณะฮก และอุบลวรรณ จตุรพาหุ. 2555. **การเฝ้าระวังโรค Salmonellosis ในสินค้าปศุสัตว์:** สำนักควบคุมป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์.

วัชรพงษ์ สุดดี และดวงดาว รักษากุล. 2559. **ความชุกและปัจจัยเสี่ยงของการพบเชื้อ *Salmonella* spp. ในฟาร์มมาตรฐานไก่เนื้อปี2557.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://dcontrol.dld.go.th/dcontrol/images/birdflu/journalpapers/salmo.pdf. (13 เมษายน 2560)

ศักดิชญ์ อนุโลมสมบัติ และศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. 2552. **การวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อหาปัจจัยเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมแนลลาในโรงเชือดไก่.** สัตวแพทยสาร 60 (1-3): 18-30.

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. 2548. **รายงานการวิจัยการประเมินความเสี่ยงของซัลโมเนลลาในหน่วยขั้นฟาร์มไก่เนื้อและโรงเชือดไก่,** รายงานผลการวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ: กรุงเทพฯ. 150 หน้า.

สำราญ มีแจ้ง. 2557. **สถิติขั้นสูงสำหรับการวิจัยทฤษฎีและปฏิบัติ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.กรุงเทพ.

สุปราณี เดิมพันธ์, วิภาดา ขจรเอนกกุล และศศิธร คณะรัตน์. 2549. **การเฝ้าระวังการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกและบริโภคภายในประเทศปี 2549.** วารสารวิชาการสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 1 กรมปศุสัตว์กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 5 (1) เดือนมกราคม-เมษายน 2549: 28 – 39.

สมาคมผู้ผลิตไก่เพื่อส่งออกไทย. 2560. **สถิติการส่งออกเนื้อไก่ของประเทศไทยปี 2559.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaipoultry.org/STATISTIC/tabid/248/Default.aspx (14 มีนาคม 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมณฑา วัฒนสินธุ์, อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และธเนศ ชิดเครือ. 2544. **การเฝ้าระวังจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเพื่อลดซัลโมเนลลาในการผลิตเนื้อไก่กระทงแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออก.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร. 2560. **สถิติการส่งออกเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์ไก่.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.oae.go.th/main.php?filename=index# (17 เมษายน 2560)

อนุชา มุมอ่อน, วสันต์ เคยเหล่า และสุดารัตน์ เคยเหล่า. 2549. **แนวทางการควบคุมซัลโมเนลลาในขั้นตอนการผลิตเนื้อไก่ในโรงฆ่าและชำแหละไก่เพื่อการส่งออก**: สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และสุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **การสำรวจเชื้อโรคอาหารเป็นพิษในอุจจาระพนักงานในโรงงานผลิตอาหารแช่แข็ง.** การประชุมวิชาการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ครั้งที่ 13. 15-16 พฤษภาคม 2545.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, สุวัฒน์ บ่างตระกูลนนท์, นพรัตน์ หมานริม และดำรง เชียงศิลปะ, 2534: **การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออก และติดเชื้อในสัตว์ปีก.** การประชุมโรคอุจจาระร่วง ครั้งที่ 10 ณ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน 2 ปี 2534.

อุดมจันทร์ ประไพภัทร และไพโรจน์ ธำรงโอภาส. 2548. **การควบคุมกระบวนการผลิตเนื้อไก่ในคู่มือวิธีการปฏิบัติในโรงฆ่าและชำแหละสัตว์ปีก.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยกรุงเทพฯ.หน้า 41-90.

อุไรวรรณ อมรนิมิต. 2546. **การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Logistic Regression ทางเลือกของการวิเคราะห์ความเสี่ยง.** วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.utcc.ac.th/public_content/files/001/P268_1.pdf (1 มิถุนายน 2559).

องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. 2560. **ฐานข้อมูลเว็บไซต์ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://info.dla.go.th/public/orgWebSite.do (17 มีนาคม 2560)

Allen, V.G., Fontenot, J.P., Brock, R.A. 2000. Forage Systems for Production of Stocker Steers in the Upper South. J. Anim. Sci., 78 (7): 1973-1982.

Bilgili, S.F. and Hess, J.B. 1997. Tensile Strength of Broiler Intestines as Influenced by Age and Feed Withdrawal. Journal Applied Poultry Research.6: 279-283.

Bolder, N. M. and Mulder. R.W.A.W. 1983. Fecal Material in Transport Crates as Source of *Salmonella* Contamination of Broiler Carcasses. In: Lahellee, C., F. H. Richard and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P. Colineditos, Proceedings of the 6th European symposium on quality of poultry meat. Ploufragan. pp 176.

Campbell, D.F., Green, S.S., Custer, C.S. and Johnson, R.W. 1982. Incidence of *Salmonella* in Fresh Dressed Turkeys Raised under *Salmonella*-controlled Environments. Poultry Science61: 1962-1967.

Canadian Food Inspection Agency 2007. Meat Hygiene Manual of Procedures. [Online]. Available at:http://www.inspection.gc.ca/english/anima/meavia/mmopmmhv/mane.shtml (17 April 2017)

Cardinale, E., Tall, F., Gueye, E.F., Cisse, M., Salvat, G., 2004b. Risk Factors for *Salmonella*enterica subsp. enterica Infection in Senegalese Broiler-Chicken Flocks. Preventive Veterinary Medicine 63, 151–161.

Cason, J.A., Hinton, A. and Ingram, K.D. 2000. Coliform, *Escherichia coli*, and Salmonellae Concentrations in a Multiple-tank, Counter Flow Poultry Scalder. Journal of Food Protection 63: 1184-1188.

Cimolai N., Nair G.B, Takeda Y. and Trabulsi L.R. 2001. Enterobacteriaceae and Enteric Infections. In Laboratory Diagnosis of Bacterial Infections. (Edited by Cimolai N). Marcel Dekker, Inc. New York. 423 – 497.

Commission Implementing Regulation (EU) No 393/2012 of 7 May 2012 amending Annex I to Regulation (EC) No 798/2008. [Online]. Available :http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2012/393/oj (14 March 2017)

Commission of the European Communities. 1992. Council Directive 92/116/EEC, Amending and updating directive 71/118/EEC on health problems affecting trade in fresh poultry meat. [Online].Available: http://eurlex.europa.eu/en/index.htm (14 March 2017)

Commission of the European Communities.1992. Council Directive 92/116/EEC, Amending and updating directive 71/118/EEC on health problems affecting trade in fresh poultry meat. [Online]. Available at http://eur-lex.europa.eu/en/index.htm (14 March 2014)

Commission Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on Microbiological Criteria for Foods Tuffs. Available: http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj (12 June 2016).

FucheFJ, Sow O, Simon R, Tennant SM. 2016. *Salmonella* Serogroup C: Current Status of Vaccines and Why they are needed. Clin Vaccine Immunol 23:737–745.

FAO/WHO. 1993 . Recommended Code of Practice for Poultry Processing (CAC/RCP 14-1976). Codex Alimentarius Commission Vol.10:p. 59-70.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAO/WHO. 2002. Risk Assessment of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens. Microbiological Risk Assessment Series 2.p.7-13,195-275.

Food Safety and Inspection Service (FSIS). 2006. Compliance Guideline for Controlling *Salmonella* in Poultry. First Edition. 35 Pages. [Online]. Available: http://www.fsis.usda.gov/PDF/Compliance_Guideline_Controlling_Salmonella_Poultry.pdf (25 March 2016).

Guthrie R.K. 1992. *Salmonella*. CRC Press, Inc. USA. 220 p

International Commission on Microbiological Specification of Foods (ICMSF). 1978. Microorganisms in Food 2. Sampling for Microbiological Analysis ; Principles and Specific Application. University of Toronto Press. Canada

Heyndrickx, M., Vandekerchove, D., Herman, L Rollier, I., Grijspeerdt, K. and De Zutter, L. 2002. Routes of *Salmonella* contamination of poultry meat:epidemiological study from hatchery to slaughterhouse. Epidemiol Infect. 129(2): 253-265.

ISO 6579: 2002 /Cor. 1:2004 (E), Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs - Horizontal Method for the Detection of *Salmonella* spp., Fourth edition.

Jackson G.J., Langford C.F. and Archer D.L. 1991. Control of Salmonellosis and Similarfoodborne Infections. Food Control. 2 (1): 26 – 34.

Le Bouquina, S., Allaina, V., Rouxel S., Petetina, I., Picherot, M., Michel, V., Chemaly, M. 2010. Prevalence and Risk Factors for *Salmonella* spp. Contamination in French Broiler-Chicken Flocks at the end of the Rearing period. Preventive Veterinary Medicine. 97: 245–251.

May, K.N. 1974. Change in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered broilers. Poultry Sci. 53:1282

Namata, H., Welby, S., Aerts, M., Faes, C., Abrahantes, J.C., Dispas, M. and Mintiens, K. 2009. Identification of Risk Factors for the Prevalence and Persistence of *Salmonella* in Belgian Broiler Chicken Flocks. [Online]. Available: http://www.researchgate.net/publication/26239262.

National Chicken Council. 1992. Good Manufacturing Practices. Fresh Broiler Products. 12 Pages. [Online]. Available: www.usapeec.org/p_documents/newsandinfo_160404101434.pdf (17 April 2017)

Northcutt, J.K. 2000. Factors Influencing Optimal Feed Withdrawal Duration. University of Georgia Cooperative Extension Service. 8 Pages.[Online]. Available: http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1187.htm (14 March 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NZFSA 2000.MAF Food Assurance Authority (Animal Products Group). A Guide to HACCP Systems in Meat Industry. 61 Pages.[Online]. Available: http://www.nzfsa.govt.nz/animalproducts/meat/meatman/haccp/meat/haccp_v2appix-4.pdf

Pew Research Center.2015. The Future of World Religions: Population Growth Projections, 2010-2050.[Online].Available: http://www.pewforum.org/files/2015/03/PF_15.04.02_ProjectionsFullReport.pdf (14 March 2017)

PopoffMY, Bockemuhl J, Gheesling LL. Supplement 2002 (no. 46) to the Kauffmann-White scheme. Microbiol2004 Sep; 155 (7): 568-70.

Quinn, P. J., Markey, B., Carter, M. E., Donnelly W.J., Leonard, F. C., 2002: Veterinary Microbiology and Microbial Disease. Blackwell Science.Cornwall.

Russell, S.M. 2005.Intervention Strategies for Reducing *Salmonella* Prevalence on Ready to CookChicken. University of Georgia Cooperative Extension Service. 15 Pages. [Online]. Available:http://www.pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/b1222.htm. (14 March 2017)

Slader, J., Domingue,G., Jergensen,F., McAlpine, K., Owen, R. J., Bolton,. F. J. and Humphrey, T.J. 2002. Impact of transport Crate Reuse and of Catching and Processing on *Campylobacter* and *Salmonella* Contamination at Broiler Chicken. [Online]. Available :http://aem.asm.org/cgi/content/full/68/2/713 (14 March 2017)

The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). 2017. The Rasff Portal Features an Interactive Searchable Online database. [Online]. Available: https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/(20 April 2017)

USDA. 2017. Livestocks and Poultry World Markets and Trade. [Online]. Available: https://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade (30 June 2017)

Wray C. and Wray A. 2000. *Salmonella* in domestic animals. Wallingford, Oxon, UK. p. 463.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลา (ISO 6579: 2002)

1.1 การแยกและการจำแนกซัลโมเนลลามีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนการ Pre-enrichment โดยการตัดตัวอย่างเนื้อไก่มา 25 กรัม ลงในถุง Stomacher และเติม Buffer Peptone water (BPW) ปริมาตร 225 มิลลิลิตรลงไป แล้วนำไปตีปั่นด้วยเครื่อง Stomacher จากนั้นนำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 18±2 ชั่วโมง

2) ตัวอย่างที่ผ่านขั้นตอนการ Pre-enrichment แล้ว

- ปิเปต 0.1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเหลว Rappaport-Vassiliadis medium with soya (RVS broth)

- ปิเปต 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในอาหาร Muller - Kauffmann Tetrathionate novobiocin broth (mKTTn broth)

3) นำหลอด RVS broth ที่ผ่านการถ่ายเชื้อแล้ว ไปบ่มที่อุณหภูมิ 41.5±1 องศาเซลเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง สำหรับหลอด mKTTn broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 24+3 ชั่วโมง

4) ปั่นหลอด RVS broth และ mKTTn broth ด้วยเครื่อง Vortex mixer เพื่อให้ตัวอย่างเข้ากัน

5) จากนั้นใช้ Loop ถ่ายเชื้อจากอาหาร RVS broth และ mKTTn broth มาอย่างละ 1 loop แล้วเขี่ยลงในอาหาร XLD agar และ BGM agar (Selective media) ชนิดละ 2 เพลท บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง

6) ลักษณะโคโลนีบน Selective media

- XLD agar

-Typical colony โคโลนีใสมีหรือไม่มีสีดำตรงกลาง

-Atypical colony โคโลนีสีชมพู ตรงกลางโคโลนีอาจจะเป็นสีชมพูเข้ม

- BGM agar

-Typical colony โคโลนีสีขาวขุ่น-ชมพู และอาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ โคโลนีเปลี่ยนเป็นสีแดง

-Atypical colony โคโลนีสีชมพูเข้มหรือแดง

7) เลือกโคโลนีที่สงสัยข้างต้นมาเขี่ยเชื้อลงในอาหาร NA agar แล้วบ่มที่ อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง โดยที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าเป็น Typical colony ที่ขึ้นในแต่ละ Selective media ให้เลือกมา media ละ 1 โคโลนี

- ถ้าเป็น Atypical colony ให้เลือกโคโลนีที่สงสัย ที่ขึ้นในแต่ละ Selective media มา media ละ 5 โคโลนี

1.2 การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี (Biochemical testing)

1) TSI agar

- นำเชื้อจากข้างต้นมา Streak และ Stab ลงในอาหาร TSI แล้วบ่มที่ อุณหภูมิ 37±1 องศาเซสเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง

- การอ่านผล :

- K/A - Slant เป็นสีแดง, Butt เป็นสีเหลือง

- A/A - Slant เป็นสีเหลือง, Butt เป็นสีเหลือง

- H_2S^+ -บริเวณ Butt เป็นสีดำ (สร้าง Hydrogen sulfide)

- H_2S^- -บริเวณ Butt ไม่เปลี่ยนสี (ไม่มีการสร้าง Hydrogen sulfide)

- g^+ -มีการสร้างก๊าซ

- g^- -ไม่มีการสร้างก๊าซ

- *Salmonella* spp. จะให้ผลเป็น K/A, H_2S^+, g^+หรือ g^-

2) Urea agar

- นำเชื้อจากข้างต้นมา Streak ลงบน Urea Slant แล้วบ่มที่ อุณหภูมิ 37±1 องศาเซสเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง

- การอ่านผล :

- ผลบวก อาหารจะเปลี่ยนสีจากชมพูอ่อนเป็นชมพูเข้มขึ้น (rosepink)

- ผลลบ อาหารจะเปลี่ยนสีจากชมพูอ่อนเป็นเหลือง

- *Salmonella* spp. จะให้ผลเป็นลบ

3) LIA agar

- นำเชื้อจากข้างต้นมา Streak และ Stab ลงในอาหาร LIA แล้วบ่มที่ อุณหภูมิ 37±1 องศาเซสเซียสนาน 24±3 ชั่วโมง

- การอ่านผล:

- P/P - Slant เป็นสีม่วง, Butt เป็นสีม่วง

- H_2S^+ -บริเวณ Butt เป็นสีดำ (สร้าง Hydrogen sulfide)

- H_2S^- -บริเวณ Butt ไม่เปลี่ยนสี (ไม่มีการสร้าง Hydrogen sulfide)

- g^+ -มีการสร้างก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- g^- -ไม่มีการสร้างก๊าซ

- *Salmonella* spp. จะให้ผลเป็น P/P, H_2S^+ , g^+หรือ g^-

4) ONPG disc (การทดสอบการสร้าง B - galactosidase)

- นำแผ่น ONPG disc ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 13 x 100 mm. ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

- เติม Sterile 0.85% NaCl ปริมาณ0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดที่บรรจุ ONPG disc

- นำเชื้อข้างต้นใส่ลงในหลอดที่บรรจุ ONPG disc แล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 $\pm$1 องศาเซสเซียส

- อ่านผลการ Ferment lactose โดยอ่านผลเมื่อครบเวลาบ่มที่ 6 ชั่วโมง

- เมื่อครบ 6 ชั่วโมง ถ้าให้ผลลบ ทำการบ่มต่ออีกจนครบ 24 ชั่วโมง และอ่านผล

- การอ่านผล :

- ผลบวก แผ่น disc เปลี่ยนเป็นสีเหลือง

- ผลลบ แผ่น disc ไม่เปลี่ยนสี

- *Salmonella* spp. จะให้ผลเป็นลบ

5) ปฏิกิริยา VP

- นำเชื้อข้างต้นใส่ลงในหลอดที่บรรจุ VP medium ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37$\pm$1 องศาเซสเซียสนาน 24$\pm$3 ชั่วโมง

- หยด a- napthol จำนวน 3 หยด, Potassium hydroxide solution จำนวน 2 หยด และ 0.5 % Creatine Solution จำนวน 2 หยด จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน รออ่านผลต่อไป

- การอ่านผล:

- ผลบวก สีชมพูจะเปลี่ยนเป็นสีแดงใส ภายใน 15 นาที

- ผลลบ ไม่เปลี่ยนสี

- *Salmonella* spp. จะให้ผลเป็นลบ

6) ปฏิกิริยา Indole

- นำเชื้อข้างต้นใส่ลงในหลอดที่บรรจุ tryptone medium แล้วทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37$\pm$1 องศาเซสเซียสนาน 24$\pm$3 ชั่วโมง แล้วนำมาเติม Kovacs reagent 1 ml

- การอ่านผล:

- ผลบวก จะเกิดวงแหวนสีแดง

- ผลลบ ไม่เปลี่ยนสี และไม่เกิดวงแหวนสีแดง

- *Salmonella* spp. จะให้ผลเป็นลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงการแปรผลทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของ *Salmonella* spp.

Biochemical testing	Result
1. TSI	
Slant	Red/Yellow
Butt	Yellow
Gas formation	+/-
Hydrogen sulfide	+/-
2.L-Lysine decarboxylation	
Slant	Purple
Butt	Purple
Gas formation	+/-
Hydrogen sulfide	+/-
3. Indole test	-
4. Urease test	-
5. β-galactosidase reaction	-
6. Voges-Proskauer (VP) test	-

1.3 การทดสอบคุณสมบัติทาง Serological

นำโคโลนีที่มีลักษณะทางชีวเคมีข้างต้น มาทดสอบดังนี้

1) ความไม่เป็น Auto-agglutination โดยทำการหยด 0.85% NaCl จำนวน 1 หยด ลงบนจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นเขี่ยเชื้อมา 1 loop แล้วทำการ smear เชื้อให้เข้ากัน ถ้าเกิดการตกตะกอน ไม่ต้องทำการทดสอบกับ O-antigens แต่ถ้าไม่เกิดการตกตะกอน ต้องดำเนินการตามข้อต่อไป

2) การทดสอบหา O-antigens เชื้อ *Salmonella* ที่จะนำมาทดสอบทาง Serological test ต้องผ่านขั้นตอนการทดสอบทาง Biochemical test ในเบื้องต้นก่อน จึงจะทำการทดสอบทาง Serological test ดังต่อไปนี้

- ทำการหยด *Salmonella* O polyvalent antisera จำนวน 1 หยด ลงบนจานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นแตะเชื้อมาผสมให้เข้ากัน ถ้าให้ผล Positive ให้ทดสอบว่าเป็น *Salmonella* spp. กลุ่มใด เช่น

2.1) กรณีให้ผล Positive กับ OMA ให้ทดสอบกับ *Salmonella* group A, B, D, E และ L ตัวอย่างเช่น Positive กับ *Salmonella* group B ให้รายงานว่าเชื้อนั้นเป็น *Salmonella* group B

2.2) กรณีให้ผล Positive กับ OMB ให้ทดสอบกับ *Salmonella* group C, F, G และ H ตัวอย่างเช่น Positive กับ *Salmonella* group F ให้รายงานว่าเชื้อนั้นเป็น *Salmonella* group F

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ผู้ใช้สามารถใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การแปลผลทดสอบ Biochemical และ Serological test

Biochemical reactions	Auto-agglutination	Serological reactions	Interpretation
1) Typical	No	O-,Vi- or H- antigen positive	Strains considered to be *Salmonella*
2) Typical	No	All reactions negative	May be *Salmonella*
3) Typical	Yes	Not tested	
4) No typical reactions	No/Yes	O-,Vi- or H- antigen positive	
5) No typical reactions	No/Yes	All reactions negative	Not considered to be *Salmonella*

จากตารางถ้าให้ผลการทดสอบเป็นไปตามข้อ 2), 3), 4) ซึ่งอาจจะเป็นเชื้อ *Salmonella* ให้ทำการส่งเชื้อที่สงสัยไปที่หน่วยงานที่รับตรวจยืนยันเชื้อ เช่น สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 3 แสดงผลผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
ค่าคงที่ (Intercept)	1.384	.632	.029	3.990		
พื้นที่ภาคของฟาร์ม (ภาค)						
ตะวันออกเฉียงเหนือ				1		
กลาง	-.658	.379	.082	.518	.246	1.088
ตะวันออก	-.647	.164	.000*	.524	.380	.722
ตะวันตก	-.873	.396	.027*	.418	.192	.907
ขนาดฟาร์ม (ตัว)						
10,001 - 50,000				1		
50,001- 100,000	.136	.143	.341	1.145	.866	1.514
≤ 10,000	.100	.152	.511	1.105	.820	1.489
> 100,000	.351	.125	.005*	1.421	1.113	1.815
กำลังการผลิต (เชือดไก่ต่อวัน)						
50,000 - 79,999				1		
80,000 -100,000	-.328	.161	.041*	.720	.526	.987
> 100,000	-.665	.444	.134	.514	.215	1.226
ฤดูกาลที่ผลิต						
ก.ค. - ต.ค				1		
พ. ย. - ก. พ.	-.256	.108	.018*	.774	.627	.957
มี.ค. - มิ.ย.	.070	.104	.502	1.072	.875	1.313
ระยะทางในการขนส่ง (กม.)	-.005	.001	.001*	.995	.992	.998

* SignificantP ≤ 0.05 level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงผลผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ (ต่อ)

ตัวแปร	Coefficient	S.E.	Sig.	Odds Ratio	95% C.I. for Odds Ratio	
					Lower	Upper
ขนาดของเนื้อไก่ (กรัม)						
10 – 40				1		
41 - 80	-.130	.326	.689	.878	.464	1.662
> 80	-.126	.130	.331	.882	.684	1.136

* SignificantP ≤ 0.05 level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
1/2013	poultry meat and poultry meat products	24/4/2013	Italy	*Salmonella* Agona (2 out of 5 samples /25 g) in frozen whole chicken (gallusgallus) from Thailand	informing authorities	not serious
2/2013	poultry meat and poultry meat products	20/6/2013	Denmark	*Salmonella* Virchow (presence /25 g) in frozen salted chicken breast fillets from Thailand, via the United Kingdom	official detention	serious
3/2013	poultry meat and poultry meat products	8/11/2013	Finland	*Salmonella* spp. (presence /25 g) in frozen salted chicken breast fillet from Thailand, via the Netherlands	recall from consumers	serious
1/2014	poultry meat and poultry meat products	10/1/2014	Belgium	*Salmonella* (presence /25g) in chilled marinated chicken fillets produced in Belgium, with raw material from Thailand	no action taken	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
2/2014	poultry meat and poultry meat products	14/1/2014	Germany	*Salmonella* group C1 (O:6,8 /25 g) in frozen salted chicken breast fillets from Thailand	re-dispatch	serious
3/2014	poultry meat and poultry meat products	28/1/2014	Germany	*Salmonella* spp. (presence /25 g) in frozen salted chickenbreasts from Thailand	re-dispatch	serious
4/2014	poultry meat and poultry meat products	13/2/2014	Germany	*Salmonella* typhimurium in chicken breast from Thailand	re-dispatch	serious
5/2014	poultry meat and poultry meat products	26/2/2014	Denmark	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken breast fillet from Thailand	withdrawal from the market	serious
6/2014	poultry meat and poultry meat products	2/5/2014	Denmark	*Salmonella* Stanley in frozen salted chicken from Thailand	physical/chemical treatment	serious
7/2014	poultry meat and poultry meat products	10/6/2014	Netherlands	*Salmonella* spp. in frozen poultry meat preparations from Thailand	re-dispatch	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
8/2014	poultry meat and poultry meat products	19/6/2014	Denmark	*Salmonella* typhimurium (presence /25g) in frozen raw salted chicken breast fillets from Thailand	detained by operator	serious
9/2014	poultry meat and poultry meat products	22/7/2014	Netherlands	*Salmonella* in frozen poultry meat preparation from Thailand	re-dispatch	serious
10/2014	poultry meat and poultry meat products	5/8/2014	United Kingdom	*Salmonella* spp. (presence /25g) in raw salted uncalibrated poultry breast from Thailand	import not authorised	serious
11/2014	poultry meat and poultry meat products	13/8/2014	United Kingdom	*Salmonella* spp. (1 out of 5 samples /25g) in frozen salted chicken from Thailand	re-dispatch	serious
12/2014	poultry meat and poultry meat products	13/8/2014	United Kingdom	*Salmonella* spp. in frozen salted poultry breast from Thailand	re-dispatch	serious
13/2014	poultry meat and poultry meat products	18/8/2014	United Kingdom	*Salmonella* (in 4 out of 5 samples) in frozen salted chicken from Thailand	re-dispatch	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
14/2014	poultry meat and poultry meat products	18/8/2014	United Kingdom	*Salmonella* spp. (1 out of 5 samples /25g) in frozen salted chicken from Thailand	re-dispatch	serious
1/2015	poultry meat and poultry meat products	17/3/2015	United Kingdom	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken from Thailand	informing authorities	serious
2/2015	poultry meat and poultry meat products	30/3/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen poultry meat preparation from Thailand	re-dispatch	serious
3/2015	poultry meat and poultry meat products	7/4/2015	Germany	*Salmonella* enteritidis (2 out of 5 samples /25g) in frozen salted chicken fillets from Thailand	import not authorised	serious
4/2015	poultry meat and poultry meat products	21/4/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken breast from Thailand	import not authorised	serious
5/2015	poultry meat and poultry meat products	22/4/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen meat preparations from Thailand	import not authorised	serious
6/2015	poultry meat and poultry meat products	28/4/2015	Germany	*Salmonella* spp. in frozen salted chicken breast meat from Thailand	re-dispatch	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
7/2015	poultry meat and poultry meat products	7/5/2015	United Kingdom	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken meat preparations from Thailand	re-dispatch	serious
8/2015	poultry meat and poultry meat products	8/5/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen poultry meat preparations from Thailand	import not authorised	serious
9/2015	poultry meat and poultry meat products	19/5/2015	Ireland	*Salmonella* spp. (present /25g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	import not authorised	serious
10/2015	poultry meat and poultry meat products	23/6/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen poultry meat preparations from Thailand		serious
11/2015	poultry meat and poultry meat products	9/7/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken from Thailand	import not authorised	serious
12/2015	poultry meat and poultry meat products	9/7/2015	Netherlands	*Salmonella* (present /25g) in frozen salted chicken preparation from Thailand	placed under customs seals	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
13/2015	poultry meat and poultry meat products	9/7/2015	Netherlands	*Salmonella* (present /25g) in frozen salted chicken preparation from Thailand	placed under customs seals	serious
14/2015	poultry meat and poultry meat products	9/7/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken preparation from Thailand	import not authorised	serious
15/2015	poultry meat and poultry meat products	9/7/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted boneless skinless chicken breasts from Thailand	informing authorities	serious
16/2015	poultry meat and poultry meat products	16/7/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted chicken from Thailand	re-dispatch	serious
17/2015	poultry meat and poultry meat products	16/7/2015	Netherlands	*Salmonella* spp. (presence /25g) in frozen salted skinless boneless chicken breasts from Thailand	re-dispatch	serious
18/2015	poultry meat and poultry meat products	22/7/2015	Netherlands	*Salmonella* (present /25g) in frozen poultry meat preparation from Thailand	official detention	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
19/2015	poultry meat and poultry meat products	22/7/2015	Netherlands	*Salmonella* (present /25g) in frozen poultry meat preparation from Thailand	official detention	serious
20/2015	poultry meat and poultry meat products	21/8/2015	Netherlands	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken fillets from Thailand	withdrawal from the market	serious
21/2015	poultry meat and poultry meat products	21/9/2015	Netherlands	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breast from Thailand	import not authorised	serious
22/2015	poultry meat and poultry meat products	5/10/2015	United Kingdom	*Salmonella* (in 2 out of 5 samples /25g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	import not authorised	serious
23/2015	poultry meat and poultry meat products	18/12/2015	Netherlands	*Salmonella* (in 1 out of 5 samples /25g) in frozen salted chicken breast from Thailand	informing authorities	serious
24/2015	poultry meat and poultry meat products	29/12/2015	Netherlands	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breast pieces from Thailand	informing authorities	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
1/2016	poultry meat and poultry meat products	5/1/2016	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breast fillets from Thailand		serious
2/2016	poultry meat and poultry meat products	21/1/2016	Netherlands	*Salmonella* (present /25g) in frozen poultry meat preparation from Thailand	import not authorised	serious
3/2016	poultry meat and poultry meat products	26/1/2016	Germany	*Salmonella* (serotype O:6,8) in frozen salted chicken inner fillets from Thailand	re-dispatch	serious
4/2016	poultry meat and poultry meat products	5/2/2016	Netherlands	*Salmonella* in frozen poultry meat preparation from Thailand		serious
5/2016	poultry meat and poultry meat products	11/2/2016	Netherlands	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken inner fillets from Thailand	import not authorised	serious
6/2016	poultry meat and poultry meat products	16/2/2016	Germany	*Salmonella* (present /25 g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	re-dispatch	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
7/2016	poultry meat and poultry meat products	24/2/2016	Sweden	*Salmonella*(presence /25 g) in frozen raw chicken breasts from Thailand, via Denmark	detained by operator	undecided
8/2016	poultry meat and poultry meat products	25/2/2016	Sweden	*Salmonella* (presence /25 g) in sliced grilled chicken fillets from Thailand, via Denmark	detained by operator	serious
9/2016	poultry meat and poultry meat products	4/3/2016	Netherlands	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	import not authorised	serious
10/2016	poultry meat and poultry meat products	7/3/2016	Netherlands	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen poultry meat preparations from Thailand	import not authorised	serious
11/2016	poultry meat and poultry meat products	11/3/2016	Germany	*Salmonella* enteritidis (presence /25 g) in frozen skinless chicken breast fillets from Thailand	re-dispatch	serious
12/2016	poultry meat and poultry meat products	20/5/2016	Belgium	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	re-dispatch	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
13/2016	poultry meat and poultry meat products	28/6/2016	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen raw salted chicken from Thailand	re-dispatch	serious
14/2016	poultry meat and poultry meat products	5/7/2016	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen poultry meat preparations from Thailand	re-dispatch	serious
15/2016	poultry meat and poultry meat products	4/11/2016	Netherlands	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken from Thailand	informing authorities	serious
16/2016	poultry meat and poultry meat products	15/11/2016	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breast from Thailand	import not authorised	serious
17/2016	poultry meat and poultry meat products	15/11/2016	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	import not authorised	serious
18/2016	poultry meat and poultry meat products	16/11/2016	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breasts from Thailand		serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
19/2016	poultry meat and poultry meat products	28/11/2016	Croatia	*Salmonella* Kentucky (presence /25g) in frozen salted chicken fillet from Thailand, via Hungary	withdrawal from the market	serious
20/2016	poultry meat and poultry meat products	28/11/2016	Netherlands	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breast from Thailand	import not authorised	serious
21/2016	poultry meat and poultry meat products	5/12/2016	Ireland	*Salmonella* (presence /250g) in frozen salted chicken breasts from Thailand	import not authorised	serious
22/2016	poultry meat and poultry meat products	8/12/2016	Germany	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken fillets from Thailand	re-dispatch	serious
1/2017	poultry meat and poultry meat products	23/2/2017	Slovenia	*Salmonella* enterica ser. Stanley (in 3 out of 5 samples /25 g) in frozen salted chicken breasts from Thailand, via the Netherlands, via Denmark and via Croatia	withdrawal from the market	serious
2/2017	poultry meat and poultry meat products	6/3/2017	Denmark	*Salmonella* (in 1 out of 5 samples /25 g) in frozen salted chicken fillets from Thailand, via the Netherlands	detained by operator	serious

ตารางที่ 4 : ข้อมูล Rapid Alert System ของสหภาพยุโรปในช่วงปี พ.ศ. 2556 – 2560 (20 เม.ย. 2560) ที่มีการตรวจพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ไทย (ต่อ)

Time	product category	date	notified by	subject	action taken	risk decision
3/2017	poultry meat and poultry meat products	17/3/2017	United Kingdom	*Salmonella* (in 2 out of 5 samples /25 g) in frozen salted chicken breast fillets from Thailand		serious
4/2017	poultry meat and poultry meat products	24/3/2017	Netherlands	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken meat from Thailand	import not authorised	serious
5/2017	poultry meat and poultry meat products	29/3/2017	United Kingdom	*Salmonella* (presence /25 g) in frozen salted chicken breast fillets from Thailand	re-dispatch	serious
6/2017	poultry meat and poultry meat products	3/4/2017	Germany	*Salmonella* enterica ser. Enteritidis (in 3 out of 5 samples /25 g) in frozen non-salted chicken breasts from Thailand	destruction	serious
7/2017	poultry meat and poultry meat products	5/4/2017	Germany	*Salmonella* (presence /25g) in frozen salted chicken breast fillets from Thailand	import not authorised	serious

ที่มา : The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF), 2017

ภาคผนวก ง

ตารางที่ 5: ผลการทดสอบความถูกต้องของโมเดล โดยวิธี Hosmer-Lemeshow goodness-of fit

Hosmer and Lemeshow Test

Step	Chi-square	df	Sig.
1	12.430	8	.133

Contingency Table for Hosmer and Lemeshow Test

		Analysis result for Salmonella = Not detected		Analysis result for Salmonella = Detected		
		Observed	Expected	Observed	Expected	Total
Step 1	1	165	154.069	47	57.931	212
	2	184	199.947	109	93.053	293
	3	191	187.550	94	97.450	285
	4	153	149.154	80	83.846	233
	5	148	141.172	88	94.828	236
	6	124	128.429	101	96.571	225
	7	104	115.073	109	97.927	213
	8	114	116.820	118	115.180	232
	9	113	110.321	128	130.679	241
	10	56	49.465	77	83.535	133

Classification Table[a]

	Observed		Predicted		
			Analysis result for Salmonella		Percentage Correct
			Not detected	Detected	
Step 1	Analysis result for Salmonella	Not detected	1126	226	83.3
		Detected	687	264	27.8
	Overall Percentage				60.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางที่ 6: ตารางแสดงตัวอย่าง การบันทึกอุณหภูมิของเนื้อไก่แช่เย็นระหว่างการขนส่งจากโรงฆ่าและชำแหละถึงโรงงานแปรรูปโดยเครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Thermo recorder)

Instrument name: Thermo recorder SN 40218173					
Start time: 4/8/2559 16:49:54		Minimum	Maximum	Mean value	Limit values
End time: 5/8/2559 13:44:54	เนื้อไก่ตะกร้า 1 [°C]	-1.50	8.30	1.40	-50/1000
Measurement channels: 2	เนื้อไก่ตะกร้า 2 [°C]	-3.00	9.10	0.69	-50/1000
Notes : อุณหภูมิเนื้อไก่เริ่มตั้งแต่ No.1 – 241					

No.	Date / time	เนื้อไก่ตะกร้า 1 (องศาเซลเซียส)	เนื้อไก่ตะกร้า 2 (องศาเซลเซียส)
1	4/8/2559 16:49:54	----	----
2	4/8/2559 16:54:54	----	6.40
3	4/8/2559 16:59:54	7.20	7.20
4	4/8/2559 17:04:54	7.70	7.60
5	4/8/2559 17:09:54	7.80	7.80
6	4/8/2559 17:14:54	8.00	8.00
7	4/8/2559 17:19:54	8.00	8.20
8	4/8/2559 17:24:54	8.10	8.30
9	4/8/2559 17:29:54	8.10	8.30
10	4/8/2559 17:34:54	8.20	8.40
11	4/8/2559 17:39:54	8.20	8.40
12	4/8/2559 17:44:54	8.20	8.50
13	4/8/2559 17:49:54	8.30	8.70
14	4/8/2559 17:54:54	8.30	8.90
15	4/8/2559 17:59:54	8.30	9.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16	4/8/2559 18:04:54	8.30	9.10
17	4/8/2559 18:09:54	8.30	9.00
18	4/8/2559 18:14:54	8.30	8.80
19	4/8/2559 18:19:54	8.30	8.60
20	4/8/2559 18:24:54	8.20	8.30
21	4/8/2559 18:29:54	8.10	8.00
22	4/8/2559 18:34:54	8.10	7.80
23	4/8/2559 18:39:54	7.90	7.50
24	4/8/2559 18:44:54	7.80	7.20
25	4/8/2559 18:49:54	7.70	6.90
26	4/8/2559 18:54:54	7.50	6.60
27	4/8/2559 18:59:54	7.30	6.30
28	4/8/2559 19:04:54	7.20	6.00
29	4/8/2559 19:09:54	7.00	5.80
30	4/8/2559 19:14:54	6.80	5.60
31	4/8/2559 19:19:54	6.60	5.50
32	4/8/2559 19:24:54	6.50	5.40
33	4/8/2559 19:29:54	6.30	5.30
34	4/8/2559 19:34:54	6.10	5.10
35	4/8/2559 19:39:54	6.00	5.00
36	4/8/2559 19:44:54	5.90	4.80
37	4/8/2559 19:49:54	5.70	4.60
38	4/8/2559 19:54:54	5.50	4.40
39	4/8/2559 19:59:54	5.40	4.20
40	4/8/2559 20:04:54	5.20	4.00
41	4/8/2559 20:09:54	5.10	3.80
42	4/8/2559 20:14:54	4.90	3.60
43	4/8/2559 20:19:54	4.80	3.40
44	4/8/2559 20:24:54	4.60	3.20
45	4/8/2559 20:29:54	4.40	3.00
46	4/8/2559 20:34:54	4.30	2.90
47	4/8/2559 20:39:54	4.20	2.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48	4/8/2559 20:44:54	4.00	2.60
49	4/8/2559 20:49:54	3.90	2.40
50	4/8/2559 20:54:54	3.80	2.30
51	4/8/2559 20:59:54	3.70	2.20
52	4/8/2559 21:04:54	3.50	2.10
53	4/8/2559 21:09:54	3.40	2.00
54	4/8/2559 21:14:54	3.40	1.90
55	4/8/2559 21:19:54	3.10	1.80
56	4/8/2559 21:24:54	3.10	1.70
57	4/8/2559 21:29:54	3.10	1.60
58	4/8/2559 21:34:54	2.90	1.50
59	4/8/2559 21:39:54	2.90	1.50
60	4/8/2559 21:44:54	2.70	1.40
61	4/8/2559 21:49:54	2.70	1.30
62	4/8/2559 21:54:54	2.60	1.30
63	4/8/2559 21:59:54	2.50	1.30
64	4/8/2559 22:04:54	2.30	1.20
65	4/8/2559 22:09:54	2.30	1.20
66	4/8/2559 22:14:54	2.40	1.20
67	4/8/2559 22:19:54	2.20	1.20
68	4/8/2559 22:24:54	2.20	1.20
69	4/8/2559 22:29:54	2.20	1.20
70	4/8/2559 22:34:54	2.10	1.30
71	4/8/2559 22:39:54	2.10	1.20
72	4/8/2559 22:44:54	1.90	1.10
73	4/8/2559 22:49:54	1.90	1.00
74	4/8/2559 22:54:54	1.80	0.80
75	4/8/2559 22:59:54	1.80	0.70
76	4/8/2559 23:04:54	1.70	0.70
77	4/8/2559 23:09:54	1.70	0.60
78	4/8/2559 23:14:54	1.50	0.60
79	4/8/2559 23:19:54	1.50	0.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80	4/8/2559 23:24:54	1.40	0.60
81	4/8/2559 23:29:54	1.40	0.50
82	4/8/2559 23:34:54	1.30	0.50
83	4/8/2559 23:39:54	1.40	0.40
84	4/8/2559 23:44:54	1.20	0.40
85	4/8/2559 23:49:54	1.20	0.40
86	4/8/2559 23:54:54	1.10	0.30
87	4/8/2559 23:59:54	1.20	0.30
88	5/8/2559 0:04:54	1.00	0.20
89	5/8/2559 0:09:54	1.00	0.20
90	5/8/2559 0:14:54	0.90	0.10
91	5/8/2559 0:19:54	0.90	0.10
92	5/8/2559 0:24:54	0.80	0.10
93	5/8/2559 0:29:54	0.80	0.10
94	5/8/2559 0:34:54	0.80	0.00
95	5/8/2559 0:39:54	0.70	0.00
96	5/8/2559 0:44:54	0.70	0.00
97	5/8/2559 0:49:54	0.70	0.00
98	5/8/2559 0:54:54	0.60	0.00
99	5/8/2559 0:59:54	0.60	0.00
100	5/8/2559 1:04:54	0.50	0.00
101	5/8/2559 1:09:54	0.50	0.00
102	5/8/2559 1:14:54	0.50	0.00
103	5/8/2559 1:19:54	0.40	-0.10
104	5/8/2559 1:24:54	0.50	-0.10
105	5/8/2559 1:29:54	0.30	-0.10
106	5/8/2559 1:34:54	0.30	-0.10
107	5/8/2559 1:39:54	0.40	-0.10
108	5/8/2559 1:44:54	0.30	-0.20
109	5/8/2559 1:49:54	0.30	-0.20
110	5/8/2559 1:54:54	0.20	-0.20
111	5/8/2559 1:59:54	0.20	-0.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

112	5/8/2559 2:04:54	0.10	-0.20
113	5/8/2559 2:09:54	0.20	-0.30
114	5/8/2559 2:14:54	0.10	-0.30
115	5/8/2559 2:19:54	0.20	-0.30
116	5/8/2559 2:24:54	0.00	-0.40
117	5/8/2559 2:29:54	0.10	-0.40
118	5/8/2559 2:34:54	0.00	-0.40
119	5/8/2559 2:39:54	0.00	-0.40
120	5/8/2559 2:44:54	0.00	-0.40
121	5/8/2559 2:49:54	0.00	-0.40
122	5/8/2559 2:54:54	0.00	-0.40
123	5/8/2559 2:59:54	0.00	-0.40
124	5/8/2559 3:04:54	0.00	-0.50
125	5/8/2559 3:09:54	-0.10	-0.50
126	5/8/2559 3:14:54	-0.10	-0.50
127	5/8/2559 3:19:54	-0.10	-0.50
128	5/8/2559 3:24:54	-0.10	-0.50
129	5/8/2559 3:29:54	-0.10	-0.50
130	5/8/2559 3:34:54	-0.10	-0.50
131	5/8/2559 3:39:54	-0.20	-0.50
132	5/8/2559 3:44:54	-0.20	-0.50
133	5/8/2559 3:49:54	-0.20	-0.60
134	5/8/2559 3:54:54	-0.20	-0.60
135	5/8/2559 3:59:54	-0.20	-0.60
136	5/8/2559 4:04:54	-0.20	-0.60
137	5/8/2559 4:09:54	-0.30	-0.60
138	5/8/2559 4:14:54	-0.30	-0.60
139	5/8/2559 4:19:54	-0.30	-0.60
140	5/8/2559 4:24:54	-0.30	-0.70
141	5/8/2559 4:29:54	-0.30	-0.70
142	5/8/2559 4:34:54	-0.40	-0.70
143	5/8/2559 4:39:54	-0.40	-0.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

144	5/8/2559 4:44:54	-0.40	-0.70
145	5/8/2559 4:49:54	-0.40	-0.70
146	5/8/2559 4:54:54	-0.40	-0.70
147	5/8/2559 4:59:54	-0.40	-0.70
148	5/8/2559 5:04:54	-0.40	-0.80
149	5/8/2559 5:09:54	-0.50	-0.80
150	5/8/2559 5:14:54	-0.50	-0.80
151	5/8/2559 5:19:54	-0.50	-0.80
152	5/8/2559 5:24:54	-0.50	-0.80
153	5/8/2559 5:29:54	-0.50	-0.80
154	5/8/2559 5:34:54	-0.50	-0.80
155	5/8/2559 5:39:54	-0.50	-0.80
156	5/8/2559 5:44:54	-0.50	-0.80
157	5/8/2559 5:49:54	-0.60	-0.80
158	5/8/2559 5:54:54	-0.60	-0.80
159	5/8/2559 5:59:54	-0.60	-0.90
160	5/8/2559 6:04:54	-0.60	-0.80
161	5/8/2559 6:09:54	-0.60	-0.90
162	5/8/2559 6:14:54	-0.60	-0.90
163	5/8/2559 6:19:54	-0.60	-0.90
164	5/8/2559 6:24:54	-0.60	-0.90
165	5/8/2559 6:29:54	-0.60	-0.90
166	5/8/2559 6:34:54	-0.60	-0.90
167	5/8/2559 6:39:54	-0.70	-0.90
168	5/8/2559 6:44:54	-0.70	-1.00
169	5/8/2559 6:49:54	-0.60	-1.00
170	5/8/2559 6:54:54	-0.60	-1.00
171	5/8/2559 6:59:54	-0.60	-1.00
172	5/8/2559 7:04:54	-0.70	-1.10
173	5/8/2559 7:09:54	-0.70	-1.10
174	5/8/2559 7:14:54	-0.60	-1.10
175	5/8/2559 7:19:54	-0.70	-1.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

176	5/8/2559 7:24:54	-0.70	-1.10
177	5/8/2559 7:29:54	-0.70	-1.10
178	5/8/2559 7:34:54	-0.70	-1.20
179	5/8/2559 7:39:54	-0.80	-1.20
180	5/8/2559 7:44:54	-0.80	-1.20
181	5/8/2559 7:49:54	-0.80	-1.20
182	5/8/2559 7:54:54	-0.70	-1.20
183	5/8/2559 7:59:54	-0.80	-1.30
184	5/8/2559 8:04:54	-0.80	-1.30
185	5/8/2559 8:09:54	-0.80	-1.30
186	5/8/2559 8:14:54	-0.70	-1.30
187	5/8/2559 8:19:54	-0.80	-1.40
188	5/8/2559 8:24:54	-0.80	-1.40
189	5/8/2559 8:29:54	-0.80	-1.40
190	5/8/2559 8:34:54	-0.80	-1.40
191	5/8/2559 8:39:54	-0.90	-1.40
192	5/8/2559 8:44:54	-0.80	-1.40
193	5/8/2559 8:49:54	-0.70	-1.50
194	5/8/2559 8:54:54	-0.80	-1.50
195	5/8/2559 8:59:54	-0.80	-1.50
196	5/8/2559 9:04:54	-0.80	-1.60
197	5/8/2559 9:09:54	-0.80	-1.60
198	5/8/2559 9:14:54	-0.80	-1.60
199	5/8/2559 9:19:54	-0.90	-1.70
200	5/8/2559 9:24:54	-0.90	-1.70
201	5/8/2559 9:29:54	-0.90	-1.70
202	5/8/2559 9:34:54	-0.90	-1.70
203	5/8/2559 9:39:54	-0.80	-1.80
204	5/8/2559 9:44:54	-0.90	-1.80
205	5/8/2559 9:49:54	-0.90	-1.90
206	5/8/2559 9:54:54	-0.80	-1.90
207	5/8/2559 9:59:54	-1.00	-1.90

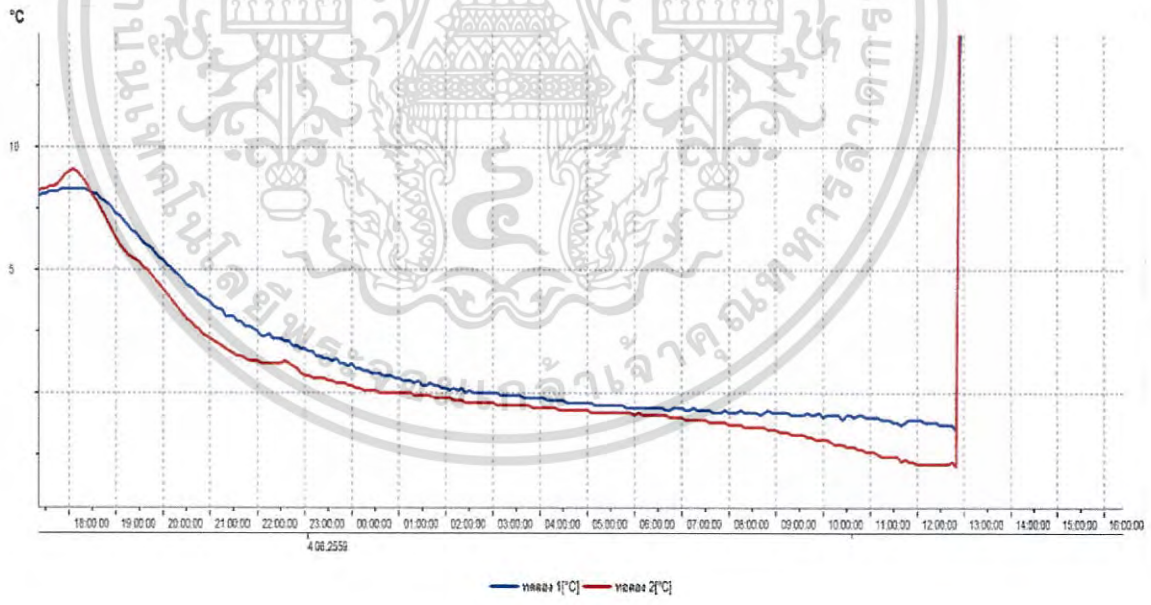
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

208	5/8/2559 10:04:54	-0.90	-1.90
209	5/8/2559 10:09:54	-0.90	-2.00
210	5/8/2559 10:14:54	-0.90	-2.10
211	5/8/2559 10:19:54	-0.90	-2.10
212	5/8/2559 10:24:54	-1.10	-2.10
213	5/8/2559 10:29:54	-0.90	-2.20
214	5/8/2559 10:34:54	-0.90	-2.20
215	5/8/2559 10:39:54	-1.00	-2.20
216	5/8/2559 10:44:54	-0.90	-2.30
217	5/8/2559 10:49:54	-0.90	-2.30
218	5/8/2559 10:54:54	-1.00	-2.40
219	5/8/2559 10:59:54	-1.00	-2.40
220	5/8/2559 11:04:54	-1.00	-2.40
221	5/8/2559 11:09:54	-1.00	-2.50
222	5/8/2559 11:14:54	-1.10	-2.60
223	5/8/2559 11:19:54	-1.10	-2.60
224	5/8/2559 11:24:54	-1.10	-2.60
225	5/8/2559 11:29:54	-1.20	-2.60
226	5/8/2559 11:34:54	-1.20	-2.60
227	5/8/2559 11:39:54	-1.30	-2.80
228	5/8/2559 11:44:54	-1.20	-2.70
229	5/8/2559 11:49:54	-1.10	-2.80
230	5/8/2559 11:54:54	-1.10	-2.80
231	5/8/2559 11:59:54	-1.10	-2.90
232	5/8/2559 12:04:54	-1.10	-2.90
233	5/8/2559 12:09:54	-1.20	-2.90
234	5/8/2559 12:14:54	-1.20	-2.90
235	5/8/2559 12:19:54	-1.20	-2.90
236	5/8/2559 12:24:54	-1.20	-2.90
237	5/8/2559 12:29:54	-1.30	-2.90
238	5/8/2559 12:34:54	-1.30	-2.90
239	5/8/2559 12:39:54	-1.30	-2.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

240	5/8/2559 12:44:54	-1.30	-2.80
241	5/8/2559 12:49:54	-1.50	-3.00
242	5/8/2559 12:54:54	12.60	16.10
243	5/8/2559 12:59:54	20.30	18.30
244	5/8/2559 13:04:54	27.00	18.60
245	5/8/2559 13:09:54	25.00	19.00
246	5/8/2559 13:14:54	25.50	20.40
247	5/8/2559 13:19:54	26.50	20.50
248	5/8/2559 13:24:54	30.10	20.20
249	5/8/2559 13:29:54	23.50	19.00
250	5/8/2559 13:34:54	27.90	19.60
251	5/8/2559 13:39:54	30.30	27.00
252	5/8/2559 13:44:54	----	----

กราฟแสดงอุณภูมิเนื้อไก่จากเครื่องบันทึกอุณหภูมิระหว่างการขนส่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	**นายธเนศ บุญเกิด**
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤษภาคม 2525
ที่อยู่	10/6 แอสปาย ศรีนครินทร์ ถ.ศรีนครินทร์ซอย ศรีนครินทร์ 49 แขวงหนองบอน เขตประเวศ กรุงเทพฯ 10250
E-mail	b.thanet@gmail.com

ประวัติการศึกษา	2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
	2559 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2548-2551	ตำแหน่ง Production Supervisor บริษัทสุรพลนิชิเรฟู้ดส์ จำกัด
พ.ศ.2551-2554	ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายควบคุมคุณภาพบริษัท แพนเอเชีย (1981) จำกัด
ปัจจุบัน	ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายจัดซื้อ บริษัทสุรพลนิชิเรฟู้ดส์ จำกัด
การนำเสนอผลงาน	เรื่อง "Prevalence of *Salmonella* spp. contamination in fresh chicken meat from slaughterhouses." 62nd International Congress of Meat Science and Technology, 14-19th August 2016, Swissotel LE CONCORDE Hotel, Bangkok, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้