# การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

# SALMONELLA CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSES OF INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR


มณีรัตน์ รัตนพล

MANEERAT RATTANAPHOL


วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551


KMITL-2008-AQ-M-031-093

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

# SALMONELLA CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSES OF INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

มณีรัตน์ รัตนผล

MANEERAT RATTANAPHOL

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81352
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2551

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตว์ศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL 2008-AQ-M-031-093

# SALMONELLA CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSES OF INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

MANEERAT RATTANAPHOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTAIL FULFILLMENT

OF THE REQUIEMEMT FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT INSITITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

KMITL 2008-AQ-M-031-093

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT INSITITUE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล |
| **นักศึกษา** | นางมณีรัตน์ รัตนผล |
| **รหัสนักศึกษา** | 46062401 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | สัตวศาสตร์ |
| **พ. ศ.** | 2551 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | รศ. ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** | ผศ. ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ |

## บทคัดย่อ


งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อน และจำแนกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่มีกำลังการผลิต 150 ตัวต่อชั่วโมง โดยวิธี MPN (Most Probable Number) จากสุกรที่เข้าฆ่า 33 ตัว ที่มาจากฟาร์ม 4 แห่ง คือ ฟาร์มจากจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี ผลการศึกษาพบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากมูลสุกรในลำไส้ใหญ่ร้อยละ 54.54 ปริมาณ 3.60- > 1,100 MPN /กรัม ในกระบวนการก่อนการฆ่า พบการปนเปื้อนบริเวณคอกพักก่อนสุกรเข้าพักร้อยละ 54.54 ปริมาณ 3.00 - 210.00 MPN/100 ตร.ซม. คอกภายหลังสุกรเข้าพักร้อยละ 100 ปริมาณ 3.00 - >1,100 MPN/100 ตร.ซม. และในรถขนส่งภายหลังสุกรลงจากรถร้อยละ 90.91 ปริมาณ 3.60 - > 460 MPN /100 ตร.ซม. ในระหว่างกระบวนการฆ่า พบการปนเปื้อนที่ซากสุกรก่อนถูกแทงคอร้อยละ 66.67 ปริมาณ 3.0- >1,100 MPN/100 ตร.ซม. บริเวณแผลแทงคอร้อยละ 42.42 ปริมาณ 3.60 – 290 MPN/25 ตร.ซม. ภายหลังการลวกซากบริเวณผิวซากสุกรก่อนการเปิดซาก (ภายหลังการขูดขนและเผาซาก) พบการปนเปื้อนร้อยละ 9.09 ปริมาณ 3.0 - 26.0 MPN/100 ตร.ซม. ภายหลังการผ่าแบ่งซากพบการปนเปื้อนร้อยละ 12.12 ปริมาณ 3.0 - 24.0 MPN/100 ตร.ซม. และบนผิวซากก่อนการลดอุณหภูมิในห้องเย็นร้อยละ 3.03 ปริมาณ 9.10 MPN/100 ตร.ซม. โดยตรวจไม่พบเชื้อในน้ำที่ใช้ลวกซากทั้งก่อนและหลังการลวกซาก น้ำฉีดล้างซากสุกร และซากภายหลังจากการลดอุณหภูมิในห้องเย็น ในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง มีโอกาสของการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อสุกรได้จากการปนเปื้อนของเชื้อจากอุปกรณ์ ได้แก่ มีดก่อนตัดแต่งพบร้อยละ 9.09 ปริมาณ 3.60 MPN/มีด และที่โต๊ะก่อนทำการตัดแต่ง ร้อยละ 9.09 ปริมาณ 3.0 MPN/100 ตร.ซม โดยพบมีการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อสุกรภายหลังกระบวนการตัดแต่งสิ้นสุดร้อยละ 3.30 ปริมาณ 3.0 MPN/กรัม ทั้งนี้ซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุดทั้งในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าแห่งนี้ คือ *S.* Rissen และ *S.* Stanley

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Salmonella Contamination in Slaughtering and Cutting Processes of International Standard Pig Abattoir |
| **Student** | Mrs. Maneerat Rattanaphol |
| **Student ID.** | 46062401 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Programme** | Animal Science |
| **Year** | 2008 |
| **Thesis Advisor** | Assoc.Prof. Dr. Jutarat Sethakul |
| **Thesis Co-advisor** | Asst. Prof. Dr. Prapaporn Khopaibool |

## ABSTACT

Purposes of this research were to determine the contamination and to identify serovars of *Salmonella spp.* in slaughtering and cutting process of an international standard pig abattoir, located in Chachoengsao Province. The abattoir was a medium sized production, which had a capacity of 150 pigs per hour. 33 pigs from 4 different farms areas, Chachoengsao, Chonburi, Rayong and Chanthaburi, were sampling. The samples were collected from colon content, swab on different sources, such as, pig transported truck, the lairage before and after used, carcass during the process of slaughtering and cutting, person and equipment in the cutting room. Some water and tissue were also cut as sample. All samples were analyzed for number of *Salmonella spp* . by Most Probable Number method. The results showed that the prevalence of *Salmonella spp.* in the fecal was 54.54% between 3.60 - > 1,100 MPN/gm, 54.54% between 3.60 - > 210 MPN/100 $cm^2$ from lairage before pig resting, 100% between 3.60 - > 1,100 MPN/100 $cm^2$ from lairage after pig resting and transported truck was 90.91% between 3.60 - 460 MPN/100 $cm^2$. During the slaughtering process, the *Salmonella spp.* were prevalent 66.67% between 3.00 - > 1,100 MPN/100 $cm^2$ on the carcass before bleeding, 42.42% between 3.60 - 290 MPN/100 $cm^2$ on sticking wound and 9.09% between 3.60 – 26.00 MPN/100 $cm^2$ on carcass after polishing. Although the microorganism was found on the carcass after splitting 12.12% between 3.60 – 24.00 MPN/100 $cm^2$ and 3.03% at 9.10 MPN/100 $cm^2$ on before chilling. For the scalding water, carcass spray water and carcass after the chilling process the *Salmonella spp.* were not detected. Furthermore, the *Salmonella spp.* was appeared on the knife before the cutting process 9.09% at 3.6 MPN/knife and the table for trimming before the cutting process 9.09% at 3.0 MPN/100 $cm^2$. Unfortunately, on the terminal process, there was found a small

amount of the Salmonella on the fresh pork 3.03% at 3.0 MPN/gm. For the identification of the serovars, the *S.* Rissen and the *S.* Stanley were the most detected in all of the slaughtering and cutting process.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยการให้คำแนะนำ การดูแลเอาใจใส่ และการตรวจสอบแก้ไขรายงานวิทยานิพนธ์ของอาจารย์ที่ปรึกษาทั้ง 2 ท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุณาให้คำแนะนำด้านเทคนิคการเลี้ยง และการประมาณค่าเชื้อซัลโมเนลลา ด้วยวิธี Most Probable Numbe รองศาสตราจารย์ ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล ภาควิชาเกษตรอุตสาหกรรม คณะครุอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุณาให้คำแนะนำในการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ผลการทดลอง และอาจารย์ณัฐนรากร จันทิมาน ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุณาให้ความอนุเคราะห์พาหนะในการเก็บตัวอย่างจนเสร็จสิ้นโครงการ

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และข้อมูลประกอบการทำวิจัย

ขอขอบคุณน้อง ๆ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการเตรียมอุปกรณ์ เก็บตัวอย่าง และการเลี้ยงเชื้อซัลโมเนลลาที่มีเป็นจำนวนมากซึ่งไม่อาจทำด้วยตนเองได้ทั้งหมด และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งในการมีส่วนร่วมทั้งกำลังกาย และกำลังใจในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ของสามี อาจารย์นิพนธ์ รัตนผล และลูกสาวญาณินี รัตนผล

คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา บูรพาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนผู้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมไทย

มณีรัตน์ รัตนผล

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | IV |
| สารบัญ..... | V |
| สารบัญตาราง..... | VIII |
| สารบัญภาพ..... | X |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและ วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 3 |
| 1.3. ระยะเวลาการศึกษา..... | 3 |
| บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 4 |
| 2.1 ความสำคัญและอันตรายของเชื้อซัลโมเนลลา..... | 4 |
| 2.1.1 การจัดแบ่งการจัดแบ่งและการเรียกชื่อซัลโมเนลลา..... | 4 |
| 2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลา..... | 6 |
| 2.1.3 อาการของโรคซัลโมเนลโลซีส ..... | 7 |
| 2.2 เชื้อซัลโมเนลลาที่พบในประเทศไทย..... | 8 |
| 2.2.1 เชื้อซัลโมเนลลาในคน..... | 8 |
| 2.2.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในไก่และสุกร..... | 10 |
| 2.2.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์..... | 11 |
| 2.2.4 การควบคุมซัลโมเนลลา..... | 13 |
| 2.2.5 มาตรฐานเนื้อสุกร..... | 16 |
| 2.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตสุกร..... | 16 |
| 2.4 การปนเปื้อนชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร..... | 19 |
| 2.4.1 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์..... | 21 |
| 2.4.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาก่อนและระหว่างกระบวนการฆ่าสุกร..... | 23 |
| 2.4.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากการตัดแต่งและเก็บรักษาเนื้อ.... | 33 |

# สารบัญ(ต่อ)


หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย..... 35

3.1. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์..... 35

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี..... 35

3.3 สถานที่ทำการทดลอง..... 35

3.4 วิธีการดำเนินการ..... 36

3.4.1 ศึกษาแผนผังและขั้นตอนการทำงานของโรงฆ่า..... 36

3.4.2 การวางแผนการเก็บตัวอย่าง..... 36

3.4.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 36

3.4.4 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่า..... 37

3.4.5 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร..... 37

3.2.6 วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง..... 38

3.2.7 การวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนและจำแนกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา..... 38

3.4.8 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 39

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 40

4.1 แผนผังของโรงฆ่าสุกร..... 40

4.2 แผนผังเส้นทางการเคลื่อนที่ของสุกรในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง..... 40

4.2.1 เขตพื้นที่ส่วนสกปรก..... 40

4.2.2 เขตพื้นที่ส่วนสะอาด..... 40

4.3 แผนผังเส้นทางการเข้า-ออกของพนักงานในโรงฆ่า..... 41

4.4 แผนผังเส้นทางการไหลของอากาศในโรงฆ่า..... 41

4.4.1 เส้นทางเดินของอากาศในกระบวนการฆ่า..... 41

4.4.2 เส้นทางเดินของอากาศในกระบวนการตัดแต่งสุกร..... 41

4.5 ระบบน้ำในโรงฆ่า..... 41

4.6 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 46

# สารบัญ(ต่อ)


หน้า

4.7 การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าสุกรและตัดแต่งสุกร..... 49

4.7.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร..... 49

4.7.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร... 50

4.7.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 53

4.7.4 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร..... 57

4.8 ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร... 59

4.8.1 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร..... 59

4.8.2 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในตัวอย่างก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 60

4.8.3 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 61

4.8.4 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร..... 64

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 67

5.1 ผลการสำรวจปนเปื้อนซัลโมเนลลาก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร... 67

5.1.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร..... 67

5.1.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร.. 67

5.2 ผลการสำรวจปนเปื้อนซัลโมเนลลในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 69

5.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร..... 71

5.4 ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 73

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 74

6.1 สรุป..... 74

6.2 ข้อเสนอแนะ..... 76

บรรณานุกรม..... 77

ประวัติผู้เขียน..... 84

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

2.1 รูปแบบการเลี้ยงสุกรในเนเธอร์แลนด์ที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาในฝูงสุกร ..... 17

2.2 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae ของคอกพักสัตว์ในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง 22

2.3 การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบจากสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง 22

2.4 การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบจากสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง ในประเทศเนเธอร์แลนด์..... 23

2.5 ปริมาณจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกรจากเครื่องถอนขน 2 แบบ ( แบบ A อุณหภูมิน้ำน้อยกว่า 50° ซ แบบ B อุณหภูมิน้ำ 57° ซ )..... 24

2.6 ข้อมูลพื้นฐานของร้อยละและปริมาณที่พบจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคในซากสุกร..... 24

2.7 การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในอวัยวะของสุกรจากโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง..... 25

2.8 ร้อยละของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในซากสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา และสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา ในการทดลองที่ 1..... 26

2.9 ร้อยละของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบสุกรในซากสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา 200 ตัว และสุกรปลอดชื้อซัลโมเนลลา 200 ตัว ในการทดลองที่ 2..... 27

2.10 ร้อยละ ของ *S.* Enterica ที่ตรวจพบจากอวัยวะและสิ่งแวดล้อมของโรงฆ่าสุกรในสหรัฐอเมริกา 2 แห่ง..... 29

2.11 ร้อยละ ของ *S.* Enterica ที่ตรวจพบจากอวัยวะและสิ่งแวดล้อมของโรงฆ่าสุกรประเทศเบลเยี่ยม ..... 30

2.12 จำนวนและร้อยละของซีโรวาร์เชื้อซัลโมเนลลา 10 ลำดับแรกที่ตรวจพบในประเทศไทยระหว่าง ปี 1993-2002 จำแนกตามแหล่งที่ตรวจพบ..... 31

2.13 ร้อยละของซีโรวาร์เชื้อซัลโมเนลลา ที่ตรวจพบในประเทศไทย จำแนกตามปีที่ตรวจพบ..... 31

2.14 ผลการตรวจพบ และซีโรไทป์ของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกร หลังการ สิ้นสุดกระบวนการแต่ละขั้นตอน..... 32

2.15 การตรวจพบเชื้อ *Salmonella spp.*และ *C. jejuni / E. coli* ในเนื้อสุกรตัดแต่งและผลิตภัณฑ์..... 34

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตารางที่ หน้า

4.1 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในมูลสุกรจากฟาร์มสุกรในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี..... 50

4.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในรถขนส่ง คอกพักก่อนและหลังสัตว์เข้าพัก และน้ำในคอกพัก..... 51

4.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรก่อนลวก เลือด และแผลแทงคอ... 53

4.4 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากหลังการลวก ซากหลังการผ่าซีก ซากก่อนการแช่เย็น ในน้ำลวกซาก และน้ำล้างซาก..... 56

4.5 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร..... 58

4.6 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในมูลสุกรตัวอย่าง ที่มาจากฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด..... 60

4.7 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ของฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด ..... 61

4.8 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ในเขตของฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด..... 63

4.9 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการตัดแต่งซากสุกรจากฟาร์มสุกร ใน 4 จังหวัด..... 65

4.10 สรุปผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงฆ่า สุกรมาตรฐานสากล..... 65

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2.1 | วงจรการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตสัตว์ | 18 |
| 2.2 | แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการฆ่า และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา | 20 |
| 4.1 | แผนผังโรงฆ่าสุกร | 42 |
| 4.2 | แผนผังเส้นทางของสุกรในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง | 43 |
| 4.3 | แผนผังเส้นทางของพนักงานในโรงฆ่า | 44 |
| 4.4 | แผนผังเส้นทางของอากาศในโรงฆ่า | 45 |
| 4.5 | ขั้นตอนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงฆ่ามาตรฐานสากลที่ทำการศึกษา. | 48 |
| 4.6 | ขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งสุกรของโรงฆ่ามาตรฐานสากลที่ทำการศึกษา | 49 |
| 4.7 | เก็บตัวอย่างอุจจาระจากลำไส้ใหญ่ | 52 |
| 4.8 | รถขนส่งสุกร | 52 |
| 4.9 | คอกก่อนสุกรเข้าพัก | 52 |
| 4.10 | คอกหลังสุกรเข้าพัก | 52 |
| 4.11 | น้ำในคอกพักสุกร | 52 |
| 4.12 | ซากสุกรก่อนลวก | 52 |
| 4.13 | การเก็บเลือดตัวอย่าง | 52 |
| 4.14 | เก็บตัวอย่างแผลแทงคอ | 52 |
| 4.15 | บ่อน้ำลวกซากสุกร | 54 |
| 4.16 | อุณหภูมิน้ำลวกซาก 60° ซ | 54 |
| 4.17 | น้ำหลังการลวกซากสุกร | 54 |
| 4.18 | ซากสุกรหลังการเผา | 54 |
| 4.19 | ซากสุกรหลังการลวก | 54 |
| 4.20 | ซากสุกรหลังการผ่าซีก | 54 |
| 4.21 | การล้างซากสุกรครั้งสุดท้าย | 54 |
| 4.22 | ซากสุกรหลังแช่เย็น | 54 |
| 4.23 | มือของพนักงานตัดแต่ง | 57 |

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.24 | มีดตัดแต่งซาก | 57 |
| 4.25 | โต๊ะตัดแต่งซาก | 57 |
| 4.26 | ชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่ง | 57 |
| 6.1 | จุดวิกฤตที่สามารถควบคุมหรือลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรของโรงฆ่ามาตรฐานสากล | 75 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella spp.*) ในอาหาร ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า ซัลโมเนลโลซีส (Salmonellosis) ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านสาธารณสุขของประชากรทั่วโลก โดยในปี พ.ศ. 2540 มีรายงานของผู้ป่วยในประเทศเยอรมันนี ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย เนเธอร์แลนด์ และสหรัฐอเมริกา พบว่ามีอัตราการติดเชื้อซัลโมเนลลา 120, 73, 38, 16 และ 14 คน ต่อประชากร 100,000 คน ตามลำดับ (Thorns, 2000) และในระหว่างปี พ.ศ. 2536-2540 พบผู้ป่วยในประเทศสหรัฐอเมริกาติดเชื้อซัลโมเนลลา 32,610 คน คิดเป็นร้อยละ 37.90 ของผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อแบคทีเรียที่ติดต่อทางอาหาร และมีผู้เสียชีวิต 13 ราย คิดเป็นร้อยละ 44.80 ของผู้ที่เสียชีวิตจากการได้รับเชื้อแบคทีเรียที่ติดต่อทางอาหาร (Olsen *et al.*, 2000) และในปี ค.ศ. 2000 พบผู้ป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงจากการติดเชื้อซัลโมเนลลาในประเทศอังกฤษจำนวน 40,000 ราย ในประเทศสหรัฐอเมริกา 17,000 ราย และก่อให้เกิดการสูญเสียในประเทศแคนาดา 100 ล้านเหรียญ (Wray and Davies, 2003) สำหรับประเทศไทย สำนักระบาดวิทยา (2544) รายงานว่าการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ มีสาเหตุจากเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 30.74 และอนุมานว่าในปี พ.ศ. 2545 มีผู้ป่วยจากโรคซัลโมเนลโลซีส อยู่ในอัตรา 67.27 คนต่อประชากร 100,000 คน โดยศูนย์ซัลโมเนลลาและชิเจลลาแห่งชาติ หรือ National Salmonella and Shigella center (NSSC) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2545 พบอุบัติการณ์ของซัลโมเนลลาในบุคคล 2 กลุ่มอายุ คือ ในเด็กอายุไม่เกิน 5 ปี พบในตัวอย่างอุจจาระ และrectal swab และในผู้ใหญ่อายุประมาณ 35 ปี พบในเลือดและปัสสาวะ ส่วนซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบจากตัวอย่างข้างต้น เป็น *Salmonella* Enteritidis ร้อยละ12.31 *Salmonell* Weltevreden ร้อยละ7.79 และ *Salmonella* Typhimurium ร้อยละ 3.17 (Boonma *et al.*, 1998 ; NSSC, 2002) นอกจากนี้ เชื้อซัลโมเนลลายังก่อให้เกิดโรคติดต่อระหว่างสัตว์กับคน (Zoonosis) ทำความเสียหายอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจการผลิตเนื้อสัตว์ มีรายงานจากประเทศเนเธอร์แลนด์ ในปี ค.ศ. 1998 พบว่า ประชากรทุก 450 คนใน 100,000 คน จะป่วยเป็นโรคซัลโมเนลโลซีส โดยมีสาเหตุมาจากการบริโภคเนื้อสุกรประมาณร้อยละ 15 ทำให้ต้องสูญเสียเงินปีละ 13 ล้านเหรียญยูโร (Berends *et al.*, 1998) ในปี ค.ศ. 1997 มีรายงานในประเทศเดนมาร์ก พบว่าร้อยละ 10 - 15 ของสุกรในประเทศ ทำให้เกิดโรคระบาดซัลโมเนลโลซีสในคน และในปี ค.ศ. 1999 มีรายงานการติดเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าสุกรของประเทศไอร์แลนด์ร้อยละ 9.9 และกระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกาประมาณการความสูญเสียของโรคติดเชื้อซัลโมเนลลาจากเนื้อสุกร คิดเป็นมูลค่าถึง 10 ล้านเหรียญ (Peace *et al.*, 2005) สำหรับในประเทศไทย พบผู้ป่วยติดเชื้อซัลโมเนลลาในการบริโภคเนื้อและตับสุกร จากสุกรที่ตายด้วยภาวะเลือดเป็นพิษจากเชื้อซัลโมเนลลา (septicsemia

salmonellosis) จำนวน 45 คน และเสียชีวิต 1 คน ที่ตำบลบ้านกลับ อำเภอหนองโดน จังหวัดสระบุรี ในปีพ.ศ. 2539 (ชิต ศิริวรรณ์ และคณะ, 2539) ส่วนความสูญเสียทางเศรษฐกิจในแง่ของการผลิตสัตว์ พบว่าสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา จะมีอาการหลายรูปแบบ เช่น โลหิตเป็นพิษ จะมีจุดเลือดออกที่ผิวหนัง เกร็ง ชักกระตุก อาการท้องเสียเฉียบพลัน และท้องเสียเรื้อรัง ซึ่งสามารถเป็นพาหะกระจายโรคสู่สุกรปกติได้

ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในอาหาร เกิดผลกระทบต่อมาตรฐานความปลอดภัยของอาหารเพื่อการบริโภคและการส่งออกสินค้าประเภทอาหาร กลุ่มประเทศผู้นำเข้าจึงกำหนดมาตรฐานสินค้าประเภทอาหารให้ปลอดจากเชื้อซัลโมเนลลา สำหรับเนื้อสุกรเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการประกอบอาหารของบุคคลทั่วไป และเป็นสินค้าส่งออกซึ่งมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่ในกระบวนการผลิตสุกร นับตั้งแต่ อาหารสัตว์ มนุษย์ สัตว์ที่เป็นพาหะของโรค เช่น นก หนู รวมไปถึงรถบรรทุกที่ใช้ขนส่งสุกร คอกพักสัตว์ ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งเนื้อสุกร ดังนั้นการควบคุมปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนผลิตและในโรงฆ่าสุกร จะช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์ได้ ซึ่งจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสุกรให้เป็นอาหารที่ปลอดภัย ต่อการบริโภคของมนุษย์ (Lammerding and Fazil, 2000) สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) จึงมีประกาศกำหนดสุขลักษณะของอาหารประเภทเนื้อสุกรว่า ต้องไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในการตรวจเนื้อสุกรหรือผลิตภัณฑ์จากสุกร จำนวน 25 กรัม

เนื่องจากประเทศไทยมีการบริโภคเนื้อสุกรในปริมาณสูง จึงมีการผลิตสุกรในแต่ละปีเป็นปริมาณมาก โดยในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตสุกรได้ 0.787 ล้านตัน จัดเป็นลำดับที่ 12 ของโลก และเป็นผู้ส่งออกลำดับที่ 8 รองจาก สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา แคนาดา บราซิล จีน เม็กซิโก และออสเตรเลีย มีโรงงานชำแหละสุกรที่ได้มาตรฐานและส่งออกจำนวน 5 โรงงาน และโรงงานแปรรูปสุกรที่ได้มาตรฐานส่งออกจำนวน 24 โรงงาน (สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป, 2550) ดังนั้น เพื่อเป็นการยืนยันความปลอดภัยของกระบวนการผลิตเนื้อสุกรจากการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา โดยเฉพาะในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากลเพื่อการส่งออก จึงได้ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรดังกล่าว และเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่า ชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกร ในการจัดทำระบบ HACCP ของโรงฆ่าต่อไป โดยดำเนินการตรวจหาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาใน 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนการปนเปื้อนจากฟาร์ม ส่วนการปนเปื้อนก่อนกระบวนการฆ่า ส่วนการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า ส่วนการปนเปื้อนหลังกระบวนการฆ่าและการตัดแต่ง ซึ่งผลการศึกษาจะใช้เป็นแนวทางในการบ่งชี้จุดวิกฤต (Critical Control Point ; CCP) ที่ต้องมีการควบคุมการปนเปื้อนดังกล่าว เพื่อความปลอดภัยของเนื้อสุกรต่อการบริโภค และเป็นการพัฒนากระบวนการผลิตเนื้อสุกรให้ได้มาตรฐานสากล และสามารถส่งเนื้อสุกรไปสู่ตลาดต่างประเทศต่อไป

## 1.2 ความมุ่งหมายและ วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

2) จำแนกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

3) เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา และซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรที่เข้าสู่กระบวนการฆ่าและตัดแต่ง จากฟาร์มที่อยู่ในพื้นที่ปศุสัตว์ เขต 2

## 1.3 ระยะเวลาการศึกษา

ระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 11 เดือน

# บทที่ 2
# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ความสำคัญและอันตรายของเชื้อซัลโมเนลลา

ซัลโมเนลลา เป็นแบคทีเรียในสกุล Enterobacteriaceae มีรูปร่างเป็นแท่ง (rod shape) ย้อมติดสีแกรมลบ (gram negative) มีขนาด 0.7-1.5 ไมครอน X 2-5 ไมครอน ไม่สร้างแคปซูล เจริญได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ส่วนใหญ่จะเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลา (flagella) ที่มีอยู่รอบเซลล์ (Patterson and Isaacson, 2003) สำหรับสารเคมีที่สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ ได้แก่ ฟีนอล คลอรีน ฟอร์มัลดีไฮด์ เมอร์คิวริคออกไซด์ และด่างทับทิม ส่วนยาปฏิชีวนะที่ทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ คือ เจนตามัยซิน โคลิสติน และกรดพาลิซิด (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2544)

### 2.1.1 การจัดแบ่งและการเรียกชื่อซัลโมเนลลา

ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ยอมรับและนิยมใช้การจัดแบ่ง และเรียกชื่อตามองค์การอนามัยโลก (World Heath Organization : WHO) Collaborating Center for Reference and Research on *Salmonella* at the Pasteur Institute in Paris. France ที่ได้กำหนดไว้ในปี 1998 ซึ่งมีการจำแนกชนิดของซัลโมเนลลา ดังนี้ (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2544)

#### 2.1.1.1 การจัดแบ่งชนิดของซัลโมเนลลา

นักวิทยาศาสตร์กำหนดชนิดของซัลโมเนลลา จากการทดสอบคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้

##### 2.1.1.1.1 จัดแบ่งตามคุณสมบัติทางชีวเคมี (Biochemical test)

ซัลโมเนลลาแบ่งตามคุณสมบัติทางชีวเคมี มี 2 ชนิด คือ species enterica และ species bongori ซึ่งมีการแบ่งย่อยเป็น subspecies และ ซีโรวาร์ (serovars or serotype) ตามลำดับ ดังนี้

1) species enterica มี 6 ซับสปีชี (subspecies) ประกอบด้วย 2,443 ซีโรวาร์ (serovars) ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Salmonella enterica* subsp. *enterica* (I) | มี | 1,454 | ซีโรวาร์ |
| *Salmonella enterica* subsp. *Salama* (II) | มี | 489 | ซีโรวาร์ |
| *Salmonella enterica* subsp. *arizonae* (IIIa) | มี | 94 | ซีโรวาร์ |
| *Salmonella enterica* subsp. *diarizonae* (IIIb) | มี | 324 | ซีโรวาร์ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Salmonella enterica* subsp. *houtenae* (IV) | มี | 70 | ซีโรวาร์ |
| *Salmonella enterica* subsp. *indica* (VI) | มี | 12 | ซีโรวาร์ |

2) species bongori มี 1 ซับสปีชี ประกอบด้วย 20 ซีโรวาร์ ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Salmonella . bongori* (V) | มี | 20 | ซีโรวาร์ |

ซับสปีชี I จะพบในมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น ส่วนซับสปีชี II IIIa IIIb IV VI และ V จะพบในสัตว์เลือดเย็นและสิ่งแวดล้อม

**2.1.1.1.2 จัดแบ่งตามคุณสมบัติทางเซรุ่มวิทยา (Serology test)**

การระบุซีโรวาร์ที่เฉพาะเจาะจง ได้โดยอาศัยหลักการตกตะกอน (agglutination) ของโปรตีนจากแอนติเจน (antigen) บนเซลล์ของแบคทีเรียด้วยแอนติบอดี (antibodies) ที่มีความสัมพันธ์กัน ด้วยวิธีนี้สามารถจำแนกซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด

1) โอ แอนติเจน หรือ โซมาติค แอนติเจน (O antigen or Somatic antigen) มีผนังเซลล์ประกอบด้วยสารโพลีแซคคาไรด์ โปรตีน และฟอสโฟลิปิด มีคุณสมบัติทนความร้อนที่ อุณหภูมิ 100° ซ ได้นาน 2 ชั่วโมง 30 นาที ทนทานต่อเอทธิลอัลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 และมีความทนทานต่อกรดเจือจาง ปฏิกิริยาเฉพาะของโอ แอนติเจน กับแอนติบอดี จะมีลักษณะเป็น granular

2) เอช แอนติเจน หรือ เฟลกเจลลา แอนติเจน (H antigen or Flagella antigen) เป็นแส้หรือหนวดที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของซัลโมเนลลา มีคุณสมบัติถูกทำลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60° ซ ถูกทำลายได้ด้วยเอทธิลอัลกอฮอล์เข้มข้น และกรดเจือจาง ปฏิกิริยาเฉพาะของ เอช แอนติเจน กับแอนติบอดี จะมีลักษณะเป็น floccular

3) วีไอ แอนติเจน หรือ แคปซูล แอนติเจน (VI antigen or Capsular antigen) เป็นแอนติเจนที่อยู่รอบนอกโอแอนติเจน มีคุณสมบัติถูกทำลายได้ง่าย เมื่อได้รับความร้อน กรด หรือฟีนอล สำหรับเชื้อซัลโมเนลลาที่มีวีไอ แอนติเจน จะก่ออาการของโรครุนแรงกว่าเชื้อที่ไม่มีวีไอ แอนติเจน ตัวอย่างของในกลุ่มนี้ คือ *S.* Typhi *S.* Paratyphi และ *S.* Dubin

**2.1.1.1.3 จัดแบ่งตามหลักระบาดวิทยา (Epidemiology) และการเกิดโรค**

นักวิทยาศาสตร์จัดแบ่งซัลโมเนลลาตามหลักการเกิดโรค และการระบาดของซัลโมเนลลา เป็น 3 กลุ่ม (Wray and Davies, 2003) ดังนี้

1) กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคในคนเท่านั้น ได้แก่ *S.* Typhi ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคไข้ไทฟอยด์ และ *S.* Paratyphi A, B, C เป็นโรคเชื้อที่สาเหตุของโรคพาราไทฟอยด์ หรือไข้รากสาดน้อย ซึ่งจะมีอาการรุนแรงน้อยกว่า ไข้ไทฟอยด์

2) กลุ่มที่ปรับตัวเข้ากับโฮสต์ (Host-adapted serovars) เป็นกลุ่มพบได้จำเพาะในสัตว์แต่ละชนิด มีความแตกต่างของซีโรวาร์จะขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ที่มันอาศัยอยู่ หรือแหล่งที่ได้รับการถ่ายทอดเชื้อมา เช่น การติดเชื้อในสัตว์ปีกมักจะพบชนิด *S.* Pullorum และ

*S.* Gallinarum ส่วนในสุกรจะพบ *S.* Choleraesuis และ *S.* Derby ในโคจะพบ *S.* Dublin และ *S.* Anatum สำหรับ *S.* Typhimurium สามารถติดเชื้อในสัตว์เกือบทุกชนิด (Wray and Davies, 2003)

3) กลุ่มที่ไม่จำเพาะต่อชนิดของโฮสต์ (Unadapted serovars) เป็นซัลโมเนลลาที่ก่อเกิดโรคทางเดินอาหารอักเสบ ที่อยู่นอกเหนือจาก 2 กลุ่มข้างต้น เนื่องจากสามารถมีชีวิตอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ จึงแพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ อุปกรณ์ เครื่องมือ คน และสัตว์ จึงทำให้ซัลโมเนลลากลุ่มนี้กระจายอยู่ในห่วงโซ่อาหารอย่างกว้างขวาง ก่อให้เกิดอุบัติการของโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า ซัลโมเนลโลซีส

**2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลา**

เชื้อซัลโมเนลลามีความสามารถในการปรับตัวได้ดี จึงมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยได้ ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและความอยู่รอดของซัลโมเนลลา เพื่อใช้ปัจจัยเหล่านี้ในการควบคุมการแพร่กระจายของซัลโมเนลลาในสิ่งแวดล้อม หรือในห่วงโซ่ของกระบวนการผลิตอาหาร

**2.1.2.1 อุณหภูมิ**

ซัลโมเนลลา เป็นแบคทีเรียที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิร่างกายของคนหรือสัตว์ (mesophilic bacteria) ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 30°- 45° ซ แต่เนื่องจากซัลโมเนลลามีระบบการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบเฉียบพลัน (heat shock response) จึงสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ คือ 2°- 3° ซ ในเนื้อไก่และเนื้อวัว โดยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 วัน ในขณะที่อุณหภูมิสูงสุดมีรายงานว่าสามารถเจริญเติบโตได้ที่อุณหภูมิ 54° ซ ในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยมีการปรับตัวอย่างน้อย 1 รุ่นให้เข้ากับอุณหภูมิ 48° ซ แล้วจึงมีการกลายพันธุ์ (mutation) จนสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 54° ซ (Conlin and Miller, 2000) อรุณ บ่างตระกูลนนท์ (2544) รายงานช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา คือ 42° ซ เป็นแบคทีเรียที่ทนทานต่อความเย็น แต่ไม่ทนทานต่อความร้อน พบว่าที่อุณหภูมิ 5° ซ ทำให้เชื้อชะงักการเจริญเติบโต แต่เมื่อถูกนำกลับมาไว้ที่อุณหภูมิปกติ เชื้อซัลโมเนลลาก็สามารถเพิ่มจำนวนขึ้นได้อีก เชื้อซัลโมเนลลาถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 55°ซ ในเวลา 1 ชั่วโมง หรือที่อุณหภูมิ 60°ซ ในเวลา 15 - 20 นาที หรือที่อุณหภูมิ 62°ซ ในเวลา 4 นาที ยกเว้นในบางสายพันธุ์ เช่น *S.* Senftenberg ที่มีความทนทานสูงมากกว่าสายพันธุ์อื่น 10 – 20 เท่า โดยต้องใช้การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 62°ซ นานถึง 1 ชั่วโมง

**2.1.2.2 ความเป็นกรดด่าง (pH)**

ซัลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ในช่วง pH 4.5-9.0 แต่ช่วงที่เจริญเติบโตได้ดี คือ pH 6.5 - 7.5 เมื่อสภาวะความเป็นกรดด่าง (pH) ต่ำกว่า 4 และสูงกว่า 9 จะทำให้ซัลโมเนลลาหยุดการเจริญ (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2544) จากความสามารถในการปรับตัวกับสภาวะที่ค่อย ๆ เป็นกรด

ทีละน้อย จึงเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาโรคอาหารเป็นพิษในอาหารที่เป็นกรดได้ ซึ่งพบว่า *S.* Typhimurium สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะเป็นกรดได้ในเนยแข็ง เช่น cheddar cheese, Swiss cheese และ mozzarella cheese โดยเชื้อสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานถึง 2 เดือน ที่อุณหภูมิ 5° ซ (Leyer and Johnson, 1992)

**2.1.2.3 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity : $a_w$)**

วอเตอร์แอคทิวิตี้ ($a_w$) หมายถึง น้ำในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าค่าความชื้น (moisture)ในอาหารเสมอ เพราะน้ำบางส่วนในอาหารจะจับตัวกับโมเลกุลของสารอื่นๆ เช่น เกลือ หรือน้ำตาล ดังนั้นน้ำเชื่อม หรือน้ำเกลือ แม้จะมีความชื้นสูง แต่มีปริมาณน้ำคงเหลือให้จุลินทรีย์ใช้ได้ต่ำ

แม้ซัลโมเนลลา สามารถเจริญเติบโตได้ที่ระดับ $a_w$ 0.93-0.99 (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2544) แต่ซัลโมเนลลาสามารถทนต่อความแห้งแล้ง หรือ $a_w$ระดับต่ำๆ ได้ เช่น ในน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 3-4 ของที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาได้ จึงทำให้มันสามารถมีชีวิตอยู่ภายนอกร่างกายมนุษย์หรือสัตว์ได้ เชื่อกันว่าซัลโมเนลลามีกลไกในการสะสมอาหารบางอย่าง (osmolytes) ที่ทำให้ความเข้มข้นของอิเลกโทรไลท์ (electrolytes) ภายในเซลเท่าเดิม แต่มีปริมาณน้ำในเซลล์ (cytoplasmic water) มากขึ้น ( Bakhrouf *et. al*, 1992)

**2.1.2.4 ออกซิเจน**

ซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ไม่ว่าจะมีออกซิเจนหรือไม่ก็ตาม โดยส่วนใหญ่มักจะเลือกการหายใจแบบใช้ออกซิเจน เพราะได้พลังงาน (ATP) สูงกว่า เมื่อไม่มีออกซิเจนจะเลือกการสร้างพลังงานจากการหมัก (fermentation) จึงทำให้ซัลโมเนลลาในเนื้อไก่และเนื้อปลาที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 10° ซ สามารถเจริญเติบโตได้ไม่ว่าจะอยู่ในภาวะสุญญากาศ (vacuum package) หรือสภาวะปรับบรรยากาศ (modified atmosphere) ที่มีสัดส่วนของ $CO_2$ และ $N_2$ เท่าใดก็ตาม (Nychas and Tassou, 1996)

**2.1.2.5 ปัจจัยร่วม (Combined factor)**

การตอบสนองซัลโมเนลลาต่อของปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้น อาจจะมีการเสริมฤทธิ์ร่วมกันได้ เช่น ซัลโมเนลลาจะไม่สามารถเจริญได้ในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 3° ซ แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเป็น 10° ซ ซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อย่างมาก (Nychas and Tassou, 1996)

**2.1.3 อาการของโรคซัลโมเนลโลซีส**

เชื้อซัลโมเนลลา ในแต่ละซีโรวาร์ จะก่อเกิดโรคซัลโมเนลโลซีส ที่มีอาการแตกต่างกันออกไป ซึ่ง เกสร บุญยรักษ์โยธิน และสุภาภรณ์ นิยมแก้ว (2546) ได้จำแนกอาการป่วยในคนที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาไว้ 3 กลุ่มอาการ ดังนี้ คือ

1) ไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์ (Enteric fever) เชื้อโรคที่เป็นสาเหตุ คือ *S.* Typhi และ *S.* Paratyphi A, B, C โรคนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะในคนที่ได้รับการปนเปื้อนเชื้อในอาหารและเครื่องดื่ม เชื้อจะเข้าสู่กระเพาะ ลำไส้เล็ก ต่อมน้ำเหลือง และกระแสโลหิต สามารถทำให้เยื่อหุ้มกระดูกและปอดอักเสบ ผู้ป่วยจะมีไข้สูง ปวดเมื่อยตามตัว เซื่องซึม เบื่ออาหาร มีอาการท้องอืด ท้องผูก ม้ามโต ต่อมาจะอุจจาระร่วและมีการทำลายเยื่อบุลำไส้ ทำให้อุจจาระมีเลือดปนออกมา หรือถ้าหากมีการทำลายเยื่อบุลำไส้อย่างรุนแรงอาจทำให้ลำไส้ทะลุได้ ไข้ไทฟอยด์จะมีระยะการฟักตัวของโรค 7-14 วัน และมีอาการป่วยนาน 3 - 4 สัปดาห์ ส่วนไข้พาราไทฟอยด์มีอาการคล้ายไข้ไทฟอยด์แต่มีความรุนแรงน้อยกว่า จะมีอาการท้องร่วงภายหลังการได้รับเชื้อจากอาหารหรือน้ำ 12 - 24 ชั่วโมง

2) ภาวะเลือดเป็นพิษ (Septicemia) เป็นการได้รับเชื้อเข้าทางกระแสเลือดโดยตรง และสามารถตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในเลือด ผู้ป่วยจะไม่มีอาการอุจจาระร่วง แต่จะมีไข้สูงเป็นระยะๆ น้ำหนักลดลง เซื่องซึม ม้ามและตับโต บางรายอาจมีอาการปอดบวม เยื่อหุ้มสมองอักเสบ หรือเยื่อหุ้มหัวใจอักเสบ เชื้อซัลโมเนลลาที่เป็นสาเหตุของโรคนี้ คือ *S.* Choleraesuis

3) โรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) ผู้ป่วยจะได้รับเชื้อที่ติดไปกับอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ไข่ นม และอาหารประเภทอื่นๆ เมื่อผู้ป่วยได้รับเชื้อที่ปนเปื้อนเข้าไป เชื้อจะแทรกเข้าไปอยู่ในเยื่อบุลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็กส่วนกลาง มีระยะฟักตัว 8 - 24 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้อาเจียน ท้องร่วงและมีไข้เล็กน้อย เชื้อซัลโมเนลลาโดยส่วนใหญ่จะทำให้เกิดอาการประเภทนี้มากที่สุด

## 2.2 เชื้อซัลโมเนลลาที่พบในประเทศไทย

มีรายงานการสำรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในคน สัตว์ อาหาร และผลิตภัณฑ์ ในประเทศไทยดังต่อไปนี้

### 2.2.1 เชื้อซัลโมเนลลาในคน

Bangtrakulnonth *et al.* (1994a) ได้สำรวจความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 1988 - 1993 จากผู้ป่วยเป็นโรคอุจจาระร่วง 22,262 คน พบว่าซีโรวาร์ที่พบมาก 12 อันดับแรก ได้แก่ *S.* Derby, *S.* Weltevreden, *S.* Typhimurium, *S.* Agona, *S.* Krefeld, *S.* Blockley, *S.* Typhi, *S.* Virchow, *S.* Anatum, *S.* Choleraesuis, *S.* Enteritidis และ *S.* Paratyphi โดยในแต่ละซีโรวาร์มีแนวโน้มลดลงจากปี ค.ศ. 1988 - 1993 ยกเว้น *S.* Enteritidis ที่พบเพิ่มสูงขึ้นจากร้อยละ 0.3 ในปี ค.ศ. 1988 เป็นร้อยละ 14.30 ในปี ค.ศ. 1993 แสดงให้เห็นว่า *S.* Enteritidis กำลังมีการแพร่กระจายอย่างรุนแรงขึ้น จึงได้รับความสนใจเป็นพิเศษในช่วงเวลานั้น

ชิต ศิริวรรณ์ และคณะ (2539) พบผู้ป่วยติดเชื้อซัลโมเนลลาในการบริโภคเนื้อและตับของสุกรที่ตายด้วยภาวะเลือดเป็นพิษจากเชื้อซัลโมเนลลา (septicsemia salmonellosis) จำนวน

45 คน และ เสียชีวิต 1 คน ที่ตำบลบ้านกลับ อำเภอหนองโดน จังหวัดสระบุรี ผู้ป่วยมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ถ่ายอุจาระเหลว และมีไข้ หลังการบริโภคอาหารที่ปรุงจากสุกรที่ป่วย และตายด้วยอาการชัก ขากระตุก และมีผื่นแดงที่ใบหู เมื่อทำ rectal swab ผู้ป่วยจำนวน 33 คน พบเป็นเชื้อซัลโมเนลลา กรุ๊ป B

พัชรี ทองคำคูณ และคณะ (2539) ทำการวินิจฉัยเชื้อที่เป็นสาเหตุให้สุกรที่ตายอย่างกะทันหัน ด้วยอาการชัก ขากระตุก และมีผื่นแดงที่ใบหู ซึ่งผู้บริโภคเนื้อสุกรนี้แล้วมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ถ่ายอุจาระเหลว และมีไข้ จำนวน 45 คน และเสียชีวิต 1 คน โดยตรวจในเนื้อสุกรและตับของสุกรที่ตาย พบว่าเป็นแบคทีเรีย ที่ติดสีกรัมลบ รูปร่างเป็นแท่ง เจริญได้ดีบนวุ้นอาหารปนเลือดแกะร้อยละ 5 และวุ้นอาหาร MacConkey's มีปริมาณเฉลี่ย $1 \times 10^6$ CFU/g เมื่อทดสอบกับแอนติซีรั่ม ได้ผลบวกกับกรุ๊ป B อยู่ในซีโรวาร์ Typhimurium

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ (2545) รายงานการเกิดโรคซัลโมเนลโลซีสของผู้ป่วยในประเทศไทย โดยการนำตัวอย่าง อุจจาระ rectal swab เลือด ปัสสาวะ, หนองและน้ำไขสันหลัง จากผู้ป่วยในโรงพยาบาลทั่วในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด 13 เขต จำนวน 4,188 ราย ในปีพ.ศ. 2544 พบผู้ป่วยเป็นโรคซัลโมเนลโลซีส 4,155 ราย จำแนกได้ 73 ซีโรวาร์ ๆ ที่พบมากสุด 5 อันดับแรก ได้แก่ *S.* Weltevreden ร้อยละ 15.8, *S.* Enteritidis ร้อยละ 8.6, *S.* Anatum ร้อยละ 8.2, *S.* Rissen ร้อยละ 6.2 และ *S.* Stanley ร้อยละ 5.8 เขตที่มีการระบาดของเชื้อซัลโมเนลลามาก 3 ลำดับแรก คือ เขต 12 ภาคใต้ มีผู้ได้รับเชื้อ 1,136 ราย รองลงมาคือ กรุงเทพฯ มีผู้ป่วย 993 ราย และเขต 2 ภาคกลาง มีผู้ป่วย 546 ราย ช่วงเวลาที่มีการระบาดอยู่ระหว่างเดือนพฤษภาคม – ตุลาคม และเดือนที่พบมีการระบาดมากที่สุด คือ เดือนสิงหาคม

เกสร บุญยรักษ์โยธิน และสุภาภรณ์ นิยมแก้ว (2546) สำรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา จากผู้ป่วยของโรงพยาบาลในจังหวัด สงขลา ตรัง ชุมพร พังงา และภูเก็ต จำนวน 730 ตัวอย่าง แยกเชื้อซัลโมเนลลาได้จากอุจจาระ 698 ตัวอย่าง เลือด 26 ตัวอย่าง หนอง 2 ตัวอย่าง ปัสสาวะ 2 ตัวอย่าง และเสมหะ 1 ตัวอย่าง ซีโรวาร์สูงสุดที่พบในอุจจาระ คือ *S.* Weltevreden ร้อยละ 30.10 ซีโรวาร์สูงสุดที่พบในเลือด คือ *S.* Enteritidis ร้อยละ 53.80 ซีโรวาร์ที่พบในหนอง คือ *S.* Typhimurium ซีโรวาร์ที่พบในปัสสาวะ คือ *S.* Albany ซีโรวาร์ที่พบในเสมหะ คือ *S.* 4,5,12:i:-

Padungtod and Kaneene (2006) สำรวจความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในบุคคลที่ อาศัยอยู่ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ระหว่างปี ค.ศ. 2000-2003 สุ่มตัวอย่างจากพนักงานของฟาร์มที่สัมผัสกับสัตว์เลี้ยง 199 คน ไม่สัมผัสกับสัตว์เลี้ยง 100 คน ทำงานในโรงฆ่า 4 คน และเด็กที่มีอาการท้องร่วงในโรงพยาบาล 205 คน ตรวจพบความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 36, 25, 33 และ 7 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าพนักงานฟาร์มที่สัมผัสและไม่สัมผัสกับสัตว์เลี้ยง มีอัตราการติดเชื้อซัลโมเนลลาสูงกว่าเด็กที่มีอาการท้องร่วงในโรงพยาบาล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

( P< 0.01) และเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยง พบว่า อายุ เพศ พฤติกรรมการบริโภค ไก่ หมู หรือนม ไม่มีผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในเด็ก กับอาการท้องเสีย ซีโรวาร์ที่พบมาก ได้แก่ *S.* Weltevreden, *S.* Anatum, *S.* Rissen, *S.* Stanley และ *S.* Hvittingfoss

**2.2.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในไก่และสุกร**

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ (2534) รายงานการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในไก่เนื้อแช่แข็งและการติดเชื้อในสัตว์ปีก ระหว่างปี พ.ศ. 2529 - 2533 พบว่าในไก่เนื้อแช่แข็งเพื่อการส่งออกในปี พ.ศ. 2529, 2530, 2531, 2532, 2533 พบเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 27, 32, 41, 41 และ 49 ซีโรวาร์ ตามลำดับ และซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Blockley, *S.* Anatum, *S.* Typhimurium และ *S.* Virchow ส่วนการติดเชื้อในสัตว์ปีกสำรวจจากอวัยวะส่วน ม้าม ลำไส้ ตับ หัวใจ และมูลสัตว์ พบเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละปีจำนวน 26, 24, 45, 35, และ 48 ซีโรวาร์ ตามลำดับ และซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Java, *S.* Hadar, *S.* Virchow, *S.* Typhimurium และ *S.* Blockley นอกจากนี้ยังทำการสำรวจซีโรวาร์ในอาหารสัตว์ จำนวน 506 ตัวอย่าง ในระยะเวลา 5 ปี เช่นกัน พบว่ามีจำนวน 16, 15, 26 , 41 และ 27 ซีโรวาร์ ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Java, *S.* Lexington, *S.* Anatum, *S.* Blockley และ *S.* Montevideo จะเห็นได้ว่าซีโรวาร์ที่พบในอาหารสัตว์ อวัยวะสัตว์ปีก และเนื้อไก่สดแช่แข็งที่เหมือนกัน คือ *S.* Blockley, *S.* Java, *S.* Typhimurium, *S.* Anatum แสดงถึงการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากอาหารสัตว์ไปสู่สัตว์ปีก และเนื้อไก่แช่แข็งได้

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ (2536) ทำการทดสอบแยกเชื้อซัลโมเนลลา และซีโรวาร์จากไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออกระหว่างปี พ.ศ. 2531 - 2535 จากภาครัฐและเอกชน พบว่าเชื้อซัลโมเนลลามีจำนวนเพิ่มขึ้นในแต่ละปีเป็น 41, 44, 49, 58 และ 58 ซีโรวาร์ ตามลำดับ และซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Blockley ร้อยละ 12.30, *S.* Parathyphi B biovar Java ร้อยละ 10.10, *S.* Virchow ร้อยละ 8.00, *S.* Hadar ร้อยละ 7.50, *S.* Anatum ร้อยละ 6.80 และ *S.* Typhimurium ร้อยละ 5.30 แสดงให้ความเห็นว่าเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในไก่สดแช่แข็งอาจได้รับการปนเปื้อนมาจากอาหารสัตว์ และลูกไก่อายุ 2 - 3 สัปดาห์ ซึ่งควรหาวิธีการป้องกันการปนเปื้อน โดยการตรวจสุขภาพไก่ คุณภาพอาหารสัตว์ สุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงาน และสุขาภิบาลโรงงาน

Bangtrakulnonth *et al.* (1994b) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรของภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของไทย พบว่ามีการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในอุจจาระร้อยละ 12.34 ลำไส้ร้อยละ 20.00 ตับร้อยละ 56.25 จำแนกได้ 12 ซีโรวาร์ เช่น *S.* Derby, *S.* Choleraesuis, *S.* Anatum, *S.* Krefeld, *S.* Agona, *S.* Typhimurium และ *S.* Montevideo และยังได้ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากตลาด 50 แห่ง ในจังหวัดชลบุรี พบมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาถึงร้อยละ 90 แยกได้ 13 ซีโรวาร์ อาทิเช่น *S.* Anatum, *S.* Derby, *S.* Krefeld, *S.* Agona, *S.* Rissen,

และ *S.* Enteritidis แสดงว่ามีการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นในเนื้อสุกร ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนมาจากการชำแหละเนื้อสัตว์ และระหว่างการขนส่งไปสู่ตลาด ทำให้เนื้อสุกรไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค

Boonmar *et al.* (1998) ทำการแยกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ที่แยกได้จาก คนอาหารไก่ เนื้อไก่ อุจจาระไก่ อาหารไทยสำเร็จพร้อมบริโภค น้ำดื่ม กุ้ง และน้ำเสีย ในระหว่างปี พ.ศ. 2536 - 2539 พบว่าในคนแยกได้ 72 ซีโรวาร์ ในสัตว์และจากแหล่งอื่นๆ แยกได้ 81 ซีโรวาร์ ซึ่งพบ *S.* Enteritidis ในเลือด พบ *S.* Anatumในอุจจาระคน พบ *S.* Enteritidis, *S.* Hadar และ *S.* Paratyphi B biover Java ในเนื้อไก่ พบ *S.* Enteritidis ในอุจจาระไก่ พบ *S.* Amsterdam และ *S.* Senftenberg จากอาหารไก่ พบ *S.* Derby จากอาหารไทยสำเร็จรูป ส่วนในน้ำดื่ม กุ้ง น้ำเสีย พบ *S.* Weltevreden

องอาจ เหลาวินิจ และคณะ (2541) ทำการศึกษาเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร โดยการสำรวจในอุจจาระสุกร 120 ตัวอย่าง เป็นอาหารและน้ำดื่ม อย่างละ 18 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลลา 37 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 23.7 ของตัวอย่างทั้งหมด ร้อยละ 17.5 ของตัวอย่างอุจจาระสุกร ซึ่งพบซัลโมเนลลาในน้ำดื่มเพียง 1 ตัวอย่าง แต่ไม่พบในอาหาร สำหรับในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม 2541 ที่ทำการเก็บข้อมูลเป็นรายเดือน มีอัตราการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 15.0, 35.0, 47.6, 32.3, 13.3 และ 15.0 ตามลำดับ ส่วนในการตรวจซีโรวาร์ พบ *S.* Enteritidis จำนวน 10 ตัวอย่าง *S.* Krefeld จำนวน 5 ตัวอย่าง *S.* Anatum จำนวน 3 ตัวอย่าง และ *S.* Choleraesuis จำนวน 3 ตัวอย่าง แสดงถึงการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์ม เกิดจากการปนเปื้อนเชื้อจากอุจจาระสุกรและสิ่งแวดล้อม

Padungtod and Kaneene (2006) สำรวจการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในไก่และสุกร ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนระหว่างปี ค.ศ. 2000-2003 พบซัลโมแนลลาจากการ swab ก้นไก่ในฟาร์มร้อยละ 4 (18/425 ตัวอย่าง) การ swab ก้นไก่ในโรงเชือดร้อยละ 42 (31/73 ตัวอย่าง) การ swab ผิวซากไก่ในโรงเชือดร้อยละ3 (2/73 ตัวอย่าง) และเนื้อไก่ในตลาดร้อยละ 57 (41/72 ตัวอย่าง) และพบว่าในฟาร์มไก่มีการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาน้อยกว่าโรงเชือดไก่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Chi- square P< 0.01) ซึ่งซีโรวาร์ที่พบมาก ได้แก่ *S.* Weltevreden, *S.* Emek, *S.* Blockley , *S.* Hadar และ *S.* Virchow สำหรับในสุกรพบซัลโมแนลลาจากตัวอย่างมูลสุกรในฟาร์มร้อยละ 6 (20/361 ตัวอย่าง) จากต่อมน้ำเหลืองในโรงฆ่าร้อยละ 26 (18/70 ตัวอย่าง) การ swab ผิวซากสุกรในโรงฆ่าร้อยละ 37 (28/75 ตัวอย่าง) และเนื้อหมูในตลาดร้อยละ 29 (20/69 ตัวอย่าง) ซึ่งซีโรวาร์ที่พบมาก ได้แก่ *S.* Rissen, *S.* Weltevreden, *S.* Anatum, *S.* Derby และ *S.* Stanley

### 2.2.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

สุมาลี บุญมา และนพรัตน์ หมานริม (2540) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์ไก่ หมู จำนวนชนิดละ 100 ตัวอย่าง ได้แก่ ไส้กรอก กุนเชียง ลูกชิ้น แหนม

ไก่ยอ หมูยอ ที่จำหน่ายในตลาดสด และห้างสรรพสินค้าในกรุงเทพมหานครและนนทบุรี พบว่ามีการปนเปื้อนผลิตภัณฑ์จาก เนื้อไก่ร้อยละ 8 จากเนื้อหมูร้อยละ 24 พบการปนเปื้อนในห้างสรรพสินค้าร้อยละ 18.90 จากตลาดสดร้อยละ 10.96 และผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ แหนมไก่ และแหนมหมู ซีโรวาร์ที่พบในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่มี 6 ซีโรวาร์ คือ *S.* Heidelberg, *S.* Anatam, *S.* Rissen, *S.* Hadar, *S.* Panama และ *S.* Enteritidis ส่วนซีโรวาร์ที่พบในผลิตภัณฑ์จากเนื้อหมูมี 11 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Anatum, *S.* Panama, *S.* Derby, *S.* Java, *S.* I.39 : - , *S.* Amsterdam, *S.* Rissen, *S.* Newport, *S.* London, *S.* Tennessee และ *S.* Livington

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และคณะ(2542) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ได้แก่ ลูกชิ้นเนื้อ ลูกชิ้นกุ้ง ปูอัด ไส้กรอกหมู ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นไก่ ไส้กรอกไก่ หมูยอ ลูกชิ้นปลา จำนวน 223 ตัวอย่าง ในตลาดสดและซูเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพมหานครและนนทบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - มิถุนายน 2541 พบมีการปนเปื้อนจำนวน 42 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 18.83 ได้แก่ ในลูกชิ้นเนื้อร้อยละ 54.56 (18/33 ตัวอย่าง) ลูกชิ้นกุ้งร้อยละ 50.00 ( 5/10 ตัวอย่าง) ปูอัดร้อยละ 30.00 (3/10 ตัวอย่าง) ลูกชิ้นหมูร้อยละ 17.65 (3/17 ตัวอย่าง) ไส้กรอกหมูร้อยละ 13.16 (5/38 ตัวอย่าง) ลูกชิ้นไก่ร้อยละ 9.38 (3/32 ตัวอย่าง) ไส้กรอกไก่ร้อยละ 7.02 (4/57 ตัวอย่าง) และหมูยอร้อยละ 6.25 (1/16 ตัวอย่าง) แต่ไม่พบการปนเปื้อนในลูกชิ้นปลา สำหรับซีโรวาร์ที่พบในผลิตภัณฑ์ของหมู ได้แก่ *S.* Anatum, *S.* Panama, *S.* Stanley, *S.* Newport, *S.* Cerro และ *S.* Tenessee เมื่อทำการเปรียบเทียบอัตราการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากตลาดสดกับซุปเปอร์มาร์เก็ต ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (Chi-square) ซึ่งผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์แม้จะมีกรรมวิธีการผลิตที่ผ่านความร้อน แต่ยังพบการปนเปื้อนได้ ซึ่งบ่งได้ว่ากระบวนการผลิต การขนส่ง การวางจำหน่าย อุปกรณ์ รวมทั้งสุขอนามัยของผู้ผลิต และผู้จำหน่ายยังไม่ดีพอ

อดิศร เสวตวิวัฒน์ และคณะ (2548) เปรียบเทียบอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อในขั้นตอน selective enrichment และ isolation ในการตรวจหาเชื้อซาลโมเนลลา ในหมูเนื้อสันสดที่จำหน่ายในตลาดและห้างสรรพสินค้า บริเวณเขตลาดกระบัง นนทบุรี และปทุมธานี จำนวน 50 ตัวอย่าง พบว่าในขั้นตอน selective enrichment การใช้ RV broth (Rappaport Vassiliadis broth) บ่มที่อุณหภูมิ 42° ซ ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลามากว่า การใช้ TT (Tetrathionate) บ่มที่อุณหภูมิ 37° ซ ซึ่งตรวจพบร้อยละ 82.00 และ 80.00 ตามลำดับ แต่การตรวจพบซีโรวาร์จาก TT ได้มากกว่า RV broth คือ พบจำนวน 16 และ 14 ซีโรวาร์ตามลำดับ ส่วนในขั้นตอน isolation พบว่าการใช้ MSRV (Modified Semi solid Rappaport Vassiliadis) ให้ผลบวกของตัวอย่างที่ตรวจพบซาลโมเนลลาและจำนวนซีโรวาร์มากกว่าการใช้ XLD (Xylose Lysine Desoxycholate agar) HE (Hektone Enteric agar) สำหรับซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุด คือ *S.* Anatum พบร้อยละ 32.30 รองลงมาคือ *S.* Rissen พบร้อยละ 20.80 ส่วน *S.* Stanley และ *S.* Panama พบชนิดละร้อยละ 9.40

นพรัตน์ หมานริน และคณะ (2549) ตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรดิบจากตลาดสด 12 แห่ง และตลาดนัด 24 แห่ง ในเขตบางเขน ลาดพร้าว หลักสี่ และบางกะปิ กรุงเทพมหานคร ระหว่าง เดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2548 จำนวน 100 ตัวอย่าง จำแนกเชื้อซัลโมเนลลาได้เป็น 4 ซีโรกรุ๊ป คือ ซีโรกรุ๊ปบี ซี ดี และ อี พบว่าเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด มีปริมาณร้อยละของแต่ละซีโรกรุ๊ปสูงกว่าตลาดนัด ดังนี้ คือ พบซีโรกรุ๊ปบี ร้อยละ 56 และ 24 พบซีโรกรุ๊ปซี ร้อยละ 54 และ 36 พบซีโรกรุ๊ปดี ร้อยละ 78 และ 48 และพบซีโรกรุ๊ปอี ร้อยละ 14 และ 12 ตามลำดับ ผู้วิจัยมีความเห็นว่า ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรดิบ ยังคงเป็นปัญหาระยะยาวที่ต้องแก้ไข และสัตว์ฟันแทะ สัตว์เลื้อยคลาน แมลงวัน และแมลงสาบ อาจเป็นช่องทางหลักในการกระจายของเชื้อซัลโมเนลลาได้

วรรณาทิพย์ เติมมหาวงษ์ และคณะ (2549) ทำการตรวจนับจำนวนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ 30 ตัวอย่าง เป็นเนื้อหมู 17 ตัวอย่าง และเนื้อไก่ 13 ตัวอย่าง ที่ซื้อมาจากตลาดสดและห้างสรรพสินค้า ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร และสมุทรปราการ ตรวจพบในอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD (Xylose Lysine Desoxycholate agar) 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 47 และตรวจพบในอาหารเลี้ยงเชื้อ HE (Hektone Enteric agar) 12 ตัวอย่าง แสดงว่าเชื้อกระจายตัวในอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD ได้ดีกว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อHE โดยพบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างจากตลาดสดมากกว่าตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้า จำนวนที่ตรวจพบมีค่าระหว่าง 0.2-4 log CFU/g จำแนกได้ 30 สายพันธุ์ 9 ซีโรวาร์ คือ *S.* Enteritidis ร้อยละ 26.60, *S.* Anatum ร้อยละ 23.30, *S.* Rissen ร้อยละ 16.70, *S.* Blockley, *S.* Corvalis, *S.* Stanley, *S.* Typhimurium อย่างละร้อยละ 6.70, *S.* Derby และ *S.* Agona อย่างละร้อยละ 3.30

### 2.2.4 การควบคุมเชื้อซัลโมเนลลา

คมแข พิลาสมบัติ และคณะ (2540) ทดสอบการใช้สารละลายกรดแลคติก และคลอรีนเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S.* Derby ในรูปสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ ในหลอดทดลอง พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของกรดแลคติกในระดับร้อยละ 1, 2 และ 3 (v/v) ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3 ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา แสดงว่าสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลาได้ ส่วนสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลา ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สำหรับระยะเวลาที่สารละลายทั้งสองชนิดสัมผัสกับเชื้อซัลโมเนลลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าระยะที่กรดแลคติกสัมผัสเชื้อนานขึ้น ปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลามีแนวโน้มลดลง และลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อกรดแลคติกสัมผัสกับเชื้อนาน 24 และ48 ชั่วโมง ในขณะที่ระยะเวลาที่คลอรีนสัมผัสกับเชื้อซัลโมเนลลา ไม่มีผลต่อการลดปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลา

ผุสดี ตั้งวัชรินทร์ และคณะ (2544) ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) ในการลดปริมาณเชื้อ *S.* Derby บนเนื้อสันนอกสุกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

จุลินทร์ทรีย์ด้วยฉายรังสีแกรมมาความเข้มข้น 25 kGY แล้วทำการถ่ายเชื้อ *S.* Derby ปริมาณ 5 log CFU/g ลงบนเนื้อสันนอกที่มีน้ำหนักชิ้นละ 100-200 กรัม ด้วยวิธีการจุ่มลงในสารละลายเชื้อบริสุทธิ์ พบว่าสารละลายกรดแลคติกร้อยละ 2 (v/v) สามารถลดและควบคุมเชื้อ *S.* Derby บนชิ้นเนื้อสันนอกสุกรซึ่งเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ โดยมีปริมาณเชื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ฆ่าเชื้อด้วยรังสีแกรมมา) ได้นานถึง 7 วัน ($P > 0.05$) ในขณะที่เก็บรักษาเนื้อสันนอกไว้ที่อุณหภูมิ 15° ซ พบว่าสารละลายกรดแลคติกร้อยละ 2 (v/v) ไม่สามารถลดและควบคุมเชื้อ *S.* Derby ได้เช่นเดียวกับกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น นอกจากนี้เมื่อทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ปรากฏว่าเนื้อสันนอกสุกรกลุ่มสัมผัสกรดแลคติกร้อยละ 2 (v/v) มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัสน้ำกลั่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P< 0.01$)

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ และคณะ (2545) ศึกษาการเฝ้าระวังเชื้อซัลโมเนลลา ณ จุดวิกฤติที่ต้องควบคุม 4 จุด ($CCP_1$-$CCP_4$) ในโรงงานผลิตเนื้อไก่กระทงแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออก ได้แก่ จุดล้างหลังควักไส้ออกแล้ว จุดลดอุณหภูมิใน chiller จุดเฉาะกระดูก และจุดที่ทำการบรรจุ จากโรงงานผลิตไก่เนื้อเพื่อการส่งออก จำนวน 9 แห่ง โดยการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลา ในไก่ก่อนและหลังการผ่านจุด $CCP_1$-$CCP_4$ ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา 60 ตัวอย่าง จาก 244 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 24.59 โดยมีการกระจายหลังผ่านจุดวิกฤติที่ต้องควบคุม 4 จุด จาก $CCP_1$-$CCP_4$ คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 13.33, 26.47, 33.33, 20.00 ตามลำดับ และซีโรวาร์ที่พบมากเป็น 5 อันดับแรก คือ *S.* Albany ร้อยละ 33.33, *S.* Virchow ร้อยละ 26.67, *S.* Enteritidis ร้อยละ 11.67, *S.* Emek ร้อยละ 8.33 และ *S.* Braenderup ร้อยละ 5.00 เมื่อใช้เกณฑ์ตัดสินของ USDA คือ ระดับการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาต้องไม่เกิน ร้อยละ 20 พบว่า $CCP_1$-$CCP_4$ ล้มเหลวในการควบคุม โดยเฉพาะไก่ที่ผ่านจากจุด $CCP_2$ มีอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนลดอุณหภูมิของซากไก่ใน chillers ที่มีน้ำผสมคลอรีนและเกร็ดน้ำแข็งเพื่อแช่ไก่ทั้งตัวประมาณ 45 นาที ควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 4-15° ซ ทั้งนี้เนื่องจากที่ $CCP_2$ การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้น เพราะคลอรีนมีประสิทธิภาพต่ำลง เมื่ออยู่ในภาวะมีสารอินทรีย์ อุณหภูมิต่ำกว่า 50° ซ และมี pH สูงกว่า 5.0 จึงทดลองใช้ไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์ 30 มก./ลิตร กรดเปอร์อะซิติก ร้อยละ 0.5 และโอโซน 125 มก./ลิตร ทดแทนคลอรีน พบว่าการใช้กรดเปอร์อะซิติก มีอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาต่ำสุด (ร้อยละ 6.25) แต่มีลักษณะปรากฏของสีผลิตภัณฑ์แย่ที่สุด ตรงข้ามกับการใช้โอโซนที่มีอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาสูงสุด (ร้อยละ 18.75) ในขณะที่การใช้ไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์ อัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 16.00 แต่มีข้อดี คือ เป็นสารที่ผลิตในประเทศ มีอัตราการใช้ในปริมาณต่ำ น่าจะทำให้ลดต้นทุนการผลิตได้มากกว่าการใช้สารอีก 2 ชนิด ดังนั้นการใช้สารทั้ง 3 ชนิดทดแทนคลอรีนในขั้นตอนการลดอุณหภูมิ ($CCP_2$) ทำให้อัตราการปนเปื้อนซัลโมเนลลาลดลง และผ่านเกณฑ์ตัดสินของ USDA

ชนัญญา กงทะสง (2547) ทดสอบการใช้แบคเทอริซินชนิด pediocin PA-1 (ผลิตได้จากเชื้อ *Pediococcus pentosaceus* TISTR 536 ที่แยกได้จากแหนม) ร่วมกับกรดแลคติก ลดปริมาณเชื้อ *S.* Derby และ *S.* Anatum ในเนื้อสุกร พบว่า การใช้แบคเทอริซินชนิด pediocin PA-1 ที่ระดับ 1280 AU/ml ร่วมกับกรดแลคติกร้อยละ 1 สามารถลดปริมาณของเชื้อ *S.* Derby และ *S.* Anatum ในหลอดทดลองที่มีปริมาณเชื้อ 4 log CFU/g ได้ดีกว่าการใช้แบคเทอริซิน หรือกรดแลคติกเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพแบคเทอริซินร่วมกับกรดแลคติก เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวมบนผิวเนื้อสุกรจากโรงฆ่าไม่มาตรฐาน พบว่าการเก็บรักษาเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ 0° - 4 ° ซ ร่วมกับการใช้แบคเทอริซิน ชนิด pediocin PA-1 ที่ระดับ 1280 AU/ml และกรดแลคติกร้อยละ 1 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปริมาณจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกร และผิวเนื้อสุกรชิ้นส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการใช้ แบคเทอริซิน ชนิด pediocin PA-1 ที่ระดับ 640 AU/ml ร่วมกับกรดแลคติก ร้อยละ 1 หรือเก็บรักษาเนื้อสุกร ที่อุณหภูมิ 10° ซ 15° ซ และ 30 -35° ซ ($P< 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้ pediocin PA-1 ที่ระดับ 1280 AU/ml ร่วมกับกรดแลคติกร้อยละ 1 มีผลทำให้ pH ต่ำลง และค่าความสว่างของสีเนื้อสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มสัมผัส pediocin PA-1 ที่ระดับ 640 AU/ml ร่วมกับกรดแลคติกร้อยละ 1

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ และคณะ (2548) ประเมินความเสี่ยงของซัลโมเนลลาในหน่วยขั้นฟาร์มไก่เนื้อ และโรงเชือดไก่จาก 2 บริษัท พบว่าความน่าจะเป็นในการพบซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ภายใต้การศึกษา วิจัยครั้งนี้ อยู่ระหว่างร้อยละ 2-26 ซึ่งความเข้มข้นของซัลโมเนลลามีค่าเฉลี่ยต่ำมาก มีค่าระหว่าง 0.397- 4.511 MPN/g และเมื่อวิเคราะห์ถึงความเสี่ยงหน่วยขั้น พบว่าหน่วยขั้นฟาร์มไก่เนื้อส่งผลต่อความเสี่ยงของซัลโมเนลลาในเนื้อไก่สูงกว่าหน่วยขั้นโรงเชือดไก่ ส่วนปัจจัยเสี่ยงหน่วยขั้นย่อยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงสูงสุด คือ ขั้นตอนการตีขน (plucking) และการตัดแต่งเนื้อไก่ (dressing) เมื่อทำการประมาณความเสี่ยง (risk estimate) ของการเจ็บป่วยด้วยซัลโมเนลลาที่เกิดจากการบริโภคเนื้อไก่ มีค่าระหว่าง $1.64 \times 10^{-5}$ - $5.26 \times 10^{-5}$ มีค่าเฉลี่ย $3.08 \times 10^{-5}$ หมายความว่า คนไทยหนึ่งคนบริโภคเนื้อไก่ 100,000 มื้อ จะมีโอกาสเจ็บป่วยเนื่องจากซัลโมเนลลา 3 มื้อ หรือคนไทยประมาณ 63.5 ล้านคนที่บริโภคเนื้อไก่ จะมีค่าเฉลี่ยของคนไทยป่วยด้วยซัลโมเนลลาในแต่ละมื้อที่บริโภคเนื้อไก่ 1,904 คน

ประภาพร ขอไพบูลย์ และคณะ (2548) ได้รายงานว่าการใช้สารสารละลายของโปรแตสเซียมซอร์เบทร้อยละ 5 ร่วมกับไตรโซเดียมฟอสเฟตร้อยละ 8 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *S.* Derby บนผิวเนื้อสุกรได้ดี และไม่ทำให้สีของเนื้อซีด รวมทั้งเกิดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อน้อย

ประภาพร ขอไพบูลย์ และจุฑารัตน์ เลื่อนกัตวา (2548) ได้ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 1 สารละลายกรดกลูโคนิคร้อยละ 1.5 สารละลายไนซิน 1,000 IU/ml และสารละลายผสมของสารดังกล่าวในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Derby บนผิวเนื้อสุกร พบว่า

สารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกและกรดกลูโคนิค สารมารถลดจำนวนเชื้อดังกล่าวลงได้ 0.67 log cycle และควบคุมการเจริญของเชื้อได้ 5 วันของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4° ซ แต่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อร้อยละ 7.06 และทำให้เนื้อมีสีซีดและมีรสเปรี้ยว ส่วนสารในกลุ่มอื่นๆ ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *S.* Derby

### 2.2.5 มาตรฐานเนื้อสุกร

กรมปศุสัตว์ (2545) เป็น หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตเนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยและได้มาตรฐาน โดยจัดให้มีโครงการเนื้อสัตว์อนามัยเพื่อรณรงค์ให้เกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตเนื้อสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัย โดยให้ความหมายของ เนื้อสัตว์ คือ เนื้อสุกร เนื้อสัตว์ปีก รวมทั้งเครื่องในที่อยู่ในสภาพแช่เย็นหรือแช่แข็ง และเนื้อสัตว์อนามัย หมายถึง เนื้อสุกร เนื้อสัตว์ปีก รวมทั้งเครื่องในที่อยู่ในสภาพแช่เย็นหรือแช่แข็ง และมีความปลอดภัยจากสารตกค้างและปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้มาตรฐานด้านจุลชีววิทยา (Microbiological Standard) ดังนี้

1) ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (Total Count) ที่ 30° ซ ไม่เกิน $5.0 \times 10^6$ cfu/g
2) ปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ 30° ซ ไม่เกิน $1.0 \times 10^2$ cfu/g
3) ปราศจากเชื้อซัลโมเนลลา คือ *S.* Typhimurium, *S.* Paratyphimurium และ *S.* Enteritidis

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ประเภทเนื้อสุกร เนื้อสุกรมาตรฐานต้องมีคุณสมบัติ เป็นเนื้อสภาพปกติสะอาด ไม่มีกลิ่นผิดปกติหรือกลิ่นแปลกปลอม ไม่มีรอยฟกช้ำ ขีดข่วน หรือแผลหนอง ที่กล้ามเนื้อสันนอกควรสีชมพูเข้ม หรือชมพูปนเทา ภายหลังการฆ่า 1 ชั่วโมง เมื่อวัดจากกล้ามเนื้อ *Longissimus Semimembranosus* ควรมีความเป็นกรดด่าง (pH) ไม่ต่ำกว่า 5.7 และภายหลังการฆ่า 24 ชั่วโมง ควรมีความเป็นกรดด่าง (pH) ไม่เกิน 6.2 ปราศจากวิการของโรคติดเชื้อ และพยาธิต่าง ๆ มีเกณฑ์กำหนดจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนเนื้อสุกรได้ ตามวิธีการทดสอบของ AOAC (2000) หรือวิธีที่เทียบเท่า ดังนี้

1) จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $5 \times 10^5$ cfu/g
2) โคลิฟอร์ม (Colifrom organisms) ต้องไม่เกิน $5 \times 10^3$ MPN/g
3) ซัลโมเนลลา (*Salmonella spp.*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 g
4) สตาฟิโลคอคคัส ออเรียส ( *Staphylococcus aureus*) ต้องไม่เกิน $5 \times 10^2$ MPN/g

## 2.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตสุกร

Wray and Wray (2000) สรุปแหล่งแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตสุกรที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


1) อาหารสัตว์ พบเชื้อซัลโมเนลลาจากอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งโปรตีนที่ได้จากพืชและสัตว์ ซึ่งมักจะพบซีโรวาร์ชนิดใหม่จากเมืองที่นำวัตถุดิบเข้ามา การปนเปื้อนจะเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษามากกว่าขั้นตอนการผลิต เช่น เมล็ดธัญพืชที่เก็บรักษาในโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ที่ทำความสะอาด และฆ่าเชื้อโรคไม่ดีพอ มีนก หนู หรือสัตว์อื่นๆ เข้าไปเหยียบย่ำ นอกจากนี้การปนเปื้อนอาจเกิดขึ้นในขั้นตอนของการสกัดน้ำมัน หรือผสมอาหาร เกิดจากเครื่องมือไม่สะอาด หรือมีการปนเปื้อนขณะขนส่งอาหารไปยังฟาร์มได้ ถึงแม้จะมีข้อสังเกตว่าความร้อนในการอัดเม็ดอาหารจะทำให้อัตราเสี่ยงของการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในสัตว์ลดลงก็ตาม แต่ Schnitz and Mead (2000) พบว่าการเลี้ยงสุกรด้วยอาหารอัดเม็ดมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงกว่า การเลี้ยงด้วยอาหารกึ่งเหลวกึ่งแข็ง Jackowiak and Pointon (2005) เปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการอดอาหารก่อนฆ่าสุกรต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในโรงฆ่าของประเทศออสเตรเลีย พบว่าสุกรอดอาหารก่อนถูกฆ่าน้อยกว่า 18 ชั่วโมง มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 26.6 ในขณะที่สุกรอดอาหารก่อนถูกฆ่ามากกว่า 18 ชั่วโมง มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพียงร้อยละ 1.7

2) สิ่งแวดล้อม เชื้อซัลโมเนลลาสามารถแพร่กระจายได้ในสิ่งแวดล้อม และสามารถออกจากทุกซอกทุกซอยแพร่ออกไปได้ทุกอณูของสิ่งแวดล้อม และมีปริมาณเพิ่มขึ้นของเชื้อในเวลาต่อมา

3) คอกสัตว์ เป็นแหล่งของซัลโมเนลลาโดยตรงเมื่อสัตว์เป็นโรค และเป็นแหล่งของเชื้อทางอ้อม เมื่อใช้น้ำจากแหล่งน้ำที่มีนกอาศัยอยู่มาทำความสะอาดคอก นอกจากนี้ฝุ่นก็เป็นตัวพาหะของเชื้อซัลโมเนลลาได้ Davies and Wrony (1996) พบว่า คอกสัตว์ที่ทำความสะอาดด้วยเครื่องแรงดันสูง ฆ่าเชื้ออย่างดี และพักคอกนานถึง 30 สัปดาห์ ยังตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาได้ เพราะมีฝุ่นที่มาจากตัวสัตว์ อาหารสัตว์ หรืออุจจาระ ที่ชักนำจุลินทรีย์จำนวนมากมายมาสู่คอกสัตว์ที่ว่างเปล่าได้ van der Wolf (2000) พบว่ารูปแบบของการเลี้ยงสุกรทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่แตกต่างกัน คือ การเลี้ยงสุกรในแปลงหญ้า มีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงกว่าการเลี้ยงสุกรในโรงเรือน ดังผลในตารางที่ 2.1

**ตารางที่ 2.1** รูปแบบการเลี้ยงสุกรในเนเธอร์แลนด์ที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาในฝูงสุกร

| รูปแบบการเลี้ยง | | จำนวนตัวอย่าง | เชื้อซัลโมเนลลา (ร้อยละ) |
|---|---|---|---|
| เลี้ยงในโรงเรือน (Regular) | - หมูขุน | 1760 | 11.1 |
| | - พ่อแม่พันธุ์ | 1902 | 9.9 |
| เลี้ยงปล่อยในแปลงหญ้า (Free-range) | - หมูขุน | 56 | 25.5 |
| | - พ่อแม่พันธุ์ | 66 | 10.6 |
| เลี้ยงแบบกึ่งควบคุม (Biologic-dynamic) | - หมูขุน | 16 | 12.5 |
| | - พ่อแม่พันธุ์ | 42 | 4.8 |

ที่มา : van der Wolf (2000)

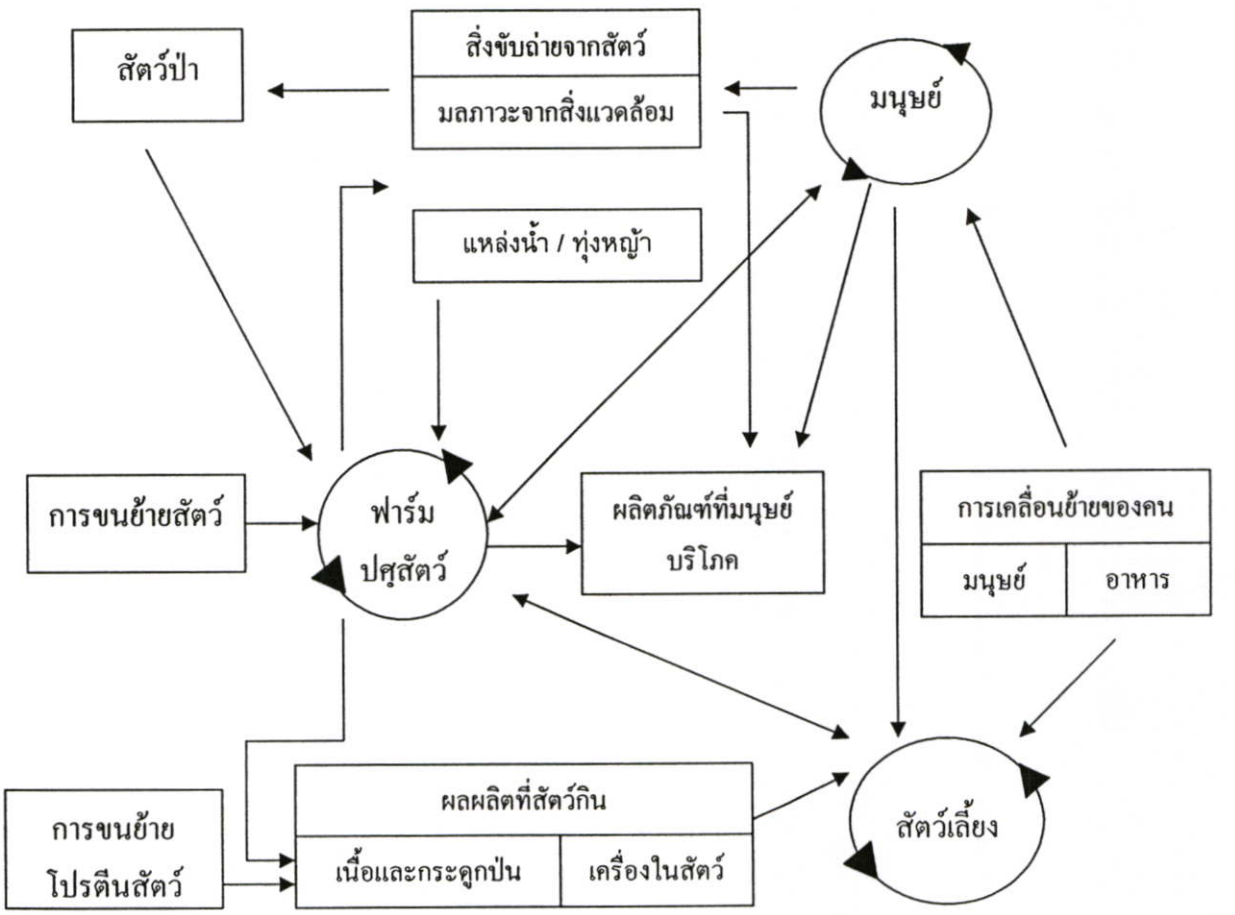
81352

4) อุจจาระ เชื้อซัลโมเนลลาสามารถมีชีวิตยืนยาวอยู่ได้ในอุจจาระสัตว์ และน้ำสกปรก เชื้อซัลโมเนลลาจะอยู่ในอุณหภูมิปกติของอุจจาระในนาน 3 -4 เดือน และจะอยู่ได้นานกว่านี้ในอุจจาระที่มีอุณหภูมิสูง

5) น้ำ การแพร่กระจายของซัลโมเนลลาในน้ำดื่มได้รวดเร็วมาก จากฟาร์มหนึ่งไปยังฟาร์มอื่น และในบางครั้งก็เกิดจากการปนเปื้อนของน้ำดื่มที่เก็บไว้ในฟาร์มที่มีขี้นก ซากสัตว์ตายตกลงไป หรือมีการดูดน้ำจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ไปทำความสะอาดคอกสัตว์

6) สัตว์อื่นๆ มีรายงานว่าปกติจะมีการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในสัตว์ชนิดเดียวกัน แต่ในปัจจุบันพบว่าสัตว์อื่น เช่น นก และหนู จัดเป็นพาหะของเชื้อซัลโมเนลลา

7) การขนส่ง ในการขนส่งสัตว์ย่อมจะหลีกเลี่ยงสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ระหว่างการขนส่งไม่พ้น จึงเป็นสาเหตุหลักของการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาไปในตัว นอกจากนี้ละอองอากาศ (dust-bone) ที่มีส่วนของสิ่งขับถ่ายจากปากและทวาร ก็เป็นสาเหตุสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลา Wray and Wray (2000) สรุปวงจรการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตสัตว์ ดังภาพที่ 2.1




**ภาพที่ 2.1** วงจรการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตสัตว์ (Wray and Wray, 2000 )

## 2.4 การปนเปื้อนซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) สรุปถึงการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในขั้นตอนกระบวนการฆ่าสัตว์ ดังนี้

1) ฟาร์ม เชื้อซัลโมเนลลาสามารถพบได้ในฟาร์ม และสภาพแวดล้อม ได้แก่ แหล่งน้ำ หรืออาหารสัตว์ ซึ่งพบว่า ปลาป่น เนื้อและกระดูกป่น และเลือดป่น เป็นวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้มากที่สุด

2) คอกพักสัตว์ (Lairage) การย้ายสัตว์จากหลาย ๆ แหล่งมาอยู่รวมกันในคอกพักสัตว์จะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค จากสิ่งขับถ่ายและมูล โดยเฉพาะในคอกพักสัตว์จะมีปริมาณ $CO_2$ และ $NH_3$ ในปริมาณสูง มีผลทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของของเหลวในลำไส้ เกิดการขับถ่ายเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาที่มีอยู่มากในมูลแพร่กระจายได้มากยิ่งขึ้น

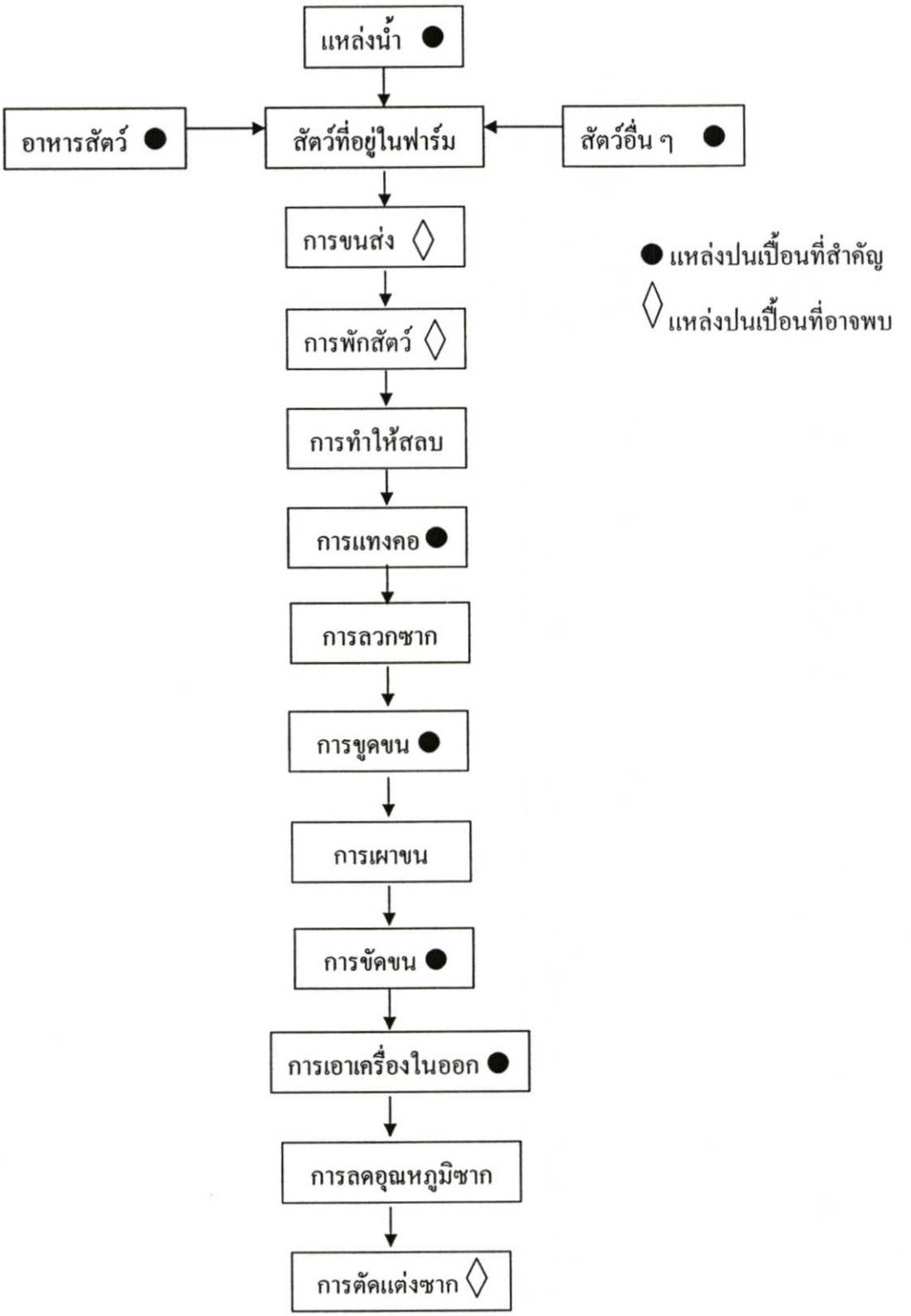
3) การแทงคอ (Sticking) พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้จากผิวหนังสัตว์ และมีดที่ไม่สะอาด ผ่านเข้าทางบาดแผลที่เปิดกว้างสู่ร่างกายของสัตว์

4) การขูดขน (Dehairing) และการขัดขน (Polishing) ในขั้นตอนนี้เชื้อซัลโมเนลลาที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ที่ไม่สะอาด เข้าสู่ชั้นผิวหนัง หรือบาดแผลแทงคอ ในขณะที่เครื่องทำงานกับซากได้

5) การเปิดซาก (Evisceration) ในขั้นตอนการผ่าซากเอาเครื่องในออก หากไม่ระมัดระวังจะทำให้เครื่องในแตกหรือฉีกขาด จะมีผลทำให้เชื้อโรคในทางเดินอาหารและลำไส้ออกมาปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้

6) การตัดแต่ง และเลาะกระดูก (Cutting and Deboning) จะพบการปนเปื้อนในขั้นตอนนี้สูงขึ้น เพราะอาจมีการติดเชื้อจากเครื่องมือที่ไม่สะอาด มือของผู้ปฏิบัติงาน และอุณหภูมิห้องที่สูงเกินกว่าจะยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้

แผนภูมิการแสดงแหล่งการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ และที่อาจพบได้ตามขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรตามความเห็นของจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) แสดงไว้ดังภาพที่ 2.2




**ภาพที่ 2.2** แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการฆ่า และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (ดัดแปลงจาก จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2540)

### 2.4.1 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากสิ่งแวดล้อมและอุปกรณ์

Sammacro *et al.* (1997) ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา *Listeria spp.* และ *Yersinia spp.* ในสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นผิวในการปฏิบัติงาน เครื่องมืออุปกรณ์และผู้ปฏิบัติงานของโรงฆ่าสุกรในสหรัฐอเมริกา จำนวน 11 แห่ง โดยการสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 219 ตัวอย่าง โดยวิธี swab บริเวณพื้นและผนังของโรงฆ่าสัตว์ ตะขอ โต๊ะปฏิบัติงาน เขียง มีด เครื่องผ่าซาก อุปกรณ์ถอนขน มือของผู้ปฏิบัติงาน เสื้อคลุม อ่างล้างมือ ผนังห้อง และตะขอในห้องแช่เย็น พบว่ามี 3 ตัวอย่าง ที่มีการปนเปื้อนซัลโมเนลลา โดยพบที่พื้นโรงฆ่า 1 ตัวอย่าง โต๊ะ 1 ตัวอย่าง และเครื่องผ่าซาก 1 ตัวอย่าง ซีโรวาร์ที่พบเป็น *S.* Derby ทั้ง 3 ตัวอย่าง

Swanenberg *et al.* (2001a) ตรวจสอบปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลา ในคอกพักสุกรจากโรงฆ่า 2 แห่งในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยการ swab ที่ฝาผนัง พื้นคอก เป็นพื้นที่ 50 ตารางเซนติเมตร/ตัวอย่าง เก็บน้ำจากพื้นคอกพักสัตว์ ที่มีส่วนผสมของน้ำพ่นสเปรย์สุกร น้ำปัสสาวะ และอุจจาระ ตัวอย่างละ 100 มิลลิลิตร จัดเก็บตัวอย่างเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 วันที่ 1, 2 และ 3 เป็นคอกพักขณะที่มีสุกรพักอยู่ วันที่ 4 เป็นคอกพักผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค วันที่ 5 เป็นคอกพักที่ปรับปรุงวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค พบว่าคอกพักก่อนทำความสะอาดหลังสุกรเข้าพักแล้วพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 70-90 และอัตราการพบเชื้อซัลโมเนลลาจะลดลงได้ร้อยละ 25 หลังผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคแล้ว อัตราการพบเชื้อซัลโมเนลลาจะลดลงได้อีกร้อยละ 10 เมื่อปรับปรุงการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อโรค และพบว่าการทำความสะอาดทำให้ปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$ ) ดังผลในตารางที่ 2.2 พบเชื้อซัลโมเนลลา ในโรงฆ่าที่ 1 จำนวน 13 ซีโรวาร์ และในโรงฆ่าที่ 2 พบจำนวน 16 ซีโรวาร์ เช่น *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Brandenburg, *S.* Bredeney และ *S.* Goldcoat จากผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าคอกพักสุกรเป็นจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลา ระยะเวลาที่สุกรพักรวมกันในคอกพักเพียง 2 ชั่วโมง สามารถทำให้เชื้อซัลโมเนลลาแพร่กระจายสู่สุกรที่ปลอดเชื้อซัลโมเนลลาได้

Swanenberg *et al.* (2001b) ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากสิ่งแวดล้อม และอุปกรณ์ในโรงฆ่า 2 แห่ง ซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่เดียวกันของประเทศเนเธอร์แลนด์ มีอุณหภูมิของน้ำในถังลวกซาก 60°ซ ใช้เครื่องผ่าซากอัตโนมัติและมีอุปกรณ์ดักอุจจาระออกจากทวาร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนบนซากสุกร ผลของการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าที่ 1 และ 2 พบว่าเครื่องขัดขนพบซัลโมเนลลาร้อยละ 7 และ 0 ตามลำดับ น้ำลวกซากพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 7 ทั้งสองโรงฆ่า และน้ำทิ้งจากบ่อลวกซากพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 50 และ 63 ตามลำดับ คอกพักสุกรก่อนเข้าพักพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 36 และ 20 ตามลำดับ คอกพักหลังสุกรเข้าพักพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 84 และ 20 ตามลำดับ สำหรับซีโรวาร์ที่พบมาก ได้แก่ *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Livingstone, *S.* Infantis และ *S.* Brandenburg ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่า คอกพักสัตว์เป็นแหล่งของการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาในระหว่างการพักสุกรก่อนถูกฆ่าและตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาเป็นจำนวน

มากในน้ำทิ้งจากบ่อลวกซากของทั้ง 2 โรงฆ่า เนื่องจากมีการสะสมเชื้อในน้ำลวกซาก แต่เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำลวกซากทำให้การตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาลดลง ดังผลในตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.2** ปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae ของคอกพักสัตว์ ในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง

| | สถานะคอกพักสัตว์ | การสุ่มตัวอย่าง | จำนวนตัวอย่าง | ปริมาณที่พบ log cfu/cm$^2$หรือ/ml ±SD |
|---|---|---|---|---|
| 1 | มีสุกรพักอยู่ | swab | 72 | 3.5±1.2 |
| | | น้ำ | 59 | 5.0 ± 0.6 |
| | หลังทำความสะอาด | swab | 40 | - 0.4 ± 1.6 |
| | | น้ำ | 10 | 0.0 ± 0.2 |
| | ปรับปรุงการทำความสะอาด | swab | 50 | - 0.7± 1.2 |
| 2 | มีสุกรพักอยู่ | swab | 75 | 3.6 ±0.8 |
| | | น้ำ | 60 | 5.1±0.6 |
| | หลังทำความสะอาด | swab | 50 | 0.1 ±1.5 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenberg *et al.* (2001a)

**ตารางที่ 2.3** การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบจากสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง

| ตัวอย่าง | เชื้อซัลโมเนลลาที่พบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงฆ่าที่ 1 | | โรงฆ่าที่ 2 | |
| | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละ ที่พบ |
| เครื่องผ่าซาก | 11 | 0 | 5 | 0 |
| เครื่องขัดขน | 15 | 7 | 15 | 0 |
| มือพนักงาน | 24 | 0 | 24 | 0 |
| น้ำลวกซาก | 15 | 7 | 15 | 7 |
| น้ำทิ้งจากบ่อลวกซาก | 26 | 50 | 30 | 63 |
| รวม | 91 | 17 | 89 | 23 |
| คอกพักก่อนสัตว์เข้าพัก | 25 | 36 | 25 | 20 |
| คอกพักหลังสัตว์เข้าพัก | 25 | 84 | 25 | 72 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenberg *et al.* (2001b)

Swanenberg *et al.* (2001c) สำรวจการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือ ในโรงฆ่าสุกรในประเทศเนเธอร์แลด์ จำนวน 2 โรงฆ่า พบอัตราการปนเปื้อนของโรงฆ่าที่ 2 สูงกว่าโรงฆ่าที่ 1 และมีอัตราการปนเปื้อนสูงสุดที่น้ำทิ้งจากบ่อลวกซาก และคอกหลังสุกรเข้าพักแล้ว ซีโรวาร์ที่พบมากในสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือ คือ *S.* Virchow, *S.* Infantis และ *S.* Typhimurium ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.4

**ตารางที่ 2.4** การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบจากสิ่งแวดล้อม และเครื่องมือในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง ในประเทศเนเธอร์แลนด์

| ตัวอย่าง | เชื้อซัลโมเนลลาที่พบ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | โรงฆ่าที่ 1 | | โรงฆ่าที่ 2 | | รวม 2 โรงฆ่า | |
| | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ |
| เครื่องผ่าซาก | 15 | 13 | 15 | 27 | 30 | 20 |
| เครื่องขัดขน | 13 | 8 | 15 | 0 | 28 | 4 |
| มือพนักงาน | 25 | 0 | 25 | 0 | 50 | 0 |
| น้ำลวกซาก | 13 | 0 | 15 | 0 | 28 | 0 |
| น้ำทิ้งจากบ่อลวกซาก | 32 | 22 | 30 | 93 | 62 | 57 |
| คอกก่อนสัตว์เข้าพัก | 33 | 12 | 44 | 44 | 77 | 20 |
| คอกหลังสัตว์เข้าพัก | - | - | 42 | 78 | - | - |
| รวม | 131 | 11 | 186 | 41 | 317 | 28 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenberg *et al.* (2001c)

### 2.4.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาก่อนและระหว่างกระบวนการฆ่าสุกร

Gill and Bryant (1992) ทำการสำรวจปริมาณจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าในประเทศแคนาดา จากการใช้เครื่องถอนขน 2 แบบ คือ แบบ A ที่มีอุณหภูมิน้ำลวกซากน้อยกว่า 50°ซ และแบบ B ที่มีอุณหภูมิน้ำลวกซาก 57°ซ พบว่า ในตะกอนและน้ำจากเครื่องถอนขนแบบ B มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด, *E. coli*, *Campylobacter spp.* และ *Salmonella spp.* ในปริมาณต่ำกว่าเครื่องถอนขน แบบ A แต่ที่ผิวซากสุกรก่อนเผาขน หลังเผาขนและถูกขัดขน จากเครื่องถอนขนแบบ B จะมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าแบบ A ส่วนปริมาณ *Campylobacter spp.* และ *Salmonella spp.* ไม่เพิ่มสูงขึ้น ดังผลในตารางที่ 2.5

**ตารางที่ 2.5** ปริมาณจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกรจากเครื่องถอนขน 2 แบบ ( แบบ A อุณหภูมิน้ำน้อยกว่า 50° ซ แบบ B อุณหภูมิน้ำ 57° ซ )

| ตัวอย่าง | แบบเครื่องถอนขน | ปริมาณจุลินทรีย์ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | จุลินทรีย์ทั้งหมด | *E. coli* | *Campylobacter spp.* | *Salmonella spp.* |
| ตะกอน | A | $8x10^3$-$1x10^5$ | $2x10^3$-$1x10^5$ | $3x10^3$-$1x10^6$ | $3x10^3$-$4x10^5$ |
| (cfu/g) | B | - | - | - | $1x10^2$ |
| น้ำลวกซาก | A | $2x10^5$-$1x10^6$ | $6x10^2$-$1x10^3$ | $5x10$-$8x10^2$ | $1x10$-$6x10^2$ |
| (cfu/ml) | B | $1x10^4$-$1x10^5$ | $1x10^3$-$5x10^3$ | $1x10$-$5x10^2$ | 1x10 |
| ซากก่อนเผาขน | A | $2x10^3$-$6x10^3$ | $9x10$-$9x10^2$ | 3-7x10 | - |
| (cfu/$cm^2$) | B | $1x10^4$-$8x10^4$ | $4x10^2$-$4x10^3$ | 1-4 | - |
| ซากหลังเผาขนและ | A | $1x10^3$ | 1-2 | 1-6 | 1 |
| ขัดขน (cfu/$cm^2$) | B | $4x10^4$ | 3-6x10 | 1-6 | 1 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gill and Bryant (2002)

ในปี 1999 USDA-FSIS (US Department of Agriculture's Food Safety and Inspection Service) รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (pathogenic bacteria) ที่พบในซากสุกร ซึ่งทำการรวบรวมระหว่างเดือนพฤษภาคม 1995 ถึง เดือนมีนาคม 1996 จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 2,100 ตัวอย่าง ในพื้นที่การเก็บตัวอย่างละ 60 ตารางเซนติเมตร รายละเอียดในตารางที่ 2.6

**ตารางที่ 2.6** ข้อมูลพื้นฐานของร้อยละและปริมาณที่พบจุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรคในซากสุกร

| ชนิดจุลินทีย์ | ร้อยละที่พบ | ปริมาณ |
|---|---|---|
| Aerobic pate count | 100 | 4,900 cfu/$cm^2$ |
| *Campylobacter jejuni* | 31 | 0.1 MPN /$cm^2$ |
| *Salmonella. spp.* | 9 | 0.2 MPN /$cm^2$ |
| *Escherichia coli* O157:H7 | 0 | 0 MPN /$cm^2$ |
| *Staphylococcus aureus* | 16 | 84 cfu/$cm^2$ |

ที่มา : ดัดแปลงจาก USDA- FSIS ( 1999 )

Swanenberg *et al.* (2001b) ศึกษาการปนเปื้อนและซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่า 2 แห่ง ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่เดียวกันของประเทศเนเธอร์แลนด์ ที่มีเทคนิคของขั้นตอนใน

กระบวนการฆ่าสุกรเท่าเทียมกัน โรงฆ่าแรกมีอัตราการผลิต 800 ตัว/ ชั่วโมง อุณหภูมิในการเผาซาก 1,000° ซ โรงฆ่าที่ 2 อัตราการผลิตน 500 ตัว/ชั่วโมง อุณหภูมิในการเผาซาก 600° ซ เก็บตัวอย่างจากเลือด ต่อมน้ำเหลือง ต่อมทอนซิล อุจจาระ และ swab อวัยวะต่างๆ บนซากสุกร ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างของโรงฆ่าที่ 1 มากกว่าโรงฆ่าที่ 2 ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องต่อจากการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในคอกพักสุกรก่อนและหลังสุกรเข้าพักของโรงฆ่าที่ 1 ที่มีปริมาณสูงกว่าโรงฆ่าที่ 2 ส่วนซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Typhimurium พบร้อยละ 43 ของเชื้อ ที่ตรวจพบจากสุกร และพบร้อยละ 33 ของเชื้อที่ตรวจพบจากสิ่งแวดล้อม ซีโรวาร์อื่นๆ ที่พบ ได้แก่ *S.* Panama, *S.* 14,5,12:d:2ef, *S.* Derby และ *S.* Livingstone ผลแสดงไว้ในตารางที่ 2.7

**ตารางที่ 2.7** การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในอวัยวะของสุกรจากโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง

| ตัวอย่าง | เชื้อซัลโมเนลลาที่พบ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | โรงฆ่าที่ 1 | | โรงฆ่าที่ 2 | |
| | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ |
| ซีรั่มจากเลือด | 69 | 21.7 | 69 | 2.9 |
| ซากสุกรหลังการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว*(shock chill) | 49 | 2.0 | 69 | 1.4 |
| ตับ* | 32 | 28.1 | 68 | 0 |
| ลิ้น* | 32 | 21.9 | 69 | 4.3 |
| อุจจาระ | 32 | 37.5 | 0 | 0 |
| ต่อมน้ำเหลืองลำไส้เล็ก (mesenteric lymph node) | 33 | 15.2 | 67 | 6.0 |
| ต่อมทอนซิล | 61 | 26.2 | 68 | 11.8 |
| รวม | 239 | 20.9 | 341 | 4.7 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenberg *et al.* (2001b)

* หมายถึงการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการ swab

Swanenberg *et al.* (2001c) ทดสอบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าจากสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเลลาไปยังสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา ในโรงฆ่าสุกรประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยทำการแยกกลุ่มสุกรจากตรวจเลือดสุกรที่ฟาร์ม ด้วยชุดตรวจ Dutch *Salmonella* ELISA แยกรถขนส่งและคอกพักของสุกรแต่ละกลุ่ม ให้สุกรปลอดเชื้อถึงคอกพักก่อนสุกรติดเชื้อ และคอกพักสุกรมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนสุกรเข้าพัก 2 วัน แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 จัดลำดับการเข้าเชือดให้สุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา เข้าเชือดเป็นกลุ่มแรกของวัน ลำดับ

ที่ 2 เป็นสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา ลำดับที่ 3 เป็นสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา ในการทดลองที่ 2 จัดลำดับให้สุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 200 ตัว เข้าเชือดเป็นลำดับแรก และลำดับต่อมาเป็นสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 200 ตัว

การทดลองที่ 1 พบว่า สุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา(ลำดับที่ 2) มีตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 67 ซึ่งสูงกว่าสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา (ลำดับที่ 1 และ 3) พบเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 22 และ 15 ตามลำดับ และกลุ่มสุกรปลอดเชื้อ (ลำดับที่ 3) ที่ถูกเชือดหลังสุกรติดเชื้อ(ลำดับที่ 2) พบเชื้อซัลโมเนลลาต่ำกว่ากลุ่มสุกรปลอดเชื้อที่เข้าเชือดเป็นลำดับแรก ซีโรวาร์ที่พบมากในซากสุกร คือ *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg และ *S.* Infantis ดังผลในตารางที่ 2.8 สำหรับสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการฆ่า ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาที่ คอกพักหลังทำความสะอาดร้อยละ 20 เครื่องผ่าซากร้อยละ 20 เครื่องขัดขนร้ อยละ 4 น้ำทิ้งจากบ่อลวกซากร้อยละ 57 ซีโรวาร์ที่พบมากในสิ่งแวดล้อมและเครื่องมือ คือ *S.* Virchow, *S.* Infantis และ *S.* Typhimurium

**ตารางที่ 2.8** ร้อยละของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในซากสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา และสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา ในการทดลองที่ 1

| ตัวอย่าง | เชื้อซัลโมเนลลาที่พบ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | สุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา (เข้าเชือดลำดับที่ 1) | | สุกรติดเชื้อซัลโมเนลลา (เข้าเชือดลำดับที่ 2) | | สุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา (เข้าเชือดลำดับที่ 3) | |
| | ร้อยละ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละ | จำนวนตัวอย่าง |
| ซากสุกร | 0 | 9 | 0 | 34 | 0 | 26 |
| ตับ | 0 | 7 | 15 | 34 | 0 | 24 |
| ลิ้น | 13 | 8 | 25 | 32 | 0 | 26 |
| ต่อมทอนซิล | 22 | 9 | 50 | 36 | 7 | 27 |
| อุจจาระในทวาร | 0 | 8 | 31 | 36 | 7 | 27 |
| ต่อมน้ำเหลือง | 0 | 8 | 29 | 35 | 0 | 27 |
| เฉลี่ยจากทุกตัวอย่าง | 6 | 49 | 25 | 207 | 3 | 157 |
| สุกรตัวอย่าง | 22 | 9 | 67 | 36 | 15 | 27 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenberg *et al.* (2001c)

ในการทดลองที่ 2 จัดลำดับให้สุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 200 ตัว เข้าเชือดเป็นลำดับแรก และลำดับต่อมาเป็นสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 200 ตัว พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากสุกรติดเชื้อไปยังสุกรปลอดเชื้อ แต่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรหลังการลดอุณหภูมิซากอย่างรวดเร็ว (shock chiller) และเพิ่มสูงขึ้นในซากหลังการฆ่าแล้ว

24 ชั่วโมง ส่วนซีโรวาร์ที่พบมาก ได้แก่ *S.* Typhimurium, *S.* Livingstone, *S.* Infantis และ *S.* Brandenburg ดังตารางที่ 2.9

ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่า ทั้งสองการทดลอง ซากสุกรปลอดเชื้อมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาต่ำกว่าซากสุกรติดเชื้อ ดังนั้นการจัดการฆ่าฝูงสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา แยกออกจากฝูงสุกรติดเชื้อซัลโมเนลลา จะช่วยลดการแพร่กระจายซัลโมเนลลาบนเนื้อสุกรได้ ส่วนในการทดลองที่ 2 สุกรปลอดเชื้อติดเชื้อซัลโมเนลลาจากเครื่องมือ โดยเฉพาะเครื่องผ่าซาก เนื่องจากมีซีโรวาร์ที่ตรงกัน คือ *S.* Infantis และ *S.* Typhimurium ดังนั้นการแยกโรงฆ่าระหว่าสุกร 2 กลุ่ม จะช่วยในการหลีกเหลี่ยงการติดเชื้อจาก รถขนส่ง คอกพัก ขั้นตอนการฆ่า การทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อซัลโมเนลลาได้ ส่วนสุกรติดเชื้อซัลโมเนลลานั้น พบว่าการรักษาความสะอาดในกระบวนการฆ่าไม่สามารถช่วยลดการปนเปื้อนบนซากสุกรได้ จึงควรหาวิธีการต่าง ๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกร

**ตารางที่ 2.9** ร้อยละของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในซากสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา 200 ตัว และสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา 200 ตัว ในการทดลองที่ 2

| ตัวอย่าง | ร้อยละที่พบเชื้อซัลโมเนลลา | |
|---|---|---|
| | สุกรติดเชื้อซัลโมเนลลา | สุกรปลอดซัลโมเนลลา |
| ซากก่อนเข้าโซนสะอาด | 6 | 0 |
| ซากสุกรก่อน shock chill | 12 | 0 |
| ซากสุกรหลัง shock chill | 6 | 6 |
| ซากสุกรหลังแช่เย็น 24 ชั่วโมง | 30 | 6 |
| ลิ้น | 18 | 0 |
| อุจจาระในทวาร | 8 | 8 |
| เลือด(ตรวจด้วยวิธี ELISA) | 44 | 4 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenberg *et al.* (2001c)

Hurd *et al.* (2002) เปรียบเทียบผลการติดเชื้อ *S.* Enterica ของสุกรที่ส่งขายในตลาด 567 แห่ง ซึ่งถูกฆ่าที่ฟาร์มโดยไม่มีการขนส่ง กับสุกรที่ใช้รถขนส่งไปฆ่ายังโรงฆ่าในรัฐไอโอวา สหรัฐอเมริกา ในระยะทางเฉลี่ย 169 กิโลเมตร และถูกกักขังในคอกพักก่อนฆ่านานประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง พบว่าสุกรถูกฆ่าที่ฟาร์มโดยไม่มีการขนส่งและกักขังในคอกพักพบ *S.* Enterica ในอุจจาระก่อนถูกฆ่า อุจจาระหลังฆ่า ของเหลวในลำไส้ใหญ่ ต่อมน้ำเหลือง และบนตัวสุกร ในอัตราร้อยละ 1.1, 0.7, 1.8, 3.6 และ 5.3 ตามลำดับ ในขณะที่พบในกลุ่มสุกรที่ถูกขนส่งไปฆ่ายังโรงฆ่าในอัตราร้อยละ 1.8, 25.2, 13.6, 9.1 และ 39.9 ตามลำดับ ซึ่งสรุปว่าอัตราการพบ เชื้อ *S.* Enterica จากสุกรที่ถูกฆ่า

โดยไม่มีการขนส่งต่ำกว่าสุกรที่มีการขนส่งก่อนการฆ่าอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) แสดงว่าการติดเชื้อ *S.* Enterica เกิดขึ้นจากการขนส่ง และการกักขังสุกรในคอกพักสัตว์ ก่อนจะเริ่มกระบวนการฆ่า เนื่องจากมีการแพร่ของเชื้อซัลโมเนลลา ระหว่างสุกรต่างฝูงในขณะขนส่งและพักในคอกพักก่อนถูกฆ่า

ประภาส พัชนี (2545) สำรวจเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง ที่ อ. สันทราย และ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ จากสุกร 308 ตัว โดยตรวจหาเชื้อจากต่อมน้ำเหลืองลำไส้เล็ก (mesenteric lymph node) และ อุจจาระ พบเชื้อในตัวอย่างร้อยละ 82.50 เฉพาะการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาจากต่อมน้ำเหลืองลำไส้เล็ก ซึ่งจัดเป็นความชุกของเชื้อที่เกิดขึ้นในฟาร์ม มีค่าระหว่าง ร้อยละ 50-83.30 เฉลี่ยร้อยละ 69.50 ในขณะที่ความชุกของการติดเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรในโรงฆ่าเพิ่มเป็นร้อยละ 80.50 ซึ่งเป็นผลมาจากการติดเชื้อข้ามในระหว่างการขนส่ง คอกพักสัตว์ และความเครียดระหว่างรอการฆ่า คิดเป็นร้อยละ 13 ส่วนอัตราการปนเปื้อนจากอุจจาระและการป้ายซากมีค่าร้อยละ 54.90 และ 53.20 ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบความชุกระหว่างโรงฆ่าสัตว์ เทศบาลเมืองเชียงใหม่ และเทศบาลตำบลสันทราย พบความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาจากต่อมน้ำเหลืองลำไส้ อุจจาระ และการป้ายซากสุกรของโรงฆ่าเทศบาลเมืองเชียงใหม่ ร้อยละ 65.70 58.20 และ 60.40 ตามลำดับ ส่วนความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในโรงฆ่าเทศบาลตำบลสันทราย พบร้อยละ 72.40, 56.60 และ 47.70 ตามลำดับ เมื่อใช้เทคนิค McNemar ประเมินความสัมพันธ์ ไม่พบความแตกต่างของสัดส่วนการติดเชื้อในตัวอย่างจากโรงฆ่าเทศบาลเมืองเชียงใหม่ (P>0.05) แต่สำหรับในโรงฆ่าเทศบาลตำบล สันทราย พบว่าตัวอย่างต่อมน้ำเหลืองมีการติดเชื้อสูงกว่าการติดเชื้อที่อุจจาระ และการป้ายซากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Rostagno *et al.* (2003) ศึกษาผลของสิ่งแวดล้อมก่อนการฆ่าที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรที่ส่งเข้าสู่โรงฆ่า 2 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา ที่มีอัตราการผลิต 1,000 ตัว/ชั่วโมง แต่ละโรงฆ่าเก็บตัวอย่างจากสุกร 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 50 ตัว ทำการ swab รถขนส่งสุกร คอกพักสุกร เก็บต่อมน้ำเหลืองและอุจจาระ พบว่าปริมาณ *S.* Enterica ในโรงฆ่า B มีมากกว่าโรงฆ่า A อย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ดังตารางที่ 2.10 สำหรับการจำแนกซีโรวาร์ พบ *S.* Derby ร้อยละ 24.1, *S.* Anatum ร้อยละ19.6, *S* Typhimurium ร้อยละ 18.6, *S.* Saint-Paul ร้อยละ 10.1 และ *S.* Infantis ร้อยละ 5.1 โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างสุกรกับรถขนส่งและคอกพักสัตว์ มีซีโรวาร์ที่เหมือนกันร้อยละ 75 ต่อมน้ำเหลืองมีซีโรวาร์เหมือนคอกพักร้อยละ 37.5 และอุจจาระมีซีโรวาร์ที่เหมือนคอกพักร้อยละ 19 เหมือนรถขนส่งสุกรร้อยละ 27 สำหรับสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่า B สูงกว่าโรงฆ่า A เนื่องจากโรงฆ่า A มีการทำความสะอาดคอกพักสุกรด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง แต่โรงฆ่า B ไม่ได้ทำความสะอาดคอกพักสุกร ซึ่งการใช้น้ำแรงดันสูงในการทำความสะอาดจะสามารถชะล้างเชื้อจุลินทรีย์ออกไปได้

**ตารางที่ 2.10** ร้อยละ ของ *S.* Enterica ที่ตรวจพบจากอวัยวะและสิ่งแวดล้อมของโรงฆ่าสุกรในสหรัฐอเมริกา 2 แห่ง

| ชนิดตัวอย่าง | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละตัวอย่างที่พบ *S.* Enterica | |
|---|---|---|---|
| | | โรงฆ่า A | โรงฆ่า B |
| รถขนส่งสุกร | 72 | 34.7[a] | 52.8[b] |
| คอกพักสุกร | 72 | 62.5[a] | 90.3[b] |
| น้ำดื่ม | 12 | 25 | 41.7 |
| สุกร | 12 | 100 | 100 |
| อุจจาระ | 360 | 32.2 | 28.9 |
| ต่อมน้ำเหลืองลำไส้ใหญ่ (ileocecal lymph node) | 360 | 19.4[a] | 7.2[b] |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Rostagno *et al.* (2003)

[ab] แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดย chi - square

Botteldoorn *et al.* (2003) สำรวจการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าสุกร สิ่งแวดล้อม และการปนเปื้อนข้ามในโรงฆ่าสุกรประเทศเบลเยี่ยม จำนวน 5 แห่ง พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเขตสกปรกสูงถึงร้อยละ 91.89 และมีการปนเปื้อนบนซากก่อน shock chill ร้อยละ 37.39 ประกอบไปด้วยเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 9 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Brandenburg, *S.* Infantis, *S.* Virchow, *S.* Anatum, *S* .Livingstone, *S.* London และ *S.* Ohio ซึ่งส่วนใหญ่พบ *S.* Typhimurium มากถึงร้อยละ 71.00 และผู้วิจัยได้ประมาณการปนเปื้อนข้ามที่เกิดขึ้นบนซากสุกรร้อยละ 29 ส่วนอุจจาระมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 18.84 ซึ่งประกอบไปด้วย *S.* Typhimurium ร้อยละ 40.00 *S.* Livingstone ร้อยละ 30.70 และ *S.* Derby ร้อยละ 15.30 อุจจาระมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 21.10 ซึ่งประกอบไปด้วย *S.* Livingstone ร้อยละ 35.16, *S.* Typhimurium ร้อยละ 26.00 และ *S.* Derby ร้อยละ 10.90 ดังตารางที่ 2.11

Bangtrakulnonth *et al.* (2003) รายงานการตรวจพบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากมนุษย์และแหล่งอื่นๆในระหว่างปีค.ศ. 1993-2002 โดยการเก็บตัวอย่างจากโรงพยาบาลรัฐ 62 แห่ง โรงพยาบาลเอกชน 5 แห่ง ศูนย์การแพทย์ 12 แห่ง และห้องปฏิบัติการกรมปศุสัตว์ 3 แห่ง ห้องปฏิบัติการ 6 แห่ง ซึ่งประกอบไปด้วย กรมประมง สถาบันสุขภาพกรุงเทพ สถานทูตสหรัฐอเมริกา และห้องปฏิบัติการอุตสาหกรรมอาหารจำนวน 28 แห่ง ซีโรวาร์ที่พบมาก 10 อันดับแรก ตามลำดับ ได้แก่ *S.* Weltevreden, *S.* Enterica, *S.* Anatum, *S.* Derby, *S.* 1,4,5,12:i:- , *S.* Typhimurium, *S.* Rissen , *S.* Stanly, *S.* Panama และ *S.* Agoma ซึ่งพบในแหล่งต่าง ๆ ดังผลปรากฏในตารางที่ 2.12 และ 2.13

**ตารางที่ 2.11** ร้อยละ ของ *S.* Enterica ที่ตรวจพบจากอวัยวะและสิ่งแวดล้อมของโรงฆ่าสุกร ประเทศเบลเยี่ยม

| ชนิดตัวอย่าง | ตย.ที่พบ/ ทั้งหมด | ร้อยละ | ซีโรวาร์ที่พบ |
|---|---|---|---|
| คอกพัก | 11/11 | 100.00 | *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Virchow, *S.* Anatum |
| เขตสกปรก | 34/37 | 91.89 | *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Infantis และ *S.* Livingstone |
| น้ำลวกซาก | 0/3 | 0 | - |
| มีด | 11/41 | 26.83 | *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Derby และ *S.* Bovis |
| เครื่องผ่าซาก | 3/11 | 27.27 | *S.* Typhimurium และ *S.* Ohio |
| ซากสุกรก่อน shock chill | 138/370 | 37.39 | *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Derby, *S* .Livingstone, *S.* Anatum , *S.* Ohio, *S.* Infantis, *S.* Virchow และ *S.* London |
| ซากสุกรหลัง shock chill | 12/75 | 16.00 | *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Virchow และ *S.* Mbandaka |
| อุจจาระ | 65/345 | 18.84 | *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Derby, *S.* 47:Z4Z23:- , *S.* Infantis, *S.* Rissen, *S.* Anatum, *S* .Panama และ *S.* Ohio |
| ต่อม น้ำเหลือง | 73/346 | 21.10 | *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Derby, *S* .Livingstone, *S.* Ohio, *S.* Infantis, *S.* Virchow, *S.* Anatum, *S.* London, *S.* Rissen, *S.* Agona, *S.* Havana, *S.* Goldcoast และ *S.* Poona |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Botteldoorn *et al.* (2003)

**ตารางที่ 2.12** จำนวนและร้อยละของซีโรวาร์เชื้อซัลโมเนลลา 10 ลำดับแรกที่ตรวจพบในประเทศไทย ระหว่าง ปี ค.ศ. 1993-2002 จำแนกตามแหล่งที่ตรวจพบ

| อันดับ /ซีโรวาร์ | จำนวนและร้อยละที่พบ/ แหล่งที่ตรวจ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | มนุษย์ | ไก่แช่เย็น | อาหารทะเล แช่เย็น | เป็ดแช่เย็น | อาหาร อื่นๆ | น้ำ |
| 1. Weltevreden | 5,491 (12.5) | - | 265 (26.3) | 320 (12.0) | 457 (6.6) | 143 (14.5) |
| 2. Enteritidis | 5,010 (11.4) | 2,901 (19.9) | 14 (1.4) | - | 309 (4.5) | 22 (2.2) |
| 3. Anatum | 3,263 (7.4) | 423 (2.9) | 20 (2.0) | - | 1,177 (17.0) | 113 (11.5) |
| 4. Derby | 2,889 (6.6) | - | 20 (2.0) | - | 370 (5.3) | 71 (7.2) |
| 5. 1, 4, 5, 12:i:- | 2,804 (6.4) | - | - | - | - | - |

**ตารางที่ 2.12** จำนวนและร้อยละของซีโรวาร์เชื้อซัลโมเนลลา 10 ลำดับแรกที่ตรวจพบในประเทศไทย ระหว่าง ปี ค.ศ. 1993-2002 จำแนกตามแหล่งที่ตรวจพบ (ต่อ)

| อันดับ /ซีโรวาร์ | จำนวนและร้อยละที่พบ/ แหล่งที่ตรวจ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | มนุษย์ | ไก่แช่เย็น | อาหารทะเลแช่เย็น | เป็ดแช่เย็น | อาหารอื่นๆ | น้ำ |
| 6.Typhimurium | 2,322 (5.3) | - | 12 (1.2) | - | 198 (2.9) | - |
| 7. Rissen | 2,319 (5.3) | - | 21 (2.1) | - | 712 (10.3) | 93 (9.5) |
| 8. Stanley | 1,688 (3.8) | - | 20 (2.0) | 279 (10.4) | - | - |
| 9. Panama | 1,474 (3.3) | - | - | 41 (1.5) | 254 (3.7) | 47 (4.8) |
| 10. Agona | 1,096 (2.7) | 452 (3.1) | - | 80 (3.0) | 273 (3.9) | 39 (4.0) |
| รวม | 44,087 | 14,559 | 1,007 | 2,670 | 6,928 | 984 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bangtrakulnonth *et al.* (2003)

**ตารางที่ 2.13** ร้อยละของซีโรวาร์เชื้อซัลโมเนลลา ที่ตรวจพบในประเทศไทย จำแนกตามปีที่ตรวจพบ

| ซีโรวาร์ | ร้อยละที่พบในไก่เนื้อแช่เย็น/ ปี | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Enteritidis | 17.1 | 33.8 | 29.5 | 15.0 | 18.5 | 15.3 | 14.2 | 12.0 | 6.6 | 14.2 |
| Derby | 6.7 | 0.9 | 2.6 | 4.3 | 1.2 | 0.4 | 1.3 | 1.1 | 1.6 | 1.1 |
| Schwarzengrund | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 1.6 | 1.4 | 3.5 | 15.0 | 26.2 | 7.2 |
| | ร้อยละที่พบผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ/ ปี | | | | | | | | | |
| | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 |
| Rissen | 4.7 | 11.0 | 8.9 | 10.0 | 3.6 | 7.0 | 8.6 | 15.3 | 14.2 | 14.7 |
| Panama | 2.8 | 1.6 | 1.6 | 2.9 | 2.1 | 0.6 | 4.2 | 6.7 | 5.3 | 4.2 |
| Stanley | 0.9 | 1.1 | 1.6 | 1.8 | 0.9 | 1.9 | 3.0 | 1.9 | 1.9 | 7.3 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bangtrakulnonth *et al.* (2003)

Peace *et al.* (2004) สำรวจเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกร หลังเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าในประเทศอังกฤษ ที่มีอุณหภูมิน้ำลวกซาก 61±1° ซ เผาซากที่อุณหภูมิ 1200° ซ นาน 15 วินาที พบว่าซากสุกรหลังจากแทงคอเอาเลือดออก พบเชื้อซัลโมเนลลาสูงสุด คือร้อยละ 31 และหลังการเผาซาก และขัดขน ไม่พบเชื้อ และพบเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ7 เมื่อมีการขูดขนและซากถูกผ่าซีก จากผลการสำรวจครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ความร้อนจากน้ำ

ลวกซากและเผาซากสามารถฆ่าเชื้อซัลโมเนลลาได้ ส่วนการขูดขนและการผ่าซากสุกรเป็นการเปิดช่องทางที่ผิวหนังให้เกิดการติดเชื้อซัลโมเนลลาจากเครื่องมือและอวัยวะภายในที่ฉีกขาด ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าการลวกซาก เผาซาก น้ำร้อนที่ใช้ในการล้างและการแช่เย็นซาก จะเป็นใช้จุดวิกฤตของระบบ HACCP ในอนาคต ส่วนซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบ ได้แก่ *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Hadar และ *S.* Infantis ดังแสดงในตารางที่ 2.14

**ตารางที่ 2.14** ผลการตรวจพบ และซีโรไทป์ของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกร หลังการสิ้นสุดกระบวนการแต่ละขั้นตอน

| หลังขั้นตอน | ร้อยละที่ตรวจพบ | ซีโรวาร์ที่พบ |
|---|---|---|
| การเอาเลือดออก | 31 | *S.* Hadar, *S.* Typhimurium, *S.* Derby, *S.* Infantis |
| การลวกซาก | 1 | *S.* Derby |
| การขูดขน | 7 | *S.* Typhimurium, *S.* Derby |
| การเผาซาก | 0 | - |
| การขัดขน | 0 | - |
| การผ่าซาก | 7 | *S.* Typhimurium |

ที่มา : Peace *et al.* (2004)

Emilia do Socorro *et al.* (2004) สำรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนบนผิวซากสุกรในโรงฆ่าประเทศเดนมาร์ก เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์อันตราย (HACCP) ในโรงฆ่าสุกร โดยการ swab ซากสุกร 120 ตัว ในกระบวนการฆ่าสุกร 4 ขั้นตอน พบเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนลวกและขูดขนพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 10.00 ขั้นตอนก่อนผ่าซากพบร้อยละ 6.70 ขั้นตอนผ่าซากและเอาเครื่องในออกพบร้อยละ16.67 และหลังการแช่เย็น 24 ชั่วโมง พบร้อยละ 13.33 รวมเฉลี่ยพบเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าสุกรร้อยละ 11.66

Peace *et al.* (2006) สำรวจความชุกและการกระจายตัวของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกร เนื่องจากการปนเปื้อนแบคทีเรียจากอากาศ (airborne) ในโรงฆ่าสุกรประเทศไอร์แลนด์ ใน 3 ฤดูกาล ๆ ละ 3 เดือน โดยแบ่งวิธีการเก็บตัวอย่างอากาศเป็น 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 impaction เป็นการเก็บอากาศสูงจากพื้น 1 เมตร ในอัตราความเร็ว 100 ลิตร/นาที และอัดแน่นด้วยความเร็ว 3 เมตร/วินาที วิธีที่ 2 sedimentation เป็นการใช้จานอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar และ Chromocoult Agar วางบนพื้นโรงฆ่า ตามจุดทดสอบ เป็นเวลานาน 5 นาที จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างในโรงฆ่ามีทั้งสิ้น 7 แห่ง แยกเป็นโซนสกปรก 4 แห่ง ได้แก่ บริเวณ แทงคอ ลวกซาก ขูดขน และขัดขน โซนสะอาด 2 แห่งได้แก่ บริเวณ ตัดหัว เอาเครื่องในออก และโซนสะอาดมาก 1 แห่ง คือ ห้องเย็น พบว่าหลังจากการเริ่มทำงานแล้ว 2 ชั่วโมง ปริมาณของแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (aerobic mesophilic

bacteria) พบในโซนสกปรก จำนวน 3.14 $log_{10}cfu/m^3$ ซึ่งสูงกว่าที่พบในโซนสะอาดซึ่งมีจำนวน 2.66 $log_{10}cfu/m^3$ และในห้องเย็นพบ 2.34 $log_{10}cfu/m^3$ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) และพบว่าภายหลังเวลาทำงานจนถึงภาคบ่าย ปริมาณของแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนจะเพิ่มสูงขึ้นทั้ง 3 โซน ส่วนการตรวจปริมาณ *E. Coli* ไม่พบความแตกต่างของทั้ง 3 โซนที่ทดสอบ และปริมาณของเชื้อไม่เพิ่มขึ้น เมื่อเวลาทำงานจนถึงภาคบ่าย นอกจากนี้ยังพบว่าการเก็บตัวอย่างอากาศทั้ง 2 วิธีให้ผลคล้อยตามกัน (significant correlation) สำหรับการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลา โดยตรวจพบใน 3 ตัวอย่าง คือ บริเวณจุดขูดขนพบ *S.* Typhimurium PT 208 จากการเก็บตัวอย่างแบบ sedimentation หลังการทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง และพบ*S.* Typhimurium PT 104 ในบริเวณจุดเอาเครื่องในออก จากการเก็บตัวอย่างแบบ impaction หลังการทำงานไปแล้ว 8 ชั่วโมง จึงสรุปได้ว่า อากาศเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนจุลินทรีย์บนซากสุกร

### 2.4.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากการตัดแต่งและเก็บรักษาเนื้อ

Saide-Albornoz (1995) ตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลา, *Staphylococcus aureus, Listeria Monocytogen, Yersinia enterocolitica* และ *Clostridium perifringer* บนเนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง จากโรงฆ่าในรัฐไอโอวา สหรัฐอเมริกา โดยการ swab บริเวณสะโพกสันนอกหลังจากการเผาขนและขัดขนหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าทุกขั้นตอน และภายหลังการเก็บในห้องเย็น 24 ชั่วโมง อย่างละ 270 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 4.4, 1.1 และ0.4 ตามลำดับ ตรวจเนื้อสันนอกที่ผ่านการตัดแต่งเอากระดูกออก จำนวน 135 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 0.7 แต่เมื่อบรรจุไว้ในระบบสุญญากาศ เก็บไว้ที่ 2° ซ นาน 36 วัน ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา ในการตรวจ 45 ตัวอย่าง

Duffy *et al.* (2005) สำรวจปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในเนื้อสุกรตัดแต่ง และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการพัฒนา GMP และ HACCP หรือใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงสุขอนามัยของเนื้อสุกรที่จำหน่ายในซุปเปอร์มาเก็ตให้ปลอดภัยต่อการบริโภค ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกร และผลิตภัณฑ์จากแหล่งผลิตที่มีความแตกต่างกันทางด้านภูมิศาสตร์จาก 6 ภาคของสหรัฐอเมริกา พบว่าเนื้อสุกรบดละเอียดเตรียมบรรจุพบเชื้อซัลโมเนลลา สูงสุดร้อยละ 12.5 และในเนื้อสุกรปรุงสุกสะอาดที่สุดตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา ดังรายงานไว้ในตารางที่ 2.15

**ตารางที่ 2.15** การตรวจพบเชื้อ *Salmonella spp.*และ *C. jejuni/ E. coli* ในเนื้อสุกรตัดแต่งและผลิตภัณฑ์

| ผลิตภัณฑ์ | จำนวนตัวอย่าง | ร้อยละที่พบ *Salmonella spp.* | ร้อยละที่พบ *C. jejuni/E. coli* |
|---|---|---|---|
| เนื้อบดได้จากสุกรขึ้นซากร้อน | 40 | 10 | 12.5 |
| เนื้อบดได้จากโรงฆ่า | 40 | 7.5 | 0.0 |
| เนื้อบดปรุงสุก | 40 | 0.0 | 7.5 |
| ชิ้นเนื้อในถาดปิดพลาสติกแช่เย็น | 96 | 8.3 | 1.0 |
| ชิ้นเนื้อฉีดเครื่องปรุงเก็บในสุญญากาศ | 96 | 10.4 | 1.0 |
| เนื้อสุกรสดบดละเอียดแช่เย็น | 96 | 7.3 | 0.0 |
| เนื้อสุกรบดละเอียดเตรียมบรรจุ | 96 | 12.5 | 3.1 |

ที่มา : Duffy *et al.* (2005)

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

## 3.1. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.1.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electrical balancing : Mettler Toledo)

3.1.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven : Memmert )

3.1.3 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator : WTB binder, BD )

3.1.4 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autocave)

3.1.5 ตู้เขี่ยเชื้อ (Larmina flow : Dwyer, Mark II)

3.1.6 เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer)

3.1.7 ตู้เย็น (Refrigeration : Singer)

3.1.8 ไมโครปิเปต (Pipeman, US 40536)

## 3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี

3.2.1 TSB (Trypticase Soy Broth : Merck )

3.2.2 RV broth ( Rappaport Vassiliadis broth : Merck)

3.2.3 MSRV ( Modified Senmi solid Rappaport Vassiliadis : Merck )

3.2.4 TSI ( Triple Sugar Iron agar : Merck )

3.2.5 LIM (Lysine Indol Motility : Oxoid )

3.2.6 TSA ( Trypticase Soy Broth agar : Merck)

3.2.7 Kovac's indole reagent (Merck)

3.2.8 Antiserum group A – I, B , C , D และ E (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)

3.2.9 NaCl (Sodium Choride : Merck)

3.2.10 Agar powder (Merck)

## 3.3. สถานที่ทำการทดลอง

1) โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า อ. บางคล้า จ. ฉะเชิงเทรา

2 ) ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 3.4 วิธีการดำเนินการ

### 3.4.1 ศึกษาแผนผังและขั้นตอนการทำงานของโรงฆ่าสุกร

โดยศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและแผนผังของโรงฆ่าสุกรและตัดแต่งสุกรซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษา พร้อมทั้งสำรวจ สัมภาษณ์ และสังเกตุวิธีการปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าสุกร ได้แก่ เส้นทางการเข้าออกของสุกร เส้นทางการเข้าออกของพนักงาน ทิศทางการไหลของอากาศ ขั้นตอนก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ในกระบวนการฆ่าสุกรและชำแหละสุกร และกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

### 3.4.2 การวางแผนการเก็บตัวอย่าง

ในการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าชำแหละตลอดถึงการตัดแต่งซากสุกร แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษาการปนเปื้อนในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

โดยวางแผนการเก็บตัวอย่างสุกรที่เข้าฆ่าในโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า จ. ฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นโรงฆ่าที่ใช้เป็นกรณีศึกษา โดยสุกรต้องมาจากฟาร์มในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 2 จาก 4 จังหวัด ได้แก่ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างที่มาจากฟาร์มเดียวกันของแต่ละจังหวัด สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ดังนี้

1) จากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 ตัว รวม 9 ตัว
2) จากฟาร์มในจังหวัดชลบุรี จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 ตัว รวม 9 ตัว
3) จากฟาร์มในจังหวัดระยอง จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 ตัว รวม 9 ตัว
4) จากฟาร์มในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 2 ครั้งๆ ละ 3 ตัว รวม 6 ตัว

รวมเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 11 ครั้ง จำนวนตัวอย่างสุกรทั้งสิ้น 33 ตัว ซึ่งการเก็บตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่ง เก็บจากซากเดียวกันในทุกขั้นตอน

### 3.4.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1) คอกพักสุกร : โดยการ swab ผนังด้านข้าง 2 จุด และพื้นคอก 2 จุด รวม 4 จุด จุดละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตรก่อนและหลังสุกรเข้าพัก

2) น้ำฉีดในคอกพักสุกร : โดยการใช้ขวดแก้วผ่านการฆ่าเชื้อรองน้ำจากหัวพ่นฉีดน้ำในคอกพักสุกร ประมาณ 100 มิลลิลิตร

3) รถขนส่งสุกร : โดยการ swab ผนังด้านข้าง 2 จุด และพื้นรถขนส่งสุกร 2 จุด รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

### 3.4.4 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่า

โดยทำการเก็บตัวอย่างในขั้นตอนต่อไปนี้

1) ซากสุกรก่อนการลวก : โดยการ swab บริเวณไหล่บน สะโพก ท้อง และสันหลัง รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

2) น้ำลวกซากสุกร : โดยสุ่มเก็บน้ำในถังลวกซาก เป็นปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร ก่อนและหลังการนำซากสุกรลงลวก

3) เลือดสุกร : โดยการรองเลือดจากแผลแทงคอ ปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร

4) แผลแทงคอ : โดยการ swab บริเวณขอบแผลแทงคอขนาด 5×5 เซนติเมตร เป็นพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร

5) ซากสุกรหลังการลวก : โดย การ swab ซากสุกรที่ผ่านการลวก ขูดขน เผาซาก และขัดขนแล้ว ที่บริเวณซอกขาหน้า ท้อง และ สันหลัง รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

6) มูลสุกร : โดยเก็บมูลจากลำไส้ใหญ่ของสุกรประมาณ 100 กรัม

7) ซากสุกรผ่าซีก : โดยการ swab ซากสุกรหลังการผ่าซากและเอาเครื่องในออกแล้ว บริเวณผิวด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

8) ซากสุกรก่อนแช่เย็น : โดยการ swab ซากสุกรผ่าซีกที่ผ่านการฉีดพ่นล้างด้วยน้ำสะอาด บริเวณผิวด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

9) น้ำฉีดล้างซากสุกร : โดยรองน้ำจากหัวพ่นฉีดน้ำล้างซากสุกรก่อนนำซากเข้าแช่ในห้องเย็น เป็นปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร

### 3.4.5 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1) ซากสุกรหลังแช่เย็น : โดยการ swab ซากสุกรผ่าซีกที่ผ่านการแช่เย็นที่ อุณหภูมิ 4° ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บริเวณผิวด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

2) มีดที่ใช้ในการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มีดที่ใช้ตัดแต่งซากสุกร ก่อนและหลังทำการตัดแต่ง ที่หน้าตัดของมีดทั้ง 2 ด้าน

3) มือพนักงานที่ทำการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มือที่ใช้จับชิ้นเนื้อของพนักงานก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของมือซึ่งมีถุงมือโลหะตาข่ายห่อหุ้มอยู่

4) โต๊ะตัดแต่ง : โดยการ swab พื้นโต๊ะก่อนและหลังทำการตัดแต่ง รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

5) ชิ้นเนื้อภายหลังการตัดแต่ง : โดยการสุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อส่วนสะโพก สันหลัง สันคอ และพื้นท้อง ภายหลังการตัดแต่ง ประมาณ 100 กรัม

### 3.4.6 วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง

ตัวอย่างที่เก็บโดยวิธีการ swab ด้วยก้านสำลีจะเก็บไว้ในสารละลาย NaCl ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.85 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร ที่บรรจุในขวดที่ฆ่าเชื้อและปิดฝาให้สนิท ส่วนตัวอย่างอุจจาระและชิ้นเนื้อเก็บไว้ในถุงพลาสติก และตัวอย่างที่เป็นน้ำฉีดพ่นในคอกพัก น้ำในถังลวกซาก เลือดสุกร และน้ำที่ฉีดพ่นซาก จะเก็บใส่ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยตัวอย่างทั้งหมดจะถูกเก็บรักษาในถังน้ำแข็งในระหว่างการเดินทาง ในระยะเวลาไม่เกิน 3 ชั่วโมง เพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

### 3.4.7 การวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนและจำแนกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.3, 3.4.4 และ 3.4.5 มาตรวจวิเคราะห์หาเชื้อซัลโมเนลลา โดยวิธี MPN ( Most Probable Number) ( อดิสร และคณะ, 2548) ดังนี้

1) ขั้นตอน Pre-enrichment ดูดตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย TSB (Trypticase Soy Broth) 9 มิลลิลิตร จำนวน 3 หลอด แล้วทำการเจือจางสารละลายตัวอย่างจากระดับความเข้มข้น 1:10 เป็น 1:100 และ1: 1,000 อย่างละ 3 หลอด ตามลำดับ แล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 °ซ เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง

2) ขั้นตอน Selective enrichment ทำการถ่ายสารละลายในข้อ 1 ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ลงในสารละลาย RV broth (Rappaport Vassiliadis broth) 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 42° ซ เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

3) ขั้นตอน Selective plating ดูดสารละลายใน RV broth 0.1 มิลลิลิตร หยดลงในจานที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ MSRV (Modified Semisolid Rapport Vassiliadis) จำนวน 4 จุด (ปริมาตรจุดละ 0.025 มิลลิลิตร) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42° ซ เป็นเวลา 18 - 24 ชั่วโมง

4) ขั้นตอน Biochemical screening test ใช้เข็มแตะโคโลนี เส้นใยสีขาวที่เกิดบนผิวหน้าอาหาร MSRV แล้วทำการ streak บนผิวหน้าเอียงของอาหาร TSI agar (Triple Sugar Iron agar) แล้วทิ่มลงไปถึงก้นหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเดิมจุ่มลงในหลอดที่มีอาหาร LIM (Lysine Indol Motility) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37° ซ เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง หากเป็นเชื้อซัลโมเนลลาจะให้ผลดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| บนอาหาร TSI | Slant | K | เปลี่ยนเป็นสีแดง ( ด่าง ) ที่ส่วนปลายหลอด |
| | Butt | A | เปลี่ยนเป็นสีเหลืองที่ก้นหลอด ( กรด ) |
| | $H_2S$ | +/- | อาจมีสีดำที่ก้นหลอด |
| | Gas | +/- | อาจมีฟองอากาศ และรอยแตกได้ |
| บนอาหารLIM | Lysine | + | อาหารไม่เปลี่ยนสี คือ มีสีม่วงเหมือนเดิม |
| | Indol | - | เมื่อหยด Kovac 's indole reagent จะเกิดวงแหวนสีเหลือง |
| | Motile | + | มีการเคลื่อนไหวของเชื้อที่มี Flagella ทำให้อาหารขุ่น |

5) การอ่านจำนวนของเชื้อซัลโมเนลลา โดยการเทียบกับ ตาราง MPN โดยการนับหลอดที่ให้ผลบวกจากความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1:10 1:100 และ 1:1,000 หากผลที่ได้เป็น 2, 2, 1 หลอดตามลำดับ เมื่อนำไปอ่านผลจากตารางจะได้ค่าเป็น 28 MPN / กรัม

6) การตรวจกลุ่ม โดยการทดสอบผลทาง ซีรัมวิทยา ด้วยการเลือกหลอดที่ให้ผลบวกทางชีวเคมี ใช้ loop แตะโคโลนีที่ผิวหน้า TSI ทดสอบการตกตะกอนกับ Antiserum A – I, B , C , D และ E ตามลำดับ เพื่อระบุกลุ่ม ทำให้สะดวกต่อการตรวจยืนยันผลซีโรวาร์

7) การยืนยันผลซีโรวาร์ เก็บเชื้อที่ให้ผลบวกบน TSI streak ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA (Trypticase soybroth agar ) บ่มที่อุณหภูมิ 37° ซ เป็นเวลานาน 18 – 24 ชั่วโมง เพื่อส่งตรวจยืนยันผลในระดับซีโรวาร์ ที่ WHO Salmonella–Shigella Center สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

### 3.4.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา และผลระดับซีโรวาร์ มาวิเคราะห์ผลด้านสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) โดยใช้ค่าร้อยละ

# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

## 4.1 แผนผังของโรงฆ่าสุกร

โรงฆ่าและชำแหละสุกรที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้ ตั้งอยู่ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานสากล โดยได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์ มีอัตรากำลังการผลิตชั่วโมงละ 150 ตัว และมีสุกรเข้าฆ่าประมาณวันละ 1,000 - 1,200 ตัว มีผู้ปฏิบัติงานประมาณ 300 คน สุกรที่เข้าฆ่าและชำแหละมาจากฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์มจากกรมปศุสัตว์ ในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 2 โดยจะทำการขนย้ายสุกรในช่วงเวลากลางคืน ทำการฆ่าและชำแหละสุกรในช่วงเวลากลางวัน ระหว่าง 08.00 น. ถึง 17.00 น. เป็นการผลิตเนื้อสุกรเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่งออกจำหน่ายไปยังประเทศฮ่องกงและบรูไน

โรงฆ่าเป็นอาคารขนาดใหญ่รูปตัวแอล ด้านหน้าจัดแบ่งเป็นสำนักงาน และห้องอาหาร ส่วนด้านในเป็นพื้นที่ของการฆ่า การชำแหละ และการตัดแต่งซากสุกร พื้นที่ด้านหลังเป็นคอกพักสัตว์ และบ่อบำบัดน้ำเสีย รอบ ๆ อาคารเป็นลานจอดรถและถนนคอนกรีต ซึ่งมีการแบ่งแยกเส้นทางการเดินรถในการขนส่งสุกรมีชีวิต ออกจากเส้นทางการลำเลียงเนื้อสุกรออกจากโรงงาน ดังแผนผังของโรงฆ่าสุกร ในภาพที่ 4.1

## 4.2 แผนผังเส้นทางการเคลื่อนที่ของสุกรในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง

โรงฆ่าจัดให้สุกรหรือซากสุกรมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน โดยไม่มีการย้อนกลับ และจัดแบ่งเขตพื้นที่ส่วนสกปรก (Dirty zone) ออกจากเขตพื้นที่ส่วนสะอาด (Clean zone) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามของจุลินทรีย์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ตามลำดับ ตามแผนผังเส้นทางของสุกรในกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งสุกร ในภาพที่ 4.2 ดังนี้

**4.2.1 เขตพื้นที่ส่วนสกปรก (Dirty zone)** ได้แก่ คอกพักสุกร และบริเวณการฆ่า ซึ่งประกอบด้วย ส่วนการทำให้สัตว์สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การแทงคอเอาเลือดออก บ่อลวกซาก การขูดขน การปัดซากแห้ง การเผาขน และการปัดซากเปียก

**4.2.2 เขตพื้นที่ส่วนสะอาด (Clean zone)** ได้แก่ บริเวณการชำแหละและตัดแต่งสุกร ซึ่งประกอบด้วยส่วนการตัดหัว เอาเครื่องในออก ผ่าซากครึ่งซีก การล้างซากครั้งสุดท้าย การลดอุณหภูมิซากครั้งที่ 1 และ 2 การตัดแต่งซากสุกร การบรรจุชิ้นเนื้อ การแช่แข็งชิ้นเนื้อ การเก็บบรรจุภัณฑ์ การเก็บรักษาเนื้อสุกร และการเตรียมสินค้าส่งมอบให้ลูกค้า

## 4.3 แผนผังเส้นทางการเข้า-ออกของพนักงานในโรงฆ่า

เส้นทางการเข้า-ออกของพนักงานจะแยกออกจากทางเข้าของสุกรมีชีวิต และทางออกของของเนื้อสุกร โดยจัดแยกห้องพักให้พนักงานเปลี่ยนเสื้อผ้าเพื่อเข้าปฏิบัติงานเป็น 3 ส่วน คือ สำหรับพนักงานในส่วนการฆ่า พนักงานในส่วนการชำแหละและผ่าซาก พนักงานในส่วนการตัดแต่งและคลังสินค้า ซึ่งในแต่ละส่วนจัดให้มีห้องน้ำ อ่างล้างมือ และอ่างล้างเท้า พนักงานหรือบุคคลที่จะผ่านเข้าในแต่ละส่วนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง ต้องทำการเปลี่ยนเสื้อผ้าตามฟอร์มของโรงฆ่า ใส่ผ้าปิดปาก สวมเน็ทคลุมผม หมวก รองเท้าบู๊ต และผ่านการล้างมือ ล้างเท้า ใช้ลูกกลิ้งเก็บเส้นผม ฉีดพ่นมือด้วยแอลกอฮอล์ ทุกครั้งก่อนเข้าปฏิบัติงาน ดังภาพที่ 4.3

## 4.4 แผนผังแสดงทิศทางการไหลของอากาศในโรงฆ่า

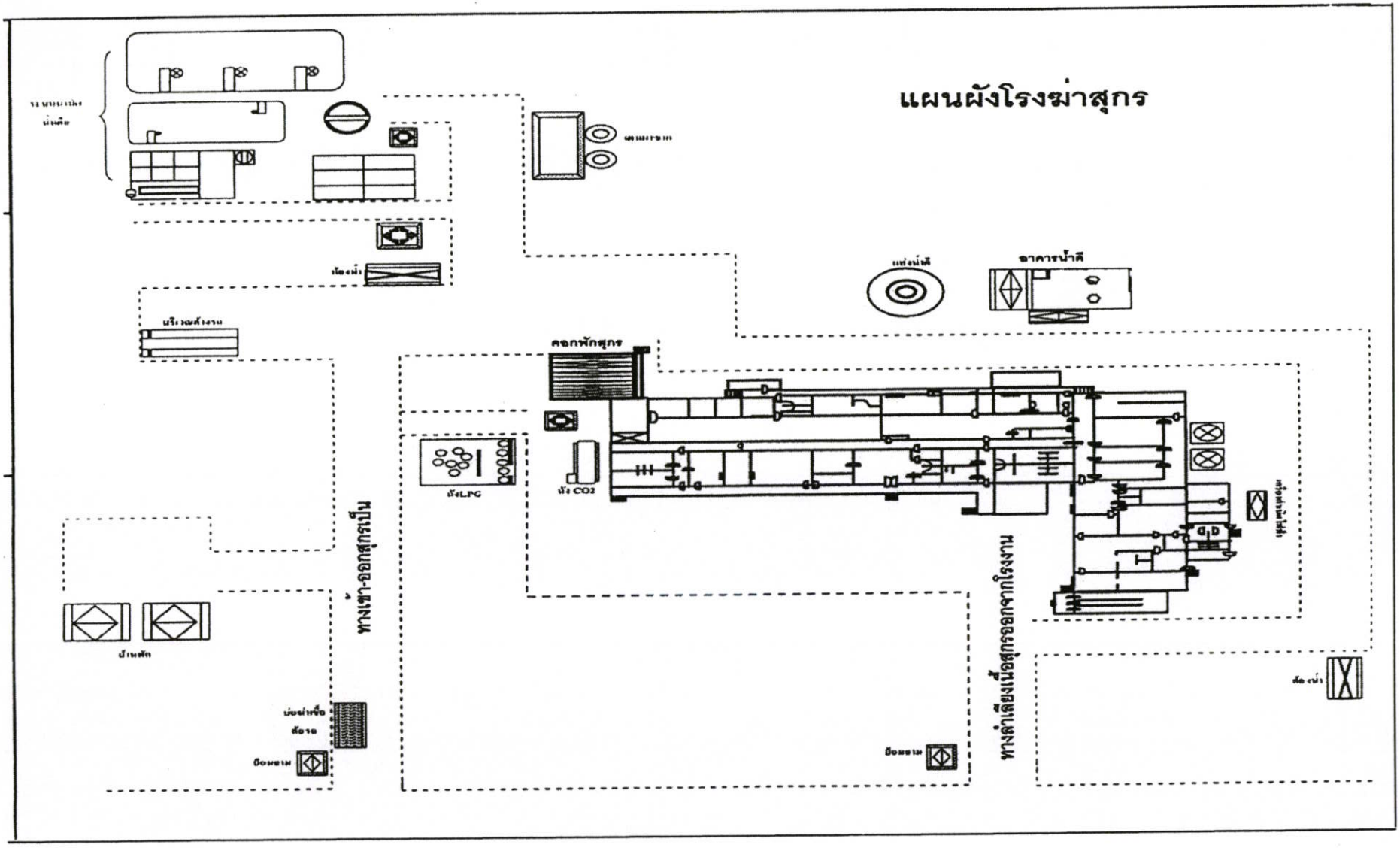
เส้นทางการไหลเวียนอากาศในโรงฆ่าแห่งนี้ ใช้หลักการถ่ายเทอากาศจากเขตพื้นที่สะอาดสู่เขตพื้นที่สกปรก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละกระบวนการ จึงจัดให้มีการไหลของอากาศในโรงฆ่า ตามภาพที่ 4.4 ดังนี้

**4.4.1 เส้นทางเดินของอากาศในกระบวนการฆ่า** อากาศถูกจัดให้ไหลจากส่วนบริเวณการชำแหละและผ่าซาก สู่บริเวณการฆ่า และถ่ายเทออกนอกตัวอาคารที่จุดทำให้สัตว์สลบ และที่คอกพักสุกรมีชีวิต นอกจากนี้ยังมีการระบายอากาศจากส่วนของการชำแหละและผ่าซาก ออกสู่ภายนอกอาคารที่บริเวณลานจอดรถรับชิ้นส่วนและเนื้อสุกรของลูกค้า ผ่านช่องทางเดินของพนักงาน

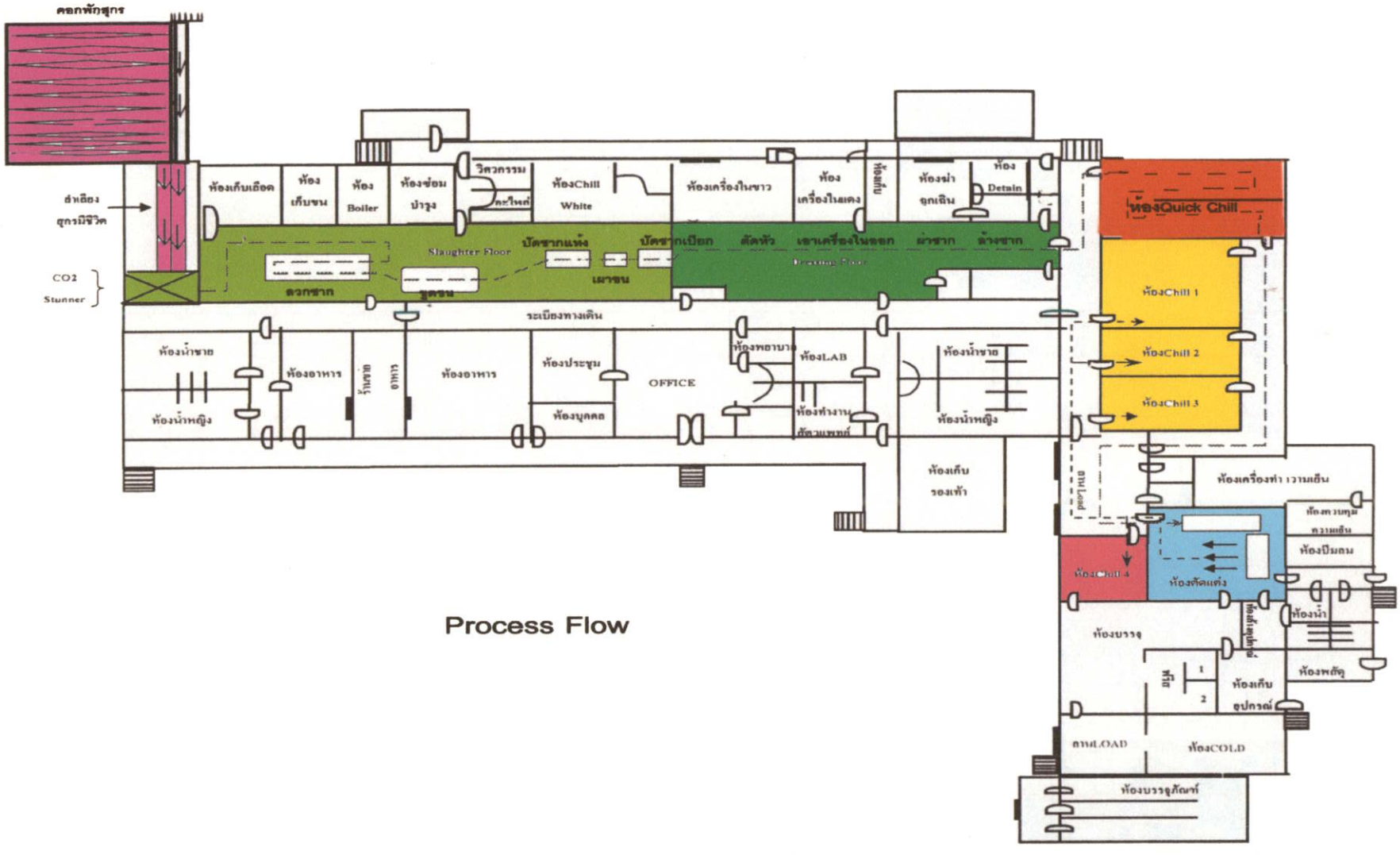
**4.4.2 เส้นทางเดินของอากาศในกระบวนการตัดแต่งสุกร** อากาศถูกจัดให้ไหลจากส่วนบริเวณการตัดแต่งเนื้อสุกร ระบายออกผ่านช่องทางเดินของพนักงานสู่ภายนอกอาคาร และมีการถ่ายเทอากาศออกจากห้องแช่แข็ง และห้องบรรจุชิ้นเนื้อ ออกสู่ลานจอดรถรับสินค้าของลูกค้า

## 4.5 ระบบน้ำในโรงฆ่า

น้ำที่ใช้ในโรงฆ่าแห่งนี้เป็นน้ำที่ได้จากบ่อบาดาล ทำการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนที่ระดับ 0.5 พีพีเอ็ม ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพน้ำจากกรมปศุสัตว์ และส่งผ่านปั๊มแรงดันให้มีระดับแรงดันน้ำไม่น้อยกว่า 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะมีการปรับแรงดันและปริมาตรของน้ำในการฉีดพ่นทำความสะอาดบริเวณผิวซากสุกรตามน้ำหนักของสุกร

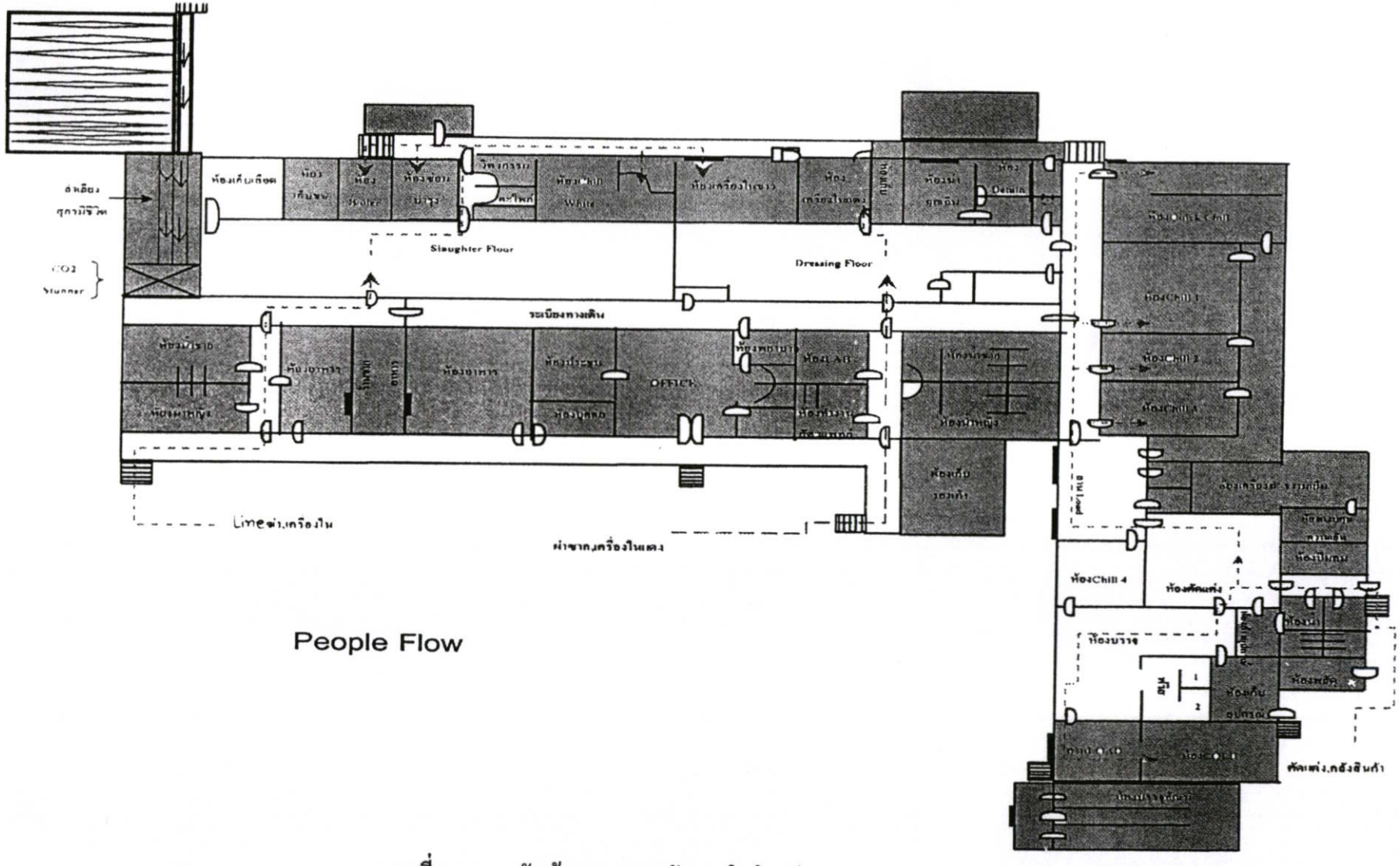



ภาพที่ 4.1 แผนผังโรงฆ่า

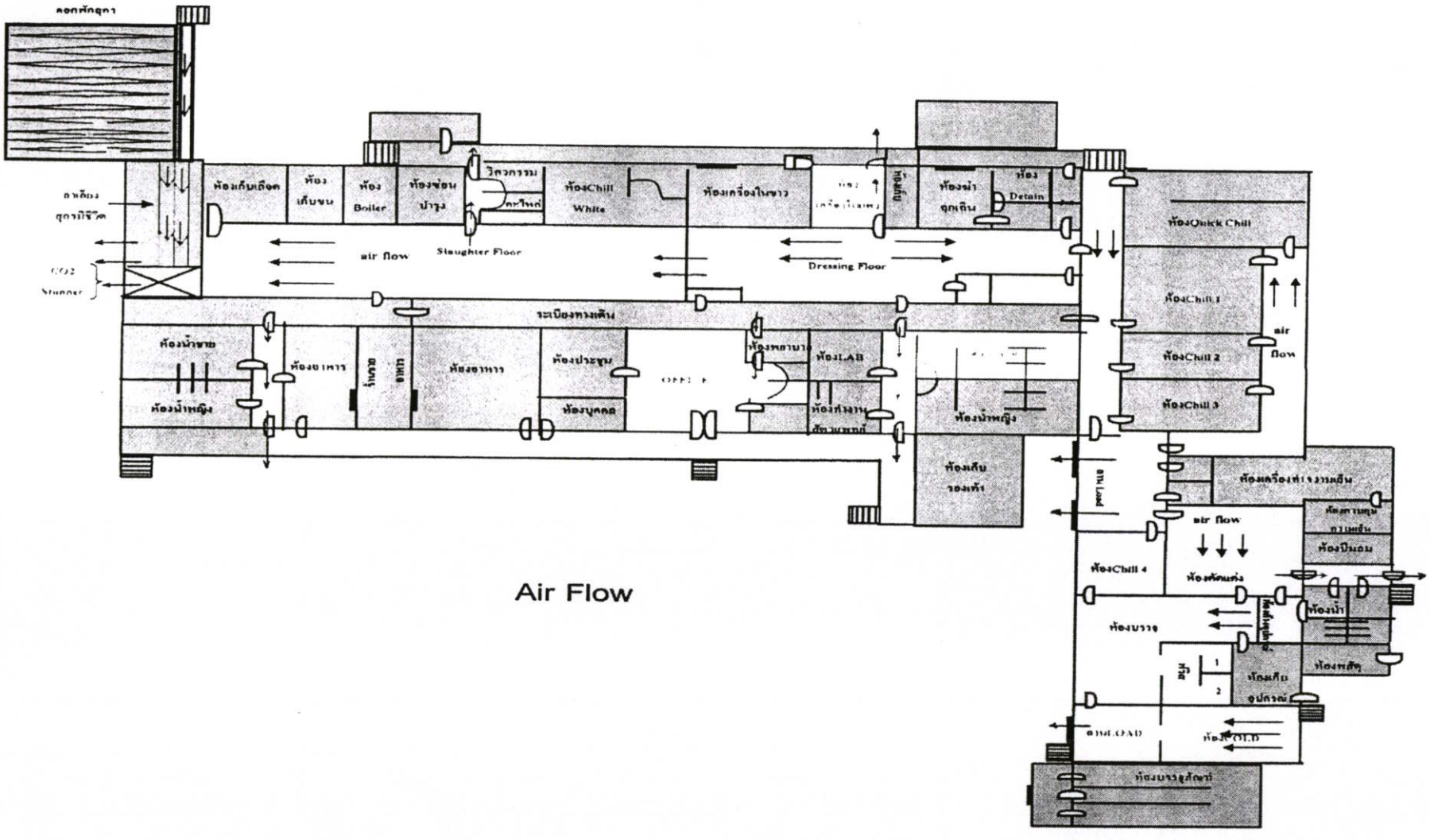



Process Flow

**ภาพที่ 4.2** แผนผังเส้นทางของสุกรในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง




**ภาพที่ 4.3** แผนผังเส้นทางของพนักงานในโรงฆ่า




**ภาพที่ 4.4** แผนผังเส้นทางของอากาศในโรงฆ่า

## 4.6 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

โรงงานฆ่าและชำแหละสุกรที่ทำการศึกษานี้ มีลำดับการจัดการของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ดังภาพที่ 4.5 และมีการจัดการหลังกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร ดังภาพที่ 4.6 ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปดังนี้

1) สุกร : เป็นสุกรลูกผสม เพศเมีย เพศผู้ หรือเพศผู้ตอน จากฟาร์มในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 2 มีอายุ 20 – 24 สัปดาห์ น้ำหนัก 90 – 120 กิโลกรัม มีสุขภาพดี ไม่แสดงอาการป่วย และมีการสุ่มเจาะเลือดโดยสัตวแพทย์ก่อนออกจากฟาร์ม และได้รับอาหารมื้อสุดท้ายเวลา 16.30 น. ของวันก่อนฆ่า

2) การขนย้ายสุกรมีชีวิต : จะทำการขนย้ายสุกรในเวลากลางคืน เวลาประมาณ 19.00 น. เป็นต้นไป จนถึงเวลากลางวันประมาณ 14.00 น.ของวันต่อมา โดยใช้รถบรรทุกสิบล้อ มีคอกบรรจุสุกรได้ 2 ชั้น แบ่งออกเป็นคอกละ 8 – 10 ตัว สามารถขนย้ายสุกรได้ประมาณเที่ยวละ 80 – 100 ตัว มีระยะทางในการขนย้ายสุกรประมาณ 33 – 170 กิโลเมตร ใช้เวลาประมาณ 1 – 5 ชั่วโมง และมีสะพานเทียบแบบอัตโนมัติติดที่ตัวรถ ในการขนย้ายสุกรลงคอกพัก

3) การพักสุกร : มีการชั่งน้ำหนักสุกรและบันทึกน้ำหนักเป็นรายตัว แยกคอกพักให้สุกรในแต่ละฟาร์ม ภายในคอกพักจะมีน้ำสะอาดให้แก่สุกรตลอดเวลา มีระบบน้ำพ่นฝอยอัตโนมัติเพื่อทำความสะอาดสุกรก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า ภายในคอกพักมีพัดลม ซึ่งสุกรจะพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลาประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง มีระยะเวลาในการอดอาหารประมาณ 12 ชั่วโมง ก่อนจะถูกไล่ออกจากคอกพักเข้ากระบวนการฆ่า ในช่วงเวลาประมาณ 08.00 น. เป็นต้นไป

4 ) การทำให้สลบ : สุกรจะถูกต้อนส่งลงไปในกระเช้า ๆ ละ 1 ตัว ซึ่งจะมีทั้งหมด 7 กระเช้า สุกรจะถูกทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 85 ภายในระยะเวลา 1.5 นาที

5 ) การเอาเลือดออก : สุกรที่สลบและหลุดออกมาจากกระเช้า จะถูกแขวนขาหลังในแนวดิ่งและเลื่อนไปตามรางอัตโนมัติ เมื่อถึงตำแหน่งจะถูกแทงคอด้วยมีดปลายแหลมมีความยาวประมาณ 5 – 8 นิ้ว ใช้เวลาแทง 3.5 – 4.0 วินาที เลือดจะไหลลงสู่รางรองเลือดด้านล่าง ทิ้งให้เลือดออกจากซากสุกรประมาณ 1.5 นาที หลังจากนั้นมีการฉีดน้ำล้างทั่วบริเวณลำตัวสุกร

6) การลวกซาก : สุกรที่เอาเลือดออกแล้ว จะถูกเลื่อนมาในสภาพที่แขวนอยู่บนรอก ซากสุกรจะถูกหย่อนลงในถังลวกซาก (scalding vat) ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 59° – 60° ซ ซึ่งจะจุ่มลึกถึงบริเวณต้นสะโพก และถูกน้ำร้อนฉีดพ่น โดยกำหนดให้ซากสุกรเคลื่อนที่เป็นรูปตัวยู แล้วจะหมุนวนออกมาอย่างช้า ๆ รวมระยะเวลาในการลวกซากประมาณ 6 นาที น้ำที่ใช้ในการลวกซากเป็นระบบน้ำล้น เมื่อทำงานประมาณ 3 ชั่วโมง จะมีการหยุดพักเพื่อปล่อยน้ำในถังน้ำร้อนออกครึ่งหนึ่ง แล้วเติมน้ำร้อนใหม่ลงไปให้เต็มเหมือนเดิม

7) การขูดขน : ซากที่ลวกแล้ว จะเลื่อนเข้าสู่เครื่องขูดขนที่มีแกน 2 แกน หมุนเข้าหากันเพื่อขูดขนบริเวณลำตัวและกีบ หลังจากนั้นซากจะถูกปล่อยลงสู่โต๊ะขูดขน เพื่อให้พนักงานขูดขนที่ยังออกไม่หมด ระหว่างการใช้คนขูดจะมีน้ำล้างตลอดเวลา

8) การปัดซากแห้ง : ซากจะเลื่อนผ่านเครื่องปัดขนระยะทางยาวประมาณ 2 เมตร

9) การเผาขน : ซากจะเลื่อนผ่านเครื่องเผาขน ที่มีอุณหภูมิ 1,000 °ซ เป็นเวลาประมาณ 1 – 2 วินาที

10) การปัดซากเปียก : ซากจะเลื่อนผ่านเครื่องปัดซากและมีน้ำฉีดพ่น

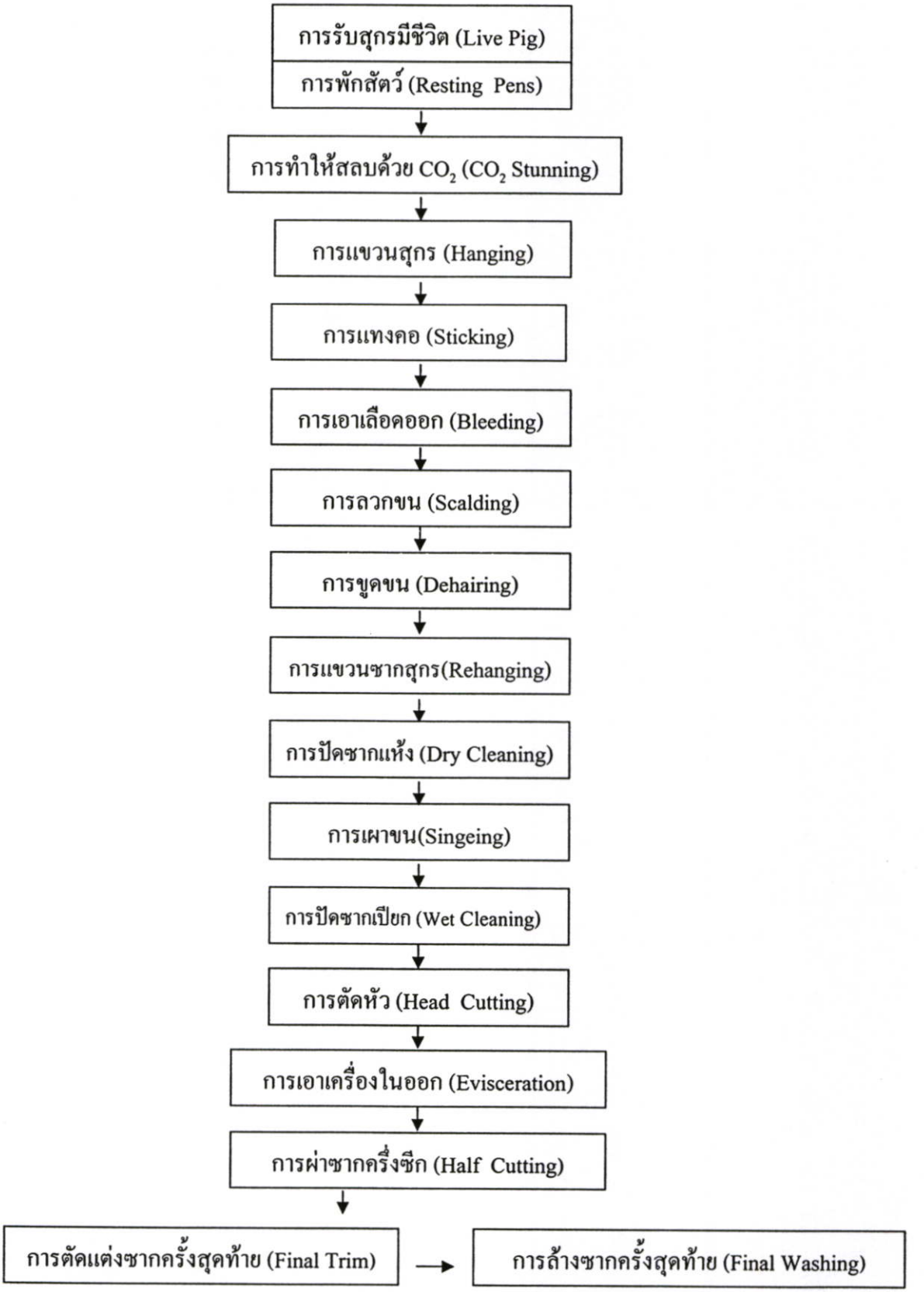
11) การเอาเครื่องในออก : ซากจะถูกตัดหัว ใช้มีดผ่าท้องเอาเครื่องในออก โดยไม่มีการผูกปิดทวาร แล้วนำเครื่องในแดง และเครื่องในขาวใส่ภาชนะกลมที่แขวนหมุนไปตามรางเลื่อนไปยังห้องทำความสะอาดเครื่องใน

12) การผ่าซาก : ใช้มีดเฉาะที่กระดูกสันหลังเพื่อแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก ตัดแต่งเอาส่วนของไขสันหลังและต่อมน้ำเหลืองบริเวณคอออก แล้วซากจะเลื่อนไปตามรางผ่านเครื่องชั่งน้ำหนักและวัดค่า LSQ

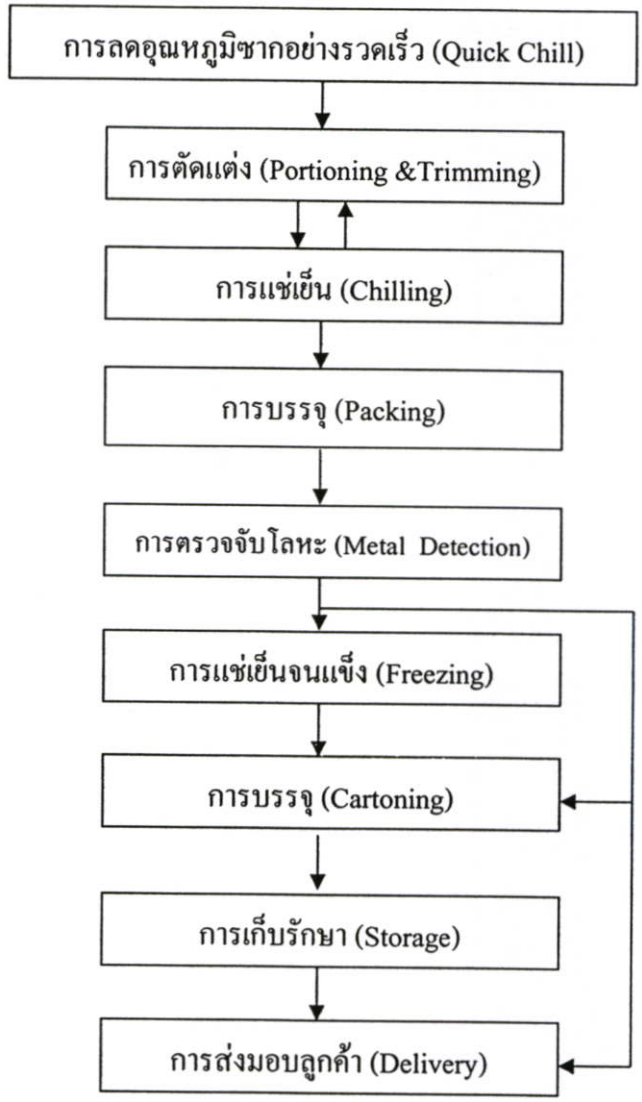
13) การล้างซาก : ซากผ่าซีกจะเลื่อนผ่านการฉีดพ่นน้ำด้วยระบบแรงดันที่ผิวซาก ซึ่งแรงดันและปริมาตรของน้ำจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดน้ำหนักของสุกร

14) การลดอุณหภูมิซาก : ซากผ่าซีกจะถูกนำไปลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ -7 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นซากบางส่วนจะถูกส่งไปตัดแต่งแยกชิ้นส่วนเพื่อส่งให้ลูกค้า ซากสุกรอีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0 – 4 °ซ เป็นเวลานานประมาณ 24 ชั่วโมง

15) การตัดแต่งซาก : ซากผ่าซีกที่ผ่านการแช่เย็น จะถูกเลื่อนไปตามรางเข้าสู่ห้องตัดแต่ง ถูกปลดจากรางวางลงแล้วเคลื่อนที่โดยสายพาน ผ่านพนักงานแต่ละตำแหน่ง ผู้ทำหน้าที่แบ่งแยกออกเป็นชิ้นส่วนใหญ่ ได้แก่ เนื้อสันใน ซี่โครง เนื้อสันนอก สามชั้น เนื้อไหล่ และเนื้อสะโพกตามลำดับ โดยในขณะทำการตัดแต่งซาก พนักงานทุกคนจับชิ้นเนื้อผ่านถุงมือโลหะตาข่าย




**ภาพที่ 4.5** ขั้นตอนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงฆ่ามาตรฐานสากลที่ทำการศึกษา




**ภาพที่ 4.6** ขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งสุกรของโรงฆ่ามาตรฐานสากลที่ทำการศึกษา

## 4.7 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

### 4.7.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร

จากการตรวจตัวอย่างมูลที่เก็บจากลำไส้ใหญ่ ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ดังภาพที่ 4.7 จำนวน 33 ตัวอย่าง จากฟาร์มสุกรใน 4 จังหวัด พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา 18 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 54.54 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3.6 - > 1,100 MPN/กรัม โดยสุกรจากฟาร์มที่มาจากจังหวัดชลบุรีพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 44.44 ซึ่งต่ำกว่าสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง และจันทบุรี ที่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 55.56, 66.67 และ 50.00 ตามลำดับ ดังผลในตารางที่ 4.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร คือ การจัดการฟาร์ม โดยเฉพาะการจัดการด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ น้ำดื่ม การขนส่งอาหาร และการเก็บ

รักษาอาหาร (Wray and Wray (2000) ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในลำไส้สุกร ที่สามารถปนเปื้อนมายังซากภายหลังการฆ่าและชำแหละได้

**ตารางที่ 4.1** การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ร้อยละที่พบ | ปริมาณเชื้อ (MPN /กรัม) |
|---|---|---|---|
| ฉะเชิงเทรา | 5/9 | 55.56 | 3.60 - > 1,100 |
| ชลบุรี | 4/9 | 44.44 | 7.30-23.00 |
| ระยอง | 6/9 | 66.67 | 3.60 - > 1,100 |
| จันทบุรี | 3/6 | 50.00 | 3.60 |
| รวมทั้งสิ้น | 18/33 | 54.54 | 3.60 - > 1,100 |

**4.7.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร**

1) รถขนส่งสุกร จากการสุ่ม swab รถขนส่งสุกรหลังการปล่อยสุกรลงคอกพัก ดังภาพที่ 4.8 จำนวน 11 คัน ซึ่งทำการขนส่งสุกรจากฟาร์มในฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 90.91 ในปริมาณเชื้อ 3.60 – 460.00 MPN/100 ตร.ซม. โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา กับระยะทางและระยะเวลาในการขนส่ง ซึ่งพบว่ารถขนส่งสุกรจากฟาร์มที่มีระยะทางและระยะเวลาขนส่งสุกรสั้นที่สุด คือ การขนส่งสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 66.67 ต่ำกว่าการขนส่งจากฟาร์มอีก 3 จังหวัด ที่พบการปนเปื้อนสูงถึงร้อยละ 100 ทั้ง 3 ฟาร์ม ดังผลในตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่ารถขนส่งสุกรเป็นแหล่งที่สำคัญในแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาไปยังซากสุกร โดยมีปัจจัยสำคัญจากการเลี้ยงสุกรในฟาร์ม เช่น อาหารที่ส่งผลถึงอุจจาระที่เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาในระหว่างการขนส่ง หรือการทำความสะอาดรถขนส่งสุกรและการฆ่าเชื้อ ภายหลังการขนส่งสุกรแล้วหรือก่อนเริ่มการขนส่งครั้งใหม่

2) น้ำในคอกพักสุกร จากการเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้พ่นในคอกพัก ดังภาพที่ 4.11 จำนวน 11 ครั้ง ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำที่ใช้พ่น เพื่อลดความเครียดให้สุกรในคอกพัก ดังผลในตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโรงฆ่าแห่งนี้สามารถควบคุมคุณภาพน้ำได้ในเกณฑ์ที่ดี จึงไม่เป็นแหล่งของการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาให้ฝูงสุกรที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละ

3) คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก จากการสุ่ม swab บริเวณผนังและพื้นคอกสุกร ดังภาพที่ 4.9 พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 7 คอก จากจำนวนที่ทำการตรวจ 12 คอก คิดเป็นร้อยละ 54.54 มีปริมาณเชื้อ 3.00 - 210.00 MPN/100 ตร.ซม. ดังผลในตารางที่ 4.2 ชี้ให้เห็นว่าแม้จะมีการทำความสะอาดคอกพักหลังสุกรเข้าพักทุกครั้ง แต่ยังคงมีเชื้อซัลโมเนลลาติดค้างอยู่ตามผนังและพื้น

คอกพัก จึงควรมีการปรับปรุงและเข้มงวดกับวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในคอกพัก เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากคอกพักมายังสุกรที่เข้าพัก ซึ่งสามารถปนเปื้อนไปยังซากและชิ้นเนื้อได้

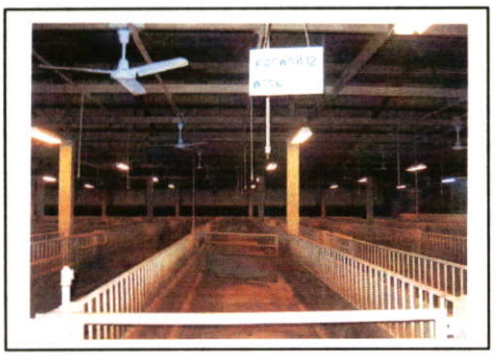
4) คอกพักหลังสุกรเข้าพัก พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 12 คอก จากการสำรวจคอกพักทั้งสิ้น จำนวน 12 คอก คิดเป็นร้อยละ 100 มีปริมาณเชื้อ 3.00 - >1,100 MPN/100 ตร.ซม. ดังผลในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.10 ทั้งนี้เนื่องจากสุกรที่เข้าพักจะขับถ่ายมูลออกมา ซึ่งการอดอาหารสุกรก่อนการขนส่งสุกร จะสามารถลดการขับถ่ายมูลของสุกรได้ และการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อคอกพักภายหลังสุกรเข้าพักทุกครั้ง ก็เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการลดการปนเปื้อนของเชื้อมายังตัวสัตว์ที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละ

**ตารางที่ 4.2** การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในรถขนส่ง คอกพักก่อนและหลังสัตว์เข้าพัก และน้ำในคอกพัก

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ร้อยละที่พบ | ปริมาณเชื้อ | หน่วย |
|---|---|---|---|---|
| **รถขนส่งสุกร** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 2/3 | 66.67 | 3.60-93.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 3/3 | 100.00 | 49.00-460.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 3/3 | 100.00 | 21.00- 42.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 2/2 | 100.00 | 3.60-26.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 10/11 | 90.91 | 3.60 - 460 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **น้ำในคอกพักสุกร** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN /ลบ.ซม. |
| **คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 7/12 | 54.54 | 3.00 -210.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **คอกพักหลังสุกรเข้าพัก** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 12/12 | 100.00 | 3.00 - > 1100 | MPN /100 ตร.ซม. |

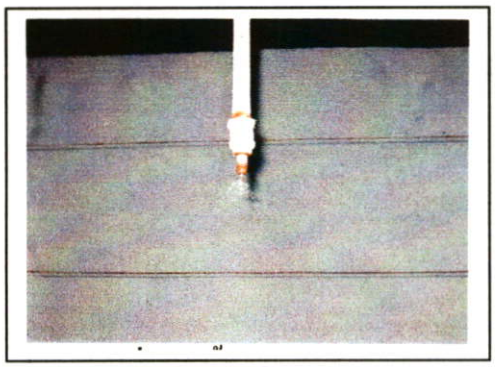
**ภาพที่ 4.7** เก็บตัวอย่างอุจจาระจากลำไส้ใหญ่

**ภาพที่ 4.8** รถขนส่งสุกร



**ภาพที่ 4.9** คอกก่อนสุกรเข้าพัก

**ภาพที่ 4.10** คอกหลังสุกรเข้าพัก



**ภาพที่ 4.11** น้ำในคอกพักสุกร

**ภาพที่ 4.12** ซากสุกรก่อนลวก

**ภาพที่ 4.13** การเก็บเลือดตัวอย่าง

**ภาพที่ 4.14** เก็บตัวอย่างแผลแทงคอ

**4.7.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร**

1) ซากสุกรก่อนลวก จากการสุ่ม swab ผิวซากสุกรก่อนลวก ดังภาพที่ 4.12 พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 22 ตัว จากสุกร 33 ตัว คิดเป็นร้อยละ 66.67 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3.0 - >1,100 MPN /100 ตร.ซม. ซึ่งการปนเปื้อนอาจมาจากมูลหรือสิ่งสกปรกที่ติดมาจากฟาร์ม รถขนส่งสุกร และคอกพักสัตว์ พบว่าซากสุกรจากฟาร์มจังหวัดจันทบุรีมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 50.00 ต่ำกว่าสุกรจากฟาร์มจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ที่พบการปนเปื้อน ร้อยละ 77.78, 55.56 และ77.78 ตามลำดับ ดังผลในตารางที่ 4.3

2) เลือด จากการตรวจเลือดของสุกร 33 ตัว ดังภาพที่ 4.13 ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเลือดของสุกรจากทุกฟาร์ม

3) แผลแทงคอ ในการสุ่ม swab แผลแทงคอเพื่อเอาเลือดออกจากสุกร จำนวน 33 ตัว ดังภาพที่ 4.14 พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 14 ตัว คิดเป็นร้อยละ 42.42 มีปริมาณเชื้อ 3.60 – 290 MPN/25 ตร.ซม. ซึ่งแผลแทงคอนับเป็นจุดสำคัญในการเปิดรับเชื้อซัลโมเนลลาเข้าสู่ภายในตัวซากได้ โดยเฉพาะแผลที่มีขนาดกว้างกว่า 10 นิ้ว จะมีผลทำให้การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามีอัตราสูงขึ้นได้

**ตารางที่ 4.3** การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรก่อนลวก เลือด และแผลแทงคอ

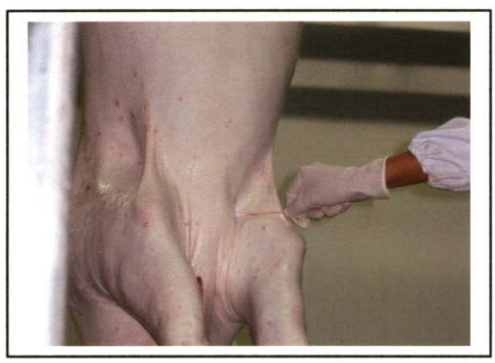
| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ร้อยละ ที่พบ | ปริมาณเชื้อ | หน่วย |
|---|---|---|---|---|
| **ซากสุกรก่อนลวก** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 7/9 | 77.88 | 3.00-28.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 5/9 | 55.56 | 43.00 - > 1,100 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 7/9 | 77.88 | 3.0 - > 1,100 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 3/6 | 50.00 | 53.00-290.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 22/33 | 66.67 | 3.0 - > 1,100 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **เลือด** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/33 | 0 | 0 | MPN /100 ลบ.ซม. |
| **แผลแทงคอ** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 4/9 | 44.44 | 3.60-9.40 | MPN / 25 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 3/9 | 33.33 | 3.60-43.00 | MPN / 25 ตร.ซม. |
| ระยอง | 4/9 | 44.44 | 3.00-3.60 | MPN / 25 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 3/6 | 50.00 | 3.60-290 | MPN / 25 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 14/33 | 42.42 | 3.60-290.00 | MPN / 25 ตร.ซม. |

**ภาพที่ 4.15** บ่อน้ำลวกซากสุกร

**ภาพที่ 4.16** อุณหภูมิน้ำลวกซาก 60°ซ

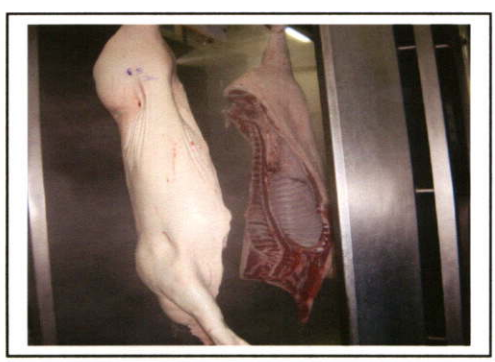
**ภาพที่ 4.17** น้ำหลังการลวกซาก

**ภาพที่ 4.18** ซากสุกรหลังการเผาซาก

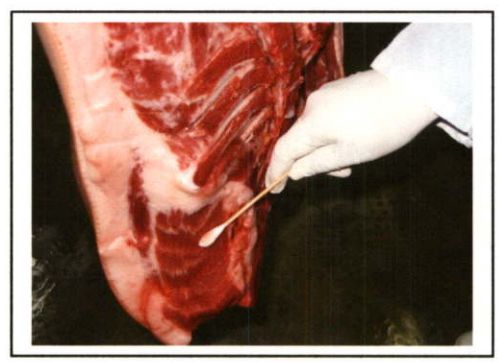


**ภาพที่ 4.19** ซากสุกรหลังการลวก

**ภาพที่ 4.20** ซากสุกรหลังการผ่าซีก



**ภาพที่ 4.21** การล้างซากสุกรครั้งสุดท้าย



**ภาพที่ 4.22** ซากสุกรหลังแช่เย็น

4) น้ำก่อนการลวกซากสุกร น้ำร้อนที่ใช้ลวกซากสุกรจะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 59 -60° ซ ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สามารถฆ่าเชื้อซัลโมเนลลาได้ ดังภาพที่4.15 และ4.16 จึงทำให้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำก่อนลวกซากสุกร ที่สุ่มตรวจทั้งสิ้น 11 ตัวอย่าง ดังผลใน ตารางที่ 4.4

5) น้ำหลังการลวกซากสุกร ภายหลังการลวกซากสุกรไปแล้ว ประมาณ 80-100 ตัว ดังภาพที่ 4.17 แต่ก็ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำภายในถังลวก ทั้งนี้เพราะมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำภายในถังลวกซาก ให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 58° ซ ซึ่งจะสามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาที่ติดมาบนผิวซากได้ และในขณะเดียวกันก็มีการถ่ายเทน้ำในถังลวก โดยระบบน้ำล้นอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการถ่ายเทเอาเศษขนและตะกอนสกปรกออกไปด้วยในระหว่างการลวก เพื่อป้องกันมิให้มีการหมักหมมของเชื้อซึ่งจะไปปกป้องเชื้อไม่ให้ถูกทำลายได้

6) ซากสุกรหลังการลวก พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากหลังการลวก จำนวน 3 ตัว จากซากจำนวน 33 ตัว คิดเป็นร้อยละ 9.0 9 มีปริมาณเชื้อ 3.00 – 26.00 MPN /100 ตร.ซม. จะเห็นได้ว่าผิวซากสุกรที่ผ่านการลวกซาก และเผาขน ดังภาพที่ 4.18 และ 4.19 จะมีอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาลดลงจากร้อยละ 66.67 เหลือเพียงร้อยละ 9.09 และปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนลวกมีสูงถึง 3.0 - > 1,100 MPN /100 ตร.ซม. เมื่อผ่านการลวกซากและเผาขนแล้วปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียง 3.0 - 26.0 MPN /100 ตร.ซม. ชี้ให้เห็นว่าถ้าน้ำลวกซากมีอุณหภูมิสูงกว่า 58 ° ซ จะสามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ และโดยเฉพาะอุณหภูมิในการเผาซากซึ่งสูงถึง 1,000 ° ซ สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวได้เป็นจำนวนมาก แต่อย่างไรก็ตามการเผาขนบนซากด้วยความร้อนที่อุณหภูมิสูงนี้ ก็ยังไม่สามารถทำลายเชื้อที่ถูกปกคลุมอยู่ใต้ขน หรือบริเวณหลืบของผิวหนังได้ จึงยังสามารถพบเชื้อบนผิวซากได้บ้าง

7) ซากสุกรหลังการผ่าซีก พบว่ามีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวด้านในของซากสุกรผ่าซีกสูงกว่าซากที่ผ่านการลวกเล็กน้อย ดังตารางที่ 4.4 โดยพบสุกรที่มีเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 4 ตัว จากสุกร 33 ตัว คิดเป็นร้อยละ 12.12 และมีปริมาณเชื้อ 3.00 – 24.00 MPN /100 ตร.ซม. ซึ่งการปนเปื้อนที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อยนี้อาจเป็นผลจากการเอาเครื่องในออกจากซาก และมีการฉีกขาดของท่อทางเดินอาหาร หรือมีการรั่วไหลของสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ใหญ่และปนเปื้อนมายังผิวซาก แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาที่พบบนซากสุกรหลังการผ่าซีก ต่อตารางเซนติเมตร พบว่ามีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 0.03 – 0.24 MPN /ตร.ซม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ USDA กำหนดให้ซากสุกรชำแหละมีเชื้อซัลโมเนลลาได้ไม่เกิน 0.2 MPN/ตร.ซม. แสดงว่าซากสุกรจากโรงฆ่าที่ทำการสำรวจแห่งนี้ มีความสะอาด และความปลอดภัยต่อการบริโภค

8) น้ำฉีดล้างซากสุกร ตรวจไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำที่ใช้ฉีดพ่นล้างซากสุกร อาจเป็นผลเนื่องจากน้ำที่ใช้ในโรงฆ่าแห่งนี้จะทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยคลอรีนที่มีความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม แสดงให้เห็นว่าน้ำที่ใช้ในโรงฆ่าที่ทำการสำรวจนี้ สะอาด และมีคุณภาพเหมาะสมต่อการใช้ทำความสะอาดซากสุกรได้เป็นอย่างดี

**ตารางที่ 4.4** การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากหลังการลวก ซากหลังการผ่าซีก ซากก่อนการแช่เย็น ในน้ำลวกซาก และน้ำล้างซาก

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ร้อยละ ที่พบ | ปริมาณเชื้อ | หน่วย |
|---|---|---|---|---|
| **น้ำก่อนการลวกซากสุกร** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN / ลบ.ซม. |
| **น้ำหลังการลวกซากสุกร** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN / ลบ.ซม. |
| **ซากสุกรหลังการลวก** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 1/9 | 11.11 | 3.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 1/9 | 11.11 | 3.60 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 0/9 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 1/6 | 16.67 | 26.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 3/33 | 9.09 | 3.00-26.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **ซากสุกรผ่าซีก** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 0/9 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 4/9 | 44.44 | 3.0-24.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 0/9 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 0/6 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 4/33 | 12.12 | 3.00-24.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **น้ำล้างซาก** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN /ลบ.ซม. |
| **ซากสุกรก่อนแช่เย็น** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 0/9 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 1/9 | 11.11 | 9.10 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 0/9 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 0/6 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 1/33 | 3.03 | 9.10 | MPN /100 ตร.ซม. |

9) ซากสุกรก่อนแช่เย็น พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรก่อนแช่เย็นเพียง 1 ตัว จากสุกรตัวอย่าง 33 ตัว คิดเป็นร้อยละ 3.03 และมีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเพียง 9.1 MPN/100 ตร.ซม. ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ ที่ USDA กำหนดไว้ และการที่ซากก่อนแช่เย็นมีปริมาณการ

ปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาน้อยกว่าซากหลังการผ่าซีก เนื่องจากก่อนการนำซากเข้าแช่เย็นจะทำการล้างซากครั้งสุดท้ายดังภาพที่ 4.21 ด้วยการฉีดพ่นล้างซากด้วยน้ำสะอาดที่มีคุณภาพดี ซึ่งไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อในน้ำ รวมทั้งมีการปรับปริมาตรน้ำและแรงดันน้ำให้เหมาะสมตามน้ำหนักสุกรแต่ละตัว

### 4.7.4 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

1) ซากสุกรหลังแช่เย็น ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ นาน 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4.22 ถึงแม้ว่าซากก่อนการแช่เย็นจะพบการปนเปื้อนของเชื้อ ทั้งนี้เนื่องจากความเย็นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาได้ ดังผลในตารางที่ 4.5

2) มือของพนักงานตัดแต่ง ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนมือของพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่งเนื้อสุกร ดังภาพที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่าพนักงานมีการทำความสะอาดมือ และถุงมือตาข่ายอย่างมีประสิทธิภาพ

**ภาพที่ 4.23** มือของพนักงานตัดแต่ง

**ภาพที่ 4.24** มีดตัดแต่งซาก

**ภาพที่ 4.25** โต๊ะตัดแต่งซาก

**ภาพที่ 4.26** ชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่ง

3) มีดตัดแต่งซาก จากการเก็บตัวอย่าง 11 ครั้ง ดังภาพที่ 4.24 พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนมีดก่อนการตัดแต่ง 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.09 และมีปริมาณเชื้อ 3.60 MPN/มีด ส่วนมีดหลังการตัดแต่งไม่พบการปนเปื้อนจากเชื้อซัลโมเนลลา จึงควรมีการทำความสะอาดมีดตัดแต่งอีกครั้งหนึ่ง ก่อนลงมือทำการตัดแต่งทุกครั้ง

4) โต๊ะตัดแต่งซาก จากการสุ่มตรวจโต๊ะตัดแต่งซากทั้งก่อนการตัดแต่งและหลังการตัดแต่ง จำนวน 11 ครั้ง ดังภาพที่ 4.25 พบว่าโต๊ะก่อนการตัดแต่งมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.09 มีปริมาณเชื้อ 3.00 MPN/100 ตร.ซม. ส่วนโต๊ะหลังการตัดแต่งมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.09 มีปริมาณเชื้อ 15.00 MPN/100 ตร.ซม. แสดงว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังกระบวนการตัดแต่งซากสุกร

5) ชิ้นเนื้อสุกร จากการสุ่มเก็บชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่งจากกล้ามเนื้อสะโพก สันนอก สันคอ และพื้นท้อง จากสุกรตัวอย่างจำนวน 33 ตัว ดังภาพที่ 4.26 พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพียง 1 ตัว คิดเป็นร้อยละ 3.03 มีปริมาณเชื้อ 3.00 MPN/กรัม ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลานี้ เกิดขึ้นในคราวเดียวกับการพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่โต๊ะก่อนการตัดแต่ง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนชิ้นเนื้ออาจมีสาเหตุมาจากอุปกรณ์ที่มีความสะอาดไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงควรมีการทำความสะอาดโต๊ะตัดแต่งซากอีกครั้งหนึ่ง ก่อนลงมือทำการตัดแต่งทุกครั้ง

**ตารางที่ 4.5** การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ร้อยละ ที่พบ | ปริมาณเชื้อ | หน่วย |
|---|---|---|---|---|
| **ซากสุกรหลังแช่เย็น** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/33 | 0 | 0 | MPN / 100 ตรซม. |
| **มือก่อนการตัดแต่ง** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN /มือ |
| **มือหลังการตัดแต่ง** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN /มือ |
| **มีดก่อนการตัดแต่ง** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 1/3 | 33.33 | 3.60 | MPN /มีด |
| ชลบุรี | 0/3 | 0 | 0 | MPN /มีด |
| ระยอง | 0/3 | 0 | 0 | MPN /มีด |
| จันทบุรี | 0/2 | 0 | 0 | MPN /มีด |
| รวมทั้งสิ้น | 1/11 | 9.09 | 3.60 | MPN /มีด |

**ตารางที่ 4.5** การปนเปื้อนเชื้อของซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร (ต่อ)

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ร้อยละ ที่พบ | ปริมาณเชื้อ | หน่วย |
|---|---|---|---|---|
| **มีดหลังการตัดแต่ง** | | | | |
| รวมทั้งสิ้น | 0/11 | 0 | 0 | MPN /มีด |
| **โต๊ะก่อนการตัดแต่ง** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 0/3 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 0/3 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 1/3 | 33.33 | 3.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 0/2 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 1/11 | 9.09 | 3.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **โต๊ะหลังการตัดแต่ง** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 1/3 | 33.33 | 15.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ชลบุรี | 0/3 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| ระยอง | 0/3 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| จันทบุรี | 0/2 | 0 | 0 | MPN /100 ตร.ซม. |
| รวมทั้งสิ้น | 1/11 | 9.09 | 15.00 | MPN /100 ตร.ซม. |
| **ชิ้นเนื้อสุกร** | | | | |
| ฉะเชิงเทรา | 0/9 | 0 | 0 | MPN / กรัม |
| ชลบุรี | 0/9 | 0 | 0 | MPN /กรัม |
| ระยอง | 1/9 | 11.11 | 3.00 | MPN /กรัม |
| จันทบุรี | 0/6 | 0 | 0 | MPN /กรัม |
| รวมทั้งสิ้น | 1/33 | 3.03 | 3.00 | MPN /กรัม |

## 4.8 ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

### 4.8.1 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร

ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกรจากฟาร์มสุกรใน 4 จังหวัด ซีโรวาร์ที่พบจากฟาร์มจังหวัดฉะเชิงเทรา 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 80.00, *S.* 4,12:i:-ร้อยละ 40.00 จากฟาร์มจังหวัดชลบุรี 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 50.00 และ *S.* Stanley ร้อยละ 50.00 จากฟาร์มจังหวัดระยอง 5 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Bovismorbifican ร้อยละ 50.00, *S.* Rissen ร้อยละ 33.33, *S.* Stanley ร้อยละ 33.33, *S.* 4,12:i:-ร้อยละ 16.67 และ *S.* 4,5,12:i:- ร้อยละ 16.67 จากฟาร์มจังหวัดจันทบุรี 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 66.67 และ *S.* Weltevreden ร้อยละ 33.33 รวมซีโรวาร์ที่

พบในฟาร์มทั้ง 4 แห่ง จำนวน 6 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 55.56, *S.* Stanley ร้อยละ 22.22, *S.* Bovismorbifican ร้อยละ 16.67, *S.* 4,12:i:- ร้อยละ 16.67, *S.* 4,5,12:i:- ร้อยละ 5.56 และ *S.* Weltevreden ร้อยละ 5.56 ซึ่งซีโรวาร์ที่พบในทุกฟาร์ม คือ *S.* Rissen และพบข้อสังเกตว่าซีโรวาร์ที่พบในมูลสุกรจากฟาร์มในฟาร์มจังหวัดระยองเป็น*S.* Bovismorbifican คาดว่าอาจมีการปนเปื้อนข้ามมาจากวัว เนื่องจากเป็นเขตที่มีฟาร์มเลี้ยงวัวเนื้อเป็นจำนวนมาก ดังผลในตารางที่ 4.6

**ตารางที่ 4.6** ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในมูลสุกรตัวอย่าง ที่มาจากฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ ตย. ที่เก็บ | ซีโรวาร์ที่พบ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| ฉะเชิงเทรา* | 5/9 | *S.* Rissen 80.00 และ *S.* 4,12:i:- 40.00 |
| ชลบุรี | 4/9 | *S.* Rissen 50.00 และ *S* . Stanley 50.00 |
| ระยอง* | 6/9 | *S* .Bovis 50.00, *S.* Rissen 33.33, *S.* Stanley 33.33, *S.* 4,12:i:- 16.67 และ *S.* 4,5,12:i:- 16.67 |
| จันทบุรี | 3/6 | *S.* Rissen 66.67 และ *S.* Weltevreden 33.33 |
| รวมทั้งสิ้น* | 18/33 | *S.* Rissen 55.56, *S.* Stanley 22.22, *S.* Bovis 16.67, *S.* 4,12:i:- 16.67, *S.* 4,5,12:i:- 5.56 และ *S.* Weltevreden 5.56 |

**หมายเหตุ** :- *S.* 4,12:i:- คือ *S. enterica subp.enterica ser* 4,12:i:- , *S.* 4,5,12:i:- คือ *S. enterica subp.enterica ser* 4,5,12:i:- และ. *S.* Bovis คือ *S.* Bovismorbifican

* หนึ่งตัวอย่างมี 2 ซีโรวาร์

### 4.8.2 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในตัวอย่างก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

1) รถขนส่งสุกร ผลการตรวจซีโรวาร์ในรถขนส่งสุกรของฟาร์มจังหวัดฉะเชิงเทราพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 100.00 ของฟาร์มจังหวัดชลบุรีพบ 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 66.67 และ *S.* Stanley ร้อยละ 33.33 ของฟาร์มจังหวัดระยองพบ 3 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S* .Bovis ร้อยละ 33.33, *S.* Stanley ร้อยละ 33.33 และ *S.* 4,12:i:- ร้อยละ 33.33 ของฟาร์มจังหวัดจันทบุรีพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 100.00 รวมซีโรวาร์ที่พบในฟาร์มทั้ง 4 แห่ง จำนวน 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 60.00, *S.* Stanley ร้อยละ 20.00, *S.*4,12:i:- ร้อยละ10.00 และ *S.* Bovismorbifican ร้อยละ 10.00 โดยพบข้อสังเกตว่าทุกซีโรวาร์ที่พบในรถขนส่งสุกรเป็นซีโรวาร์เดียวกับที่พบในมูลสุกร โดยเฉพาะฟาร์มในจังหวัดระยองพบซีโรวาร์ *S.* Bovismorbifican ซึ่งเคยพบแล้วในมูลสุกรจากฟาร์มจังหวัดระยอง จึงเป็นการยืนยันได้ว่าเชื้อซัลโมเนลลามีการแพร่กระจายจากฟาร์มไปสู่รถขนส่งได้ ดังผลในตารางที่ 4.7

2) คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก จากการตรวจซีโรวาร์คอกพักก่อนนำสุกรเข้าพักพบเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 44.44, *S.* Stanley ร้อยละ 33.33, *S.* Anatum ร้อยละ 11.11 และ *S.* Kedougou ร้อยละ11.11 ดังผลในตารางที่ 4.7

3) คอกพักหลังสุกรเข้าพัก ผลการตรวจซีโรวาร์คอกพักหลังสุกรเข้าพัก 8 -10 ชั่วโมง พบเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 71.66 , *S.* Kedougou ร้อยละ 14.28, *S.* Rissen ร้อยละ 7.83 และ *S.* Typhimurium ร้อยละ 7.83 ดังผลในตารางที่ 4.7 ซึ่งในการตรวจพบ *S.* Typhimurium นี้ ต้องควรระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะเป็นซีโรวาร์ที่ก่อให้เกิดไข้ไทฟอยด์ในคนได้ และตามมาตรฐานเนื้อสุกรของกรมปศุสัตว์ต้องปราศจาก *S.* Typhimurium

**ตารางที่ 4.7** ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ของฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ ตย. ที่เก็บ | ซีโรวาร์ที่พบ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| **รถขนส่งสุกร** | | |
| ฉะเชิงเทรา | 2/3 | *S.* Rissen 100.00 |
| ชลบุรี | 3/3 | *S.* Rissen 66.67 และ *S.* Stanley 33.33 |
| ระยอง | 3/3 | *S* .Bovis 33.33, *S.* Stanley 33.33 และ *S.* 4,12:i:-33.33 |
| จันทบุรี | 2/2 | *S.* Rissen 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 10/11 | *S.* Rissen 60.00 , *S.* Stanley 20.00, *S.* Bovis 10.00 และ *S.* 4,12:i:-10.00 |
| **คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก** | 7/12 | *S.* Rissen 44.44, *S.* Stanley 33.33, *S.* Anatum 11.11 และ *S.* Kedougou 11.11 |
| **คอกพักหลังสุกรเข้าพัก** | 12/12 | *S.* Stanley 71.66, *S.* Rissen 7.83, *S.* Typhimurium 7.83 และ *S.* Kedougou 14.28 |

**หมายเหตุ :-** *S.* 4,12:i:- คือ *S. enterica subp.enterica ser* 4,12:i:- และ. *S.* Bovis คือ *S.* Bovismorbifican

### 4.8.3 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

1) ซากสุกรก่อนลวก ผลการตรวจซีโรวาร์ในซากสุกรก่อนลวกของฟาร์มจากจังหวัดฉะเชิงเทราพบ 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 71.43, *S.* Stanleyร้อยละ 14.28, *S.*4,12:i:- ร้อยละ14.28 และ *S.*4,5,12:i:- ร้อยละ 14.28 ของฟาร์มจังหวัดชลบุรีพบ 3 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Anatum ร้อยละ 80.00, *S.* Rissen ร้อยละ 60.00 และ *S.* Stanley ร้อยละ 60.00 ของฟาร์มจากจังหวัดระยองพบ 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 42.86, *S.*4,12:i:- ร้อยละ 28.57, *S.* Stanley ร้อยละ 14.28 และ

*S.* 4,5,12:i:- ร้อยละ 14.28 ของฟาร์มจากจังหวัดจันทบุรีพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 100.00 รวมซีโรวาร์ที่พบจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง จำนวน 5 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 50.00, *S.* Stanley ร้อยละ 26.36 , *S.* Anatum ร้อยละ 18.18 *S.* 4,12:i:- ร้อยละ 13.64, และ *S.* 4,5,12:i:- ร้อยละ 9.09 ดังผลในตารางที่ 4.8

2) แผลแทงคอ ผลการตรวจซีโรวาร์จากแผลแทงคอของสุกรจากฟาร์มจากจังหวัดฉะเชิงเทราพบ 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 50.00, *S* .Rissen ร้อยละ25.00 , *S*.4,12:i:- ร้อยละ 25.00 และ *S*.4,5,12:i:- ร้อยละ 25.00 ของฟาร์มจากจังหวัดชลบุรีพบ 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 66.67 และ *S.* Rissen ร้อยละ 33.33 ของฟาร์มจากจังหวัดระยองพบ 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 75.00 และ *S.* 4,5,12:i:- ร้อยละ 25.00 ของฟาร์มจากจังหวัดจันทบุรีพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ100.00 รวมซีโรวาร์ที่พบในฟาร์มทั้ง 4 แห่ง จำนวน 4 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 71.42, *S.* Rissen ร้อยละ 14.29, *S*.4,12:i:- ร้อยละ 14.29 และ *S.* 4,5,12:i:- ร้อยละ 7.14 โดยพบข้อสังเกตว่าทุกซีโรวาร์ที่พบในแผลแทงคอเป็นซีโรวาร์เดียวกับที่พบในซากก่อนลวก ดังผลในตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่าเชื้อซัลโมเนลลามีการแพร่กระจายจากซากสุกรก่อนการลวกมายังแผลแทงคอได้ เพราะสุกรจะถูกแขวนในแนวดิ่งก่อนการถูกแทงคอเอาเลือด โดยห้อยหัวลง ซึ่งจะทำให้สิ่งสกปรกบนผิวซากไหลลงมาปนเปื้อนบนแผลที่แทงคอเพื่อเอาเลือดออกได้

3) ซากสุกรหลังการลวก ผลการตรวจซีโรวาร์บนซากหลังการลวก ซึ่งเป็นสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทราพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 100.00 ของฟาร์มจากจังหวัดชลบุรีพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 100.00 ของฟาร์มจากจังหวัดจันทบุรีพบ 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ100.00 รวมซีโรวาร์ที่พบจากฟาร์มทั้ง 4 แห่ง จำนวน 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Stanley ร้อยละ 66.67 และ *S.* Rissen ร้อยละ 33.33 ดังผลในตารางที่ 4.8

4) ซากสุกรผ่าซีก ผลการตรวจซีโรวาร์ผิวด้านในของซากสุกรผ่าซีก พบเฉพาะซากจากฟาร์มจังหวัดชลบุรีจำนวน 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 75.00 และ *S.* Stanley ร้อยละ 25.00 ส่วนซากสุกรจากฟาร์มจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง และจันทบุรีไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา แสดงให้เห็นว่าในขั้นตอนผ่าซาก เฉพาะซากสุกรจากฟาร์มจังหวัดชลบุรีเท่านั้นที่มีการปนเปื้อนเพิ่มสูงขึ้น ดังผลในตารางที่ 4.8

5) ซากสุกรก่อนแช่เย็น ผลการตรวจซีโรวาร์ผิวด้านในของซากสุกรก่อนแช่เย็น พบเฉพาะซากสุกรจากฟาร์มจังหวัดชลบุรีจำนวน 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen ร้อยละ 100.00 ส่วนซากสุกรจากฟาร์มจังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง และจันทบุรีไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ซึ่งพบข้อสังเกตว่าการปนเปื้อนที่พบครั้งนี้เกิดขึ้นในคราวเดียวกับที่พบจากซากสุกรผ่าซีกในฟาร์มเดียวกันและเป็นซีโรวาร์ที่เหมือนกัน คือ *S.* Rissen ดังผลในตารางที่ 4.8 แสดงว่าเป็นการปนเปื้อนที่ตกค้างมาจากซากสุกรผ่าซีก และมีบางส่วนที่ไม่สามารถฉีดล้างด้วยน้ำสะอาดได้

**ตารางที่ 4.8** ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ในเขตของฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ ตย. ที่เก็บ | ซีโรวาร์ที่พบ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| **ซากสุกรก่อนลวก** | | |
| ฉะเชิงเทรา* | 7/9 | *S.* Rissen 71.43, *S.* Stanley 14.28, *S.*4,12:i:- 14.28 และ *S.*4,5,12:i:- 14.28 |
| ชลบุรี* | 5/9 | *S.* Anatum 80.00, *S.* Rissen 60.00 และ *S.* Stanley 60.00 |
| ระยอง | 7/9 | *S.* Rissen 42.86, *S.*4,12:i:-28.57, *S.* Stanley 14.28 และ *S.* 4,5,12:i:- 14.28 |
| จันทบุรี | 3/6 | *S.* Stanley 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น* | 22/33 | *S.* Rissen 50.00, *S.* Stanley 26.36, *S.* Anatum 18.18, *S.* 4,12:i:- 13.64 และ *S.* 4,5,12:i:- 9.09 |
| **แผลแทงคอ** | | |
| ฉะเชิงเทรา | 4/9 | *S.* Stanley 50.00, *S* .Rissen 25.00 , *S.*4,12:i:- 25.00 และ *S.* 4,5,12:i:- 25.00 |
| ชลบุรี | 3/9 | *S.* Stanley 66.67 และ *S.* Rissen 33.33 |
| ระยอง | 4/9 | *S.* Stanley 75.00 และ *S.* 4,5,12:i:- 25.00 |
| จันทบุรี | 3/6 | *S.* Stanley 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 14/33 | *S.* Stanley 71.42, *S.* Rissen 14.29, *S.*4,12:i:- 14.29 และ *S.* 4,5,12:i:- 7.14 |
| **ซากสุกรหลังการลวก** | | |
| ฉะเชิงเทรา | 1/9 | *S.* Rissen 100.00 |
| ชลบุรี | 1/9 | *S.* Stanley 100.00 |
| จันทบุรี | 1/6 | *S.* Stanley 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 3/33 | *S.* Stanley 66.67 และ *S.* Rissen 33.33 |
| **ซากสุกรผ่าซีก** | | |
| ชลบุรี | 4/9 | *S.* Rissen 75.00 และ *S.* Stanley 25.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 4/33 | *S.* Rissen 75.00 และ *S.* Stanley 25.00 |

**ตารางที่ 4.8** ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ในเขตของฟาร์มสุกรจาก 4 จังหวัด (ต่อ)

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ ตย. ที่เก็บ | ซีโรวาร์ที่พบ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| **ซากสุกรก่อนแช่เย็น** | | |
| ชลบุรี | 1/9 | *S.* Rissen 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 1/33 | *S.* Rissen 100.00 |

**หมายเหตุ** :- *S.* 4,12:i:- และ *S.* 4,5,12:i คือ *S. enterica subp.enterica ser* 4,12:i:- และ *S.* 4,5,12:i

* หนึ่งตัวอย่างมี 2 ซีโรวาร์

### 4.8.4 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร

1) มีดตัดแต่งซาก ตรวจพบมีดก่อนการตัดแต่งซากสุกรปนเปื้อนเชื้อ *S.* Rissen จำนวน 1 ครั้ง เมื่อก่อนทำการตัดแต่งซากสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ส่วนมีดหลังการตัดแต่งซากไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ดังผลในตารางที่ 4.9

2) โต๊ะตัดแต่งซาก พบว่าโต๊ะก่อนการตัดแต่งซากมีการปนเปื้อนเชื้อ *S.* Rissen จำนวน 1 ครั้ง เมื่อก่อนทำการตัดแต่งซากสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดระยอง ส่วนโต๊ะหลังการตัดแต่งซากมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา 1 ครั้ง ภายหลังการตัดแต่งซากสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งพบว่ามี 2 ซีโรวาร์ คือ *S.* Rissen และ *S.* Panama

3) ชิ้นเนื้อสุกร ตรวจพบชิ้นเนื้อภายหลังการตัดแต่งซากปนเปื้อนเชื้อ *S.* Rissen จำนวน 1 ครั้ง จากซากสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดระยอง และเกิดขึ้นในคราวเดียวกับที่พบการปนเปื้อนบนโต๊ะก่อนการตัดแต่งซาก ดังผลในตารางที่ 4.9 ซึ่งเป็นไปได้ว่าเกิดมีการปนเปื้อนข้ามของเชื้อซัลโมเนลลาจากโต๊ะตัดแต่งสู่ชิ้นเนื้อได้

สรุปผลการตรวจยืนยันผลซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละปัจจัยที่พบการปนเปื้อน พบว่ามีทั้งสิ้น 10 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen, *S.* Stanley, *S.* Bovismorbifican, *S.* 4,12:i:-, *S.* 4,5,12:i:-, *S.* Weltevreden, *S.* Anatum, *S.* Kedougo, *S.* Panama และ *S.* Typhimurium ซึ่งซีโรวาร์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ ในทุกขั้นตอน คือ *S.* Rissen และ *S.* Stanley โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างรถขนส่ง และคอกหลังสุกรพักมีซีโรวาร์เหมือนมูลสุกร(จากฟาร์ม) ร้อยละ 66.67 และ 50.00 ตามลำดับ สุกรก่อนลวกซากมีซีโรวาร์เหมือนกับคอกพักสัตว์ และรถขนส่ง ร้อยละ 50.00 และ 75.00 ตามลำดับ ซากก่อนแช่เย็นมีซีโรวาร์เหมือนซากหลังการผ่าซีก ซากหลังการลวกสุกร และสุกรก่อนลวกซากร้อยละ 50.00, 50.00 และ 20.00 ตามลำดับ ชิ้นเนื้อมีซีโรวาร์เหมือนซากสุกรก่อนแช่เย็น มีดก่อนตัดแต่งและโต๊ะก่อน-หลังการตัดแต่ง ร้อยละ 100.00,100.00, 100.00 ตามลำดับ และชิ้นเนื้อมีซีโรวาร์เหมือนสุกรก่อนลวกซากและอุจจาระ(จากฟาร์ม) ร้อยละ 20.00 และ 16.67 ตามลำดับ ดังผลในตารางที่ 4.10

**ตารางที่ 4.9** ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในกระบวนการตัดแต่งซากสุกรจากฟาร์มสุกร ใน 4 จังหวัด

| จังหวัดที่ตั้งฟาร์มสุกร | ตย.ที่พบ/ตย. ที่เก็บ | ซีโรวาร์ที่พบ (ร้อยละ) |
|---|---|---|
| **มีดก่อนตัดแต่งซาก** | | |
| ฉะเชิงเทรา | 1/3 | *S.* Rissen 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 1/11 | *S.* Rissen 100.00 |
| **โต๊ะก่อนการตัดแต่งซาก** | | |
| ระยอง | 1/3 | *S.* Rissen 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 1/11 | *S.* Rissen 100.00 |
| **โต๊ะหลังการตัดแต่งซาก** | | |
| ฉะเชิงเทรา* | 1/3 | *S.* Rissen 100.00 และ *S.* Panama 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 1/11 | *S.* Rissen 100.00 และ *S.* Panama 100.00 |
| **ชิ้นเนื้อ** | | |
| ระยอง | 1/9 | *S.* Rissen 100.00 |
| รวมทั้งสิ้น | 1/33 | *S.* Rissen 100.00 |

**หมายเหตุ** :- * หนึ่งตัวอย่างมี 2 ซีโรวาร์

**ตารางที่ 4.10** สรุปผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของ โรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

| จุดเก็บตัวอย่าง | จำนวน ตย. ที่พบ | ซีโรวาร์ ที่พบ(ร้อยละ) |
|---|---|---|
| <u>การปนเปื้อนจากฟาร์ม</u> | | |
| อุจจาระ* | 18 | *S.* Rissen 55.56, *S.* Stanley 22.22, *S.* Bovis 16.67, *S.* 4,12:i:-16.67, *S.* 4,5,12:i:- 5.56 และ *S.* Weltevreden 5.56 |

**ตารางที่ 4.10** สรุปผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ของ โรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล (ต่อ)

| จุดเก็บตัวอย่าง | จำนวน ตย. ที่พบ | ซีโรวาร์ ที่พบ(ร้อยละ) |
|---|---|---|
| **<u>การปนเปื้อนก่อนกระบวนการฆ่า</u>** | | |
| รถ | 10 | *S.* Rissen 60.00, *S.* Stanley 20.00, *S.* Bovis 10.00 และ *S.* 4,12:i:-10.00 |
| คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก | 7 | *S.* Rissen 44.44, *S.* Stanley 33.33, *S.* Anatum 11.11 และ *S.* Kedougou 11.11 |
| คอกพักหลังสุกรเข้าพัก | 12 | *S.* Stanley 71.66, *S.* Rissen 7.83, *S.* Typhimurium 7.83 และ *S.* Kedougou 14.28 |
| **<u>การปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า</u>** | | |
| ซากสุกรก่อนลวก | 22 | *S.* Rissen 50.00, *S.* Stanley 26.36 , *S.* Anatum 18.18 *S.* 4,12:i:- 13.64 และ *S.* 4,5,12:i:- 9.09 |
| แผลแทงคอ | 14 | *S.* Stanley 71.42, *S.* Rissen 14.29, *S.* 4,12:i:- 14.29 และ *S.* 4,5,12:i:- 7.14 |
| ซากสุกรหลังการลวก | 3 | *S.* Stanley 66.67 และ *S.* Rissen 33.33 |
| ซากสุกรผ่าซีก | 4 | *S.* Rissen 75.00 และ *S.* Stanley 25.00 |
| ซากสุกรก่อนแช่เย็น | 1 | *S.* Rissen 100.00 |
| **<u>การปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่ง</u>** | | |
| มีดก่อนการตัดแต่ง | 1 | *S.* Rissen 100.00 |
| โต๊ะก่อนการตัดแต่ง | 1 | *S.* Rissen 100.00 |
| โต๊ะหลังการตัดแต่ง* | 1 | *S.* Rissen 100.00 และ *S.* Panama 100.00 |
| ชิ้นเนื้อ | 1 | *S.* Rissen 100.00 |

**หมายเหตุ** :- *S.* 4,12:i:- คือ *S. enterica subp.enterica ser* 4,12:i:- , *S.* 4,5,12:i:- คือ *S. enterica subp.enterica ser* 4,5,12:i:- และ. *S.* Bovis คือ *S.* Bovismorbifican

* หนึ่งตัวอย่างมี 2 ซีโรวาร์

# บทที่ 5
# วิจารณ์ผลการทดลอง

## 5.1 ผลการสำรวจปนเปื้อนซัลโมเนลลาก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

### 5.1.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร

การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกร โดยการเก็บตัวอย่างมูลในลำไส้ใหญ่ของสุกรที่มาจากฟาร์มใน 4 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 55.56, 44.44, 66.67 และ 50.00 ตามลำดับ เฉลี่ยร้อยละ 54.54 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3.6 - > 1,100 MPN/กรัม สอดคล้องกับการศึกษาของ Swanenberg *et al.* (2001c) ในเนเธอร์แลนด์ พบว่าสุกรที่ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาจากการตรวจเลือดด้วยชุดตรวจ Dutch *Salmonella* ELISA จะตรวจไม่พบเชื้อในมูลของสุกรเช่นกัน ในขณะที่สุกรที่ให้ผลบวกจากการตรวจเลือด จะตรวจพบเชื้อในมูลร้อยละ 31 เช่นเดียวกับรายงานของ ประภาส (2545) ที่ได้สำรวจเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกร 2 แห่ง ในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ โรงฆ่าเทศบาลเมืองเชียงใหม่ และโรงฆ่าเทศบาลตำบลสันทราย พบเชื้อในมูลสุกรที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละร้อยละ 58.20 และ 56.60 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการปนเปื้อนซัลโมเนลลาของสุกรในฟาร์ม คือ ระบบการจัดการฟาร์ม โดยเฉพาะการจัดการด้านวัตถุดิบอาหารสัตว์ น้ำดื่ม การขนส่งอาหาร การเก็บรักษาอาหาร และคอกพัก ตลอดจนรถขนส่งสุกร ซึ่งเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา (Wray and Wray, 2000) ในลำไส้สุกร ที่สามารถปนเปื้อนมายังซากภายหลังการฆ่าและชำแหละได้ ถ้าฟาร์มมีระบบการจัดการที่ดีตามหลักการของ Good Farming Practices (GFP) หรือหลักเกณฑ์ของมาตรฐานฟาร์มสุกรของกรมปศุสัตว์ (สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์, 2551) มีการควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบอาหารสัตว์ น้ำดื่ม และสุขาภิบาลฟาร์ม จะสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในตัวสัตว์และมูลที่ขับถ่ายออกมาในระหว่างการขนส่ง และการพักสัตว์ ซึ่งจะเป็นการลดโอกาสเกิดการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนซากหรือเนื้อสุกรที่ชำแหละได้ (Wray and Wray, 2000)

### 5.1.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

1) รถขนส่งสุกร ผลการตรวจรถขนส่งสุกรจากฟาร์มใน 4 จังหวัด หลังการปล่อยสุกรลงคอกพัก พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาร้อยละ 90.91 ในปริมาณ 3.60 – 460.00 MPN/100ตร.ซม. โดยพบการปนเปื้อนของรถขนส่งสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทราน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 66.67 ในขณะที่รถขนส่งสุกรจากจากฟาร์มในอีก 3 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี พบการปนเปื้อน

ร้อยละ 100.00 แสดงให้เห็นว่ารถขนส่งสุกรเป็นแหล่งสำคัญในแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลา ไปยังผิวหนังสัตว์ที่จะเข้าสู่โรงฆ่า จึงต้องมีการล้างและฆ่าเชื้อรถขนส่งทุกครั้งก่อนทำการขนส่งสัตว์ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Rostagno *et al.* (2003) ที่สำรวจการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในรถขนส่งสุกรไปยังโรงฆ่า 2 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบการปนเปื้อนของ *S.* Enterica ของรถขนสุกรไปยังโรงฆ่า B ร้อยละ 52.80 ซึ่งมากกว่าการปนเปื้อนของรถที่ขนส่งสุกรไปยังโรงฆ่า A ซึ่งพบร้อยละ 32.70 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากมีการล้างรถก่อนการขนส่งสุกรครั้งใหม่เพียงร้อยละ 29.2 เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบอัตราการปนเปื้อนของเชื้อจากผลการศึกษานี้ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเดินทางของสัตว์ประมาณ 1-5 ชั่วโมง กับผลการศึกษาของของ Rostagno *et al.* (2003) ซึ่งใช้เวลาในการขนส่งระหว่าง 0.5 - 10.5 ชั่วโมง เฉลี่ย 2.4 ชั่วโมง พบอัตราการปนเปื้อนเชื้อน้อยกว่าผลการศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณเชื้อในมูลสุกรดังกล่าวแล้ว การอดอาหารสัตว์ก่อนการขนส่ง และช่วงระยะเวลาในการขนส่งสุกรที่เป็นช่วงเวลาของขับถ่ายมูลสุกร ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ พบข้อมูลสนับสนุนที่ชี้ชัดว่าการปนเปื้อนของเชื้อบนรถขนส่งสุกร ส่วนใหญ่เกิดจากการขับถ่ายมูลของสุกร โดยพบว่าทุกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบบนรถขนส่งสุกรเป็นซีโรวาร์เดียวกับที่พบในมูลสุกร คือ *S.* Rissen , *S.* Stanley, *S.* Bovismorbifican และ *S.* 4,12:i:- (ตารางที่ 4.10) และเฉพาะ *S.* Bovismorbifican เป็นซีโรวาร์ที่พบทั้งในมูลสุกรและรถขนส่งจากฟาร์มเดียวกัน คือ ฟาร์มจากจังหวัดระยอง

2) น้ำในคอกพักสุกร จากการศึกษานี้ตรวจไม่พบซัลโมเนลลาในน้ำที่ใช้พ่นในคอกพักเพื่อลดความเครียดให้สุกร ทั้งนี้เนื่องจากมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้ได้ตามมาตรฐานน้ำดื่มของกระทรวงอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ในขณะที่ผลการศึกษาของ Rostagno *et al.* (2003) พบการปนเปื้อนของ *S.* Enterica ในน้ำดื่มที่โรงฆ่า A ร้อยละ 25.00 และที่โรงฆ่า B ร้อยละ 41.70 ในสหรัฐอเมริกา (ตารางที่ 2.10)

3) คอกพักสุกร พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในคอกก่อนสุกรเข้าพัก ร้อยละ 54.54 โดยมีปริมาณเชื้อระหว่าง 3.00 - 210.00 MPN/100 ตร.ซม. หลังจากสุกรเข้าพักแล้วมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่คอกพักร้อยละ 100.00 มีปริมาณเชื้อ 3.00 - >1,100 MPN/100 ตร.ซม. ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่สุกรมาอยู่ร่วมกันจะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายและมูล ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย มีผลทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของของเหลวในลำไส้ จึงมีการขับถ่ายเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาที่มีอยู่มากในมูลแพร่กระจายได้มากยิ่งขึ้น (จุฑารัตน์, 2540) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Swanenberg *et al.* (2001b) และ Swanenberg *et al.* (2001c) ที่พบว่าหลังจากนำสุกรเข้าพักแล้ว จะทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในคอกพักเพิ่มสูงขึ้นไม่น้อยกว่า 2 เท่าของคอกก่อนสุกรเข้าพัก แนวทางหนึ่งในการลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในคอกพัก คือ การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อภายหลังเคลื่อนย้ายสุกรเข้าสู่กระบวนการฆ่าแล้ว และการอดอาหารสุกร ซึ่ง Swanenberg *et al.* (2001a) ชี้ให้เห็นว่าการทำความสะอาดและฆ่า

เชื้อคอกหลังสุกรเข้าพัก จะลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้ร้อยละ 25 และเมื่อการพัฒนาและปรับปรุงวิธีการทำความสะอาดคอกพัก จะลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้อีกร้อยละ 10 และ Jackowiak and Pointon (2005) รายงานว่าเชื้อซัลโมเนลลาจากคอกพักสามารถแพร่กระจาย มายังสุกรมีชีวิตได้ ดังนั้นจึงควรมีการอดอาหารสุกรก่อนถูกฆ่า ซึ่งรายงานว่าสุกรอดอาหารก่อนถูกฆ่าน้อยกว่า 18 ชั่วโมง จะมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 26.60 ในขณะที่สุกรอดอาหารก่อนถูกฆ่ามากกว่า 18 ชั่วโมง จะมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียง ร้อยละ 1.70 เท่านั้น ทั้งนี้จะเป็นการลดการขับถ่ายมูลของสุกรที่จะปนเปื้อนมายังคอกพักได้

สำหรับผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าคอกหลังสุกรเข้าพักมีการปนเปื้อนเชื้อส่วนหนึ่งที่ได้จากการปนเปื้อนเดิมที่มีอยู่แล้วในคอกก่อนสุกรเข้าพัก ซึ่งจะเห็นได้จากคอกก่อนสุกรเข้าพัก และหลังจากสุกรเข้าพักมีซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ คือ *S.* Rissen, *S.* Stanley, และ *S.* Kedougou และการปนเปื้อนอีกส่วนหนึ่งที่ได้จากมูลสุกที่ขับถ่ายออกมา ซึ่งคอกหลังสุกรเข้าพักมีซีโรวาร์ที่ตรงคอกหลังสุกรเข้าพัก 2 ซีโรวาร์ คือ *S.* Rissen และ *S.* Stanley ดังผลใน ตารางที่ 4.10

## 5.2 ผลการสำรวจปนเปื้อนซัลโมเนลลในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

1) ซากสุกรก่อนลวก พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 66.67 มีปริมาณเชื้อ 3.0 - >1,100 MPN/100 ตร.ซม. โดยซากสุกรจากฟาร์มจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 77.78, 55.56, 77.78 และ50.00 ตามลำดับ ในขณะที่ผลการศึกษาของ Rostagno *et al.* (2003) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังสุกรมีชีวิตร้อยละ 100.00 ทั้งในโรงฆ่า A และโรงฆ่า B (ตารางที่ 2.10) ซึ่งการปนเปื้อนบนซากสุกรก่อนลวกนี้เป็นการปนเปื้อนจากฟาร์ม รถขนส่งสุกร และคอกพักสัตว์ ซึ่งสามารถยืนยันผลได้จาก การปนเปื้อนข้ามจากฟาร์ม (มูลสุกร) ผ่านรถขนส่งสุกรไปยังซากสุกรก่อนลวก โดยมีซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen , *S.* Stanley และ *S.* 4,12:i:-, และการปนเปื้อนข้ามจากฟาร์มสุกรผ่านคอกพักไปยังซากสุกรก่อนลวก โดยมีซีโรวาร์ที่ตรงกัน 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen และ *S.* Stanley ตามผลใน ตารางที่ 4.10

2) เลือด ไม่พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเลือดของสุกรจากทุกฟาร์ม ในขณะที่ผลการศึกษาของของ Swanenberg *et al.* (2001b) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซีรั่มจากเลือดสุกรในโรงฆ่าที่ 1 และโรงฆ่าที่ 2 ร้อยละ 21.7 และ 2.9 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.7)

3) น้ำก่อนและหลังการลวกซากสุกร ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำทั้งก่อนและหลังการลวกซาก เนื่องจากโรงฆ่าแห่งนี้ใช้ถังลวกซากในระบบน้ำล้น (over flow) มีการถ่ายเปลี่ยนน้ำสะอาดในช่วงครึ่งวัน และควบคุมอุณหภูมิน้ำลวกซากไว้ที่ 59°-60° ซ ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สามารถฆ่าเชื้อซัลโมเนลลาได้เป็นจำนวนมาก (อรุณ บ่างตระกูลนนท์, 2544) ทำนองเดียวกับ

ผลการวิจัยของ Swanenberg *et al.* (2001c) ที่ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำลวกซากของโรงฆ่า 2 แห่งในเนเธอร์แลนด์ (ตารางที่ 2.4) รวมทั้งผลการศึกษาของ Botteldoorn *et al.* (2003) ที่ไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในน้ำลวกซากของโรงฆ่า 5 แห่งในเบลเยี่ยมเช่นกัน (ตารางที่ 2.11) แต่ในการศึกษาของ Swanenberg *et al.* (2001b) พบว่าน้ำลวกซากสุกรที่อุณหภูมิ 60 °ซ มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนนลาร้อยละ 7 (ตารางที่ 2.3) อย่างไรก็ตาม Gill and Bryant (1992) ได้รายงานว่าถ้าอุณหภูมิน้ำลวกซากที่ 50° ซ จะพบเชื้อซัลโมเนลลาปนเปื้อนในปริมาณ 10 - 600 cfu/ ลบ.ซม. เมื่ออุณหภูมิน้ำลวกซากเพิ่มสูงขึ้นเป็น 57 °ซ จะพบการปนเปื้อนของเชื้อในลวกเพียง 10 cfu/ลบ.ซม. (ตารางที่ 2.5)

4) ซากสุกรหลังการลวก พบว่าผิวซากสุกรที่ผ่านการลวกซาก และเผาขน จะมีอัตราการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาลดลงจากร้อยละ 66.67 เหลือเพียงร้อยละ 9.09 และปริมาณของเชื้อบนผิวซากสุกรก่อนลวกที่มีสูงถึง 3.0- > 1,100 MPN /100 ตร.ซม. จะลดลงเหลือเพียง 3.0- 26.0 MPN /100 ตร.ซม. เมื่อผ่านการลวกซาก และเผาขน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำลวกซากมีอุณหภูมิสูงกว่า 58 °ซ และการเผาซากที่อุณภูมิ 1,000 °ซ สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้เป็นจำนวนมาก สอดคล้องกับผลการวิจัย Peace *et al.* (2004) ที่ได้รายงานว่า ซากสุกรหลังจากแทงคอเอาเลือดออก พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาร้อยละ 31 หลังการลวกซากในน้ำอุณหภูมิ 61±1° ซ พบเชื้อลดลงเหลือเพียงร้อยละ 1 และหลังการเผาซากที่อุณหภูมิ 1200° ซ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (ตารางที่ 2.14)

5) ซากสุกรหลังการผ่าซีก พบอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวด้านในของซากสุกรผ่าซีกร้อยละ 12.12 ปริมาณเชื้อ 3.00 – 24.00 MPN /100 ตร.ซม. ซึ่งสูงกว่าสุกรที่ผ่านการลวกซากและเผาซากเล็กน้อย (ร้อยละ 9.09) ทั้งนี้อาจเนื่องจากในระหว่างการผ่าซากและเอาเครื่องในออก หากพนักงานไม่ระมัดระวัง จะทำให้เครื่องในแตกหรือฉีกขาด ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากของเหลวที่อยู่ภายในลำไส้ ซึ่งเป็นแหล่งของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2540) ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการตรวจพบว่า ซากสุกรหลังการผ่าซีกมีซีโรวาร์ตรงกับซีโรวาร์ในมูลสุกร 2 ซีโรวาร์ คือ *S.* Rissen และ *S.* Stanley (ตารางที่ 4.10) นอกจากนี้การปนเปื้อนของเชื้อบนซากสุกรหลังการผ่าซีก อาจจะเกิดได้จากการปนเปื้อนของเครื่องมือที่ไม่สะอาด ดังเช่นที่ Swanenberg *et al.* (2001c) พบการปนเปื้อนเชื้อ ซัลโมเนลลาในเครื่องผ่าซากของโรงฆ่า 2 แห่ง ร้อยละ 13 และ 27 ตามลำดับ และ Swanenberg *et al.* (2001c) ยังได้รายงานอีกว่า บนซากก่อนเข้าโซนสะอาด (หลังเผาซาก) มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 6 เมื่อผ่านการผ่าซากแล้วซึ่งเป็นซากก่อนการแช่เย็น พบการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12 (ตารางที่ 2.9) เช่นเดียวกับรายงานของ Peace *et al.* (2004) พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากภายหลังการผ่าซากร้อยละ 7 ในขณะที่ซากก่อนผ่าตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา (ตารางที่ 2.14) นอกจากนี้ Emilia do Socorro *et al.* (2004) ได้รายงานว่าพบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรในขั้นตอนลวกและขูดขนร้อยละ

10.00 และในขั้นตอนก่อนผ่าซากพบการปนเปื้อนร้อยละ 6.70 แต่ภายหลังการผ่าซากและเอาเครื่องในออกพบการปนเปื้อนของเชื้อบนผิวซากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 16.67 แต่อย่างไรก็ตามปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาที่พบบนซากสุกรหลังการผ่าซีกครั้งนี้มีเพียง 0.03 – 0.24 MPN/ตร.ซม. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ USDA กำหนดให้ซากสุกรชำแหละมีเชื้อซัลโมเนลลาได้ไม่เกิน 0.2 MPN/ตร.ซม. ดังนั้นซากสุกรจากโรงฆ่าที่ทำการศึกษานี้ ยังมีความปลอดภัยต่อการบริโภค (ตารางที่ 2.6)

6) ซากสุกรก่อนแช่เย็น พบเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรก่อนแช่เย็น ร้อยละ 3.03 และมีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเพียง 9.1 MPN/100 ตร.ซม. ซึ่งอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาต่ำกว่าซากสุกรหลังการผ่าซีก (ร้อยละ 12.12) ทั้งนี้เนื่องจากซากจะถูกฉีดล้างด้วยน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม ปราศจากการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (ตารางที่ 4.4) และมีคุณภาพตามมาตรฐานน้ำดื่มน้ำใช้ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 ปี พ.ศ. 2542 (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) นอกจากนี้ยังมีการปรับปริมาตรน้ำและแรงดันน้ำให้เหมาะสมตามน้ำหนักสุกรแต่ละตัว เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ปนเปื้อนบนผิวซากออกไปก่อนนำซากไปแช่เย็นในห้องเย็น สิ่งที่น่าสังเกต คือ การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบบนซากสุกรก่อนแช่เย็นในการศึกษานี้ เกิดขึ้นในคราวเดียวกันที่พบการปนเปื้อนในซากสุกรผ่าซีกของฟาร์มจากจังหวัดชลบุรี (ตารางที่ 4.4) ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากด้านในของซากสุกรก่อนแช่เย็น เป็นผลจากการความไม่สะอาดของมีดผ่าซาก หรือการฉีกขาดของท่อทางเดินอาหารระหว่างการนำเครื่องในออกจากซากสุกรผ่าซีกของฟาร์มในจังหวัดชลบุรี ซึ่งสามารถยืนยันได้จากผลการตรวจซีโรวาร์ที่พบซากสุกรก่อนแช่เย็น ตรงกับซีโรวาร์ ที่พบบนผิวด้านในของซากสุกรผ่าซีก 1 ซีโรวาร์ (ร้อยละ 50) คือ *S.* Rissen ดังผลในตารางที่ 4.8

## 5.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร

1) ซากสุกรหลังแช่เย็น ไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนผิวซากที่ผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้เนื่องจากความเย็นที่อุณหภูมิดังกล่าวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาได้ เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Saide-Albornoz (1995) ในโรงฆ่าสุกรรัฐไอโอวา สหรัฐอเมริกา พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของซากก่อนการแช่เย็นร้อยละ 1.1 และภายหลังการเก็บซากในห้องเย็น เป็นเวลา 24 ชั่วโมง การปนเปื้อนลดลงเหลือร้อยละ 0.4 แต่ผลการศึกษานี้แต่ขัดแย้งกับรายงานของ Swanenberg *et al.* (2001c) ที่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นในซากสุกรหลังการแช่เย็น เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยซากที่มีผลบวกจากการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาในเลือด และพบการปนเปื้อนบนซากก่อนการแช่เย็นร้อยละ 12 แต่ภายหลังการแช่เย็น เป็นเวลา 24 ชั่วโมงพบอัตราการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนผิวซากเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 เช่นเดียวกับสุกรปลอดเชื้อซัลโมเนลลา ตรวจไม่พบเชื้อบนผิวซากก่อนแช่เย็น แต่ภายหลัง

การแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนผิวซากร้อยละ 6 (ตารางที่ 2.9) ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวว่า การปนเปื้อนนี้มาจากลมเย็นที่เป่ามาจากเครื่องทำความเย็น ที่ไม่มีการทำความสะอาดอย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอ ซึ่งจะเป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญในกระบวนการแช่เย็นซาก

2) มือของพนักงานตัดแต่ง ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนมือพนักงานทั้งก่อนและภายหลังการตัดแต่ง ทั้งนี้เนื่องจากพนักงานตัดแต่งของโรงฆ่าที่ทำการศึกษานี้ มีการควบคุมสุขลักษณะอย่างเหมาะสม มีการทำความสะอาดมือ และถุงมือตาข่ายเป็นระยะๆในระหว่างการปฏิบัติงาน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Swanenberg *et al.* (2001b) และ Swanenberg *et al.* (2001c) ที่ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนมือพนักงานของโรงฆ่าในประเทศเนเธอร์แลนด์ ทั้ง 4 แห่ง (ตารางที่ 2.3 และ2.4) ทั้งนี้ถ้าไม่มีการควบคุมความสะอาดของมือพนักงานตัดแต่ง จะทำให้เกิดการปนเปื้อนบนชิ้นเนื้อที่ตัดแต่ง และอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

3) มีดตัดแต่งซาก พบมีดก่อนการตัดแต่งมีปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.09 ปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3.60 MPN/มีด ในครั้งที่ทำการตัดแต่งซากสุกรจากจังหวัดฉะเชิงเทรา (ตารางที่ 4.5) ส่วนมีดหลังการตัดแต่งไม่พบการปนเปื้อนจากเชื้อซัลโมเนลลา ทั้งนี้อาจเนื่องจากการทำความสะอาดมีดหลังการใช้ตัดแต่งไม่ดีพอ หรือพนักงานเก็บรักษามีดไม่เหมาะสม จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนดังกล่าว ดังนั้นก่อนปฏิบัติงานทุกครั้งจึงควรฆ่าเชื้อมีด โดยการต้มแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 °ซ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที

4) โต๊ะตัดแต่งซาก พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนโต๊ะก่อนการตัดแต่ง ร้อยละ 9.09 ปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3.0 MPN/100 ตร.ซม. ซึ่งพบการปนเปื้อนในครั้งที่ทำการตัดแต่งซากสุกรจากจังหวัดระยอง ส่วนโต๊ะหลังการตัดแต่งมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 9.09 ปริมาณเชื้อเฉลี่ย 15 MPN/100 ตร.ซม. (ตารางที่ 4.5) ซึ่งพบการปนเปื้อนในคราวเดียวกับที่พบการปนเปื้อนเชื้อบนมีดก่อนการตัดแต่งซากสุกร จากจังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งนี้อาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาข้ามจากมีดตัดแต่งผ่านซากสุกรไปยังโต๊ะตัดแต่ง ซึ่งจะเห็นได้จากเชื้อที่พบบนมีดก่อนตัดแต่งและโต๊ะหลังการตัดแต่ง เป็นซีโรวาร์เดียวกัน คือ *S.* Rissen ดังผลในตารางที่ 4.9

5) ชิ้นเนื้อ พบการบ่นเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนชิ้นเนื้อสุกร ร้อยละ 3.03 ปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3.0 MPN/กรัม (ตารางที่ 4.5) จากซากสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดระยอง และเป็นการปนเปื้อนที่พบในคราวเดียวกับโต๊ะก่อนการตัดแต่งซากสุกรจากจังหวัดระยอง ทั้งนี้อาจกล่าวได้ว่าเกิดจากการปนเปื้อนข้ามจากโต๊ะตัดแต่งสู่ชิ้นเนื้อสุกรได้ ซึ่งสามารถยืนยันผลได้จากซีโรวาร์ที่พบบนโต๊ะก่อนการตัดแต่งเป็นซีโรวาร์เดียวกับที่พบบนชิ้นเนื้อ คือ *S.* Rissen ดังผลในตารางที่ 4.9

## 5.4 ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

ในการวิจัยครั้งนี้พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา 10 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen, *S.* Stanley, *S.* Bovismorbifican, *S.* 4,12:i:-, *S.* 4,5,12:i:-, *S.* Weltevreden, *S.* Anatum, *S.* Kedougo, *S.* Panama และ *S.* Typhimurium โดยพบ *S.* Rissen และ *S.* Stanley เป็นส่วนใหญ่ในเกือบทุกขั้นตอนของกระบวนฆ่าและชำแหละสุกร สอดคล้องกับผลการสำรวจของ Bangtrakulnonth *et al.* (2003) ที่พบว่าทั้ง 2 ซีโรวาร์นี้พบมากเป็นลำดับที่ 7 และ 8 ของประเทศไทย และทั้งสองซีโรวาร์นี้มีปริมาณการตรวจพบเพิ่มขึ้นเป็นลำดับนับตั้งแต่ปี 1993-2002 (ตารางที่ 2.12 และ 2.13) จึงควรมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ

นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างรถขนส่งและคอกพักสุกรมีซีโรวาร์เหมือนมูลสุกร (จากฟาร์ม) ร้อยละ 66.67 และ50.00 ตามลำดับ สุกรก่อนลวกซากมีซีโรวาร์เหมือนกับคอกพักสัตว์และรถขนส่ง ร้อยละ 50.00 และ 75.00 ตามลำดับ ซากก่อนแช่เย็นมีซีโรวาร์เหมือนซากหลังการผ่าซีก ซากหลังการลวก และสุกรก่อนลวกซากร้อยละ 5.000, 50.00 และ 20.00 ตามลำดับ ชิ้นเนื้อมีซีโรวาร์เหมือนซากสุกรก่อนแช่เย็น มีดก่อนตัดแต่ง และโต๊ะก่อน-หลังการตัดแต่ง ร้อยละ 100.00,100.00, 100.00 ตามลำดับ และชิ้นเนื้อมีซีโรวาร์เหมือนสุกรก่อนลวกซากและมูลสุกร(จากฟาร์ม) ร้อยละ 20.00 และ 16.67 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเกิดการปนเปื้อนข้ามของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร โดยเริ่มต้นฟาร์มผ่านรถขนส่งมายังซากสุกร และส่งต่อไปตามลำดับจนถึงซากสุกรก่อนแช่เย็น ส่วนในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร พบการปนเปื้อนข้ามจากอุปกรณ์ ได้แก่ มีดตัดแต่ง และโต๊ะตัดแต่งไปยังชิ้นเนื้อสุกรได้ สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Rostagno *et al.* (2003) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสุกรกับรถขนส่ง และคอกพักสัตว์ มีซีโรวาร์ที่เหมือนกันร้อยละ 75 ต่อมน้ำเหลืองมีซีโรวาร์เหมือนคอกพักร้อยละ 37.5 และอุจจาระมีซีโรวาร์ที่เหมือนคอกพักร้อยละ 19 เหมือนรถขนส่งสุกรร้อยละ 27 ทำนองเดียวผลงานวิจัยของ Botteldoorn *et al.* (2003) ที่พบว่าซากสุกรก่อนแช่เย็นมีซีโรวาร์เหมือนกับที่พบในคอกพัก คือ *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Virchow, *S.* Anatum หรือที่พบว่าซากสุกรก่อนแช่เย็นมีซีโรวาร์เหมือนกับที่พบในต่อมน้ำเหลือง คือ *S.* Typhimurium, *S.* Brandenburg, *S.* Derby, *S.* Ohio, *S.* Infantis, *S.* Virchow, *S.* Anatum, *S* .Livingstone, *S.* London (ตารางที่ 2.11) และประมาณว่าเกิดการปนเปื้อนข้ามที่เกิดขึ้นบนซากสุกรร้อยละ 29

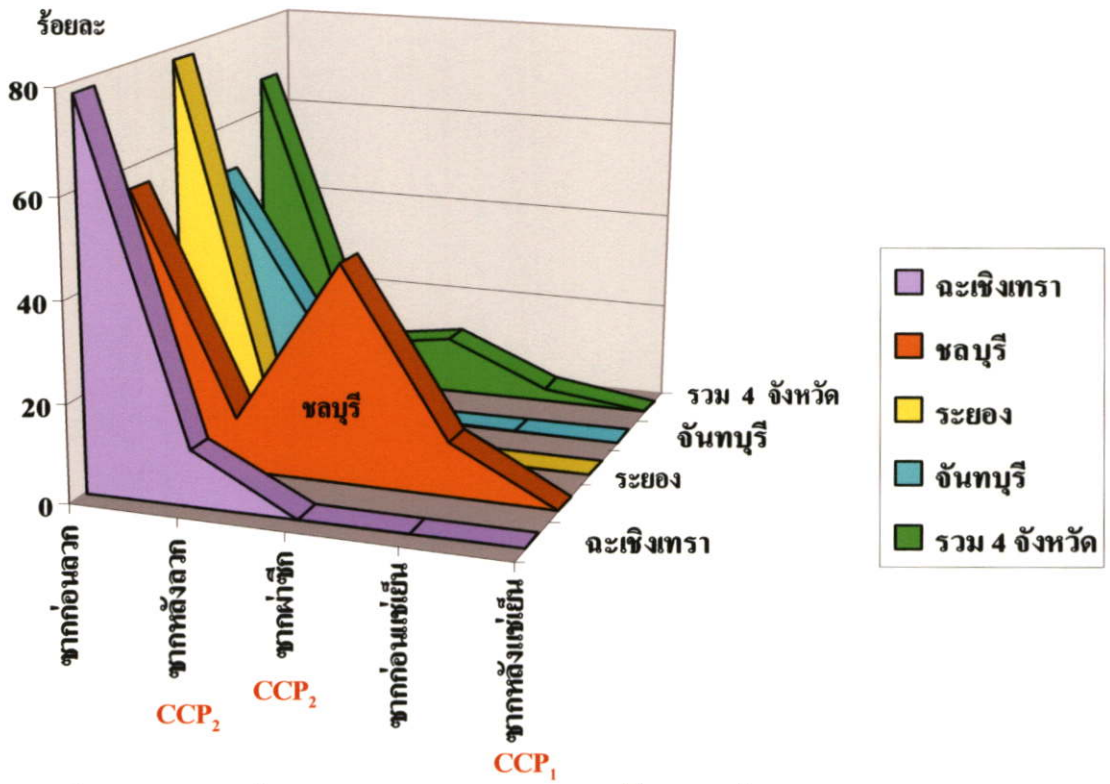
# บทที่ 6
# สรุปและข้อเสนอแนะ

## 6.1 สรุป

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่ามาตรฐานสากลครั้งนี้ พบว่าในขั้นตอนก่อนกระบวนการฆ่าสุกรมีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูง ร้อยละ 54.54 - 100.00 แหล่งของการปนเปื้อนเริ่มจากสุกรมีเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ในลำไส้ตั้งแต่เลี้ยงอยู่ในฟาร์ม โดยมีรถขนส่งสุกรและคอกพักเป็นแหล่งสะสมและแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลา ซึ่งตรวจพบการปนเปื้อนของมูลในลำไส้ใหญ่ ร้อยละ 54.54 มีปริมาณเชื้อ 3.60 - > 1,100 MPN/กรัม การปนเปื้อนบนรถขนส่งสุกร ร้อยละ 90.91 ปริมาณเชื้อ 3.60 - 460 MPN/100 ตร.ซม. การปนเปื้อนในคอกพักก่อนสุกรเข้าพัก ร้อยละ 54.54 ปริมาณเชื้อ 3.00 - 210.00 MPN/100 ตร.ซม. และการปนเปื้อนในคอกพักหลังสุกรเข้าพัก ร้อยละ 100.00 มีปริมาณเชื้อ 3.00 - >1,100 MPN/100 ตร.ซม. ส่วนในกระบวนการฆ่าสุกรพบอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงในเขตสกปรกร้อยละ 42.42 - 66.67 ซึ่งตรวจพบการปนเปื้อนซากสุกรก่อนลวก ร้อยละ 66.67 มีปริมาณเชื้อ 3.0 - >1,100 MPN/100 ตร.ซม. การปนเปื้อนที่แผลแทงคอ ร้อยละ 42.42 ปริมาณเชื้อ 3.60 – 290 MPN/25 ตร.ซม. ส่วนในเขตสะอาดมีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาลดลง เนื่องจากมีการลวกซากด้วยน้ำร้อน $60^{0}$ ซ เผาซากที่ $1,000^{0}$ ซ จึงทำให้ซากสุกรหลังการลวกและเผาซาก มีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียงร้อยละ 9.09 ปริมาณเชื้อ 3.0 - 26.0 MPN/100 ตร.ซม. เมื่อผ่านขั้นตอนการผ่าซากพบการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในซากสุกรผ่าซีก เป็นร้อยละ 12.12 มีปริมาณเชื้อ 3.00- 24.00 MPN/100 ตร.ซม. เพราะมีการฉีกขาดของทางเดินอาหารในขณะผ่าซากและเอาเครื่องในออก และเมื่อซากถูกฉีดล้างด้วยน้ำสะอาดปราศจากเชื้อซัลโมเนลลา ที่มีการปรับปริมาตรและแรงดันน้ำตามน้ำหนักสุกร จึงทำให้ซากก่อนแช่เย็นมีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาลดต่ำลงเหลือเพียงร้อยละ 3.03 ปริมาณเชื้อ 9.10 MPN/100 ตร.ซม. สำหรับในกระบวนการตัดแต่งซากสุกรตรวจไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรหลังแช่เย็นที่อุณหภูมิ $4^{0}$ซ นาน 24 ชั่วโมง เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลาชะงักการเจริญเติบโต แต่กลับพบการปนเปื้อนเล็กน้อยบนชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง ร้อยละ 3.03 ปริมาณเชื้อ 3.00 MPN/กรัม เนื่องจากมีการปนเปื้อนข้ามจากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ไม่สะอาดในการตัดแต่งซากสุกร พบการปนเปื้อนที่มีดก่อนการตัดแต่ง ร้อยละ 9.09 ปริมาณเชื้อ 3.60 MPN/มีด การปนเปื้อนบนโต๊ะก่อนการตัดแต่ง ร้อยละ 9.09 ปริมาณเชื้อ 3.00 MPN/ตร.ซม. และการปนเปื้อนบนโต๊ะหลังการตัดแต่ง ร้อยละ 9.09 ปริมาณ 15.00 MPN/ตร.ซม.

โดยไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเลือด น้ำฉีดที่พ่นในคอกพักสุกร น้ำลวกซาก น้ำล้างซาก มีดก่อนการตัดแต่ง และมือของพนักงานตัดแต่งซากสุกร

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ จึงทำให้สามารถบ่งชี้จุดวิกฤตที่สามารถควบคุมหรือลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าแห่งนี้ได้เป็น 2 ระดับ คือ จุดที่สามารถควบคุมหรือลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ($CCP_1$) ได้แก่ การลดอุณหภูมิซากสุกร ทำให้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ $4^0$ ซ นาน 24 ชั่วโมง และจุดที่สามารถควบคุมหรือลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้บ้าง ($CCP_2$) ได้แก่ การลวกซาก การเผาซากและการผ่าซาก โดยที่การลวกซากและการเผาซาก ที่เป็นจุดที่ช่วยลดการปนเปื้อน แต่การผ่าซากเป็นจุดที่อาจทำให้การปนเปื้อนกลับมาเพิ่มสูงขึ้นได้ ดังรูปที่ 6.1




**ภาพที่ 6.1** จุดวิกฤตที่สามารถควบคุมหรือลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรของโรงฆ่ามาตรฐานสากล

ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร พบว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาทั้งสิ้น 10 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen, *S.* Stanley, *S.* Bovismorbifican, *S.* 4,12:i:-, *S.* 4,5,12:i:-, *S.* Weltevreden, *S.* Anatum, *S.* Kedougo, *S.* Panama และ *S.* Typhimurium ซึ่งมีซีโรวาร์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในทุกขั้นตอน คือ *S.* Rissen และ *S.* Stanley โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างรถขนส่งและคอกพักสุกรมีซีโรวาร์เหมือนมูลสุกร (จากฟาร์ม) ร้อยละ 66.67 และ 50.00 ตามลำดับ สุกรก่อนลวกซากมีซีโรวาร์เหมือนกับคอกพักสัตว์ และรถขนส่ง ร้อยละ 50.00 และ 75.00

ตามลำดับ ซากก่อนแช่เย็นมีซีโรวาร์เหมือนซากหลังการผ่าซีก ซากหลังการลวกสุกร และสุกรก่อนลวกซากร้อยละ 50.00, 50.00 และ 20.00 ตามลำดับ ชิ้นเนื้อมีซีโรวาร์เหมือนซากสุกรก่อนแช่เย็น มีดก่อนตัดแต่งและโต๊ะก่อน-หลังการตัดแต่ง ร้อยละ 100.00,100.00, 100.00 ตามลำดับ และชิ้นเนื้อมีซีโรวาร์เหมือนสุกรก่อนลวกซากและอุจจาระ(จากฟาร์ม) ร้อยละ 20.00 และ 16.67 ตามลำดับ ซึ่งทำให้เห็นว่ามีความเชื่อมโยงของการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา จากฟาร์มสู่สุกรก่อนกระบวนการฆ่า และติดค้างส่งต่อถึงซากสุกรในกระบวนการฆ่าได้ หรือมีการปนเปื้อนข้ามผ่านเครื่องมือ อุปกรณ์ในแต่ละขั้นตอนไปยังเนื้อสุกรได้ อย่างไรก็ตามแม้จะพบการปนเปื้อน *S.* Rissen บนชิ้นเนื้อของโรงฆ่าแห่งนี้ แต่ก็สามารถใช้บริโภคได้อย่างปลอดภัย เนื่องจาก *S.* Rissen เป็นซีโรวาร์ที่ไม่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์เหมือน *S.* Typhimurium ที่ห้ามมีในเนื้อสัตว์ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา และซีโรวาร์ในกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่ามาตรฐานสากลครั้งนี้ สามารถใช้บ่งชี้จุดวิกฤตที่สามารถควบคุม หรือลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าแห่งนี้ได้ จึงน่าจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้โรงฆ่าที่มีกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรคล้ายกับโรงฆ่าแห่งนี้ ใช้ในการวางแผนดำเนินการกับจุดวิกฤตทั้ง $CCP_1$ และ$CCP_2$ เพื่อควบคุมหรือลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรของโรงฆ่าตน เพื่อนำไปสู่การยกระดับคุณภาพเนื้อสุกร และการผลิตเนื้อสุกรที่ปลอดภัยต่อการบริโภคของชาวไทย

แนวทางในการลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรของโรงฆ่าแห่งนี้ คือ การระมัดระวังฉีดขาดของท่อทางเดินอาหารในขณะผ่าซาก และควรมีการผูกทวารสุกรก่อนการผ่าซากเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากอุจจาระไปยังซากสุกรและชิ้นเนื้อได้ อีกแนวทางหนึ่งในการผลิตเนื้อสุกรปราศจากเชื้อซัลโมเนลลา คือ การส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงสุกรที่ปลอดเชื้อซัลโมเนลลาโดยเริ่มจากการเข้มงวดในเรื่องของระบบการจัดการที่ดีตามหลักการของ Good Farming Practices (GFP) ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการลดปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเป็นอันดับแรก จะเป็นผลทำให้ได้ซากสุกรที่สะอาด ดังที่ Swanenberg *et al.* (2001c) พบว่าสุกรที่ปลอดเชื้อซัลโมเนลลาจะส่งผลให้ซากสุกรหลังการแช่เย็น มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 6 ในขณะที่สุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลาจะส่งผลให้ซากสุกรหลังการแช่เย็น มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาสูงถึงร้อยละ 30 (ตารางที่ 2.9) ซึ่งโรงฆ่าเพื่อการส่งออกของประเทศไทย ควรดำเนินการแยกกลุ่มสุกรที่เข้าเชือดในโรงฆ่าออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสุกรที่ปลอดเชื้อซัลโมเนลลา และกลุ่มสุกรปกติ เพื่อจำแนกสินค้าเนื้อสุกรออกเป็น 2 ประเภท ตอบสนองต่อต้องการของผู้บริโภคสองระดับ เพื่อเป็นการยกระดับคุณภาพเนื้อสุกรเพื่อการบริโภค และเพิ่มมูลค่าสินค้าเนื้อสุกร ซึ่งจัดได้ว่าเป็นแนวทางที่ดีต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสุกรเพื่อการบริโภค และเพื่อการแข่งขันสู่ตลาดโลกของประเทศไทย

# บรรณานุกรม


เกสร บุญยรักษ์โยธิน และสุภาภรณ์ นิยมแก้ว. 2546. " ซีโรทัยป์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากผู้ป่วยในจังหวัด สงขลา ตรัง ชุมพร พังงา และภูเก็ต ปี พ.ศ. 2545." **วารสารวิชาการสาธารณสุข.** 12(5) : 663-670.

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม. 2551. **มาตรฐานคุณภาพน้ำ.** [Online] Available : http://www.pcd.go.th/Info_serv/reg_std_water01.html#s3. 15/01/51.

กรมปศุสัตว์. 2545. **คู่มือโครงการเนื้ออนามัย.** กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

คมแข พิลาสมบัติ,จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2540. " การยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus* aureus และ *Salmonella* Derby โดยใช้สารละลายกรดแลคติกและคลอรีน." หน้า 232-238. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 สาขาสัตวศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. **การจัดการโรงฆ่าสัตว์.** กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชนัญญา กงทะสร. 2547. " ผลของแบคเทอริซินร่วมกับกรดแลคติก ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกร." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตว์ศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชิต ศิริวรรณ์, กัญยา อายายุทธ, เอกภพ ทองสวัสดิ์ และพัชรา เผือกเทศ. 2539. " การระบาดของโรคจากสุกรสู่คน : การระบาดโรค Salmonellosis จากสุกรสู่คน." หน้า 419-423. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 สาขาสัตวแพทยศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพรัตน์ หมานริน, เกรียงไกร ประการแก้ว และกมลชัย ตรงวานิชนาม. 2549. " การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรดิบจากตลาดสดและตลาดนัด." หน้า 516-519. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 สาขาสัตวแพทยศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภาพร ขอไพบูลย์, ทิพรดี คงสุวรรณ และเยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2548. " ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟต เซลเทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ โปแตสเซียมซอร์เบท ต่อการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby บนผิวเนื้อสุกร." หน้า 370-374. ใน **รายงานการประชุมวิชาการ สาขาสัตวบาล/สัตวศาสตร์/สัตวแพทย์ ครั้งที่ 5 เรื่อง การผลิตสัตว์อย่างยั่งยืน.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภาพร ขอไพบูลย์ และจุฑารัตน์ เลื่อนกัตวา. 2548. " ผลของกรดกลูโคนิค กรดแอสคอร์บิก สารไนซิน ต่อการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* Derby ในเนื้อสุกร." หน้า 375-379. ใน **รายงานการประชุมวิชาการสาขาสัตวบาล/สัตวศาสตร์/สัตวแพทย์ ครั้งที่ 5 เรื่อง การผลิตสัตว์อย่างยั่งยืน.** เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภาส พัชนี. 2545. " การติดตามตรวจสอบเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรในโรงฆ่าเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ผุสดี ตั้งวัชรินทร์, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, ประภาพร, ขอไพบูลย์ และทิพย์วรรณ ปัญญาศิริ. 2544. " ประสิทธิภาพการใช้สารละลายกรดแลคติกในการลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* Derby และ *Staphylococcus* aureus บนเนื้อสุกร." หน้า 209-215. ใน **การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาสัตวศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัชรี ทองคำคูณ, อภัสรา วรราช, ลัดดา มูลิกา และทิพา ตันติเจริญยศ. 2539. " การระบาดของโรคจากสุกรสู่คน : การวินิจฉัยโรคซัลโมเนลโลซีสจากสุกรสู่คน." หน้า 424-428. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 สาขาสัตวแพทยศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรรณาทิพย์ เติมมหาวงษ์, ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ และอรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2549. " การตรวจนับจำนวนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์." หน้า 485-492. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 สาขาวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ, อลงกร อมรศิลป, สุมณฑา วัฒนสินธุ์, ฐานสร์ ดำรงวัฒนโภคิน, โอภาส วงศ์นิติพัฒน์, อนุชา มุมอ่อน, อภิชัย นาคีสังข์ และวสันต์ เดยเหล่า. 2548.**รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การประเมินความเสี่ยงของซัลโมเนลลาในหน่วยขั้นฟาร์มไก่เนื้อ และโรงเชือดไก่ : กรณีศึกษาจาก 2 บริษัท.** กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมวิจัย แห่งชาติ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ประเภทเนื้อสุกร.** [Online] Available : http://www.acfs.go.th/standard/used/list-used.php. 12/122/50.

สำนักระบาดวิทยา. 2544. **รายงานการระบาดปี 2544.** นนทบุรี : กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข.

สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป กระทรวงพาณิชย์ .2550. **สินค้าสุกร.** [Online] Available : http://www.dft.moc.go.th/the_ files/$$16/level 14/ 14/02/2551.

สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2551. **มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร** [Online] Available : http://www.dld.go.th/certify/certify/page/standards_ . 14/02/2551.

สุมาลี บุญมา และนพรัตน์ หมานริม. 2540.“ การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์เนื้อไก่และเนื้อหมู.” **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์.** 31(4) : 413-418.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์, อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และธเนศ ชิดเครือ. 2545. “ การเฝ้าระวังจุดวิกฤติที่ต้องควบคุมเพื่อลดเชื้อซัลโมเนลลาในการผลิตเนื้อไก่กระทงแช่เหยือกแข็งเพื่อการส่งออก.” หน้า 294-302 ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, สุวัฒน์ บ่างตระกูลนนท์, นพรัตน์ หมานริม และดำรง เชียงศิลป. 2534. **การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในไก่สดแช่แข็ง เพื่อการส่งออกและติดเชื้อในสัตว์ปีก.** [Online] Available : http//www.dmsc.moph.go.th. 29/08/2549.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, แพรวนภา ทองสะอาด และมยุรา กุสุมภ์. 2536. “ การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออก.” **วารสารอาหาร.** 23 (4) : 255-263.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, ศิริรัตน์ พรเรืองวงษ์ และสุมาลี บุญมา. 2542. “ การสำรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อชนิดต่าง ๆ ที่จำหน่ายในตลาดสดและซุปเปอร์มาร์เก็ต.” หน้า 412 - 419. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 สาขาอุตสาหกรรมเกษตร.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2544. “ Genus Salmonella.” หน้า 1 - 36. ใน **เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง Isolation, Identification and Serotyping of *Salmonella*.** นนทบุรี : WHO National and Shigella Center กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, ศิริรัตน์ พรเรืองวงศ์, ชัยวัฒน์ พูลศิริกาญจน์. และ อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2545. “ รายงานการเกิดโรค Salmonellosis ของผู้ป่วยในประเทศไทยระหว่าง ปี พ.ศ. 2544.” หน้า 46 - 51. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ ครั้งที่ 13.** กรุงเทพฯ : โรงแรม มิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น.

อดิศร เสวตวิวัฒน์, วราวุฒิ ครูส่ง, ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และ อรุณบ่างตระกูล. 2548. “ เปรียบเทียบอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อในขั้นตอน selective enrichment และ isolation ในการตรวจหาเชื้อซาลโมเนลลา ในเนื้อหมูสดจำหน่ายปลีก. ” **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.** 23(1) : 1-13.

องอาจ เหลาวินิจ, วิชัย ศุภสินธุ์, สุนันท์ พินิตเกียรติสกุล, วนิดา พัสดุรักษ์, นิรมล อุปรมัย และ ปฐมพร เอมะวิศิษฏ์. 2541. **รายงานวิจัยฉบับบสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis.** 17th edition. Microbiological Method No. 966.23C, No. 966.24, No. 975. 54D, No. 975.55 : Washington DC. AOAC.

Bakhrouf, A., M. Jeddi and M. J. Gauthier. 1992. " Survival of *Salmonella* Paratyphi B and Psuedomonas aeruginosa in seawater after incubation or washing in presence of osmolytes." **Can. J. Microbiol.** 38 (7) : 690-693.

Bangtrakulnonth, A., S. Boonma, N. Marnrin, S. Leugyothleuacha, J. Sutanthaviboon and M. Kusum. 1994a. " Study of Pig Salmonellosis in Thailand." p 220 in **Proceeding of the 13 th International Pig Veterinary Soeity.** Bangkok. : Faculty of Veterinary Science.

Bangtrakulnonth, A., S. Pornrugwong, M. Kusum, T. Damrongwatanapokin and K. Saitanu. 1994b. **Prevalence of *Salmonella* in Human During 1988-1933.** [Online] : Available http//www.dmsc.moph.go.th. 10/07/2006.

Bangtrakulnonth A., S. Pornreongwong, C. Pulsrikarn, P. Sawanpanyalert, R.S. Hendriksen, D. M.A. Lo Fo Wong and F. M. Aarestrup. 2003. ***Salmonella* serovars from humans and other sources in Thailand, 1993–2002.** [Online] Available: http://www.cdc.gov/ncidod/ EID/ vol10no1/02-0781.htm. 6/01/2008.

Berends, B.R., E. van Knapen, D.A.A. Mossel, S.A. Burt and J.M.A. Snijders. 1998. " Impact on Human Heath of *Salmonella* on Pork in Netherlands and Anticipated Effects of Some Currently Perposed Control Stategieies." **Int. J. Food Microbial.** 44 : 219-229.

Boonmar, S., A. Bangtrakulmonth, S. Pornrungwong, N. Marnrin, K. Kaneko and M. Ogawa. 1998. " Predominant Serovar of *Salmonella* in Human and food from Thailand." **J. of Vet. Med. Sci.** 60 (7) : 877 – 880.

Botteldoorn, N., M. Heyndrickx, N. Rijpens, K. Grijspeerdt and L. Herman. 2003. " Salmonella on pig carcasses: positive pigs and cross contamination in the slaughterhouse." **J. of App. Microbiology.** (95) : 891 – 903.

Conlin, C.A. and C.G. Miller. 2000. " *Samonella* enterica serovar Typhimurium gene encoding a protease is part of an operon regular by heat shock." **J. Bacteriol.** 182 (2) : 518-521.

Davies, R.H. and C. Wrony. 1996. " Persistence of *Salmonella* Enteritidis in Poultry Unit and Poultry Food." *Citied by* Wray, C. and R.H. Davies (eds.). **Microbial Food Safety in Animal Agriculture.** Iowa State : Blackwell Publisihng Company.

Duffy, E., J. Sofos, K. Belk. And G. Smith. 2005. **Nation Pork Retail Microbiology Baseline.** [Online] Available :_http//www.nppc.org. 06/01/2008.

Emilia do Socorro C. de Lima , Paulo Sérgio de A. Pinto, José L. dos Santos, Maria Cristina D. Vanetti, Paula D. Bevilacqua, Laerte P. de Almeida, Mayara S. Pinto and Francesca S. Dias. 2004. " Isolation of *Salmonella* spp. and *Staphylococcus aureus* at swine slaughtering as subsidy for HACCP, the Hazard Analysis and Critical Control Point system." **Pesq. Vet. Bras.** 24 (4 ) :185-190.

Gill, C.O. and J. Bryant. 1992. " Presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Campylobacter* in Pig Carcsss Dehairing Equipment." **J. of Food Micro.** 10 : 337-344.

Hurd, H.S., J.D. Mckean, R.W. Griffith, I.V. Wesley and M.H. Rostagno. 2002. " *Salmonella enterica* Infections in Market Swine with and without Transport and Holding." **Appl. and Environ Microbiol.** 68 (5) : 2376-2381.

Jackowiak, J. and A. Pointon .2005. **The Relationships Between Time Off-Feed and *Salmonella* in Pork.** [Online ]Available: http//www.sardi.sagov.au/page/livestock/pig/hygine/off-feed.hmtl. 22/03/2006.

Lammerding, A.M. and A. Fazil. 2000." Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment." **International J. of Food Micro.** 58 : 147-157

Leyer, G.J. and E. A. Johnson. 1992. "Acid adaptation promotes survival of Salmonella spp. in cheese." **Appl. and Environ Microbiol.** 58 (6) : 2075-2080.

National Salmonella and Shigella center. 2002. **Annual report of confirmed Salmonella and Shigella in Thailand.** Bangkok : Ministry of Public Health.

Nychas, G. J. and C.C. Tassou. 1996. " Growth/servisal of *Salmonella* Enteritidis on fresh poultry and fish store under vaccum or mdified atmosphere." **Lett. Appl. Microbiol.** 23 (2) :115-119.

Olsen, S. J., L.C. MacKinon, J. S. Goulding, N.H. Bean and L. Slutsker. 2000. " Surveillance for foodborne- disease outbreaks United State, 1993-1977." **MMWR CDC Surveill Summ.** 49 (1) : 1-62.

Padungtod, P. and J.B. Kaneene. 2006. " Samonella in Food animal and humans in northern Thailand." **International J. of Food Micro.** 108 (3) : 346-354.

Patterson, S. and R.E. Isaacson. 2003. "Genitic and Pathogenesis of *Salmonella*" in Wray, C. and R.H. Davies (eds.). **Microbial Food Safety in Animal Agriculture**. Iowa State : Blackwell Publisihng Company.

Peace, R.A., D.J. Bolton, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I.S. Blair and D. Harrington. 2004. Siudies to Determine the Critical Control Point in Pork slaughter hazard Analysis and Critical Control Point System. Inter. **J. of Food Microbiol.** 90(3) 331-339.

Peace, R.A., D.J. Bolton, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I.S. Blair and D. Harrington. 2005. **Siudies to Determine the Critical Control Point in Pork slaughter hazard Analysis and Critical Control Point System.** [Online] Available : http//www. sciencedirect.com/science. 22/03/2006

Peace, R.A., J.J. Sheridan and D. J. Bolton. 2006. " Distribution of airborne microorganism in commercial pork slaughter process." **Inter. J. of Food Microbiol.** 107(3) 186-191.

Rostagno, M.H., H.S.Hurd, J.D. Mckean, C.J. Ziemer, J.K. Gailey and R.C. Leite. 2003. " Preslaughter Holding Environment in Pork Plant is Highly Contaminate with *Salmonella enterica.*" **Appl. and Environ Microbiol.** 69 (8) : 4489-4494.

Saide-Albornoz, J.J. 1995. " Contamination of Pork Carcass During Slaughter, Fabrication and Chilled Storage." **J. Food Prot.** 58 (9) :993-997.

Sammacro, M.L., P. Glaser and L. Gram. 1997. " Prevalence of Samonella, Listeria and Yersiniae in the Slaugterhouse Environment and On Work Surface, Equipments and Worker." **J. Food Prot.** 60(4) : 367-371.

Schnitz, C. and G. Mead. 2000. " Competitive Exclusion. In *Salmonella* in Domestic Animal " Citied by Wray, C. and R.H. Davies. In **Microbial Food Safety in Animal Agriculture.** Iowa State : Blackwell Publisihng Company.

Swanenberg, M., H.A.P. Urling, D.A. Keuzenkamp and J.M.A. Snijders. 2001a. " *Salmonella* in the Lairage of Pig Slaughterhouses. " **J. of Food Prot.** 64 (1) : 12-16.

Swanenberg, M., H.A.P. Urling, J.M.A. Snijder, D.A Keuzenkam and F. van Knapen. 2001b. "*Salmonella* in Slaughter Pigs : Prevalence, Serotypes and Critical Control Points during Slaughter in Two Slaughterhouses." **Inter. J. of Food Microbiol.** 70 (3) : 243-254.

Swanenberg, M., P.J. van der Wolf, H.A.P. Urling, J.M.A. Snijders and F. Van Knapen. 2001c. "*Salmonella* in Slaughters Pig : the Effect of Logistic Slaughters Procedures of Pig on the prevalence of *Salmonella* in pork." **Inter J. of Food Microbiol.** 70( 3) : 234-242.

Thorns, C. J. 2000. " Bacterial food-borne zoonoses." **Rev. Sci Tech.**19(1) : 226-239.

USDA-FSIS. 1999. **Nationwide beef microbiological baseline data collection Program : market hog.** [Online] Available:http//www.fsis.usda.gov/science/progress_report_salmonella_testing/ index.asp. 07/04/2006.

van der Wolf . 2000. " *Salmonella* in Pork Production Chain : Feasibility of *Salmonella* Free Pig Production." Citied by Wray, C. and R.H. Davies. in **Microbial Food Safety in Animal Agriculture.** Iowa State : Blackwell Publisihng Company.

Wray, C. and R.H. Davies. 2003. "The Epidemiology and Ecology of *Salmonella* in Meat Producing Animal." in **Microbial Food Safetyin Animal Agriculture.** Iowa State : Blackwell Publisihng Company

Wray, C. and A. Wray. 2000. "*Salmonella* in Domestic Animal." Citied by Wray, C. and R.H. Davies. 2003. The Epidemiology and Ecology of *Salmonella* in Meat Producing Animal. in **Microbial Food Safety in Animal Agriculture.** Iowa State : Blackwell Publisihng Company

# ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางมณีรัตน์ รัตนผล

วัน เดือน ปีเกิด 5 กุมภาพันธ์ 2502 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

ที่อยู่ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี ตำบลพัฒนานิคม อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี 15140 โทรศัพท์ 036 - 491786

ประวัติการศึกษา 2520 จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพฯ

2524 จบการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติการทำงาน 2524 ดำรงตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี

2547 ดำรงตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี

2550 ดำรงตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีลพบุรี ทำการสอนและวิจัยด้านการจัดการและโภชนศาสตร์ในสัตว์ปีก

ประสบการณ์งานวิจัย 2539 วิจัย เรื่อง การเสริมวิตามินอีในอาหารไก่ไข่ที่มีผลต่อปริมาณวิตามินอีในไข่

2545 วิจัย เรื่อง ผลการเสริมกระเทียมในอาหารไก่ไข่ ต่อปริมาณคอเลสเทอรอลในไข่ไก่

2545 วิจัย เรื่อง การใช้ใบฝรั่งป้องกันโรคบิดในไก่เนื้อ

2546 วิจัย เรื่อง ผลการเสริมใบขี้เหล็กต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ

2549 วิจัย เรื่อง การใช้ใบฝรั่งป้องกันโรคบิดที่เกิดจากเชื้อ *Eimeria tenella* ในไก่เนื้อ

2549 วิจัย เรื่อง การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

2550 วิจัย เรื่อง การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดใบฝรั่งในการป้องกันโรคบิดที่เกิดจากเชื้อ *Eimeria tenella* ในไก่เนื้อ