การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด Coliforms และ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าสุกรต้นแบบขนาดเล็ก

CONTAMINATION OF TOTAL BACTERIAL COUNT, COLIFORMS AND *ESCHERICHIA COLI* IN SMALL-SCALE PIG SLAUGHTER PILOT PLANT

ปรีดารา ปริสุทธกุล
PREEDARA PARISUTTHAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549
ISBN 974-15-2651-2

การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด Coliforms และ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าสุกรต้นแบบขนาดเล็ก

CONTAMINATION OF TOTAL BACTERIAL COUNT, COLIFORMS AND *ESCHERICHIA COLI* IN SMALL-SCALE PIG SLAUGHTER PILOT PLANT

ปรีดารา ปริสุทธกุล

PREEDARA PARISUTTHAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2549

ISBN 974-15-2651-2

CONTAMINATION OF TOTAL BACTERIAL COUNT, COLIFORMS AND *ESCHERICHIA COLI* IN SMALL-SCALE PIG SLAUGHTER PILOT PLANT

PREEDARA PARISUTTHAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2006

ISBN 974-15-2651-2

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด, Coliforms และ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าสุกรต้นแบบขนาดเล็ก
นักศึกษา	นางสาวปรีดารา ปริสุทธกุล
รหัสนักศึกษา	46067911
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรในโรงฆ่าขนาดเล็กที่ได้มาตรฐาน โดยการ Swab อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่า ได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง บนผิวซากสุกรภายหลังการลวกและซากภายหลังการผ่าซีก บนแผลแทงคอ และในน้ำลวกซาก ภายหลังการฆ่าและชำแหละซากทุกๆ 20 ตัว และ swab มือพนักงานเปิดซากและพนักงานผ่าครึ่งซาก ทุกๆ ชั่วโมงของการปฏิบัติงาน เป็นเวลา 4 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างเป็นจำนวน 8 ครั้ง นำมาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* โดยใช้แผ่นเพาะเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm ™ Aerobic Count Plate และ 3M Petrifilm ™ *E. coli*/coliform count Plate บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด บนมีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง มีค่าเฉลี่ย 2.4, 3.2, 3.2, 2.7, 2.8 และ 2.5 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และมีจำนวน Coliforms เฉลี่ย 0.1, 0.6, 0.6, 1.0, 0.9 และ 0.7 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ส่วนจำนวนของ *E. coli* มีค่าเฉลี่ย $<$ 1 log cfu/cm^2 และมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อ Coliforms และ *E. coli* เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.3 - 4.3, 1.2 – 2.1 และ 1.1 – 1.9 log cfu/มือ บนผิวซากสุกรหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย 3.1, 2.7 และ 2.8 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และมีค่า Coliforms เฉลี่ย 0.3, 1.2 และ 0.9 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ส่วนเชื้อ *E. coli* มีค่า 0.1, 1.1 และ 0.8 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ในขณะที่น้ำลวกซาก มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* เฉลี่ย 6.6, 0.1 และ 0.1 log cfu/ml ตามลำดับ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำลวกเพิ่มขึ้นตามจำนวนซากที่เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) และจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากภายหลังการลวกมีแนวโน้มสูงขึ้น ตามจำนวนซากที่ถูกลวกเพิ่มขึ้น

อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส ภายหลังการสัมผัสแต่ละซาก มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังลวกอย่างน้อยทุกๆ 10 ซาก และควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และฉีดล้างซากด้วยน้ำสะอาดภายหลังการชำแหละ

Thesis Title	Contamination of Total Bacterial Count, Coliforms and *Escherichia coli* in Small-Scale Pig Slaughter Pilot Plant
Student	Miss Preedara Parisutthakul
Student ID	46067911
Degree	Master of Science
Programme	Food Sanitation
Year	2006
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Prapaporn Khopaibool

ABSTRACT

The Total Aerobic Counts (TAC), Coliforms and *Escherichia coli* Counts of a slaughtering process in a standard small pig slaughterhouse were studied by swabbing of knives for sticking, dehairing, head removing, eviscerating and splitting, and carcass holding hook, surfaces of carcasses after scalding, splitting and sticking wound, and sampling of scalding water in 20 carcasses. The samples were 8 times collected. The hands of eviscerating and splitting employee were swabbed in each hour for 4 h. The samples were examined for TAC, Coliforms and *E. coli* counts using 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate and 3M Petrifilm™ E. coli/coliform count Plate, incubated at 35°C for 48 h. The study found the TAC of of the knives for sticking, dehairing, head removing, eviscerating, splitting and carcass holding hook were 2.4, 3.2, 2.7, 2.8, 2.5 and 3.2 log cfu/cm^2 respectively , the Coliform counts were 0.1, 0.6, 1.0, 0.9, 0.7 and 0.6 log cfu/cm^2 respectively, while the *E. coli* counts were < 1 log cfu/ cm^2. The TAC, Coliforms and *E. coli* on the worker's hands for eviscerating and splitting were among 4.3 - 4.3, 1.2 - 2.1 and 1.1 - 1.9 log cfu/cm^2 respectively. The TAC contamination on carcass surfaces after scalding, splitting and sticking wound were 3.1, 2.7 and 2.8 log cfu/cm^2, Coliform counts were 0.3, 1.2 and 0.9 log cfu/cm^2 and *E. coli* counts were 0.1, 1.1 and 0.8 log cfu/cm^2 respectively. The TAC, Coliforms and *E. coli* counts of scalding water were 6.6, 0.1 and 0.1 log cfu/cm^2, which the TAC were significantly increased relating to the number of carcasses ($P \leq 0.05$). Also the trend of TAC on scalded carcass surface was increased relating to the number of carcasses too.

The microbiological contamination in a pig slaughtering process could be controlled by cleaning and pasteurizing of the equipments in the > 82 °C hot water before using to the next

carcass. The temperature of scalding water should not lower than 60 ℃ and drained half in each 10 of carcass scalding. The splitting carcasses should be sprayed with clean water.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขรายงานสัมมนาให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสุขาภิบาลอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ บริษัท MT 9999 จ.อุดรธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ในการทำงานวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาสุขาภิบาลอาหารและภาควิชาอื่นๆ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ทดลอง และ คำแนะนำต่างๆ ในการปฏิบัติงาน

ปรีดารา ปริสุทธกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....3

2.2 ความสำคัญและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์..... 5

2.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic CountTAC).....5

2.2.2 โคลิฟอร์ม (Coliforms).....5

2.2.3 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*).....6

2.3 กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร.....9

2.3.1 การทำให้สัตว์สลบ(Stunning)..... 9

2.3.2 การเอาเลือดออก (Bleeding).....9

2.3.2 การลวกซาก (Scalding).....10

2.3.3 การขูดขน (Dehairing).....10

2.3.4 การเอาอวัยวะภายในออก (Evisceration).....10

2.3.5 การแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก (Back splitting).....11

2.3.6 การลดอุณหภูมิซากสุกร(Chilling).....11

2.4 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์.....13

2.4.1 การเคลื่อนย้ายและการพักสุกร.....14

2.4.2 การทำให้สัตว์สลบ.....15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.3 การแทงคอเอาเลือดออก..... 15

2.4.4 การลวกซาก..... 17

2.4.5 การขูดขนและการปัดขน..... 18

2.4.6 การเปิดซาก..... 20

2.6.7 การแช่เย็นซากสุก..... 22

2.5 การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์..... 23

2.5.1 วิธีทางกายภาพ (Physical Treatment)..... 23

2.5.1.1 การฉายรังสี..... 23

2.5.1.2 การใช้น้ำสะอาด..... 23

2.5.2 วิธีทางเคมี (Chemical Treatment)..... 25

2.5.2.1 การใช้สารละลายคลอรีน..... 25

2.5.2.2 การใช้สารละลายกรดแลกติก..... 27

2.5.2.3 การใช้สารประเภทโปแตสเซียมซอร์เบท (PS)..... 28

2.5.3 วิธีทางเคมีร่วมกับวิธีทางกายภาพ..... 29

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..... 31

3.1 วัตถุดิบ..... 31

3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์..... 31

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง..... 31

3.4 สถานที่ทำการทดลอง..... 31

3.5 วิธีการทดลอง..... 32

3.5.1 ศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count) , Coliforms และ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละซาก..... 32

3.5.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ..... 33

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 34

4.1 ผลการศึกษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count : TAC) บนอุปกรณ์ น้ำลวกซาก และผิวซากสุกร 34

4.2 ผลการศึกษาจำนวน Coliforms บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง น้ำลวกซาก และซากสุกร 42

4.3 ผลการศึกษาจำนวนเชื้อ *E. coli* บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง น้ำลวกซาก และซากสุกรสุกร 48

4.4 ผลการศึกษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปทั้งหมด, Coliforms และ *E. coli* บนมือพนักงานเปิดซากและพนักงานผ่าครึ่งซาก 54

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 58

สรุปผลการทดลอง 58

ข้อแนะนำ 61

บรรณานุกรม 62

ภาคผนวก 71

ก. มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ 72

ข. วิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์ 80

ค. ภาพการเก็บตัวอย่าง 82

ประวัติผู้เขียน 86

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงค่ามาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรของประเทศประชาคมยุโรป..... 4

2.2 แสดงค่ามาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรของประเทศเยอรมัน..... 5

2.3 จำนวนเหตุการณ์ผู้ป่วยที่เป็นโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อแบคทีเรียในประเทศเดนมาร์ก, นอร์เวย์ และสวีเดน ในปี 1994..... 8

2.4 เปอร์เซนต์การพบเชื้อ *Salmonella* spp. บนตัวสุกร และซากสุกรในขั้นตอนต่างๆใน กระบวนการฆ่าสัตว์ของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก..... 15

2.5 จำนวนเชื้อ APC , E-count และ EC-count บนซากสุกรหลังการแทงคอ..... 16

2.6 ปริมาณจุลินทรีย์ (log cfu/cm^2) ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *Enterobacteriaceae* และ *E. coli* บนผิวหน้าซากสุกรในแต่ละขั้นตอนของโรงฆ่าสุกร Iberian..... 18

2.7 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) และ *Enterobacteriacea* บนโต๊ะชูดขน ก่อนและหลังการทำความสะอาด..... 20

2.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด, Coliforms และ *E. coli* ก่อนและหลังการใช้น้ำร้อนและการใช้ไอน้ำ..... 25

4.1 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count) บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว..... 34

4.2 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count) ในน้ำลวกซาก ผิวซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอ ภายหลังการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว..... 37

4.3 แสดงจำนวน Coliforms บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่งที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20ตัว..... 42

4.4 แสดงจำนวนเชื้อ Coliforms ในน้ำลวกซาก ซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว..... 44

4.5 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่งที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว..... 48

4.6 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในน้ำลวกซาก ซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว..... 49

4.7 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด(TAC), Coliforms และ *E. coli* บนมือพนักงานที่สัมผัสซาก..... 54

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงขั้นตอนที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกรและโค.....13
2.2 แสดงการปนเปื้อนจุลินทรีย์บนซากสุกรในโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก จากการ swab บริเวณ หน้าท้อง สะโพก และคอ.....19
2.3 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรภายหลังการสเปรย์ด้วยกรดแลกติก.....28
4.1 ภาพแสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอุปกรณ์ที่ใช้ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร.....40
4.2 ภาพแสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำลวกซากบนซากหลังลวก ซากผ่าซีกและแผลคอในระหว่างการฆ่าและชำแหละสุกร.....41
4.3 ภาพแสดงจำนวนเชื้อ Coliforms บนอุปกรณ์ที่ใช้ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร.....46
4.4 ภาพแสดงจำนวนเชื้อ Coliforms ในน้ำลวกซาก บนซากหลังลวก ซากผ่าซีกและแผลคอ.....47
4.5 ภาพแสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ของอุปกรณ์ในกระบวนการฆ่าสุกร.....52
4.6 ภาพแสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในน้ำลวกซาก บนซากหลังลวก ซากผ่าซีก แผลคอในระหว่างการฆ่าและชำแหละสุกร.....53
4.7 ภาพแสดงแนวโน้มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปทั้งหมดบนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่ง.....56
4.8 ภาพแสดงแนวโน้มจำนวนเชื้อ Coliforms บนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่ง.....56
4.9 ภาพแสดงแนวโน้มจำนวนเชื้อ *E. coli* บนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่ง.....57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันความต้องการนิยมบริโภคเนื้อสุกรของคนไทยมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ประเภทอื่น จึงทำให้มีแนวโน้มในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อการบริโภคของประชากรภายในประเทศแทบทั้งสิ้น มีการส่งออกเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาการระบาดของโรคปากและเท้าเปื่อย นอกจากนี้เนื้อสุกรส่วนใหญ่มาจากโรงฆ่าและชำแหละที่ไม่ได้มาตรฐาน จึงทำให้เนื้อสุกรมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สูง ทั้งนี้จากประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสุกร คือ จุลินทรีย์รวมต่อกรัมต้องมีปริมาณไม่เกิน 1×10^5 *Esherichia coli* ต้องน้อยกว่า 50 MPN/กรัม และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens* และ *Bacillus cereus* ต้องน้อยกว่า 200 cfu/g และต้องไม่พบ *Salmonella, Listeria monocytogenes* ต่อ 25 กรัม ในขณะที่มาตรฐานอาหารสากล (Codex) ได้กำหนดมาตรฐานจุลินทรีย์ในเนื้อสดจะมีจุลินทรีย์ได้ไม่เกิน 10,000-100,000 cfu/cm^2 แต่เนื่องจากเนื้อสุกรที่บริโภคภายในประเทศมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด จึงมีผลทำให้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์แปรรูปต่างๆมีอายุการเก็บรักษาสั้น และอาจเกิดความไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค รัฐบาลได้เล็งเห็นความสำคัญของปัญหาเหล่านี้ จึงได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ โดยมีวัตถุประสงค์สนับสนุนการปศุสัตว์ในการผลิตเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพได้มาตรฐานสากล เพื่อขยายโอกาสในการส่งออกให้เพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยกรมปศุสัตว์ จึงได้ออกกฎระเบียบ เพื่อเป็นการสร้างมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารของไทย ให้สามารถแข่งขันในตลาดการค้าเสรี โดยการควบคุมความสะอาดและสุขอนามัยความปลอดภัยของเนื้อสุกร ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตสุกรจากฟาร์ม การฆ่าและชำแหละจนไปถึงมือผู้บริโภค โดยกรมปศุสัตว์ได้มีนโยบาย ในการปรับปรุงโรงฆ่าสัตว์ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และจัดทำโครงการยกระดับมาตรฐานโรงฆ่าสุกรขึ้น ซึ่งใช้หลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (Good Manufacturing Practices; GMPs) ตามแนวทางของมาตรฐาน Codex นอกจากนั้นยังนำระบบมาตรฐานการผลิตอื่นๆ มาใช้ในการควบคุมการผลิตอีกด้วย โดยเฉพาะระบบ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นต่อผู้บริโภคเนื้อสัตว์ และเป็นระบบที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มกำหนดให้ระบบ HACCP เป็นกฎหมายตั้งแต่ปี 1996 (Anon, 2001)

ดังนั้นเพื่อให้เนื้อสัตว์ที่ผลิตมีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค จึงต้องมีการควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาปัจจัยการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บ่งชี้ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ได้มาตรฐาน เพื่อยืนยันว่าวิธีการปฏิบัติงานในโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก มีสุขลักษณะที่ดีในการผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count: TAC), Coliforms และ *E. coli* บนอุปกรณ์ในการฆ่าและชำแหละ ได้แก่ มีด ตะขอเกี่ยวซาก น้ำลวกซาก ผิวซากและมือพนักงานของโรงงานฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ได้มาตรฐาน เพื่อเป็นการทวนสอบ (Verify) วิธีการปฏิบัติงาน ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงฆ่าตามสุขลักษณะการปฏิบัติงานที่ดี

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บ่งชี้ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count: TAC), Coliforms และ *E. coli* บนผิวซากสุกรในระหว่างการฆ่าและชำแหละ ได้แก่ แผลแทงคอ ผิวซากภายหลังการลวก ผิวกล้ามเนื้อซากภายหลังการชำแหละและผ่าครึ่ง บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซาก ได้แก่ ตะขอเกี่ยวซาก มีดแทงคอ มีดขูดขน มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง น้ำลวกซากจากถัง และมือพนักงานเปิดซาก และพนักงานผ่าครึ่ง เพื่อเป็นการทวนสอบวิธีการปฏิบัติงานในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกร ของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ได้มาตรฐานสากล

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์จัดเป็นอันตรายทางชีวภาพสำคัญในเนื้อสัตว์ ซึ่งประกอบด้วยแบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว และปรสิตต่างๆ อันตรายทางชีวภาพที่ก่อให้เกิดปัญหาที่สำคัญ ในอุตสาหกรรมอาหารคือ แบคทีเรีย ซึ่งผลิตภัณฑ์กลุ่มเนื้อสัตว์ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และมีค่า water activity เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด ดังนั้นการป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งควรมีการควบคุมตั้งแต่ฟาร์มเพื่อให้ถูกต้องตามสุขลักษณะรวมถึงการขนส่งเข้าสู่โรงเชือด จนกระทั่งแปรรูป เนื่องจากจุลินทรีย์มีอยู่ตามธรรมชาติทั้งในดิน น้ำ รวมทั้งจากตัวสัตว์เองอันตรายที่ปนเปื้อนข้ามมาสู่มนุษย์ได้ รวมทั้งยาที่ใช้รักษาสัตว์หรือยาปฏิชีวนะต่าง ๆ ที่ตกค้างอยู่ในตัวสัตว์ ดังนั้นการปนเปื้อนจึงเกิดขึ้นทุกขั้นตอนตั้งแต่การรับสัตว์ก่อนการฆ่า ในระหว่างการฆ่ารวมทั้งในระหว่างการชำแหละและการตัดแต่ง Mies และคณะ (1999) กล่าวว่าแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญของตัวสัตว์ประกอบด้วยส่วนขนและกีบ เช่น บริเวณผิวหนังที่ปนเปื้อนอุจจาระ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมและป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนน้อยที่สุด

จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ตามความสำคัญ ดังนี้ (จุฑารัตน์ , 2542)

1. จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic microoganisms) ได้แก่ *Salmonella spp. Clostridium perfringens, Listeria monocytogenens* และจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* เป็นต้น

2. จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage microorganisms) เช่น แบคทีเรียในกลุ่ม *Enterobacteriaceae* ทำให้เนื้อเกิดเมือกบนผิวหน้าและมีกลิ่นที่ไม่ดี ซึ่งแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าเสียบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำและต้องการอากาศที่พบมาก คือ *Pseudomonas, Alcaligenes, Acinetobacter, Moraxella* และ *Aeromonas* นอกจากนี้ Gram และคณะ (2002) กล่าวว่าจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ จะมีปริมาณเชื้อโดยประมาณ คือ 7-9 log cfu/g

3. จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator microorganisms) ได้แก่ Total Aerobic Counts, Coliforms และ *E. coli* โดย จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขลักษณะของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ ซึ่ง European Communities (2001) ได้กำหนดมาตรฐานของค่า Total Viable Counts (TVC) และ Total Enteric Counts (TEC) มาเป็นเกณฑ์ในการวัดสุขอนามัยของซากและใช้ในการ

ทวนสอบระบบ HACCP ซึ่งตามข้อกำหนดของ EU และมาตรฐานเนื้อสัตว์ของประเทศเยอรมัน ได้กำหนดค่ามาตรฐานของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ ดังตารางที่ 2.1 และ 2.2 ส่วนมาตรฐานของประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ไว้ดังนี้

เกณฑ์มาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรของประเทศไทย

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5×10^5 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.23C หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

2. โคลิฟอร์ม (Coliforms organisms) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 5×10^3 โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.24 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

3. ซาลโมเนลลา (*Salmonella spp.*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 967.26 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

4. สตาฟิโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 1×10^2 วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 975.55 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

ตารางที่ 2.1 แสดงค่ามาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรของประเทศประชาคมยุโรป

ชนิดจุลินทรีย์	โคโลนี/กรัม	จำนวนตัวอย่างที่ต้องสุ่มตรวจ
Aerobic mesophile	5×10	5
E. coli	50	5
S. aureus	50	5
Salmonellas	0/25 กรัม	5

ที่มา : ดัดแปลงจาก Snyder (1995)

ตารางที่ 2.2 แสดงค่ามาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรของประเทศเยอรมัน

ชนิดของจุลินทรีย์	โคโลนี/ตารางเซนติเมตร
1. Total aerobic count	$< 10^4$
2. *Salmonella spp.*	0
3. *Campylobacter spp.*	0
4. *Yersinia spp.*	0
5. *Listeria spp.*	0

ที่มา : Thoeger (1993)

2.2 ความสำคัญและการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

2.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count : TAC)

ปริมาณ TAC จะใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถึงสภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์ ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงสุขลักษณะในกระบวนการผลิต Pearson และ Dutson (1986) ได้กล่าวว่าการตรวจพบจุลินทรีย์ mesophiles บนซากสัตว์ จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขศาสตร์ของโรงฆ่าสัตว์ กระบวนการฆ่า ชำแหละ และการตัดแต่ง โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวหนัง จะถูกทำลายในขั้นตอนของการลวกซากและการเผาขน แต่อย่างไรก็ตามสามารถพบการปนเปื้อนบริเวณผิวซากอีกในภายหลัง Gill และคณะ (2000) รายงานว่า จำนวน TAC จากการ swab บนผิวซากสุกร ภายหลังการตัดแต่ง พบว่า มีจำนวนเฉลี่ยประมาณ 2 log cfu/cm^2 ซึ่งในซากโคจะมีจำนวนเชื้อน้อยกว่าประมาณ 1 log cfu/cm^2 Jay (2000) รายงานว่าโรงฆ่าสัตว์โดยทั่วๆไป จะมีจำนวน TAC ในเนื้อแดง เกินกว่าระดับที่กำหนดคือ 105 cfu/g นอกจากนี้ Robert และคณะ (1980) ได้รายงานว่า บนผิวซากสุกรในขั้นตอนสุดท้ายที่ไม่ผ่านการล้างซากและจากโรงฆ่าที่ไม่มีการจัดทำระบบ GMP ในประเทศอังกฤษ พบว่ามีจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั่วไปอยู่ระหว่าง 2.20 และ 4.06 log cfu/cm^2 ในขณะที่ Mead (1997) ได้รายงานว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั่วไปบนผิวซากสุกรในประเทศแคนาดา อยู่ระหว่าง 2.79 และ 3.78 log cfu/cm^2 Skovgaard (1990) ได้ศึกษาจำนวน mesophilic aerobic microorganism บนอุปกรณ์ภายในโรงฆ่าสุกรหลังผ่านการทำงานมา 2 ชั่วโมง พบว่ามีจำนวน 6 log cfu/cm^2

2.2.2 โคลิฟอร์ม (Coliforms)

จุลินทรีย์พวก Coliforms เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิต เชื้อชนิดนี้เป็นแบคทีเรียติดสีแกรมลบ เซลมีลักษณะเป็นรูปไข่สั้น ไม่สร้างสปอร์ เจริญในที่มีอากาศเพียงเล็กน้อย และใช้น้ำตาลแลคโตสในการหมักภายใน 48 ชั่วโมง ทำให้เกิดโคโลนีสีคล้ำ มีประกายของโลหะขึ้นบนวุ้นอาหารเอนโดการ์ การตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ในอาหาร เป็นดรรชนีบ่งถึงความเป็นไปได้ ที่จะมีเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิด

โรคในระบบทางเดินอาหาร (enteropathogenic) หรืออาจจะมีสารพิษที่เกิดจากจุลินทรีย์ (toxigenic) ได้ Anonymous (2001) รายงานว่า ได้มีการกำหนดเกณฑ์การปนเปื้อนของ Enterobacteriaceae มาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขอนามัยของซาก

2.2.3 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*)

Escherichia coli เป็นแบคทีเรียที่ติดสีแกรมลบ พบได้ทั่วๆไปในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและคน มักพบอยู่ในอุจจาระของคนและสัตว์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่จะบ่งชี้ว่าอาหารมีการสุขาภิบาลที่ดีเพียงพอหรือไม่ จึงใช้เชื้อ *E. coli* เป็นดรรชนีบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำและอาหาร (Index of faecal contamination) ถึงแม้ว่ามีเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* หลายชนิดที่ไม่มีอันตรายกับมนุษย์ แต่จะมีกลุ่มย่อย (subgroup) ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ด้วยเหตุนี้ ได้มีการจำแนก *E. coli* ออกตามความรุนแรงของการเกิดโรค ลักษณะนิสัยในการเจริญเติบโต และลักษณะทางพันธุกรรม เป็นผลให้แบ่ง *E. coli* ออกเป็น 5 กลุ่มเชื้อ *E. coli*

1. กลุ่มที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร (Enteropathogenic *E. coli*) เขียนย่อว่า EPEC
2. กลุ่มที่ทำลายเซลล์ในระบบทางเดินอาหาร (Enteroinvasive *E. coli*) เขียนย่อว่า EIEC
3. กลุ่มที่สร้างสารพิษขึ้นในทางเดินอาหาร (Enterotoxigenic *E. coli*) เขียนย่อว่า ETEC
4. กลุ่มที่ทำให้เกิดเลือดออกในทางเดินอาหาร (Enterohemorrhagic *E. coli*) เขียนย่อว่าEHEC
5. กลุ่มที่ทำให้เกิดการรวมตัวของเซลล์บุผนังลำไส้ (Enteroaggregative *E. coli*) เขียนย่อว่า EAggEC

Griffin และ Tauxe (1991) ได้รายงานว่า เชื้อ *E. coli* สายพันธุ์ VTEC ซึ่งอยู่ในกลุ่ม ETEC เป็นเชื้อที่สำคัญชนิดหนึ่ง พบว่ามีคนไข้ที่ได้รับเชื้อ *E. coli* (VTEC) เกิดอาการโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งสายพันธุ์นี้มีส่วนทำให้เกิดอาการท้องร่วงอย่างรุนแรง และอาการเลือดออกในลำไส้อีกด้วย ส่วนในสัตว์เลี้ยงโดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง เชื้อ *E. coli* (VTEC) สามารถอาศัยอยู่ในอุจจาระของสัตว์ และตัวสัตว์จะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามสัตว์ชนิดอื่น รวมทั้งสุกร สัตว์ปีก แมว และสุนัข สามารถเป็นพาหะของเชื้อ *E. coli* (VTEC) ได้ดี (Beutinและคณะ, 1993) *E. coli* (VTEC) สามารถถ่ายทอดสู่คนได้ทั้งทางตรงหรือทางอ้อม โดยการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนจากอุจจาระ เช่น เนื้อที่ไม่ผ่านการปรุงสุกหรือนมที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ซึ่งจะพบได้บ่อยว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดการติดเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ (Armstong , 1996)

Bouvet และคณะ (2001) ได้ทำศึกษาซากสุกรจำนวน 150 ซาก จากโรงฆ่าสัตว์ 3 แห่ง ของประเทศฝรั่งเศส พบว่ามีซากจำนวนมากกว่า 50% มีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* (VTEC) สายพันธุ์นี้มากกว่าเชื้อ *E. coli* O157:H7

เชื้อ *E. coli* O157:H7 เป็นเชื้อที่พบได้ทั้งคนและสัตว์ ซึ่งอยู่ในจำพวก enteropathogenic ซึ่งก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากสารพิษที่สร้างขึ้น (verotoxin) อุณหภูมิ

ที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อชนิดนี้คือ 30-42 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เชื้อสามารถเจริญได้อยู่ระหว่าง 4.3 - 9.5 และค่า pH ที่เหมาะสมคือ 6-7 และที่ค่า A_w ประมาณ 0.96 Borch และคณะ (1996) ได้รายงานการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *E. coli* O157:H7 และเชื้ออื่นๆในประเทศเดนมาร์ก นอร์เวย์ และสวีเดน ดังแสดงในตารางที่ 2.3

เชื้อชนิดนี้ทำให้เกิดอาการท้องเสีย บางครั้งมีเลือดปนออกมา ปวดท้อง มีอาการอาเจียนและมีไข้ อาจทำให้ถึงตายได้ *E. coli* ที่สร้างสารพิษ verotoxin จะมีระยะการฟักตัวของโรคประมาณ 1-4 วัน และระยะเวลาของโรคประมาณ 5-10 วัน

ตารางที่ 2.3 จำนวนเหตุการณ์ผู้ป่วยที่เป็นโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อแบคทีเรียในประเทศเดนมาร์ก, นอร์เวย์ และสวีเดน ในปี 1994

Bacteria	Country					
	Denmark		Norway		Sweden	
	Cases	Cases/100000 inhab.	Cases	Cases/100000 inhab.	Cases	Cases/100000 inhab.
C. coli / jejuni	2196	42.3	1050	24.4	5529	63.0
E. coli	35	0.7	31	0.7	-	-
E. coli O:157	2	0.04	-	-	1	0.01
L. monocytogenes	2.3	0.4	14	0.3	34	0.4
Salmonella spp. (domestic)	4276	82.3 (69.8)	1352	31.4 (6.3)	5097	58.0 (8.7-11.6)
S. enteritidis	1876	36.1	771	17.9	-	-
S. typhimurium	1363	26.2	188	4.4	-	-
Y. enterocolitica	643	12.4	194	4.5	1027	11.7

ที่มา : Borch และคณะ (1996)

2.3 กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.3.1 การทำให้สัตว์สลบ (Stunning)

การฆ่าสัตว์ที่ไม่ทารุณต่อสัตว์ มีหลักการคือ ใช้วิธีการฆ่าโดยทำให้สัตว์ได้รับความเจ็บปวดน้อยที่สุด และทำให้เลือดออกจากตัวสัตว์ได้มากที่สุด วิธีการนี้ก็คือ ฆ่าสัตว์ในขณะที่สัตว์ตกอยู่ในสภาวะหมดความรู้สึกหรือสลบ โดยที่หัวใจยังทำงานอยู่ ซึ่งจะทำให้สมองส่วน Cerebrum เท่านั้น ที่ได้รับความกระทบกระเทือน และต้องระมัดระวังไม่ให้สมองส่วน Medulla oblongata ได้รับอันตราย เพราะเมื่อสมองส่วนนี้ได้รับอันตรายแล้ว จะทำให้การตอบสนองต่างๆ ของกล้ามเนื้อหยุดลง หัวใจหยุดทำงาน และการเอาเลือดออกจะไม่สมบรูณ์

วิธีการทำให้สัตว์สลบมีอยู่หลายวิธีคือ

2.3.1.1 ใช้ฆ้อนตีกระโหลกศีรษะ วิธีการนี้จะใช้ฆ้อนขนาดใหญ่ตีศีรษะตรงหน้าผาก วิธีการนี้ตามหลักสากลจะเลิกใช้แล้ว เนื่องจากเป็นการทารุณต่อสัตว์

2.3.1.2 ใช้ปืนยิง วิธีการนี้จะยิงด้วยกระสุนจริง หรือการยิงด้วยปืนชนิด captive bolt pistol ซึ่งเครื่องยิงชนิดนี้จะใช้แท่งเหล็ก ซึ่งบรรจุไว้ในลำกล้องปืน แท่งเหล็กจะถูกขับออกมาด้วยแรงระเบิดของดินปืน และเมื่อแท่งเหล็กกระทบถูกตำแหน่งที่ยิงแล้วจะถูกดึงกลับเข้าลำกล้องโดยอัตโนมัติ

2.3.1.3 การทำให้สัตว์สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ วิธีนี้นิยมใช้กับสัตว์เล็ก แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มีผลทำให้ระบบประสาทหยุดทำงานระดับความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ประมาณ 75 % ระยะเวลาในการให้สัตว์สลบ ขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์และความเข้มข้นของก๊าซ

2.3.1.4 ใช้เครื่องช็อคไฟฟ้า วิธีนี้ใช้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่สมอง ทำให้สัตว์สลบได้เร็วและสะดวกประสิทธิภาพของเครื่องช็อคไฟฟ้าในการจะทำให้สัตว์สลบได้ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้าประมาณ 290-310 โวลต์ และใช้เวลาเพียง 2-3 วินาที

2.3.2 การเอาเลือดออก (Bleeding)

ภายหลังจากที่สัตว์สลบแล้ว ตัวสัตว์จะถูกแขวนขึ้นด้วยรอกที่ติดอยู่กับโซ่ ซึ่งคล้องไว้กับข้อเท้าข้างหนึ่ง สภาพของสัตว์จะอยู่ในลักษณะห้อยตัวลง และอยู่สูงกว่าพื้นประมาณ 75 เซนติเมตร จากนั้นจะทำการแทงคอเอาเลือดออก โดยต้องเอาเลือดออกจากตัวสัตว์ให้ได้มากที่สุด เพื่อเป็นการรักษาคุณภาพเนื้อ มีดที่ใช้แทงควรเลือกใช้ให้เหมาะกับขนาดของสัตว์ ตำแหน่งที่จะแทงมีดในสุกรคือ จุดที่อยู่เหนือยอดอกเข้ามาทางแนวกลางของลำคอประมาณ 2-3 นิ้ว ของฝ่ามือคน มีดจะแทงเข้าไปในทิศทางพุ่งเข้าสู่ทางหาง เมื่อมีดเข้าไปลึกพอประมาณ ก็กระดกด้ามมีดเพื่อให้ปลายมีดตัดเส้นเลือดดำและแดงบริเวณเหนือขั้วหัวใจให้ขาด ภายหลังที่เชือดเอาเลือดออกควรปล่อยให้ซากอยู่ในลักษณะเช่นนั้นประมาณ 5 นาที เพื่อปล่อยให้เลือดออกให้มากที่สุด และเพื่อให้กล้ามเนื้อคลายตัวลง ซึ่งในสุกรจะช่วยทำให้ขูดขนง่ายขึ้น

2.3.3 การลวกซาก (Scalding)

ซากสุกรเมื่อเอาเลือดออกแล้ว จะถูกเลื่อนมาในสภาพที่ยังแขวนอยู่บนรอก ซากจะถูกหย่อนลงในถังน้ำร้อนสำหรับลวกซาก และอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ประมาณ 60-63 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้แช่ซากประมาณ 5 นาที ทั้งนี้ระยะเวลาที่ซากแช่ในถังน้ำร้อนจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำในถัง ความหนาของชั้นไขมันสันหลังและอุณหภูมิของอากาศ ในระหว่างที่ซากแช่ในถัง จำเป็นต้องคอยกดซากให้อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา พร้อมทั้งพยายามให้ซากเคลื่อนที่ไปมา เพื่อให้น้ำร้อนมีโอกาสซึมเข้าไปในรูขุมขนได้ง่าย และน้ำที่ใช้ลวกซากจะต้องหมั่นเปลี่ยนน้ำอยู่เสมอ เพราะเมื่อทำการแช่ซากเป็นจำนวนมาก น้ำจะสกปรก และทำให้เชื้อโรคบางชนิดที่อยู่ในระยะสร้างสปอร์สามารถผ่านเข้าทางบาดแผลที่ถูกเชือด

2.3.4 การขูดขน (Dehairing)

หลังจากซากถูกลวกน้ำร้อนแล้ว จะถูกนำเข้าสู่เครื่องขูดขนไฟฟ้า (dehairing machine) หลังจากนั้นจึงนำซากสุกรออกมาวางบนแคร่เหล็ก และทำการตกแต่งขูดขนที่ยังเหลือตกค้าง เช่น บริเวณหน้าและใบหูของสุกร จากนั้นจะเปิดเอ็นร้อยหวายที่บริเวณด้านหลังของข้อขาหลังทั้ง 2 ข้าง เพื่อจะสอดเหล็กถ่างขานำไปแขวนบนรอกไฟฟ้า

2.3.5 การเอาอวัยวะภายในออก (Evisceration)

ในขั้นตอนนี้จะทำการเปิดช่องกระดูกเชิงกรานและช่องท้อง โดยใช้มีดผ่ากลางระหว่างขาหลังทั้ง 2 ข้าง โดยผ่าตามรอยสีขาวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (white tissue) ซึ่งจุดนี้เป็นส่วนของกระดูกเชิงกราน (pelvic bone) 2 ข้างมาติดต่อกัน และเมื่อใช้มีดใหญ่กระแทกเข้าไปแรงๆ จะสามารถแยกกระดูกสะโพกออกเป็น 2 ซีกได้ จากนั้นถ้าหากสัตว์เป็นตัวผู้ พนักงานจะค่อยๆ เลาะ

เอาท่อปัสสาวะออกก่อน เพื่อป้องกันท่อนี้ฉีกขาดระหว่างการเปิดซาก ส่วนบริเวณอกให้ผ่ากลางโดยใช้เลื่อยมือผ่ากระดูกอก (sternum) เริ่มจากกระดูกซี่โครงซี่แรกไปจนถึงช่องท้องได้

การผ่าเปิดท้องจะเริ่มจากบริเวณโคนในของขาหลังมาจนถึงอก โดยระวังอย่าให้ปลายมีดทิ่มทะลุลำไส้หรืออวัยวะภายในอื่นๆ ได้ จากนั้นค่อยๆ เลื่อนมือพร้อมกับตัดหนังท้องไปเรื่อยจนถึงจุดที่มีกล้ามเนื้อกระบังลมกั้น ระหว่างระบบย่อยอาหารและระบบหายใจ ค่อยๆ ใช้มีดเลาะตัดเอาอวัยวะระบบย่อยอาหารออกจากช่องท้อง โดยให้ไตและมันเปลวติดอยู่กับซาก เสร็จแล้วใช้มีดตัดพังผืดที่ยึดกล้ามเนื้อกระบังลมติดอยู่กับแผงกระดูกซี่โครงออก จากนั้นใช้มีดเลาะตัดหัวใจ ปอด ขั้วปอด ตลอดจนถึงหลอดลมให้หลุดออกจากซาก

2.3.6 การแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก (Back splitting)

ภายหลังจากเปิดท้องเอาอวัยวะภายในออกแล้ว ควรล้างทำความสะอาดซากให้สะอาด และทำการแบ่งซากโดยใช้มีดใหญ่ ผ่าตั้งแต่โคนหางไปตามแนวจนลงมาถึงกระดูกอันแรก

2.3.7 การลดอุณหภูมิซากสุกร (Chilling)

เมื่อผ่าซากออกเป็น 2 ซีกแล้ว ส่วนของไขสันหลังควรดึงเอาออก เพื่อลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ และล้างซากให้สะอาด และนำเข้าเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ควรเก็บซากไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าอุณหภูมิเนื้อจะลดลงถึง 7 องศาเซลเซียส ซึ่งนอกจากจะลดอุณหภูมิซากแล้ว ยังทำให้เนื้อนุ่มมากขึ้นอีก จากนั้นจึงนำออกจำหน่าย

การเก็บอุณหภูมิห้องเย็นปกตินิยมทำกัน 3 แบบ ดังนี้

2.3.7.1 rapid chilling หมายถึง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยที่ซากหรือเนื้อจะถูกนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -1 ถึง +1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 ความเร็วลม 1 ถึง 4 เมตรต่อวินาที ซึ่งในสุกรจะใช้เวลาประมาณ 15 ถึง 18 ชั่วโมง และในซากโคจะใช้เวลา 15 ถึง 36 ชั่วโมง เพื่อที่จะลดอุณหภูมิซากลงได้ 7 องศาเซลเซียส

2.3.7.2 shock chilling หรือ very rapid chilling หมาย ถึงการลดอุณหภูมิของเนื้อลงอย่างรวดเร็วมาก ทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิภายในเนื้อลดลงถึง 7 องศาเซลเซียส ภายในเวลาที่รวดเร็ว ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วนี้มีโอกาสที่จะเกิด cold shortening ขึ้นได้มาก ดังนั้นในการลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้ จึงกระทำเป็น 2 ช่วงคือ

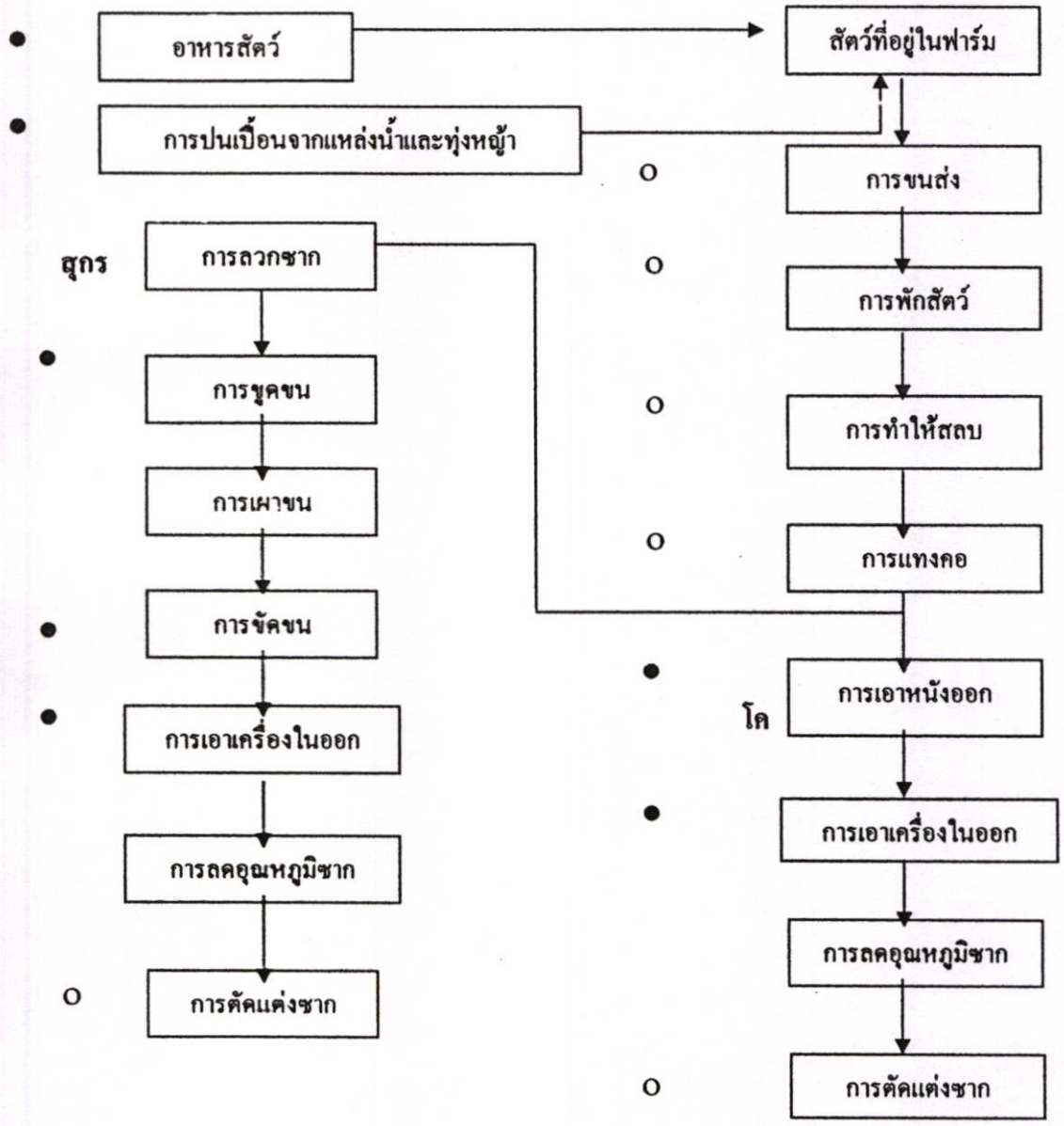
ช่วงแรก นำซากไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -5 ถึง -8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ความเร็วลม 1 ถึง 4 เมตรต่อวินาที

ช่วงที่สอง นำซากไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ความเร็วลม 0.1 ถึง 0.3 เมตรต่อวินาที อีก 12 ถึง 13 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิภายในเนื้อสุกรลดลง ต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส โดยจะใช้เวลารวมทั้ง 2 ช่วงน้อยกว่าวิธีแรก

2.3.7.3 Ultra - rapid chilling โดยนำซากเข้าไปเก็บไว้ในห้องเยือกแข็ง ที่อุณหภูมิ -20 ถึง -30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ความเร็วลม 2 ถึง 4 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 1 ถึง 1.4 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิซากลดลงถึงระดับหนึ่ง จากนั้นนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 100 ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 11 ถึง 13 ชั่วโมง

2.4 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์

จากขั้นตอนในการกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกรและซากโค ดังภาพที่ 2.1 พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดได้ในทุกขั้นตอน ตั้งแต่การเลี้ยงในฟาร์ม การขนส่ง การพักสัตว์ การฆ่าและชำแหละ ไปจนถึงการตัดแต่ง จึงต้องมีการควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนเพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค



● แหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ

o แหล่งการปนเปื้อนที่อาจพบ

ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกรและโค

ที่มา : Smulders และ Van Laack (1992)

2.4.1 การเคลื่อนย้ายและการพักสุกร

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ สามารถพบได้ตั้งแต่สัตว์ยังอยู่ในฟาร์ม จากสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น แหล่งอาหาร น้ำดื่มและสิ่งขับถ่ายของสัตว์เอง Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่าพบเชื้อ *Salmonella* ปนเปื้อนมากับมูลสุกรตั้งแต่สุกรยังอยู่ในฟาร์ม โดยปนเปื้อนมากับอาหารสัตว์ที่มาจากปลาป่น ทำให้สุกรที่กินปลาป่นดังกล่าว สามารถติดเชื้อ *Salmonella* ได้ วิธีการลดการปนเปื้อนของ *Enterobacteriaceae* ในอาหารสัตว์ ทำได้โดยนำปลาป่นมาผ่านการอัดเม็ดที่ผ่านขบวนการให้ความร้อน Smulders และ Van Laack (1992) กล่าวว่าการเคลื่อนย้ายสัตว์จากฟาร์มไปยังโรงฆ่าสัตว์ เป็นการนำสัตว์จากหลายๆ แหล่งมาอยู่รวมกัน จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่งได้ เช่น จากมูลสัตว์ที่ถูกขับถ่ายออกมา นอกจากนี้ปริมาณ CO_2 และ NH^3 ที่เกิดขึ้นในคอกพักสัตว์ จะมีผลต่อการเพิ่มการเคลื่อนที่ตัวของสารในลำไส้ทำให้มีการขับถ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งในมูลสัตว์พบว่ามีเชื้อ *Salmonella* อยู่มาก Bolton และคณะ (1999) พบว่าสุกรที่ถูกเคลื่อนย้ายจากฟาร์มสู่โรงฆ่าสุกร จะเป็นสาเหตุที่สำคัญในการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปและจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งระดับการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปที่พบ สูงถึง 5 - 6 log cfu/cm^2 Currier และคณะ (1986) กล่าวว่า ผิวของตัวสัตว์ที่มีขนปกคลุม จะเป็นแหล่งสะสมของ ฝุ่น สิ่งสกปรก และมูลสัตว์ที่ติดมา ซึ่งจะเป็นแหล่งปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิด ที่จะไปปนเปื้อนสู่ผิวของเนื้อเยื่อสัตว์ รวมทั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคด้วยเช่น *Salmonella, Campylobacter* และ *Listeria* ก็สามารถพบได้เช่นกัน

การลดการปนเปื้อนในขั้นตอนการขนย้ายและในคอกพักสัตว์

รถบรรทุกสัตว์ที่ขนสัตว์มายังโรงงานฆ่าสัตว์ หลังจากนำสัตว์ลงจนหมดแล้ว ต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรครถบรรทุกทุกครั้ง ก่อนที่จะนำรถออกจากโรงฆ่า และสัตว์ที่สงสัยว่าป่วยหรือป่วย จะต้องแยกสัตว์ออกจากฝูง เพื่อป้องกันการติดโรค ส่วนสัตว์ที่ตายในขณะขนส่งจะต้องถูกขีดซาก ให้แยกซากไว้เป็นสัดส่วน ไม่ปะปนกับสัตว์มีชีวิตโดยเด็ดขาด และภายในบริเวณที่พักสัตว์นี้ จะต้องพยายามรักษาความสะอาดไว้เสมอ และระหว่างที่พักสัตว์ ต้องมีการอดอาหารสุกรก่อนที่จะเข้าฆ่า Bradshaw และคณะ (1996) รายงานว่า ในระหว่างการขนส่งสุกร ตัวสัตว์อาจมีอาการคลื่นไส้ (motion sickness) เนื่องจากการสั่นสะเทือนระหว่างทาง การอดอาหารก่อนการขนส่งจะช่วยลดปัญหานี้ได้ และควรให้อดอาหารเป็นเวลา 16-24 ชั่วโมงก่อนทำให้สัตว์สลบ ซึ่งจะช่วยป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญได้แก่ *Salmonella* spp., *E.coli* O157:H7, *Campylobacter, L. monocytogenes* เป็นต้น

Bolton และคณะ (2002) รายงานว่าการล้างทำความสะอาดตัวสุกร หลังจากการขนส่งมาถึงโรงฆ่า สามารถลดปริมาณเชื้อ *Salmonella* ได้ โดยพบว่าเชื้อ *Salmonella* จะลดลงจาก 27% เหลือเพียง 10% แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 เปอร์เซนต์การพบเชื้อ *Salmonella* spp. บนตัวสุกร และซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าสัตว์ของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก

Process stage	% *Salmonella* positive	Serotypes
สุกรที่ฟาร์ม	27	*S.* agona
หลังล้างสุกรก่อนแทงคอ	10	*S.* agona, *S*. typhimurium
หลังการแทงคอเอาเลือดออก	50	*S*. typhimurium
หลังการเผาขน	0	
หลังการปัดขน	0	
หลังการเปิดซากเอาเครื่องในออก	7	*S*. agona
หลังการล้างซาก	0	
หลังการแช่เย็นซากสุกร	0	

ที่มา : Bolton และคณะ (2002)

2.4.2 การทำให้สัตว์สลบ

ขั้นตอนการทำให้สัตว์สลบ โดยการใช้ปืน อาจพบการปนเปื้อนที่บริเวณแท่งเหล็กที่ถูกขับออกมาจากการยิง ซึ่งเป็นทางหนึ่งที่ทำให้เชื้อเข้าสู่ร่างกายสัตว์ Buncic และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนในขั้นตอนการทำให้สัตว์สลบ โดยการใช้ปืน (captive bolt) ในแกะโดยใช้เชื้อที่ไม่ก่อให้เกิดโรคคือ *E. coli* K12 และ *Pseudomonas fluoresceus* ATCC 13525 เป็น marker ซึ่งมีจำนวนเชื้ออยู่ที่ 9 log cfu/ml แล้วทำการยิงเข้าสู่สมอง พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อในเลือด อวัยวะภายในกล้ามเนื้อ และบริเวณผิวซากเพิ่มสูงขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ marker ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนดังกล่าวมีความสะอาดไม่เพียงพอและเป็นทางหนึ่งที่ทำให้เชื้อเข้าสู่ร่างกายได้ Mackey และ Derrick (1979) ทำการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนเครื่องมือต่างๆในโรงฆ่าสัตว์ พบเชื้อ *E. coli, Clostridium perfringens* และ *Bacillus thuringiensis* ปนเปื้อนบนเครื่องมือที่ใช้ภายในโรงฆ่า จากการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์บนแท่งเหล็กของปืนที่ใช้ทำให้สัตว์สลบและมีดที่ใช้แทงคอ จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อไปสู่อวัยวะต่างๆ เช่น ม้าม หัวใจ ปอด ตับ ไต

2.4.3 การแทงคอเอาเลือดออก

ขั้นตอนการแทงคอเอาเลือดออก จะเป็นโอกาสทำให้สิ่งสกปรกและเชื้อจุลินทรีย์จากที่บริเวณผิวหนังสัตว์ หรือจากมีดที่ใช้ในการแทงที่ไม่สะอาด เข้าสู่ร่างกายสัตว์ทางบาดแผล ดังนั้นถ้าแผลแทงคอมีขนาดกว้าง อาจเปิดโอกาสให้เชื้อสามารถเข้าสู่ภายในซากได้มาก

Pearce และคณะ (2003) รายงานการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ณ จุดวิกฤติในกระบวนการฆ่าสุกร ใน 7 ขั้นตอน คือ การแทงคอ การลวกซาก การขูดขน การเผาขน การเอาเครื่องในออก และการลดอุณหภูมิซาก พบว่าปริมาณการปนเปื้อนจะลดลงหลังจากลวกซาก และเผาขน แต่ในขั้นตอนการแทงคอ พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* สูงถึง 31% ซึ่งชนิดที่พบคือ *S.* Hadar, *S.* Typhimurium, *S.* Derby และ *S.* Infantis ในขั้นตอนการขูดขน และการเอาเครื่องในออกพบ 7% ของเชื้อ *S.* Typhimurium และ *S.* Derby และพบเชื้อ *S.* Derby 1% หลังจากขั้นตอนการลวกซาก

Teresa และคณะ (2000) ศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ Aerobic plate count (APC), *Enterobacteriaceae* (E-count) และ *E. coli* (EC-count) ในระหว่างขั้นตอนการผลิตต่างๆ ในโรงฆ่าสุกร Iberian พบว่าซากสุกรหลังการแทงคอจะมีจำนวน APC เฉลี่ยเท่ากับ 4.68 log cfu/cm^2 และปริมาณ E-count เฉลี่ยเท่ากับ 3.54 log cfu/cm^2 และ EC-count เฉลี่ยเท่ากับ 3.36 log cfu/cm^2 แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 จำนวนเชื้อ APC , E-count และ EC-count บนซากสุกรหลังการแทงคอ

	Postbleeding
APC (log cfu/cm^2)	4.68 ± 0.15A
E-count (log cfu/cm^2)	3.54 ± 0.20A
EC-count (log cfu/cm^2)	3.36 ± 0.45A

ที่มา : Teresa และคณะ (2000)

การฉดการปนเปื้อนในขั้นตอนการแทงคอ

จุฑารัตน์ (2542) กล่าวว่าบริเวณแทงคอเอาเลือดออกนี้ จะต้องมีประตูปิดให้มิดชิดและเป็นประตูชนิดที่ปิดได้เอง เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นละอองจากบริเวณด้านนอกปะปนเข้ามายังส่วนใน และฉีดน้ำล้างทำความสะอาดบริเวณนั้นทุกครั้งหลังแทงคอ มีดที่ใช้ฆ่าสัตว์ ควรมีคนละ 2-3 เล่ม อยู่ใน sterilizer และต้องทำความสะอาดและสับเปลี่ยนมีดบ่อยที่สุดเท่าที่ทำได้ บริเวณที่ทำการฆ่าจะต้องมีอ่างล้างมืออย่างเพียงพอ ในช่วงการพักจะต้องล้างคราบเลือดและความสกปรกอื่นๆ ออกให้หมด และต้องทำความสะอาด sterilizer ทุกครั้ง สอดคล้องกับรายงานของ Bolton (2002) ว่าในระหว่างการปฏิบัติงานที่มีการใช้มีดในกระบวนการฆ่า อาจเกิดการปนเปื้อนข้ามระหว่างซากสุกรแต่ละตัวได้ จึงต้องมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อมีดด้วยน้ำร้อน 82 องศาเซลเซียส และระหว่างการทำงานควรใช้มีด 2 ด้ามสลับในการปฏิบัติงาน ก่อนใช้งานต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน ระหว่างที่ใช้มีดด้ามแรกในการปฏิบัติงาน มีดอีกด้ามจะต้องแช่ในน้ำร้อน เพื่อเตรียมใช้งานในซากสุกรถัดไป

Mead (1994) รายงานว่า กระบวนการภายในโรงฆ่าสัตว์ มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ง่าย วิธีที่จะควบคุมการปนเปื้อนให้น้อยลงหรือจำกัดไม่ให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์คือ การใช้มีดที่มีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนแทงคอสัตว์แต่ละตัวทุกครั้ง

2.4.4 การลวกซาก

โดยทั่วไปขั้นตอนการลวกซาก จะสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์ก่อโรคส่วนใหญ่ถูกทำลาย แต่จะพบแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ดี เช่น *Clostridium* spp. และสปอร์ของพวก *Bacillus* spp. ที่สามารถมีชีวิตรอดได้ และเข้าสู่ซากทางบาดแผลที่ถูกแทงคอ หรือทางผิวหนังที่ถูกทำลาย เนื่องจากความร้อนของน้ำลวกซาก น้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูงจะทำลายผิวหนังชั้นนอก ดังนั้นภายหลังขั้นตอนการลวกซาก อาจจะพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าเดิม สอดคล้องกับ Pearson และ Dutson (1986) ที่รายงานว่า ในขั้นตอนการลวกซาก เป็นขั้นตอนที่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียลงได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายในน้ำลวกซาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปภายในถังลวกซากจะมีการสะสมของดิน อุจจาระ และเลือดมากขึ้น อาจจะพบแบคทีเรียที่สามารถทนความร้อนได้ดีสามารถมีชีวิตรอดได้ จำนวนแบคทีเรียในถังลวกซากจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10^2 ถึง 10^4 cfu/ml และจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 54 องศาเซลเซียส เป็น 60 องศาเซลเซียส จำนวนเชื้อจุลินทรีย์พวกที่เติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-40 องศาเซลเซียส บริเวณผิวซากจะลดลงจาก 10^6 cfu/cm^2 เหลือ 2×10^3 cfu/cm^2 และ *Enterobacteriaceae* ลดลงจาก 4×10^3 cfu/cm^2 Thomas และ Mc Meekin (1981) ยังพบว่า อุณหภูมิที่ใช้ลวกซากจะทำให้ผิวหนังของซากถูกทำลาย หรือหลุดออกไป ทำให้เชื้อแบคทีเรียสามารถแทรกตัวเข้าไปเกาะกับซากได้ง่ายขึ้น

การลดการปนเปื้อนในขั้นตอนการลวกซาก

ถังลวกซากเป็นส่วนที่สกปรกมาก และจะต้องคอยหมั่นเปลี่ยนถ่ายน้ำและทำความสะอาดถังลวกซาก เนื่องจากซากสัตว์จะต้องผ่านเข้าออกเป็นจำนวนมาก ทำให้มีความสกปรกสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้จุลินทรีย์บางชนิดที่ทนความร้อนยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้ และบางชนิดยังสามารถติดอยู่บนซากได้และยากที่จะขจัดออก

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม (2541) รายงานว่าการควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนที่ใช้ในการลวกซาก ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 53.3 - 62.8 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5-2 นาที ซึ่งจะช่วยหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย Bolton และคณะ (2002) ได้ศึกษาจำนวนเชื้อ *Salmonella* ในซากสุกรของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก พบว่าเชื้อลดจำนวนลงประมาณ 4.5 log cfu ในช่วงของการลวกซาก ถอนขนและการเผาขนอย่างมีนัยสำคัญ Teresa และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวหน้าซากสุกร พบว่าในช่วงการลวกซากและเผาขน ปริมาณ

เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง แต่จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงขูดขน ส่วนเชื้อ *E. coli* จะมีปริมาณเชื้อลดลงในระหว่างการลวกซาก แต่กลับมีจำนวนเพิ่มขึ้นในช่วงการผ่าเอาเครื่องในออก ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ในช่วงการผ่าเอาอวัยวะภายในออก อาจเกิดการปนเปื้อนจากอุจจาระ เนื่องจากลำไส้ฉีดขาด ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ปริมาณจุลินทรีย์ (log cfu/cm^2) ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด *Enterobacteriaceae* และ *E. coli* บนผิวหน้าซากสุกรในแต่ละขั้นตอนของโรงฆ่าสุกร Iberian

	Postbleeding	Postscalding	Postdehairing	Postscraping	Posteviscer.tion	End of line
APC	4.68±0.15^{a}	2.54±0.56^{b}	4.26±0.31^{c}	3.72±0.32^{d}	3.53±0.22^{d}	3.81±0.28^{d}
E-count	3.54±0.20^{a}	0.12±0.29^{b}	0.84±0.40^{cd}	0.23±0.19^{bc}	1.18±0.84^{d}	1.39±0.98^{d}
EC-count	3.36±0.45^{a}	0.10±0.16^{b}	0.45±0.42^{bcd}	0.05±0.12^{b}	1.06±0.98^{cd}	1.16±0.97^{d}

'ภายในแถวแนวตั้งที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างกันมีความแตกต่างกัน (ANOVA)

ที่มา : Teresa และคณะ (2000)

จากตารางที่ 2.4 ผลของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จากการเก็บตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนการผลิต จะใช้วิธีการเก็บตัวอย่างวิธีเดียวกันกับ Gill และ Bryant (1993) ที่ได้ไปเก็บตัวอย่างซากสุกรในประเทศแคนาดา ซึ่งจากงานวิจัยจะมีค่าเฉลี่ยในช่วงหลังการลวกซาก การขูดขน การผ่าเอาอวัยวะภายในออก และช่วงเสร็จสิ้นของกระบวนการฆ่าคือ 2.56, 4.25, 3.50 และ 3.55 log cfu/cm^2 จำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในช่วงสุดท้ายของกระบวนการฆ่า อาจมาจากจุลินทรีย์ที่สะสมอยู่บนผิวซาก ในระหว่างการตัดหัวหรือการเอาอวัยวะภายในช่องท้องออก (Gill และ Jones, 1997)

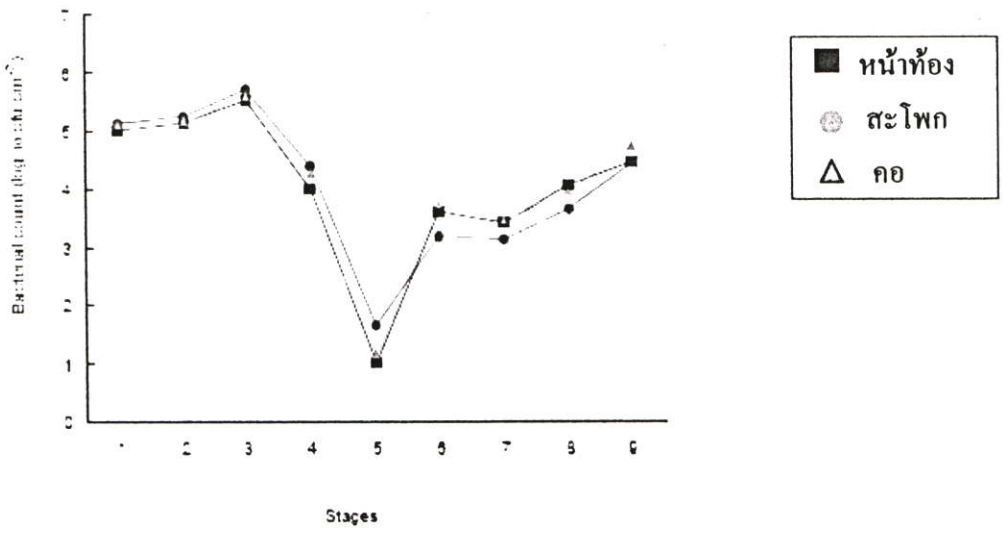
2.4.5 การขูดขนและการปัดขน

การปนเปื้อนในขบวนการขูดขน (dehairing) และปัดขน (polishing) ในขั้นตอนนี้ จุลินทรีย์ที่อาจจะติดอยู่กับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่สะอาด จะสามารถเข้าสู่ชั้นผิวหนังหรือบริเวณบาดแผลที่แทงคอ ในขณะที่เครื่องขูดขนและปัดขนกำลังทำงานอยู่กับซาก

Gill และ Bryant (2002) รายงานการตรวจพบเชื้อ *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *Campylobacter* ในซากสุกรระหว่างขั้นตอนการขูดขน โดยพบว่าอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการขูดขน เป็นแหล่งสำคัญที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียจำพวก mesophilic ซึ่งแสดงให้เห็นถึงกระบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะ Huis in't veld และคณะ (1994) กล่าวอีกว่า มักพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อีกครั้งหนึ่งในขั้นตอนการถอนขน ขูดขนและขัดขน ถ้าหากอุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการทำความสะอาดอย่างไม่มีประสิทธิภาพ จะพบการสะสมของขนและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วในเวลาข้ามคืน เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปส่วน

ต่างๆ ของโรงฆ่า สอดคล้องกับ Davies และคณะ (1999) ที่ได้รายงานว่า เครื่องขูดขนเป็นสาเหตุหลักการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ Teresa และคณะ (2000) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ในอุปกรณ์เครื่องขูดขน หลังจากผ่านการทำงานมา 3 ชั่วโมงจะมีเชื้ออยู่ระหว่าง 4.4-6.2 log cfu/cm^2

Bolton และคณะ (2002) ได้ศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวซากจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก โดยทำการ swab บริเวณสะโพก ท้อง และคอ หลังจากเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2.2 พบว่าในขั้นตอนการขนส่งสุกรสู่โรงฆ่าจะมีจำนวนจุลินทรีย์ประมาณ 5 log cfu/cm^2 และหลังจากขั้นตอนการเอาเลือดออก จำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้น 0.5 log cfu/cm^2 และเป็นช่วงที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* มากที่สุด ส่วนขั้นตอนการลวกซากและขูดขนที่รวมอยู่ในเครื่องเดียวกัน ภายในถังลวกซากที่มีอุณหภูมิน้ำประมาณ 62-70 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการลวก 2-3 นาที จะทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลง 1.5 log cfu/cm^2 ส่วนขั้นตอนการเผาขนจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงเหลือ 1.0-1.6 log cfu/cm^2 และในช่วงการปัดขนจำนวนจุลินทรีย์ ก็จะเพิ่มขึ้นระหว่าง 3.2 และ 3.7 log cfu/cm^2



ภาพที่ 2.2 แสดงการปนเปื้อนจุลินทรีย์บนซากสุกรในโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก จากการ swab บริเวณหน้าท้อง สะโพก และคอ ในขั้นตอน(1) สุกรที่ฟาร์ม (2) หลังล้างสุกรก่อนแทงคอ (3) หลังการแทงคอเอาเลือดออก (4) ลวกซากและขูดขน (5) หลังการเผาขน (6) หลังการปัดขน (7) หลังการเปิดซากเอาเครื่องในออก (8) หลังการล้างซาก และ (9) หลังการ แช่เย็นซากสุกร

ที่มา : Bolton และคณะ (2002)

การลดการปนเปื้อนในขั้นตอนการขูดขนและการปัดขน

บริเวณที่ขูดขนควรทำความสะอาดฉีดน้ำล้างอยู่เสมอ เนื่องจากบริเวณนี้จะเป็นแหล่งสะสมความสกปรก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม มีดขูดขนที่ใช้จะเป็นแหล่งสะสมความสกปรก ดังนั้น มีดที่ใช้ควรผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทุกครั้งภายหลังการขูดขนแต่ละซาก และสับเปลี่ยนมีดบ่อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

Morgan และคณะ (1987) กล่าวว่า การปนเปื้อนจุลินทรีย์บนอุปกรณ์ขูดขนนั้น มาจากเศษอุจจาระที่ออกมาจากทวารหนักของสุกร ระหว่างเครื่องขูดขนทำงาน ในปัจจุบันในโรงฆ่าแกะจะทำการใส่แท่งพลาสติก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากอุจจาระ ซึ่งในโรงฆ่าสุกรควรที่จะทำในลักษณะเดียวกัน ในระหว่างกระบวนการฆ่า เพื่อลดการปนเปื้อนอุจจาระบนอุปกรณ์และซาก อย่างไรก็ตามการทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อโรคของอุปกรณ์ตามโปรแกรม GMP จะสามารถลดการปนเปื้อนข้ามได้

Teresa และคณะ (2000) ได้ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์บนอุปกรณ์ที่ผ่านการทำงานมา 3 ชั่วโมง ทั้งก่อนและหลังการทำความสะอาด พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป (APC) จะมีจำนวนลดลง เมื่อมีการทำความสะอาดโต๊ะที่ใช้ขูดขนจาก 5.80 เหลือ 3.77 log cfu/cm^2 และเชื้อ *Enterobacteriacea* จะมีจำนวนลดลงจาก 1.74 เหลือ 0.29 log cfu/cm^2 ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (APC) และ *Enterobacteriaceae* บนโต๊ะขูดขน ก่อนและหลังการทำความสะอาด

	APC	E-count
	Mean ± standard deviation	Mean ± standard deviation
Post dehairing table		
Dirty	5.80 ± 0.87	1.74 ± 0.92
Clean	3.77 ± 1.30	0.29 ± 0.45

ที่มา : Teresa และคณะ (2000)

2.4.6 การเปิดซาก

การปนเปื้อนในขบวนการเปิดซาก (evisceration) ในขั้นตอนของการผ่าท้องเพื่อล้วงเอาเครื่องในออก ถ้ากระทำด้วยความไม่ระมัดระวัง อาจทำให้เครื่องมือในแตกฉีกขาด มีผลทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ภายในทางเดินอาหารและลำไส้ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้ ซึ่ง Gill และ Bryant (1992) พบว่า บ่อยครั้งที่ขั้นตอนการเปิดซาก จะเป็นปัจจัยหลักของการปนเปื้อนบนผิวซากสุกร

Longdell (1994) กล่าวว่าการเปิดซากแบบวิธีดั้งเดิม (conventional eviscerating) คือการใช้คนเปิดซาก จะพบปัญหาการฉีกขาดของเครื่องในได้ง่าย ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดิน

อาหาร สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของซากและขบวนการต่างๆ ในโรงฆ่าได้ การพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติในการเปิดซาก จะช่วยลดการปัญหาดังกล่าวได้ Hald และคณะ (1999) กล่าวว่าขั้นตอนการเปิดซากเอาเครื่องในออก บ่อยครั้งที่เป็นปัญหาหลักสำคัญในการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากสุกร Berends และคณะ (1997) กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงหลักๆ ในระหว่างการเปิดซากก็คือเชื้อ *Salmonella* จะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นหลังจากขั้นตอนการเผาขนจาก 0% เป็น 7% ซึ่งงานวิจัยอื่นๆ ก็มีรายงานถึงการเพิ่มปริมาณเชื้อ *Salmonella* ในระหว่างขั้นตอนการเปิดซากนี้ด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ Davies และคณะ (1999) รายงานว่าเชื้อ *Salmonella* จะมีการเพิ่มขึ้นหลังจากช่วงการเปิดซากจาก 4% ถึง 32%

Borch และคณะ (1996) รายงานว่า ขั้นตอนการเอาลำไส้ออกจากซาก จะเป็นจุดเสี่ยงที่จะทำให้เกิดช่องโหว่ที่เศษอาหารและอุจจาระสามารถกระจายไปทั่วซาก ซึ่งการอบรมวิธีการปฏิบัติงานแก่พนักงานจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

การลดการปนเปื้อนในขั้นตอนการเปิดซาก

ขั้นตอนนี้จะเกิดความสกปรกได้ง่าย คนงานต้องรักษาความสะอาดของตัวเองเสมอ เช่น จะต้องล้างมือบ่อยๆ อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น มีด และผ้ากันเปื้อน จะต้องทำความสะอาดบ่อยๆ มีดต้องล้างด้วยน้ำร้อนเสมอมีให้สับเปลี่ยนใน sterilizers อย่างเพียงพอ ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความชำนาญระหว่างการพักการผลิตจะต้องล้างทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องใช้ทุกอย่างใหม่ และระมัดระวังมิให้อวัยวะภายในเสียหายโดยเฉพาะกระเพาะอาหารและลำไส้ Borch และคณะ (1996) กล่าวว่าการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้มีความชำนาญในระหว่างการเปิดซากนั้นเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อป้องกันปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากสุกรในระหว่างการปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังรายงานอีกว่ามีผู้ทำวิจัยหลายท่านพิจารณาให้ขั้นตอนการเปิดซากเป็นจุดวิกฤต(CCP) การลดการปนเปื้อนอาจทำได้โดยการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับรัดหลอดอาหาร (gullet) และลำไส้ใหญ่ (colon) โดยเครื่องจะสามารถส่งยางออกมารัดหลอดอาหารและลำไส้ใหญ่ เพื่อป้องกันอาหารและมูลที่อยู่ภายใน ไม่ให้ไหลออกมาขณะที่ทำการเปิดซาก นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า bung cutters ซึ่งสามารถจะดูดเอามูลลำไส้ใหญ่ออกมาด้วยระบบแรงดูดสุญญากาศ มีผลทำให้อุจจาระที่บริเวณลำไส้ใหญ่และปากทวารหนักหมดไป Teresa และคณะ (2000) ได้รายงานว่าถ้ามีการปิดช่องทวาร (anal closure) ก่อนการผ่าเอาอวัยวะภายในออกนั้น จะทำให้ปริมาณเชื้อ Coliforms และ *E. coli* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณ *E. coli* ลดลงจาก 61.1% เหลือ 7.4 % ส่วนซากที่ไม่ได้ทำการปิดช่องทวารจะมีปริมาณ *E. coli* มากกว่า 1 log cfu/cm^2 ดังนั้นการปิดช่องทวารก่อนการผ่าเอาอวัยวะภายในออก จะสามารถลดการปนเปื้อนจากอุจจาระได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Andersen และคณะ (1991) ที่ได้ทำการศึกษาเทคนิคต่างๆ ในการเปิดซากสุกร ในโรงฆ่าสุกรที่ประเทศเดนมาร์ก ที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *Yersinia enterocolitica* O:3 พบว่า การเปิดซากโดยใช้ถุงพลาสติกรัดลำไส้ใหญ่ และปิดช่องทวารระหว่างการเอาเครื่องในออก สามารถลดอัตราการปนเปื้อนบริเวณผิวซาก

2.4.7 การแช่เย็นซากสุกร

Pearce และคณะ (2003) ตรวจหาจำนวนของ aerobic mesophilic counts (AMC) และ coliform counts (CCs) บนซากสุกรที่พบในช่วงขั้นตอนหลังการแช่เย็นซากพบว่า ปริมาณ AMC, และ CCs เฉลี่ย 3.46 และ 3.26 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนการเปิดซากซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.46 และ 3.07 log cfu/cm^2 โดยค่าทั้งสองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การลดการปนเปื้อนในขั้นตอนการแช่เย็นซาก

การลดอุณหภูมิซากสุกรเป็นการควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ที่ปนเปื้อนซากจากกระบวนการฆ่าและชำแหละ วิธีการลดอุณหภูมิซาก คือ การแช่เย็นซาก โดยการแขวนซากไว้ในห้องเย็น และต้องมีช่องว่างระหว่างซาก เพื่อให้อากาศเย็นสามารถกระจายได้ทั่วถึง

ชัยณรงค์ (2529) กล่าวว่า ภายหลังกระบวนการฆ่า ควรนำเนื้อไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส เพื่อให้เนื้อมีความคงตัว และอุณหภูมิที่ต่ำนี้ จะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส จะสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ ซึ่งสอดคล้องกับ Gill และ Newton (1982) ที่รายงานว่าอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส มีผลในการลดปริมาณการเจริญเติบโตของเชื้อ psychrophilic bacteria บนผิวของเนื้อได้

Shaw (1987) ได้ศึกษาผลของการชำแหละซากอุ่น ที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ โดยเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก ที่ผ่านการชำแหละซากอุ่น คือซากที่ไม่ได้ผ่านการแช่เย็นเพื่อลดอุณหภูมิ และซากที่ผ่านการชำแหละและแช่เย็น พบว่า การชำแหละซากอุ่นจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากมากกว่าแบบซากเย็น ทั้งนี้เนื่องจาก ในขณะทำการตัดแต่ง มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจากการฆ่า และเมื่อนำเนื้อนั้นมาใส่ถุงเพื่อนำเข้าห้องเย็น จะพบว่าผิวของเนื้อไม่แห้ง จึงทำให้มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด ส่วนการชำแหละซากเย็น เมื่อทำการลดอุณหภูมิซากให้ห้องเย็นอย่างรวดเร็ว ผิวหน้าของเนื้อมีลักษณะแห้ง จะเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของ aerobic bacteria ระหว่างการชำแหละซากเย็นกับซากอุ่น จะพบว่าการชำแหละซากอุ่น จะมีปริมาณจุลินทรีย์มากกว่า 10-100 เท่า

2.5 การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ซึ่งมีวัตถุประสงค์ เพื่อลดอัตราการเน่าเสียที่จะเกิดขึ้นและขยายเวลาในการเก็บรักษาให้นานขึ้น James และคณะ (2000) รายงานว่าผิวซากสุกรที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จะทำให้อายุการเก็บรักษานั้นลดลงซึ่งการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกรส่วนมากจะปนเปื้อนมาในระหว่างขั้นตอนการลวกซากและการผ่าเอาอวัยวะภายในออก จากรายงานการวิจัยของ Bolder (1997) สามารถสรุปวิธีการลดการปนเปื้อนได้ 3 วิธี ดังนี้

- วิธีทางกายภาพ (physical)
- วิธีทางเคมี (chemical methods)
- วิธีทางเคมีร่วมกับวิธีทางกายภาพ

2.5.1 วิธีทางกายภาพ (Physical Treatment)

วิธีทางกายภาพ ได้แก่ การใช้แสงอุลตราไวโอเลต การฉายรังสี เช่น รังสีแกมมา รังสีเอ็กซ์ และอุลตราซาวน์ และการใช้น้ำ (water) ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี คือ การชะล้างซาก การฉีดพ่นด้วยน้ำลงบนซาก การจุ่มแช่ซาก และการใช้ระบบแรงดันน้ำ การฉีดพ่นน้ำลงบนซาก น้ำที่ใช้จะมีอุณหภูมิสูง 85 – 90 องศาเซลเซียส จะสามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ติดบนผิวซากได้

2.5.1.1 การฉายรังสี

Wong และคณะ (1998) ได้ทำการศึกษาผลของรังสีอัลตราไวโอเลตต่อการปนเปื้อนของ E. coli บนผิวกล้ามเนื้อสุกร โดยใช้ความเข้มของแสงที่ระดับ 20, 50, 80, 100, 500 และ1000 μW/cm2 จากการวัดค่าที่ผิวซากบริเวณสะโพก พบว่าการปนเปื้อน E. coli จะลดลงสูงที่ระดับความเข้มข้นของแสงที่ 1000 μW/cm2 อย่างมีนัยสำคัญ

Cheorun และคณะ (2002) ศึกษาผลของการใช้รังสีแกรมมาในไส้กรอกพบว่า รังสีแกรมมาสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั่วไป Enterococci และ Coliforms ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับไส้กรอกที่ไม่ได้ผ่านรังสีแกรมมา ซึ่งรังสีแกรมมานี้เป็นเทคนิคที่เป็นประโยชน์ในการทำให้เนื้อสุกรและเนื้อแกะมีความปลอดภัย และสามารถช่วยยืดอายุของการเก็บรักษาและการกระจายสินค้าเนื้อสัตว์ เช่นเดียวกับ Sweetie และคณะ (2005) ได้ทำการศึกษาผลของรังสีแกมมา ต่อการลดการปนเปื้อนในเนื้อไก่และสุกร ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-3 องศาเซลเซียส ที่ระดับ 1, 2 และ 3 kGy/ชั่วโมง พบว่าที่ระดับ 2 kGy/ชั่วโมง สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *Staphylococcus* spp. ได้ทั้งในเนื้อไก่และสุกร

2.5.1.2 การใช้น้ำสะอาด

การใช้วิธีทางกายภาพในการกำจัดแบคทีเรียที่ยังตกค้างอยู่บนผิวซากสุกร โดยการใช้น้ำสะอาดล้างและการใช้สารเคมีฆ่าเชื้อ เป็นการเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานจริงและพัฒนา

คุณภาพเชื้อจุลินทรีย์ของเนื้อสด เช่น การล้างตัวสัตว์ก่อนเข้าฆ่าด้วยน้ำเย็น หรือการใช้น้ำร้อนล้างซาก ร่วมกับการใช้แปรงขัด และการทำให้แห้ง มีรายงานว่าสามารถลดจำนวนแบคทีเรียบนซากได้ (Patterson, 1970) จากการศึกษาหลายครั้งพบว่า ถ้าจะลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ จำเป็นที่จะต้องใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสหรือมากกว่าในการล้างซาก เช่น การทดลองล้างซากสุกรด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที สามารถลดปริมาณ *E. coli* ได้ถึง 2 log cfu/cm^2 (Gill *et al.* , 1995) และปริมาณเชื้อ *S.* Typhimurium (Netten *et al.* , 1995)

Gill และคณะ (1998) ได้ทำการศึกษาโดยการฉีดพ่นน้ำร้อน ด้วยอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที เพื่อลดการปนเปื้อนในซากสุกก่อนการผ่าซาก และหลังผ่าซาก พบว่าในซากสุกรก่อนผ่าปริมาณการปนเปื้อนของ Total aerobic count ลดลง 1.20 log cfu/cm^2 ซากหลังผ่าลดลง 1.63 log cfu/cm^2 ส่วนในซากแกะวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อน ภายหลังฉีดพ่นด้วยน้ำร้อนหลังผ่าซากเพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของ Total aerobic count ลดลง 1.00 log cfu/cm^2 นอกจากนี้ Smith และ Graham (1978) รายงานว่าการใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาทีโดยล้างผิวหน้าเนื้อวัวและเนื้อแกะ ภายหลังการฆ่าจะสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coil* และ *Salmonella* ได้มากกว่า 99 % Kelly และคณะ (1981) รายงานว่าซากแกะที่สเปรย์ด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปได้มากกว่า 1 log/cm^2 อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม Notermans และ Kampelmacher (1975) ได้รายงานว่าเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* Oranienburg ที่ติดในผิวหนังสัตว์ปีก จะมีความต้านทานน้ำร้อนมากกว่าเชื้อที่ไม่ได้ติดอยู่ที่ผิวหนัง James และคณะ (1998) ศึกษาวิธีการต่างๆ เช่น การใช้น้ำร้อน การใช้ไอน้ำร้อน และการเป่าลมร้อน ลงบนซาก พบว่าการใช้ไอน้ำร้อนมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวหน้าเนื้อได้ดี เช่นเดียวกับรายงานของ Gill และ Bryant (1997) พบว่าวิธีการใช้น้ำร้อนและไอน้ำร้อน ที่มีอุณหภูมิมากกว่า 82 องศาเซลเซียส การพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6.5 วินาที และการสเปรย์ด้วยน้ำเย็น เพื่อทำความสะอาดบนซากแกะจะลดจำนวน Coliforms และ *E. coli* ได้มากกว่า 2 log cfu และจุลินทรีย์ทั้งหมดได้มากกว่า 1 log cfu ซึ่งวิธีปฏิบัติเหล่านี้สามารถนำไปใช้ปฏิบัติจริงในทางการค้าได้ เพราะ Castillo และคณะ (2002) ได้รายงานว่าการล้างซากโดยใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิมากกว่า 80 องศาเซลเซียสไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีถาวรของผิวซาก นอกจากนี้ Kotula และคณะ (1974) รายงานว่า การเพิ่มระดับแรงดันน้ำในการล้างซากจาก 4.2 kg/cm^2 (85 kPa) ถึง 24.6 kg/cm^2 (498.5 kPa) สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากได้อย่างมีนัยสำคัญ

Harold และคณะ (2005) ศึกษาการควบคุมอันตรายทางจุลินทรีย์ในโรงงานเนื้อสัตว์ โดยวิธีการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำร้อน ทำการสุ่ม swab ซากก่อนและหลัง pasteurization และหลังจากการแช่เย็น โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณของ Total aerobic count (TAC), Total Colifrom counts (TCC) และ *E. coli* แนะ (ECC) โดยใช้แผ่น Petrifilm พบว่าค่าเฉลี่ยของ TAC, TCC และ ECC ก่อนการ

pasteurization อยู่ที่ 2.18, 0.16 และ 0.06 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และหลัง pasteurization อยู่ที่ 1.17, 0.03 และ 0.01 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และหลังจากการแช่เย็นจะมีปริมาณเชื้อ 0.89, 0.02 และ 0.01 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำร้อน สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพซากให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย

Gill และคณะ (1997) ได้ศึกษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* ในตัวอย่างซากโคจำนวน 25 ตัวอย่างโดยการ swab บริเวณผิวซากในขั้นตอนก่อนและหลังการใช้น้ำร้อนและไอน้ำร้อน พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้แสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* ก่อนและหลังการใช้น้ำร้อนและการใช้ไอน้ำ

Treatment	Stage of the Treatment	Log total numbers		
		Aerobes (log cfu/2500cm^2)	Coliforms (log cfu/2500cm^2)	*E. coli* (log cfu/2500cm^2)
Hot water	Before	5.21	3.84	3.79
	After	3.09	0.90	0.00
Steam	Before	5.23	4.06	3.84
	After	4.19	1.69	1.11

ที่มา : Gill และคณะ (1997)

2.5.2 วิธีทางเคมี (Chemical Treatment)

เป็นวิธีการฉีดพ่นซากด้วยสารเคมี หรือจุ่มล้างซากในสารเคมี สารเคมีที่นิยมใช้ในกลุ่มหลักได้แก่

- กลุ่มคลอรีน (chlorine; hypochlorous, ClO_2) เช่น Hypochlorite
- กรดอินทรีย์ เช่น lactic acid, acetic acid, gluconic acid
- อนินทรีย์ฟอสเฟต (Inorganic phosphates) ได้แก่ สารประเภท trisodiumphosphate, polyphosphates
- สารป้องกันการเน่าเสียกลุ่มอินทรีย์สาร ได้แก่ benzoic acid, proprionic acid , sorbic
- กลุ่มสารออกซิไดซ์ (Oxidizers) ได้แก่ hydrogen peroxide

2.5.2.1 การใช้สารละลายคลอรีน

การใช้สารละลายคลอรีนจะทำให้เยื่อบุเซลล์ถูกทำลาย เนื่องจากคลอรีนจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับโปรโตพลาสซึมที่ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ จึงทำให้ไม่สามารถรับอาหารเข้า

ไปในเซลล์ได้ และคลอรีนยังมีผลต่อการทำลายผนังเซลล์ให้ตกตะกอน ซึ่งจุดประสงค์หลักในการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับอาหารหรือปนเปื้อนมากับอุปกรณ์ และสารละลายคลอรีนยังมีประสิทธิภาพที่ดีในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์

Kotula และคณะ (1974) ได้ศึกษาการล้างซากโคโดยใช้สารละลายคลอรีน และใช้วิธีอื่นๆ ร่วมด้วย โดยใช้สารละลายคลอรีน 200 mg/L ที่อุณหภูมิ 12.8 และ 51.7 องศาเซลเซียส pH 4-7 พบว่าภายหลังจากใช้สารละลายคลอรีนเป็นเวลา 45 นาทีสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ 1-2 log cfu และหลังใช้คลอรีนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากกว่า 2 log cfu และเมื่อเพิ่มแรงดันน้ำในการล้างจาก 4.2 เป็น 24.6 kg/cm^2 จะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า 2 และ 3 log cfu ตามลำดับ

Smith และคณะ (1976) รายงานว่าการล้างซากด้วยคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 mg/L ร่วมกับ กรดอะซิติกที่ความเข้มข้น 2% จะสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนซากแกะได้ 1 log cfu เช่นเดียวกับ Kelly และคณะ (1981) ที่ได้ศึกษาการใช้คลอรีนที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 95 mg/L และที่อุณหภูมิ 50, 65 และ 80 องศาเซลเซียส สเปรย์สารละลายลงบนซากแกะ พบว่าหลังจากการล้างด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะสามารถลดจำนวนแบคทีเรียได้ประมาณเท่ากับการใช้คลอรีนที่ความเข้มข้น 95 mg/L ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส และการใช้คลอรีนความเข้มข้น 95 mg/L ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสจะลดได้มากกว่าการล้างด้วยคลอรีนระดับความเข้มข้น 30 mg/L ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส และคลอรีนระดับความเข้มข้น 30 mg/L ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส Skelly และคณะ (1985) รายงานว่าซากสุกรที่สเปรย์ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ที่ระดับ 200 mg/L เป็นเวลา 10 วินาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิต่ำได้ 1.5 log cfu การที่ Sodium hypochloride มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดี เนื่องจากมีการปลดปล่อย hypochloride อิสระออกมาทำปฏิกิริยากับโปรตีนของเซลล์ เมื่อมีการเติมสารลงไปในน้ำ สารจะไปทำปฏิกิริยากับน้ำเพื่อสร้างเป็น hypochlorous acid (HOCl) ซึ่งสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ดีในสภาวะที่เป็นกลางหรือกรด โดยจะเข้ารวมกับตัวหมู่ sulfhydryl ของโปรตีน ทำให้โปรตีนหรือเอมไซม์เสียสภาพ เมตาบอลิซึมของเซลล์หยุดชะงักและตายในที่สุด Clayton (2002) ศึกษาว่าการใช้คลอรีน 50 ppm ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยทำการสเปรย์ลงบนซากสุกรสามารถลดเชื้อ *S.* Typhimurium ได้ 2.25 log cfu และเมื่อนำน้ำร้อนมาร่วมล้างด้วยหลังจากที่ใช้สารละลายคลอรีนเป็นเวลา 10 วินาที จะสามารถลดจำนวนลงได้ 2.5 log cfu Whyte และคณะ (2002) กล่าวว่ามีรายงานที่แน่ชัดเกี่ยวกับการใช้สารละลายคลอรีน ร่วมกับการใช้ trisodium phosphate ในการใช้ล้างผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เช่น ใช้ล้างซากสัตว์ปีก พบว่าสามารถลดจำนวนของเชื้อแบคทีเรียทั่วไปและจำนวนเชื้อ *Enterobacteriaceae* ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

2.5.2.2 การใช้สารละลายกรดแลกติก

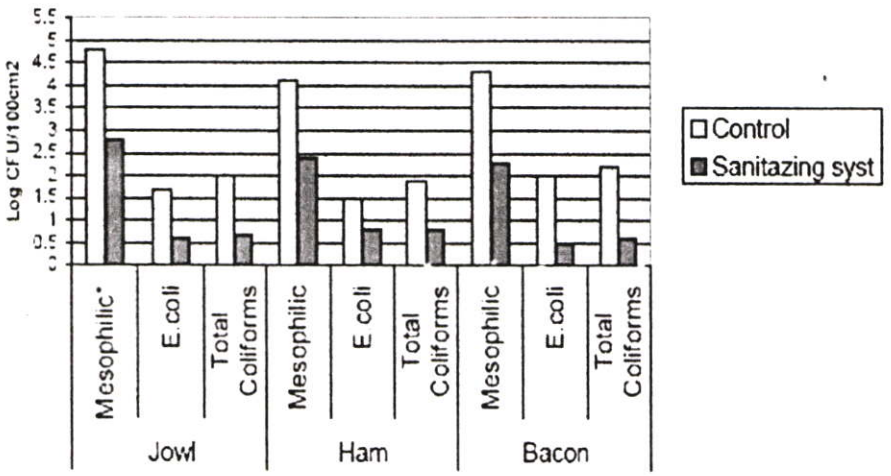
Siragusa (1995) พบว่าการใช้กรดอินทรีย์ สามารถลดปริมาณแบคทีเรียบนชั้นผิวหน้าเนื้อได้ ซึ่งกรดที่นิยมใช้มากคือ กรดแลกติกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่นเดียวกับกรดแลกติกที่พบได้ในเนื้อสัตว์ ที่ถูกผลิตในระหว่างกระบวนการไกลโคไลซีส (glycolysis) ภายหลังการฆ่า และมากไปกว่านั้น แลกเตทไอออนจะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในช่วงระหว่างการเก็บรักษา การใช้กรดแลกติกในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ จึงได้รับการยอมรับมากขึ้น เนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ (Snijder และคณะ, 1984) ซึ่งประโยชน์ของกรดแลกติกเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่ามีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในทางอุตสาหกรรม (Pipek and Bačo, 1997) นอกจากนี้ กรดแลกติกยังได้การรับรองถึงความปลอดภัยในการใช้เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารในประเทศสหรัฐอเมริกา (FAO/ WHO, 1974)

Pipek และ Bačo (1997) รายงานว่าการใช้กรดแลกติกบนซากสุกร จะสามารถลดจำนวน Coliform และชะลอการเจริญเติบโต ในระยะ log phase ซึ่งเป็นระยะที่แบคทีเรียสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี การลดการปนเปื้อนบนผิวซากสุกรด้วยกรดแลกติก ความเข้มข้น 1% มีผลต่อการลดจำนวนแบคทีเรีย *Campylobacter jejuni* และกำจัดเชื้อ *Salmonella* Typhimurium (Netten และคณะ, 1995) จุลินทรีย์ก่อโรคที่พบในสิ่งแวดล้อมของโรงฆ่าสัตว์ เช่น *Listeria monocytogenes* และ *Y. enterocolitica* เหมาะสมที่จะนำกรดแลกติกมาใช้ในการลดการปนเปื้อนเชื้อเหล่านั้นบนเนื้อสัตว์ เช่น การใช้น้ำร้อนที่ผสมกรดแลกติก 2-5 % ซึ่งการใช้กรดแลกติกก็ไม่ได้ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ การใช้กรดแลกติกที่มีความเข้มข้น 1-5% เป็นเวลา 30-90 วินาที จะสามารถทำลายแบคทีเรียแกรมลบที่สำคัญบนผิวซากสุกรได้ (Netten และคณะ, 1995)

Prasai และคณะ (1991) ได้ใช้กรดแลคติก 1% (v/v) ฉีดพ่นบนซากโคภายหลังการดึงหนัง และภายหลังเอาเครื่องในออก และฉีดพ่นทั้งสองขั้นตอน ทำการวิเคราะห์หาเชื้อโดยวิธี aerobic plate count ภายหลังฉีดพ่นสารสะลาย เป็นเวลา 0 และ 72 ชั่วโมง พบการลดลงของ aerobic plate count อย่างมีนัยสำคัญ และยังพบว่าขั้นตอนที่สามารถลดปริมาณเชื้อได้มากที่สุด คือ การฉีดพ่นสารละลายภายหลังการเอาเครื่องในออก เช่นเดียวกับการฉีดพ่นทั้งสองขั้นตอน แต่ในทางปฏิบัติการฉีดพ่นภายหลังการเอาเครื่องในออกเพียงอย่างเดียว จะเป็นการปฏิบัติที่สะดวกและประหยัด นอกจากนี้ Prasai และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองเพิ่มเติม โดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1 % (v/v) ฉีดพ่นบนผิวซากสุกร ภายหลังการขูดขน และภายหลังการเอาเครื่องในออก และฉีดพ่นทั้งสองขั้นตอน วิเคราะห์หา aerobic plate count ภายหลังฉีดพ่นสารละลาย เป็นเวลา 0 และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งผลภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง อาจเนื่องมาจากผิวซากที่แห้ง เพราะการแช่เย็นหรืออุณหภูมิในห้องแช่เย็น และอาจเป็นผลเนื่องมาจากช่วง lag phase ของจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเนื่องจากกรดแลกติก ทำให้การเพิ่มจำนวนช้าลง วิธีการลดการปนเปื้อนของซากสุกรในทางการค้า เช่น วิธีการล้าง

ด้วยน้ำสะอาด การสเปรย์ด้วยกรดแลกติก ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใดก็ตาม มีผลต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ (Sun และคณะ, 2003)

Castillo และคณะ (2002) รายงานว่าวิธีการใช้กรดแลกติกมาล้างซากโค ก่อนเข้าเก็บในห้องเย็น สามารถลดระดับแบคทีเรียได้มากถึง 3 log cfu ส่วน Gabriel และคณะ (2004) ศึกษาประสิทธิภาพของกรดแลกติกที่ใช้ในโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก โดยทำการสเปรย์กรดแลกติกลงบนซากสุกร เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้สเปรย์กรดแลกติก และ swab ซากสุกรบริเวณสันคอ ซี่โครง สะโพกรวมเป็นพื้นที่ 300 cm^2 วิเคราะห์ผลโดยใช้แผ่นทดสอบ *E. coli* และ Aerobic Plate Count Petrifilm™ จากผลการทดลองพบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง *E. coli* และ เชื้อ Coliforms ทั้งหมดได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแบคทีเรียที่ชอบอุณหภูมิปานกลางจะลดลงประมาณ 1.9 log cfu/100cm^2 ($p<0.05$) แสดงดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรภายหลังการสเปรย์ด้วยกรดแลกติก

2.5.2.3 การใช้สารประเภทโปแตสเซียมซอร์เบท (PS)

สารละลายโปแตสเซียมซอร์เบท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งยีสต์ รา และแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย ทั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ เช่น *Bacillus* spp., *Campylobacter jejuni*, *Clostridium* spp., *E. coli*, *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* รวมทั้งสามารถยับยั้งจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ปีกและในเนื้อแดง โดยไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อสัตว์ปีกเมื่อผ่านการทำให้สุก

Unda และคณะ (1990) รายงานว่าการใช้ PS 10 % ร่วมกับฟอสเฟตผสมทางการค้า 5 % sodium chloride 5 % และ sodium acetate 10 % สามารถยับยั้ง mesophilic, psychrotropic, anaerobic, facultative anaerobic และ Lactobacilli โดยทำให้ระยะ lag phase ของจุลินทรีย์เหล่านี้ยาวนานขึ้นถึง 5 สัปดาห์มีผลทำให้เนื้อวัวสันนอกบรรจุสุญญากาศเก็บที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 12 สัปดาห์ และสารประกอบฟอสเฟตยังช่วยลดการเกิดออกซิเดชัน

เนื่องจากไขมัน เพิ่มความสามารถในการดูดซึมสารละลาย ลดการสูญเสียของเหลวในเนื้อสัตว์และป้องกันการเปลี่ยนสีของเนื้อสัตว์

2.5.3 วิธีทางเคมีร่วมกับวิธีทางกายภาพ

การใช้วิธีทางเคมีร่วมกับทางกายภาพในกระบวนการฆ่า จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนได้ดี เช่น การใช้กรดแลกติกร่วมกับระบบแรงดันน้ำ การใช้ hydrogen peroxide ร่วมกับระบบแรงดันน้ำ และการผสมสาร sodium hypochloride ลงในถังลวกซาก เป็นต้น

Cutter และคณะ (2000) ได้ทำการทดลองโดยฉีดพ่นสารละลายเซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (CPC) 1 % ที่ความดัน 862 กิโลปาสคาล อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วินาที ลงบนเนื้อแดง (เนื้อวัว) และเนื้อเยื่อไขมันที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coil* และ *S.* Typhimurium 6.0 และ 5.0 log cfu/cm^2 ตามลำดับ พบว่าเนื้อแดงที่ผ่านการฉีดพ่นด้วย CPC 1 % มีค่า pH เท่ากับ 6.4 ไม่แตกต่างจากเนื้อแดงควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coil* และ *S.* Typhimurium และมีผลทำให้ aerobic bacteria ลดลง 5.8 log cfu/cm^2 ในทันทีเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อแดงควบคุมและเมื่อเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อแดงบรรจุสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 วันพบว่าตรวจไม่พบเชื้อ *E. coil* และ *S.* Typhimurium และมีผลทำให้ aerobic bacteria ลดลง 6.8 log cfu/cm^2 ส่วนเนื้อเยื่อไขมันที่ผ่านการฉีดพ่นด้วย CPC 1 % มีปริมาณเชื้อ *E. coil* และ *S.* Typhimurium และ aerobic bacteria ลดลง 4.9, 3.8 และ 2.7 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ในทันทีเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อควบคุม และเมื่อเก็บรักษาเนื้อเยื่อไขมันเป็นเวลา 35 วัน พบว่าปริมาณเชื้อ *E. coil*, *S.* Typhimurium และ aerobic bacteria ลดลง 1.4, 0.1 และ 1 log cfu/cm^2 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อควบคุม

Wei และคณะ (1995) กล่าวว่า น้ำแช่ซากไก่ (Poultry chiller water) มักจะใช้คลอรีนผสมลงไปเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรกในน้ำ เช่น ไขมัน ของแข็งต่างๆ เป็นต้น ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นสูง และสัมผัสกับเชื้อเป็นระยะเวลาที่นานขึ้น จะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากขึ้น โดยมีปริมาณเชื้อตั้งต้น 3.06 และ 4.16 log cfu/ml ทำปฏิกิริยากับสารละลายคลอรีน 50 ppm ซึ่งมีค่า pH 7.89 สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 30 วินาที สามารถทำลายเชื้อดังกล่าวได้หมด แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเชื้อตั้งต้นเป็น 5.04 log cfu/ml พบว่าต้องใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm (pH 8.54) สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 10 นาที หรือ 150 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 5 นาที จึงสามารถทำลายเชื้อได้ทั้งหมด แต่เมื่อปริมาณเชื้อตั้งต้นเป็น 7.07 และ 9.03 log cfu/ml ต้องใช้สารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 5 นาที จึงสามารถ

ทำลายเชื้อได้โดยสมบรูณ์ หรือใช้สารละลายความเข้มข้น 250 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 2 นาที จึงสามารถทำลายเชื้อได้โดยสมบรูณ์

บทที่ 3
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการดำเนินการทดลอง

3. 1 วัตถุดิบ

3.1.1 ซากสุกรที่อยู่ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าสุกร มีดังนี้

1. มีดแทงคอ
2. มีดขูดขน
3. ตะขอเกี่ยวซาก
4. มีดตัดคอ
5. มีดผ่าซาก
6. มีดผ่าครึ่ง

3.1.3 มือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่งซาก

3.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.2.1 ตู้บ่มเพาะเชื้อ	Memmert	เยอรมัน
3.2.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	Tomy SS – 320	ญี่ปุ่น
3.2.3 เครื่องชั่งอิเลคทรอนิค	Meppler Toledo	สวิสเซอร์แลนด์
3.2.4 เครื่อง	Mixer	Vortex
3.2.5 Autopipette	Eppendnorf	เยอรมัน
3.2.6 อุปกรณ์ปั๊มสารละลาย	Dispenser	เยอรมัน

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1 Peptone (Merck)

3.3.2 แผ่นเพาะเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm ™ Aerobic Count Plate , 3M Petrifilm ™ *E. coli*/coliform count Plate

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

โรงฆ่าสุกร บริษัท MT 9999 บ้านห้วยสามพาด กิ่งอำเภอประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี

3.5 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกโรงฆ่าสุกร บริษัท MT 9999 จ. อุดรธานี เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่มีการผลิตวันละประมาณ 80 – 100 ตัว และได้การรับรองมาตรฐานจากกรมปศุสัตว์ มีแบบแปลนที่ถูกต้อง และโครงสร้างอาคารถูกสุขลักษณะ มีคอกพักสัตว์ก่อนเข้าฆ่า การฆ่าต้องกระทำให้สัตว์สลบก่อนการแทงคอเพื่อเอาเลือดออก ซึ่งเป็นการไม่ทารุณสัตว์ น้ำที่ใช้ลวกซากได้รับการควบคุมอุณหภูมิและมีการเปลี่ยนน้ำเพื่อถ่ายเทสิ่งสกปรกออกไป ซากภายหลังการชูดขนจะถูกแขวนบนรางแขวน และมีน้ำฉีดพ่นเพื่อทำความสะอาดตลอดเวลา

3.5.1 ศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count) , Coliforms และ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละซาก

สุ่มตัวอย่างก่อนเริ่มกระบวนการฆ่าและชำแหละในแต่ละวัน และภายหลังการฆ่าและชำแหละซากทุกๆ 21 ตัว เป็นจำนวนทั้งสิ้น 81 ตัว ในแต่ละวันทำการศึกษาเป็นเวลา 8 ครั้ง โดยทำการสุ่มตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

3.5.1.1 โดยทำการสุ่ม swab อุปกรณ์ในการฆ่าและชำแหละสุกร ต่อไปนี้ เป็นพื้นที่ 25 cm^2

- มีดแทงคอ
- มีดชูดขน
- ตะขอเกี่ยวซาก
- มีดตัดคอ
- มีดเปิดซาก
- มีดผ่าครึ่ง

3.5.1.2 สุ่ม swab ผิวซากสุกร ดังนี้

- แผลคอ เป็นพื้นที่ 25 cm^2
- ซากภายหลังการลวก โดยทำการ swab บริเวณสันหลัง ใต้ท้อง สะโพก สันคอ รวมเป็นพื้นที่ทั้งหมด 100 cm^2
- ซากภายหลังการผ่าซีก โดยทำการ swab ที่ผิวกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก หน้าท้อง สันหลัง และสันคอ รวมเป็นพื้นที่ทั้งหมด 100 cm^2

3.5.1.3 สุ่มเก็บตัวอย่าง น้ำลวกซากจากถังลวก

3.5.1.4 สุ่ม Swab มือพนักงานเปิดซาก และพนักงานผ่าครึ่งซาก ทั้งด้านหน้าฝ่ามือและหลังมือ รวมเป็นพื้นที่ 25 cm^2 ก่อนเริ่มงาน และทุกๆ 1 ชั่วโมง จนเสร็จสิ้นการทำงานในแต่ละวัน

3.5.1.5 นำตัวอย่างจาก จากข้อ 3.4.1.1 ถึง 3.4.1.4 มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count) โดยใช้ 3M Petrifilm™ Aerobic Count Plate บ่มที่อุณหภูมิ 35 (±1) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.5.1.6 นำตัวอย่างจาก จากข้อ 3.4.1.1 ถึง 3.4.1.4 มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ Coliforms และ *E. coli* ด้วย 3M Petrifilm™ *E. coli*/coliform count Plate บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส สำหรับเชื้อ Coliforms บ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ส่วนเชื้อ *E. coli* บ่มเป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3.5.2 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์จากข้อ 5.2.1.5 และ ข้อ 2.5.1.6 มาหาค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for The Social Science (SPSS) Version 11.0 โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count : TAC) บนอุปกรณ์น้ำลวกซาก และผิวซากสุกร

จากการสุ่ม swab บนตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอเกี่ยวซาก มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง ภายหลังการฆ่าและชำแหละสุกรทุกๆ 20 ตัว แสดงภาพดังภาคผนวก ค. และผลการวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TAC) แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count)บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว

ช่วงสุกรตัวที่	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TAC) (log cfu/cm^2) บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกร					
	มีดแทงคอ	มีดขูดขน	ตะขอเกี่ยวซาก	มีดตัดคอ	มีดเปิดซาก	มีดผ่าครึ่ง
ก่อนเริ่มงาน	1.9	3.5	3.0	3.0	3.0	2.9
21	2.8	3.4	3.6	2.9	2.9	2.6
41	2.8	2.6	2.8	2.4	2.4	2.1
61	2.3	3.3	2.9	2.5	2.5	2.4
81	2.2	3.1	3.6	2.6	2.9	2.2
ค่าเฉลี่ย	2.4±0.9	3.2±0.8	3.2±0.7	2.7±0.9	2.8±0.7	2.5±0.7

พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบน อุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอเกี่ยวซาก มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรมีค่าเฉลี่ย 2.4, 3.2, 3.2, 2.7 , 2.8 และ 2.5 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยจำนวน TAC บนมีดแทงคอก่อนเริ่มใช้แทงคอสุกรตัวแรกมีค่าเพียง 1.9 log cfu/cm^2 และภายหลังการแทงคอตัวที่ 21 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.8 log cfu/cm^2 หลังจากการแทงคอตัวที่ 41, 61 และ 81 จำนวน TAC บนมีดแทงคอมีค่าค่อนข้างคงที่ คือ 2.8, 2.3

และ 2.2 log cfu/cm^2 ตามลำดับโดยจำนวนจุลินทรีย์บนมีดแทงคอไม่ได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนซากสุกรที่เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากมีการล้างมีดด้วยน้ำสะอาดภายหลังการใช้แทงคอสุกรทุกตัว แต่ไม่มีการต้มมีดเพื่อฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงยังพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนมีดที่ยังไม่ได้เริ่มใช้งาน และในระหว่างการใช้งาน ที่อาจเกิดการปนเปื้อนจากเลือดและผิวหนังจากตัวสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของเชื้อจุลินทรีย์ ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) ได้กล่าวว่า การปนเปื้อนเริ่มต้นของซากสามารถเกิดขึ้นตั้งแต่ขั้นตอนการแทงคอเอาเลือดออก โดยจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนมีดแทงคอ จะเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตทางบาดแผลที่แทงคอ และแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆของร่างกายสัตว์ในทันทีที่เริ่มแทง ดังนั้นเพื่อลดการปนเปื้อนข้ามระหว่างซากสุกรแต่ละตัว จึงต้องมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อมีดด้วยน้ำร้อน 82 องศาเซลเซียส และระหว่างการทำงานควรใช้มีด 2 ด้ามสลับในการปฏิบัติงาน ก่อนใช้งานต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยน้ำร้อน ระหว่างที่ใช้มีดด้ามแรกในการปฏิบัติงาน มีดอีกด้ามจะต้องแช่ในน้ำร้อน เพื่อเตรียมใช้งานในซากสุกรถัดไป (Bolton และคณะ, 2002)

ส่วนมีดขูดขนซากภายหลังการลวกและขูดขนในถังลวก โดยพนักงานจะใช้มีดขูดขนที่ยังหลงเหลืออยู่บนผิวซาก พบว่ามีจำนวนเชื้ออยู่ระหว่าง 2.6-3.5 log cfu/cm^2 โดยในระหว่างการขูดขนตั้งแต่ก่อนเริ่มการทำงานจนถึงการขูดขนซากที่ 81 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่บนมีดไม่ได้เพิ่มขึ้นตามจำนวนซากที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพราะพนักงานจะทำความสะอาดมีดขูดขนทุกครั้งภายหลังการขูดซากแต่ละตัว ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Teresa และคณะ (2000) ที่กล่าวว่ามีดสำหรับขูดขนที่ผ่านการทำงานมาแล้วจะมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total aerobic counts) ประมาณ 3 log cfu/cm^2 จากกระบวนการฆ่าและชำแหละในการศึกษานี้เป็นโรงฆ่าขนาดเล็ก กระบวนการลวกและขูดขนจึงอยู่ภายในถังลวกซึ่งมีเครื่องขูดขนไปด้วยในตัว ในขณะที่โรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ ภายหลังการลวกซากในถังลวก เพื่อให้ขนซากนิ่มลง เหมาะต่อการขูดเอาขนออก ซากจะถูกยกขึ้นและผ่านเข้าสู่เครื่องขูดขน ในขั้นตอนนี้ Huis in't veld และคณะ (1994) กล่าวว่ามักพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อีกครั้งหนึ่งในขั้นตอนการถอนขน ขูดขนและขัดขน ถ้าหากอุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการทำความสะอาดอย่างไม่มีประสิทธิภาพ จะพบการสะสมของขนและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วในเวลาข้ามคืน เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปส่วนต่างๆ สอดคล้องกับรายงานของ Davies และคณะ (1999) ว่าเครื่องขูดขนเป็นสาเหตุหลักการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ซึ่ง Teresa และคณะ (2000) พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ในอุปกรณ์เครื่องขูดขน หลังจากผ่านการทำงานมา 3 ชั่วโมงจะมีเชื้ออยู่ระหว่าง 4.4-6.2 log cfu/cm^2 ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์สูงกว่าผลการศึกษานี้

ส่วนมีดตัดคอ ก็เช่นเดียวกัน มีจำนวนเชื้อเริ่มต้นที่ 3 log cfu/cm^2 และภายหลังการตัดคอซากที่ 21 – 81 มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.4 - 2.9 log cfu/cm^2 ในขณะที่จำนวน TAC บนมีดเปิดซากซึ่งเป็นมีดที่ใช้ในการเปิดผ่าบริเวณช่องอกลงมาถึงช่องท้อง เพื่อล้วงเอาอวัยวะภายในช่องอก ได้แก่

หลอดลม ปอดและหัวใจ และอวัยวะทางเดินอาหาร ได้แก่ หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็ก รวมทั้งอวัยวะอื่นๆ ได้แก่ ตับ ม้าม เป็นต้น ออกจากตัวซาก โดยจำนวน TAC บนมีดก่อนเปิดซากตัวแรกมีค่า 3 log cfu/cm^2 และภายหลังการเปิดซากที่ 21- 81 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.4 – 2.9 log cfu/cm^2 และมีดผ่าครึ่งซากซึ่งใช้ในการแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก พบว่าก่อนเริ่มใช้ในการผ่าครึ่งตัวแรก มีค่า TAC 2.9 log cfu/cm^2 และภายหลังการผ่าครึ่งตัวที่ 21- 81 มีค่าระหว่าง 2.1 – 2.6 log cfu/cm^2 จะเห็นได้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ไม่เพิ่มขึ้นตามจำนวนซากที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาการทำงานที่นานขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะมีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ตลอดเวลา แต่ไม่มีการนำอุปกรณ์มีดมาต้มเพื่อฆ่าเชื้อ ดังนั้นจึงยังพบจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่บนมีดบ้าง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนดไว้ว่า จำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวสัมผัสอุปกรณ์ จะต้องมีจุลินทรีย์ทั่วไปรวมน้อยกว่า 1×10^3 cfu แต่ Nielsen และคณะ (1995) ได้แนะนำว่า อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างขั้นตอนการเปิดซากอาจปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์โรคสัตว์ติดคนจากซากหนึ่งไปสู่อีกซากหนึ่งได้ ควรหลีกเลี่ยงปัญหานี้ด้วยการฆ่าเชื้ออุปกรณ์และเครื่องมือหลังเปิดซากสุกรแต่ละตัว

ส่วนตะขอเกี่ยวซากมีจำนวน TAC เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.8 – 3.6 log cfu/cm^2 ซึ่งมีจำนวนค่อนข้างสูงกว่าอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งนี้เพราะตะขอเกี่ยวซาก ไม่ได้มีการล้างทำความสะอาดทุกครั้งภายหลังจากการเกี่ยวซากแต่ละตัว แต่จะนำมาล้างทำความสะอาดภายหลังเสร็จสิ้นการฆ่าในแต่ละวัน และไม่มีการฆ่าเชื้อโรคด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงหรือใช้สารเคมีอื่นๆ ซึ่งตะขอนี้จะใช้ในการเกี่ยวซากบริเวณเอ็นข้อเท้าหลัง จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนไปยังซากได้น้อย แต่อย่างไรก็ตามภายหลังการทำความสะอาด ควรทำการฆ่าเชื้อโดยการแช่ในน้ำยาคลอรีนความเข้มข้น 100 – 200 ppm จะช่วยลดการปนเปื้อนได้ดี

ส่วนจำนวน TAC ของน้ำลวกซากในถังลวก บนผิวซากหลังลวก ซากหลังการผ่าซีกและบนแผลคอ ผลแสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count) ในน้ำลวกซาก ผิวซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอ ภายหลังการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว

ช่วงสุกรตัวที่	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TAC)			
	น้ำลวกซาก (log cfu/ml)	ผิวซากหลังลวก (log cfu/cm^2)	ผิวซากผ่าซีก (log cfu/cm^2)	แผลคอ (log cfu/cm^2)
เริ่มต้น	4.4^a	2.8	2.7	3.1
21	6.9^{ab}	2.9	2.7	2.9
41	7.2^b	3.0	2.6	2.6
61	6.6^{ab}	3.4	2.8	2.9
81	8.2^b	3.6	2.8	2.8
ค่าเฉลี่ย	6.6±2.6	3.1±0.7	2.7±0.6	2.9±0.6

ตัวอักษร a,b ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกันหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($P \leq 0.05$)

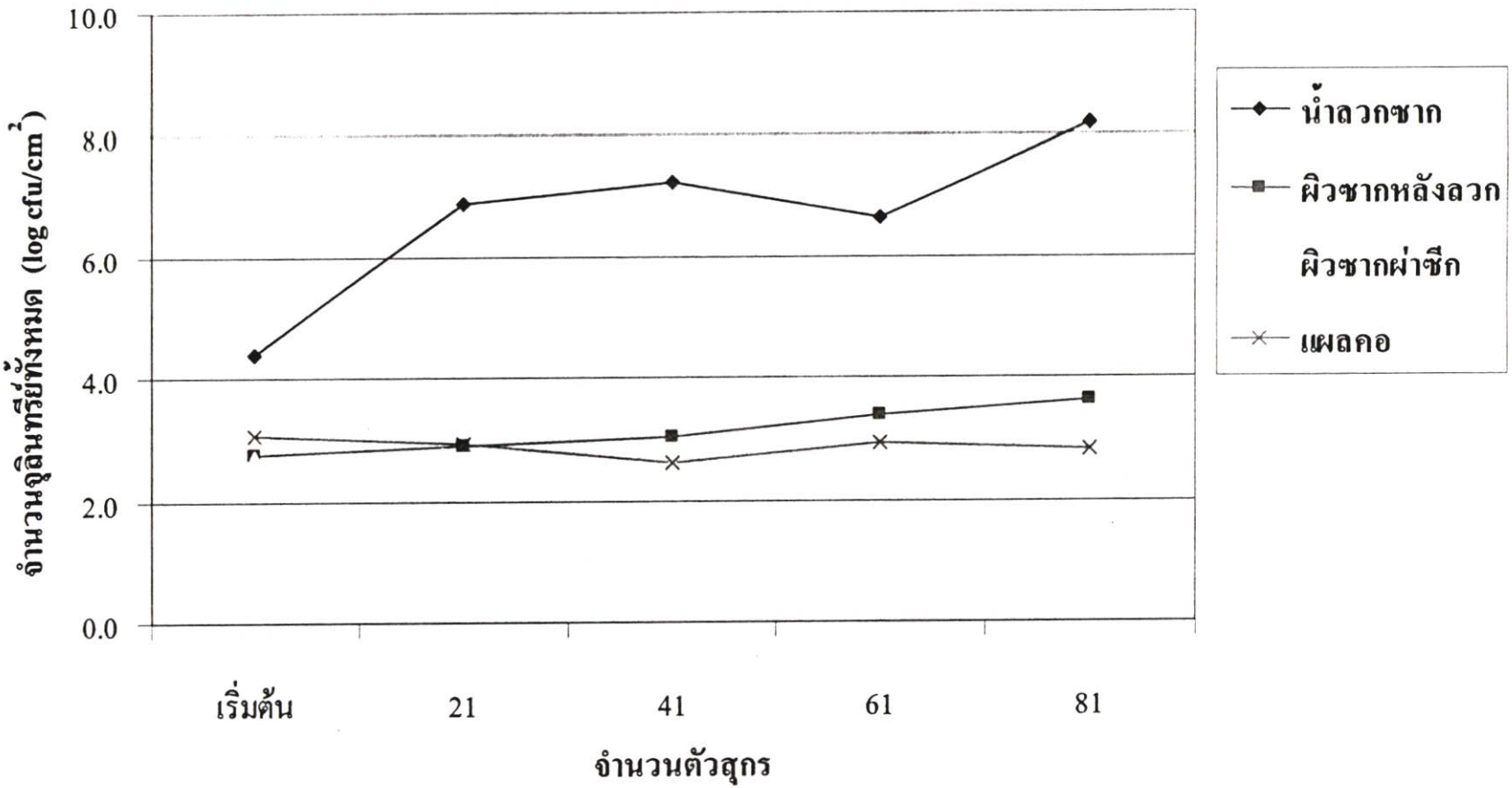
พบว่าน้ำลวกซากในถังลวก บนผิวซากหลังลวก ซากหลังการผ่าซีก และบนแผลคอ มีค่าเฉลี่ย 6.6, 3.1, 2.7 และ 2.9 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำลวกซากก่อนเริ่มการลวกซากที่ 1 มีค่า 4.4 log cfu/ml แต่ภายหลังการลวกซากที่ 21 จำนวน TAC เพิ่มขึ้นเป็น 6.9 log cfu/ml และภายหลังการลวกซากที่ 81 เพิ่มขึ้นเป็น 8.2 log cfu/ml ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น ตามจำนวนซากที่ผ่านการลวกและขูดขนในถังลวก ทั้งนี้เนื่องจากมีการสะสมของสิ่งสกปรกที่ติดมากับตัวสัตว์ และเศษขนบริเวณก้นถังลวก แม้จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำออกบางส่วนทุกๆ การลวกซาก 7-10 ตัว และมีการเติมน้ำร้อนลงไป โดยมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ก็ตาม ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Teresa และคณะ (2000) พบว่า เครื่องลวกซากที่ผ่านการทำงานมา 3 ชั่วโมงมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์อยู่ที่ 6.16 log cfu/cm^2 เปรียบเทียบกับเครื่องลวกซากที่ทำความสะอาดแล้วมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไป 6.51 log cfu/cm^2 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนั้นอาจเป็นไปได้ว่าเศษดินและขนที่ยังคงติดค้างอยู่ด้านล่างของก้นถังหรือบริเวณใบพัดถอนขน ซึ่งเป็นพื้นผิวที่ทำความสะอาดได้ยาก (Nerbrink and Borch, 1989) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Gill และ Bryant (1993) พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนอุปกรณ์ถอนขนและน้ำลวกซาก (ที่อุณหภูมิ 57 องศาเซลเซียส) ของโรงฆ่าสุกร มีค่า 8×10^7 ถึง 3×10^8 cfu/cm^2 และ 3×10^4 ถึง 1×10^5 cfu/ml

จากการที่อุณหภูมิของน้ำในถังลวกที่สูงนี้ จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญที่ติดมากับตัวสัตว์ เช่น *Salmonella* spp. ได้ ดังนั้นจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่เหลือรอดอยู่ในถังลวก จะเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถทนความร้อนได้ เช่น *Clostridium* spp. และ สปอร์ของเชื้อ *Bacillus* spp. อย่างไรก็ตามเศษสิ่งสกปรกต่างๆ ที่ยังคงหมุนเวียนภายในถังลวกซาก อาจปนเปื้อนเข้าสู่ภายในซากโดยทางบาดแผลที่ถูกแทงคอ หรือจากทางผิวหนังที่ถูกทำลายเนื่องจากความร้อนของน้ำลวกซาก ซึ่งน้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูงจะทำลายผิวหนังชั้นนอก จึงมีผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปปนเปื้อนบนผิวซากสุกรหลังการลวกซากนั้นเพิ่มสูงขึ้น แสดงดังภาพที่ 4.2 ซึ่งพบว่า จำนวน TAC บนผิวซากตัวที่ 1 ภายหลังการลวกและขูดขนมีค่า 2.8 log cfu/cm^2 และจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากมีแนวโน้มสูงขึ้นในซากตัวหลังๆ โดยซากตัวที่ 21 มีค่า TAC เพิ่มขึ้นเป็น 2.9 log cfu/cm^2 และบนผิวซากตัวที่ 41, 61 และ 81 มีค่า 3, 3.4 และ 3.6 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งการปนเปื้อนบนผิวซากอาจมาจากน้ำลวกซาก โดยที่อุณหภูมิของน้ำลวกซากที่สูง จะทำลายผิวหนังกำพร้า ชั้นสตราตัม คอร์เนียม (stratum corneun epidermis) (Kim และคณะ, 1993; Thomas and Mc Meekin, 1981) ทำให้จุลินทรีย์ในน้ำลวกสามารถปนเปื้อนมายังผิวซากได้อีกครั้ง ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากภายหลังการลวกจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นในถังน้ำลวกซาก ผลการศึกษานี้พบว่าซากภายหลังการลวกมีค่าสูงกว่า ผลการศึกษาของ Gill และ Bryant (1993) ซึ่งได้เก็บตัวอย่างซากสุกรในประเทศแคนาดา พบว่าค่าเฉลี่ยของจุลินทรีย์บนผิวซากภายหลังการลวก การขูดขน 2.56 และ 4.25 log cfu/cm^2 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนการลวกซากนี้ เป็นขั้นตอนสำคัญในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับผิวหนังและขนสัตว์ โดย Gerats และคณะ (1981) รายงานว่าในระหว่างการลวกซากโดยทั่วๆไป จำนวนเชื้อแบคทีเรียจะลดลงประมาณ 2 log cfu/cm^2 และจากผลการวิจัยของ Bolton และคณะ (2002) รายงานว่าในช่วงการลวกซากในน้ำร้อนอุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส จะทำให้ปริมาณแบคทีเรียบนซากสุกรลดลงประมาณ 1.5 log cfu/cm^2 ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังลวก ภายหลังการลวกซากทุกๆ 10 ตัว

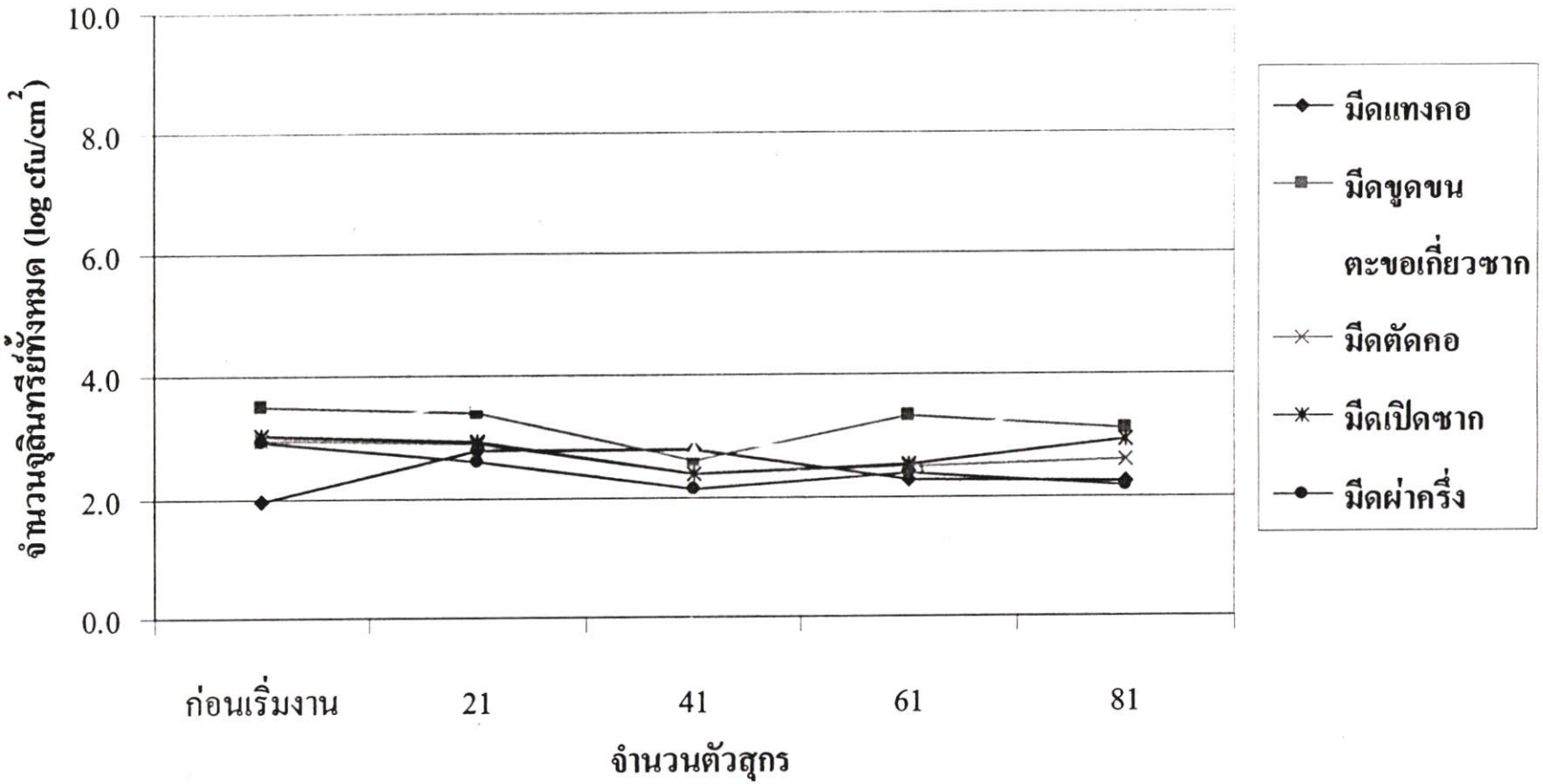
ส่วนซากภายหลังการผ่าซีกและฉีดล้างด้วยน้ำสะอาดมีค่าเฉลี่ยของ TAC 2.7 log cfu/cm^2 โดยค่า TAC ของซากแรกมีค่า 2.7 log cfu/cm^2 และในซากที่ 21, 41, 61 และ 81 มีค่า 2.7, 2.6, 2.8 และ 2.8 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกัน การปนเปื้อนนี้อาจเกิดจากการผ่าท้องเพื่อล้วงเอาเครื่องในออก และเกิดการฉีกขาดของลำไส้ หรือจากมีดที่ใช้ในการเปิดซากและมีดผ่าครึ่งซาก หรือจากน้ำที่ใช้ล้างซาก ที่มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ มีผลทำให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้ ซึ่ง Nelcindo และคณะ (2000) ได้กล่าวว่า ระหว่างขั้นตอนการเปิดซาก เนื้อสัตว์อาจเกิดการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ มูลสัตว์ ฉะนั้นการแยกลำไส้ออกควร ทำด้วยความระมัดระวัง โดยไม่ทำให้เกิดการฉีกขาด เพราะจะเป็นสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อน แต่อย่างไรก็ตามจำนวนของ TAC บนผิวซากจากการศึกษานี้น้อยกว่า จากรายงานของ Gill และ Bryant (1993) ที่พบว่า จำนวนจุลินท

รีย์บนผิวซากภายหลังการผ่าเอาอวัยวะภายในออก และช่วงเสร็จสิ้นของกระบวนการฆ่าคือ 3.50 และ 3.55 log cfu/cm^2 และรายงานของ Bolton และคณะ (2002) ซึ่งพบว่า ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในซากสุกรผ่าซีก หลังจากการสเปร์ยล้างซากก่อนเข้าห้องแช่เย็นภายในโรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็ก จะมีปริมาณเชื้อระหว่าง 3.6-3.8 log cfu/cm^2 และหลังจากทำการแช่เย็นซากแล้วปริมาณเชื้อแบคทีเรียจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นระหว่าง 4.5-4.8 log cfu/cm^2 และจากการศึกษานี้พบว่าในขั้นตอนการลวกซากไม่ได้ส่งผลต่อการเพิ่มจำนวน TAC บนผิวซากภายหลังการผ่าซีก เนื่องจากในขั้นตอนการลวกซากจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามปริมาณซากในถังลวกที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาการทำงานที่เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่การปนเปื้อนบนผิวซากภายหลังการผ่าซีก อาจเกิดจากการล้างมีดที่ใช้ในการผ่าครึ่งซากทุกครั้งภายหลังการผ่าซาก ไม่มีการต้มฆ่าเชื้อมีด นอกจากนี้การฉีดล้างซากด้วยน้ำยังเป็นการชะล้างสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์บางส่วนที่ติดอยู่ออกไปได้บ้าง โดยจำนวน TAC บนผิวซากภายหลังการแบ่งครึ่งและฉีดน้ำล้าง จะมีค่าน้อยกว่าบนผิวซากหลังลวก ดังนั้นจึงควรควบคุมคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการฉีดล้างซาก โดยต้องมีคุณภาพมาตรฐานน้ำดื่ม เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากน้ำ แต่ถ้ามีการฉีดล้างซากด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิมากกว่า 82 องศาเซลเซียส หรือใช้ไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6.5 วินาที Gill และ Bryant (1997) รายงานว่าจะสามารถลดจำนวน TAC ลงได้มากกว่า 1 log cfu นอกจากนี้ Kotula และคณะ (1974) ได้รายงานเพิ่มเติมว่าการเพิ่มระดับแรงดันน้ำในการล้างซากจาก 4.2 kg/cm^2 (85 kPa) ถึง 24.6 kg/cm^2 (498.5 kPa) สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากได้อย่างมีนัยสำคัญ Delazari และคณะ (1998) ที่พบว่าการล้างซากสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ 0-5 log cfu/cm^2 ซึ่งขึ้นอยู่ระยะเวลาในการสเปรย์ อุณหภูมิของสารละลาย เช่น กรดอินทรีย์ คลอรีน และ/หรือไตรโซเดียมฟอสเฟต นอกจากนี้อุณหภูมิรอบๆ หรืออุณหภูมิของน้ำล้างประมาณ 35 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้น้อยกว่า 1 log CFU/cm2

ส่วนแผลจากการแทงคอพบว่ามีค่า TAC เฉลี่ย เท่ากับ 2.9 log cfu/cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนบริเวณแผลแทงคอ อาจมาจากเลือดและต่อมน้ำเหลืองซึ่งเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค หรือมีดที่ใช้ในการแทงคอที่ยังมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่แม้จะผ่านการล้างทำความสะอาดแล้ว แต่ไม่มีการฆ่าเชื้อ แต่อย่างไรก็ตามจำนวนจุลินทรีย์บนแผลแทงคอไม่ได้เพิ่มขึ้น ตามปริมาณเชื้อบนมีดแทงคอแม้ว่าจะมีจำนวนซากที่เพิ่มขึ้นและระยะเวลาการทำงานที่นานขึ้น โดยจำนวนของ TAC ภายหลังการแทงคอตัวที่ 1 ถึงตัวที่ 81 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คือมีค่าอยู่ระหว่าง 2.6 – 3.1 log cfu/cm^2 ซึ่งแผลแทงคอควรมีขนาดเล็ก เพื่อลดการปนเปื้อนจากบาดแผลเข้าสู่กระแสเลือด และแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆของร่างกายสัตว์ในทันทีที่เริ่มแทง (ชัยณรงค์ คันธพนิต, 2529)



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอุปกรณ์ที่ใช้ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในระหว่างการฆ่าและชำแหละสุกร

4.2 ผลการศึกษาจำนวน Coliforms บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง น้ำลวกซาก และซากสุกร

จากการสุ่ม swab บนตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอเกี่ยวซาก มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง ภายหลังการฆ่าและชำแหละสุกรทุกๆ 20 ตัว แสดงภาพดังภาคผนวก ค. และผลการวิเคราะห์จำนวน Coliforms แสดงดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวน Coliforms บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่งที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว

ช่วงสุกรตัวที่	จำนวน Coliforms (log cfu/cm^2) บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกร					
	มีดแทงคอ	มีดขูดขน	ตะขอ	มีดตัดคอ	มีดเปิดซาก	มีดผ่าครึ่ง
ก่อนเริ่มงาน	ND	0.7	0.6	0.9	0.5	0.3
21	0	0.9	0.7	1.0	1.0	0.9
41	0.3	0.3	0.4	0.9	1.0	0.8
61	ND	0.8	0.5	1.2	1.0	0.5
81	0.2	0.4	0.7	1.5	1.3	0.9
ค่าเฉลี่ย	0.1±0.3	0.6±0.7	0.6±0.6	1.0±0.9	0.9±0.8	0.7±0.7

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบเชื้อตามวิธีการวิเคราะห์ในการทดลองนี้

พบว่าค่าเฉลี่ยของ Coliforms บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละคือ 0.1, 0.6, 0.6, 1.0, 0.9 และ 0.7 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยตรวจไม่พบเชื้อ Coliforms บนมีดแทงก่อนนำมาใช้แทงคอสุกรตัวแรก แต่ภายหลังการใช้แทงคอสุกรตัวที่ 41 และ 81 พบ Coliforms 0.3 และ 0.2 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ในขณะที่มีดขูดขน พบเชื้อ Coliforms เริ่มต้น 0.7 log cfu/cm^2 และตลอดระยะเวลาของการขูดขนซากสุกรถึงตัวที่ 81 พบเชื้อ Coliforms บนมีดขูดขน อยู่ระหว่าง 0.3 – 0.9 log cfu/cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อ Coliforms บนอุปกรณ์ มาจากการล้างทำความสะอาดมีดที่ยังไม่ดีพอยังมีการสะสมของสิ่งสกปรกบนด้ามมีด และประการสำคัญคือ ไม่มีการต้มฆ่าเชื้อมีดในน้ำร้อน จึงยังทำให้พบเชื้อ Coliforms อยู่บ้าง ส่วนมีดตัดคอพบจำนวน Coliforms สูงกว่าอุปกรณ์อื่นๆ คือ มีค่าเริ่มต้น 0.9 log cfu/cm^2 และ

ในระหว่างการฆ่าและชำแหละซากจนถึงตัวที่ 81 มีค่าระหว่าง 0.9 – 1.5 log cfu/cm^2 และมีดเปิดซากพบเชื้อ Coliforms อยู่ระหว่าง 0.5 – 1.3 log cfu/cm^2 ในขณะที่มีดผ่าครึ่งซาก พบเชื้อระหว่าง 0.3 – 0.9 log cfu/cm^2 และบนตะขอเกี่ยวซากมีจำนวนเชื้อระหว่าง 0.4 – 0.7 log cfu/cm^2 ซึ่งจำนวนเชื้อที่พบบนอุปกรณ์มีจำนวนน้อย ทั้งนี้เนื่องจากมีการล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำสะอาดตลอดเวลา แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีการฆ่าเชื้อมีดด้วยน้ำร้อน 82 องศาเซลเซียส และระหว่างการทำงานมีการใช้มีด 2 ด้ามสลับในการปฏิบัติงาน โดยระหว่างที่ใช้มีดด้ามแรกในการปฏิบัติงาน มีดอีกด้ามจะต้องแช่ในน้ำร้อน เพื่อเตรียมใช้งานในซากสุกรถัดไป จะสามารถกำจัด Coliforms ที่หลงเหลืออยู่บนอุปกรณ์ได้ดีขึ้น (Bolton และคณะ, 2002) ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้พบว่าจำนวน Coliforms ที่ตรวจพบจะมีจำนวนเชื้อน้อยกว่ารายงานของ Castillo และคณะ (2004) ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ของโรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็กแห่งหนึ่งในเม็กซิโกที่มีการฆ่าโคและสุกร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สายงาน ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้งสองสายงาน การเก็บตัวอย่างจากซากสัตว์ มีดแทงคอ มีดขูดขน มีดเลาะหนัง มีดเปิดซาก เลื่อยที่ใช้ในการผ่าซากออกเป็นสองส่วน จะใช้ swabbing technique และเก็บตัวอย่างน้ำลวกซาก และน้ำที่จะใช้ล้างซาก นำมาเพาะเชื้อเพื่อหาปริมาณของเชื้อทั้งหมด เชื้อ Coliforms, *E. Coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* พบว่าในกระบวนการฆ่าสุกรปริมาณเชื้อทั้งหมดสูงกว่า 4 log cfu/cm^2 และปริมาณโคลิฟอร์มพบอยู่ระหว่าง 1-6 log cfu/cm^2 ในส่วนของกระบวนการฆ่าโคนั้นพบปริมาณเชื้อทั้งหมดอยู่ระหว่าง 3.26-7.00 log cfu/cm^2 และปริมาณโคลิฟอร์มพบเพียง น้อยกว่า 1.5 log cfu/cm^2

ส่วนจำนวน Coliforms ของน้ำลวกซากในถังลวก บนผิวซากหลังลวก ซากหลังการผ่าซีก และบนแผลคอ ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนเชื้อ Coliforms ในน้ำลวกซาก ซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว

ช่วงสุกรตัวที่	จำนวนเชื้อ Coliforms			
	น้ำลวกซาก (log cfu/ml)	ผิวซากหลังลวก (log cfu/cm^2)	ผิวซากผ่าซีก (log cfu/cm^2)	แผลคอ (log cfu/cm^2)
เริ่มต้น	0.2	0.5	1.2	0.9
21	0.2	ND	1.3	0.9
41	ND	0.5	1.2	0.9
61	ND	0.3	1.3	0.8
81	0.3	0.2	1.0	1.2
ค่าเฉลี่ย	0.1±0.4	0.3±0.7	1.2±0.9	0.9±0.8

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบเชื้อตามวิธีวิเคราะห์ในการทดลองนี้

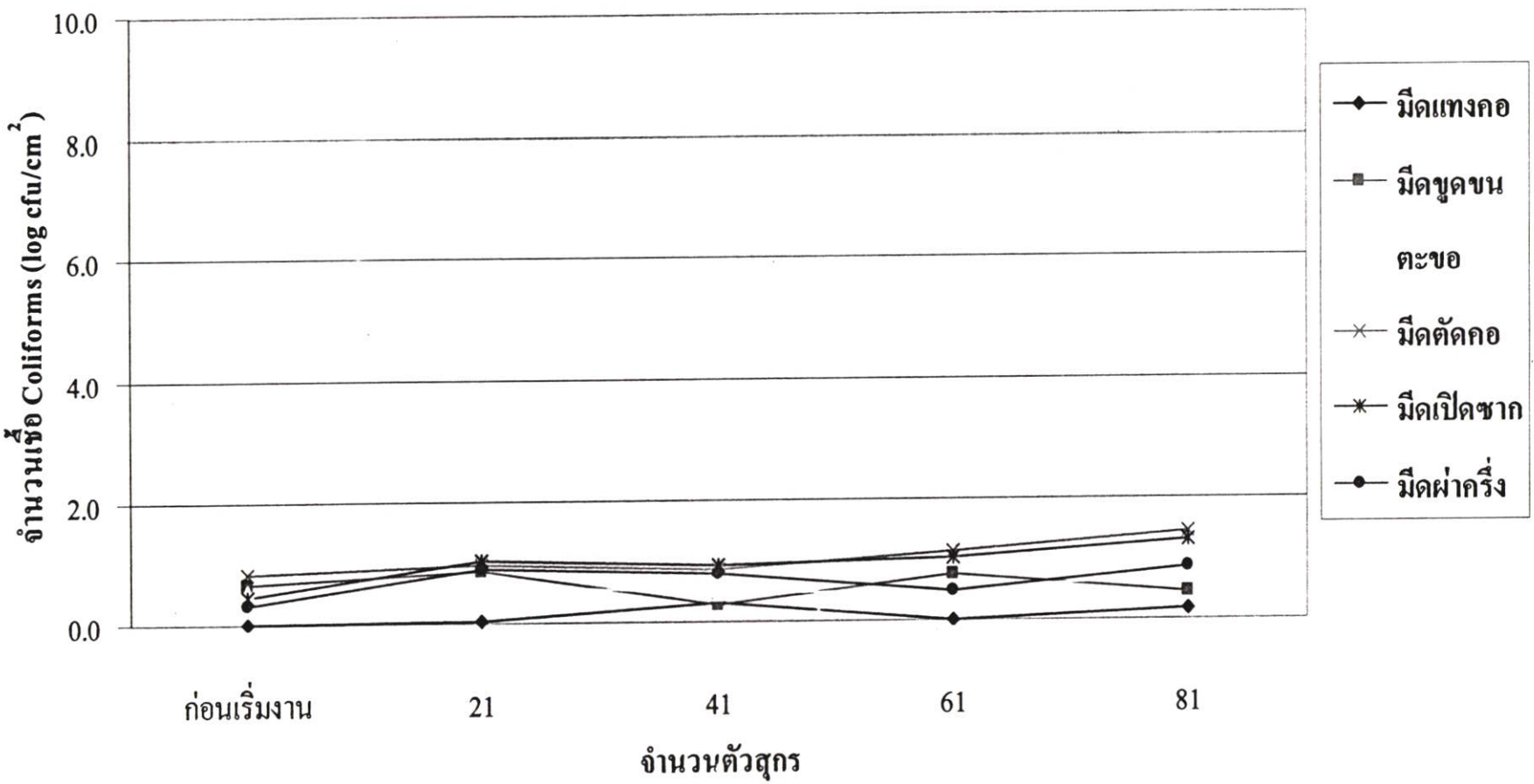
จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าในน้ำลวกซากพบว่ามีค่าเฉลี่ยของ Coliforms เท่ากับ 0.1 cfu/ml ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกและสามารถทำลายเชื้อ Coliforms ได้อย่างสมบูรณ์ โดยพบว่าก่อนการลวกซากพบเชื้อ Coliforms ในน้ำลวก 0.2 log cfu/ml ทั้งนี้อาจเนื่องจากอุณหภูมิของน้ำในถังลวกต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส แต่ในระหว่างการลวกซากตัวที่ 41 และ 61 ตรวจไม่พบเชื้อดังกล่าว ซึ่ง Davies และคณะ (1999) รายงานว่าอุณหภูมิของน้ำลวกซากประมาณ 60-62 องศาเซลเซียส จะทำให้ Enteric bacteria เช่น *Salmonella*, *E. coli*, *Campylobacter*, *E. coli* 0157:H7 และ *Listeria monocytogenes* ที่อยู่ในน้ำและบนผิวซากสุกรถูกทำลายในช่วงการลวกซาก ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในถังลวกภายหลังการลวกซากทุก 10 ตัว เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของซากจาก Coliforms

ส่วนซากหลังลวกภายหลังจากที่ซากสุกรถูกลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป เป็นเวลา 2-3 นาที พบเชื้อ Coliforms บนผิวซากเฉลี่ยเพียง 0.3 log cfu/cm^2 โดยจำนวนเชื้อ Coliforms บนผิวซากภายหลังการลวกและขูดขน ของซากตัวที่ 1 – 81 มีค่า ระหว่าง 0.2 – 0.5 log cfu/cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกและสามารถทำลายเชื้อ Coliforms ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ที่

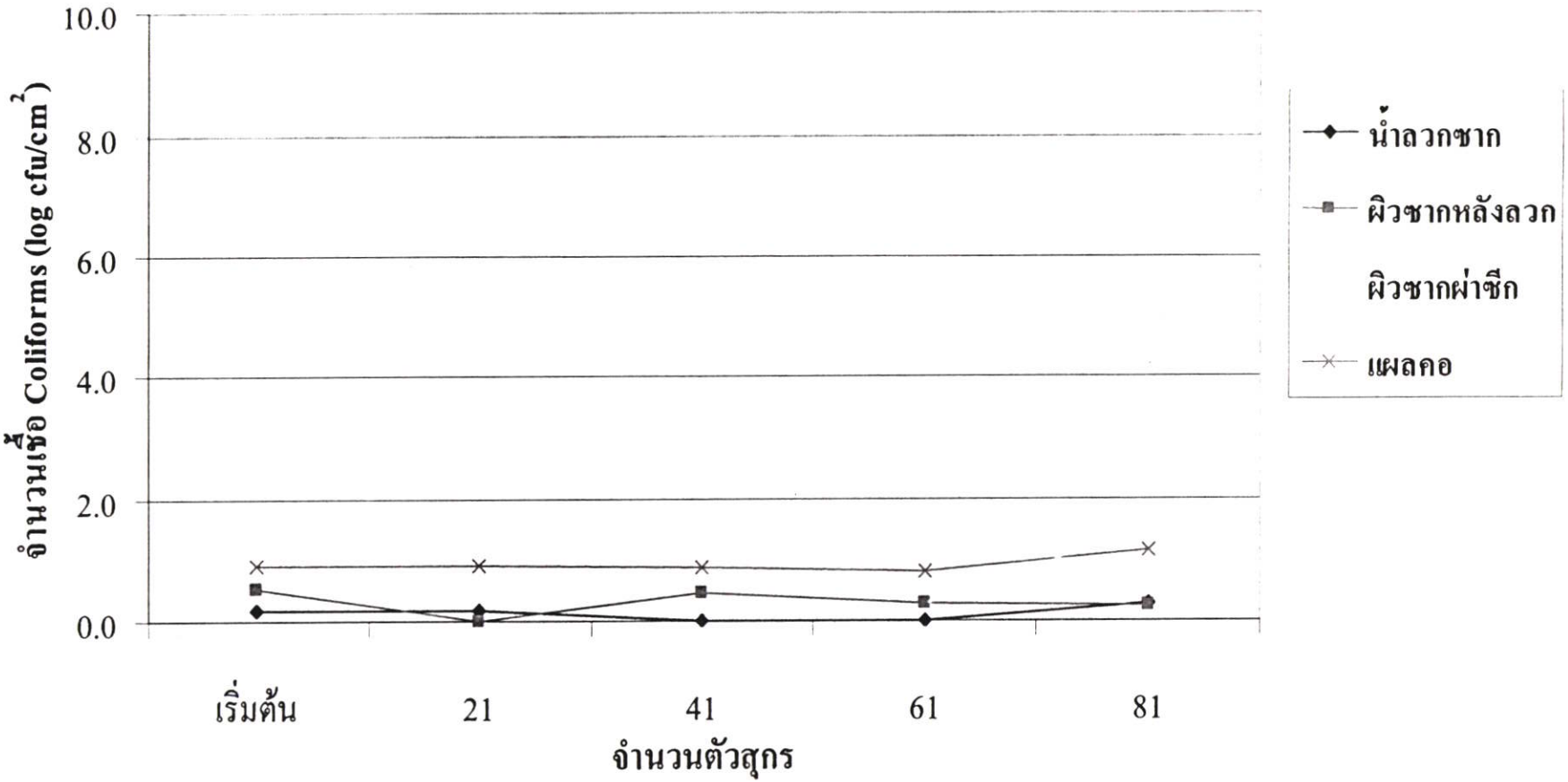
ยังพบเชื้อดังกล่าวในบางตัวอย่าง เนื่องจากในบางส่วนของผิวซากยังมีขนที่เหลือปกคลุมอยู่ ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ยังเหลือรอดจากการถูกทำลาย หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนภายหลังการขูดขน ผลการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Teresa และคณะ (2000) ที่ได้ศึกษาปริมาณของ *Enterobacteriaceae* บนผิวซากสุกรภายหลังการลวก และภายหลังการขูดขนมีค่า 0.12±0.29 และ 0.84±0.40 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ดังนั้นในการลวกซากจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อให้ขนนิ่มลงและหลุดร่วงเมื่อมีการปั่นด้วยเครื่องภายในถังลวกและยังสามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญๆ ด้วย ซึ่งคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการลวกซากที่ต้องผ่านเกณฑ์ เรื่องคุณภาพน้ำใช้ที่กำหนดคุณสมบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

ส่วนซากหลังการผ่าซีก มีค่าเฉลี่ย 1.2 log cfu/cm^2 ซึ่งซากหลังการผ่าซีก จะผ่านการล้างเอาอวัยวะภายในออกแล้ว และมีการฉีดล้างซากด้วยน้ำสะอาด โดยซากตัวที่ 1 – 81 มีค่าระหว่าง 1.0 – 1.3 log cfu/cm^2 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Teresa และคณะ (2000) ที่รายงานว่า จำนวนของ *Enterobacteriacae* บนผิวซากสุกรภายหลังการเอาอวัยวะภายในออกแล้ว และซากภายหลังการฉีดล้างน้ำมีค่า 1.18±0.84 และ 1.39±0.98 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งการปนเปื้อนเชื้ออาจเกิดจากมีดที่ใช้ในตัวก่อนหน้าไม่ได้ล้างทำความสะอาดและในระหว่างผ่าเปิดซากมีการฉีกขาดลำไส้ทำให้เชื้อปนเปื้อนมายังมีด หรือในระหว่างการผ่าเปิดซากเอาเครื่องในออก เกิดการฉีกขาดของกระเพาะอาหารและลำไส้ ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ Coliforms มายังซาก ซึ่งเชื้อ Coliforms จะอาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ตามเกณฑ์มาตรฐานเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรของประเทศไทยได้กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน 5×10^3 โคโลนี (มกอช, 2547) นอกจากนี้ Gill และคณะ (2000) รายงานว่าหลังจากเสร็จสิ้นในกระบวนการฆ่าของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก ซากสุกรผ่าซีกจะมีปริมาณเฉลี่ยเชื้อ Coliforms เท่ากับ 2.56 log cfu/100 cm^2

ส่วนจำนวนเชื้อ Coliforms บนแผลแทงคอ จากตารางที่ 4.4 พบว่ามีค่าเฉลี่ย 0.9 log cfu/cm^2 โดยค่าของซากตัวที่ 1 – 81 มีค่าระหว่าง 0.8 – 1.2 log cfu/cm^2 ซึ่งมีค่าน้อยกว่ารายงาน Teresa และคณะ (2000) ที่ได้ศึกษาจำนวนของ *Enterobacteriaceae* ในระหว่างขั้นตอนต่างๆของโรงฆ่าสุกร Iberian พบว่าซากสุกรหลังการแทงคอ จะมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 3.54 log cfu/cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากในการศึกษานี้ ในการแทงคอและเอาเลือดออกใช้เวลาเพียง 1- 2 นาที และมีการล้างเอาเศษเลือดออกซากด้วยน้ำสะอาดอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้พบการปนเปื้อนของ Coliforms ในจำนวนที่น้อย นอกจากนี้ Labadie และคณะ (199?) ที่พบว่า ความไม่สะอาดของมีด สามารถทำให้เชื้อแบคทีเรียเข้าสู่กระแสเลือดในระหว่างการเอาเลือดออก และทำให้เกิดการปนเปื้อนบริเวณเนื้อเยื่อที่ลึกของแผลแทงคอและเลือด



ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงจำนวนเชื้อ Coliforms บนอุปกรณ์ที่ใช้ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงจำนวนเชื้อ Coliformsในน้ำลวกซาก บนซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในระหว่างการฆ่าและชำแหละสุกร

4.3 ผลการศึกษาจำนวนเชื้อ *E. coli* บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง น้ำลวกซาก และซากสุกร

จากการสุ่ม swab บนตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอเกี่ยวซาก มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง ภายหลังการฆ่าและชำแหละสุกรทุกๆ 20 ตัว แสดงภาพดังภาคผนวก ค. และผลการวิเคราะห์จำนวน *E. coli* แสดงดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่งที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว

ช่วงสุกร	จำนวนเชื้อ *E. coli* (log cfu/cm^2) บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละซากสุกร					
ตัวที่	มีดแทงคอ	มีดขูดขน	ตะขอ	มีดตัดคอ	มีดเปิดซาก	มีดผ่าครึ่ง
ก่อนเริ่มงาน	ND	0.5	0.1	0.6	0.4	0.2
21	ND	0.4	0.2	0.4	0.8	0.8
41	0.3	0.0	0.1	0.5	0.8	0.6
61	ND	0.5	ND	0.5	0.8	0.3
81	0.1	0.1	1.7	1.1	0.9	0.8
ค่าเฉลี่ย	0.1±0.3	0.3±0.4	0.1±0.3	0.6±0.7	0.7±0.8	0.5±0.7

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบเชื้อตามวิธีวิเคราะห์ในการทดลองนี้

พบว่าค่าเฉลี่ยของ *E. coli* บนอุปกรณ์มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก และมีดผ่าครึ่ง คือ 0.1, 0.3, 0.1, 0.6, 0.7 และ 0.5 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยมีดก่อนใช้ในการแทงคอสุกรตัวแรก และภายหลังการแทงคอสุกรตัวที่ 21 และ 61 ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* ตรวจพบบนมีดที่ใช้แทงคอสุกรตัวที่ 41 และ 61 ในจำนวน 0.3 และ 0.1 log cfu/cm^2 ซึ่งมีค่าน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีการล้างทำความสะอาดมีดตลอดเวลา และมีดที่ใช้แทงคอไม่ได้สัมผัสกับแหล่งการปนเปื้อนของเชื้อ เช่น มูลสัตว์ ส่วนมีดที่ใช้ในการขูดขนก่อนเริ่มใช้ขูดขนซากตัวแรก จนถึงซากตัวที่ 81 มีจำนวนของ *E. coli* ระหว่าง 0.1 – 0.5 log cfu/cm^2 เช่นเดียวกับมีดที่ใช้ในการตัดคอมีค่าระหว่าง 0.4 – 1.1 log cfu/cm^2 ส่วนมีดที่ใช้ในการเปิดซากและมีดสำหรับผ่าครึ่งซาก มีค่าระหว่าง 0.4 – 0.9 และ 0.2 – 0.8 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยจำนวนเชื้อไม่เพิ่มขึ้นตามจำนวนซากที่เพิ่มขึ้น

ทั้งนี้เนื่องจากมีการล้างทำความสะอาดมีดตลอดเวลาในการทำงาน แต่อย่างไรก็ตามถ้ามีการต้มฆ่าเชื้อมีดในน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 82 องศาเซลเซียส และระหว่างการทำงานมีการใช้มีด 2 ด้ามสลับในการปฏิบัติงาน จะสามารถลดจำนวนเชื้อได้มากกว่านี้ โดยเฉพาะมีดที่ใช้ในการเปิดซาก ซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* จากการฉีกขาดของลำไส้ในขั้นตอนเปิดช่องท้องเอาลำไส้ออก ผลการศึกษานี้พบว่ามีการปนเปื้อนของ *E. coli* บนมีดที่ใช้ในการฆ่าและชำแหละน้อยกว่า ผลการศึกษาของ Warriner และคณะ (2002) ที่ศึกษาการปนเปื้อน *E. coli* (EC-count) บนมีดของผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเปิดซากเอาเครื่องในออก โดยเก็บตัวอย่างในช่วงก่อนเริ่มงาน หลังเริ่มงาน 4 ชั่วโมง พบว่าก่อนเริ่มงานตรวจไม่พบเชื้อ *Enterobacteriaceae* และ *E. coli* แต่ภายหลังการทำงาน 4 ชั่วโมง พบเชื้อ *E. coli* 3.31×10^4 cfu per unit

ส่วนตะขอที่ใช้ในการเกี่ยวซากพบการปนเปื้อนของ *E. coli* ตั้งแต่ก่อนการเริ่มงานจนถึงการใช้เกี่ยวซากที่ 81 มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 1.7 log cfu/cm^2 ทั้งนี้เพราะตะขอใช้ในการเกี่ยวซากตรงบริเวณเอ็นข้อเท้าหลังซึ่งมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากแหล่งของเชื้อ คือ มูลสัตว์ได้น้อยมาก นอกจากนี้ยังมีการฉีดล้างตะขอภายหลังการใช้เกี่ยวซากแต่ละครั้ง

ส่วนจำนวน *E. coli* ของน้ำลวกซากในถังลวก บนผิวซากหลังลวก ซากหลังการผ่าซีก และบนแผลคอ ผลแสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในน้ำลวกซาก ซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในการฆ่าและชำแหละซากสุกรทุกๆ 20 ตัว

ช่วงสุกรตัวที่	จำนวนเชื้อ *E. coli*			
	ในน้ำลวกซาก (log cfu/ml)	ผิวซากหลังลวก (log cfu/cm^2)	ผิวซากผ่าซีก (log cfu/cm^2)	แผลคอ (log cfu/cm^2)
เริ่มต้น	ND	0.4	1.1	0.6
21	0.2	ND	1.3	0.9
41	ND	0.4	1.1	0.8
61	ND	0.3	1.2	0.7
81	0.3	0.1	0.8	0.9
ค่าเฉลี่ย	0.1±0.3	0.1±0.5	1.1±0.9	0.8±0.8

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบเชื้อตามวิธีวิเคราะห์ในการทดลองนี้

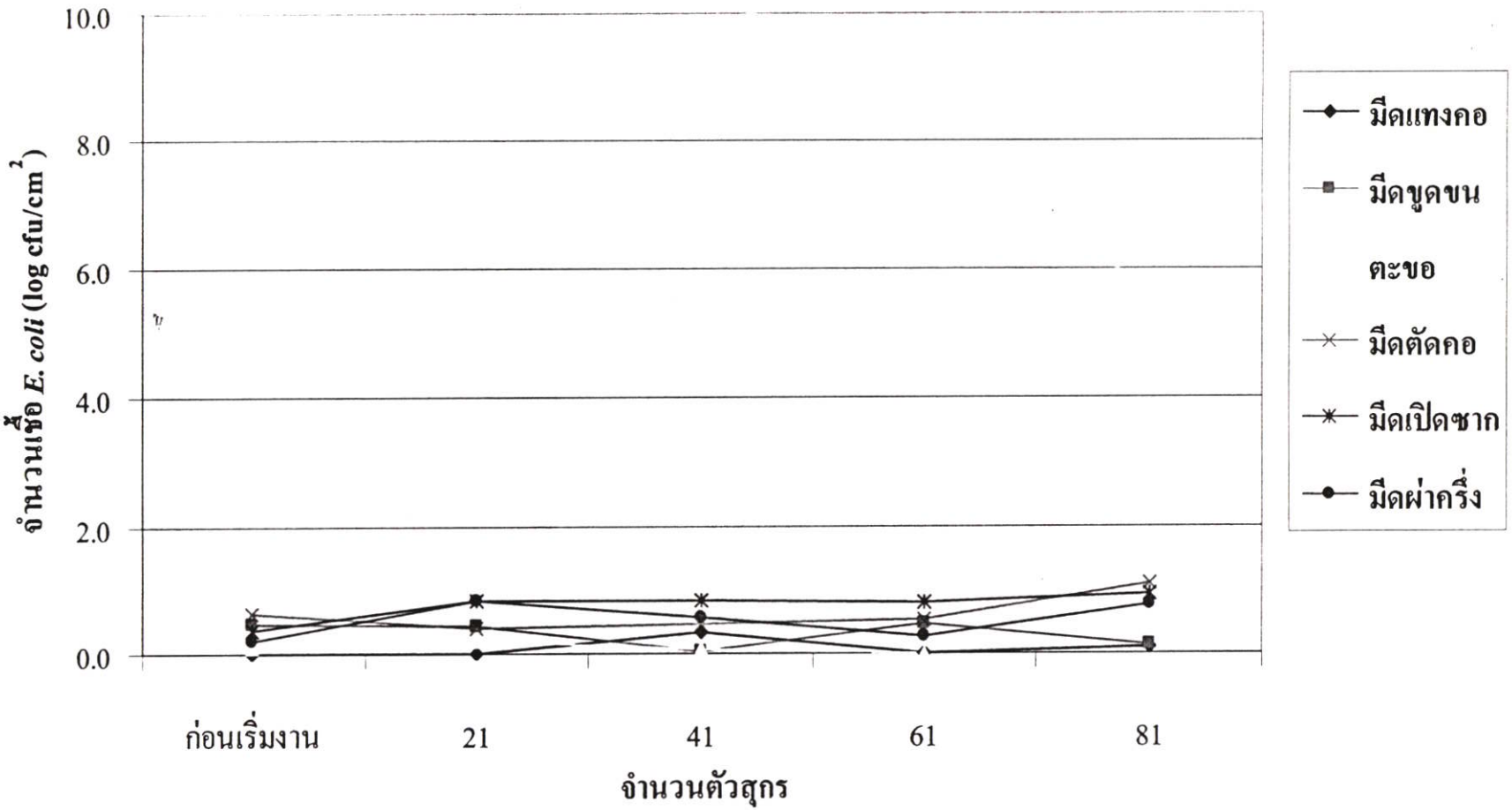
ผลการตรวจวิเคราะห์ของน้ำลวกซาก พบว่ามีค่าจำนวนของเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย เท่ากับ 0.1 cfu/ml โดยก่อนการลวกซากตรวจไม่พบเชื้อ และภายหลังการลวกซากที่ 41 และ 61 ก็ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ในน้ำลวกซากเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และทุกๆการลวกซาก 7-10 ตัวจะมีการเติมน้ำร้อนลงในถังลวก จึงทำให้เชื้อนี้ถูกทำลาย ซึ่ง Sorquist (1990) ได้กล่าวว่า การตั้งอุณหภูมิของน้ำลวกซากไว้สูงประมาณ 60-62 องศาเซลเซียส จะทำให้จุลินทรีย์กลุ่ม Entericbacteria เช่น *Salmonella* spp., *E. coli*, *Campylobacter*, *E. coli* 0157:H7 และ *Listeria monocytogenes* เป็นต้น ที่อยู่ในน้ำและที่ซากสุกรจะถูกทำลายในช่วงการลวกซาก เช่นเดียวกับรายงานของ Namvar และ Warriner (2005) ที่พบว่า ในขั้นตอนการลวกซากสามารถลดจำนวน *E. coli* ได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่ปริมาณเชื้อ *E. coli* จะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงการขูดขน

สำหรับซากภายหลังลวกจะมีจำนวนเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 0.1 log cfu/cm^2 โดยพบเชื้อบนผิวซากสุกรตัวแรกมีค่า 0.4 log cfu/cm^2 และบนผิวซากตัวที่ 41, 61 และ 81 มีค่า 0.4, 0.3 และ 0.1 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งพบเชื้อในจำนวนน้อย สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Teresa และคณะ (2000) พบว่าภายหลังขั้นตอนการลวกซากปริมาณเชื้อ *E. coli* บนซากหลังลวกมีค่า 0.10 log cfu/cm^2 Morgan และคณะ (1989) ได้แนะนำว่าการปนเปื้อนจากการขูดขนด้วยเครื่อง เกิดจากการไหลออกของมูลสัตว์ในกระเพาะสัตว์ระหว่างกระบวนการฆ่า ดังนั้นการควบคุมการปิดช่องลำไส้ใหญ่ด้วยถุงพลาสติกหรือกรวยพลาสติก และการรัดหลอดอาหาร เพื่อป้องกันการไหลออกของของเหลวในกระเพาะสัตว์ ช่วยลดการปนเปื้อนมูลสัตว์ที่จะปนเปื้อนมายังอุปกรณ์และซากได้ การลวกซากสัตว์ก่อนการถอนขน อาจช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวได้ แต่พบว่าหลังเสร็จสิ้นการถอนขนโดยใช้เครื่อง จำนวนของ *Campylobacter*, Coliforms และ *E. coli* เพิ่มขึ้น (Berrang *et al.*, 2000) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาจเกิดการปนเปื้อนข้ามมาจากเครื่องมือที่ใช้

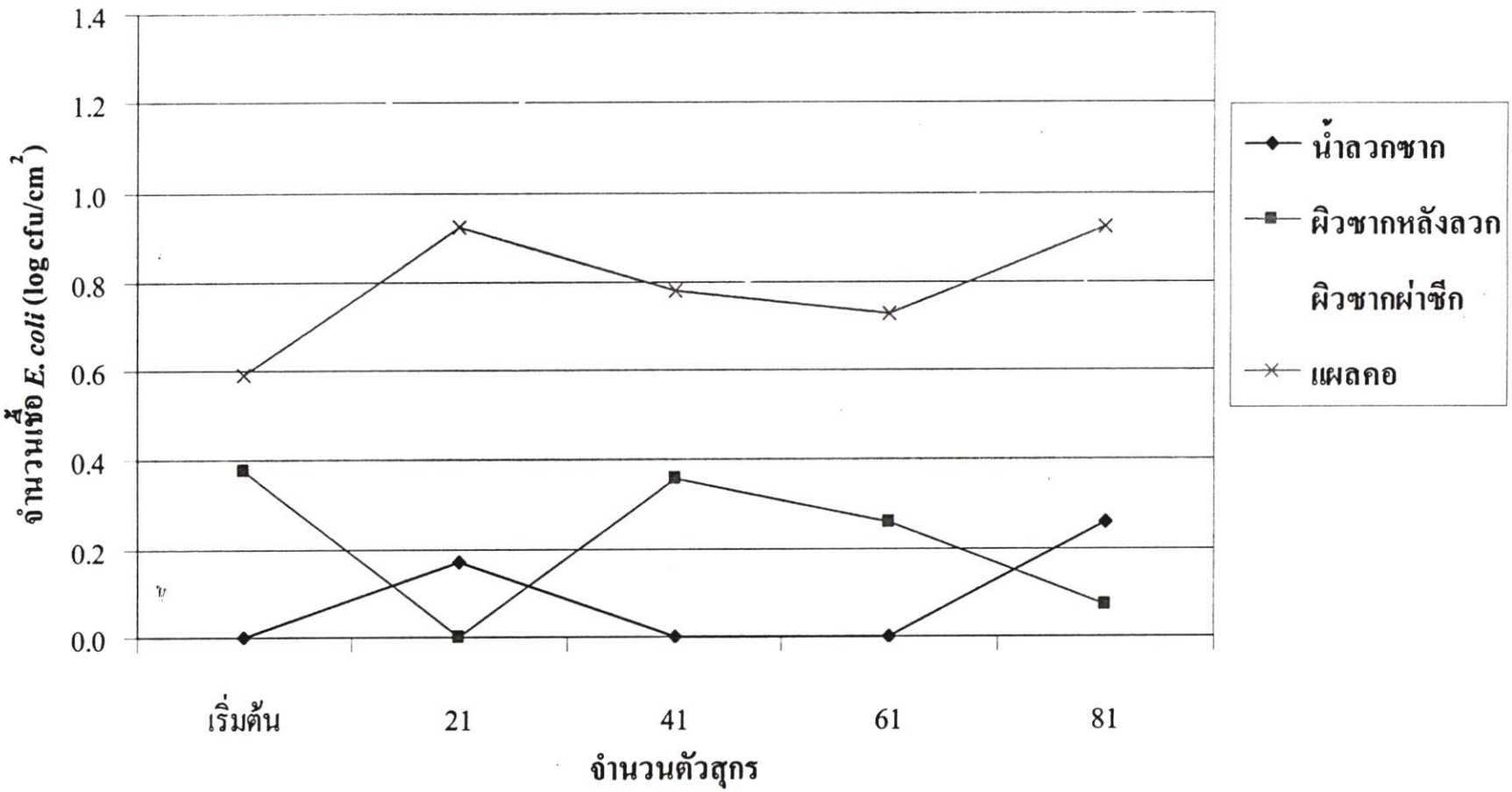
ส่วนบนผิวซากภายหลังการผ่าซีก และแผลคอ มีจำนวนเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 1.1 และ 0.8 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยพบการปนเปื้อนของ *E. coli* บนผิวซากผ่าซีกตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ 81 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8 – 1.3 log cfu/cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ของซากผ่าซีก อาจเกิดจากการปนเปื้อนในระหว่างขั้นตอนการผ่าเปิดซากล้วงเอาเครื่องในออก และเกิดการฉีกขาดของลำไส้ ทำให้ซากปนเปื้อนจากสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ และเมื่อมีการฉีดน้ำล้างซาก ทำให้เชื้อกระจายไปบนผิวซาก ดังนั้นปริมาณเชื้อในส่วนลำไส้อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อในซากสัตว์ สอดคล้องกับ Bouvet และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของกระบวนการฆ่า ต่อการปนเปื้อนของเชื้อ *E coli* และ *E. coli* O157:H7 บนซากสุกรพบว่าอุจจาระเป็นแหล่งปนเปื้อนที่สำคัญในการพบ VTEC ถึงร้อยละ 31 Grau (1986) รายงานว่าผิวซากสุกรมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการผ่าซากสุกร และเชื้อจุลินทรีย์อาจปนเปื้อนลงมาสู่เนื้อสัตว์ จากขนสัตว์ หรือทางเดินลำไส้ของตัวสัตว์ ผู้ปฏิบัติงาน คราบหรือน้ำที่ติดฝังแน่นอยู่บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการ

ปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าสัตว์ แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Gill และ Jones (2000) พบว่าปริมาณเชื้อในลำไส้ อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อในซากสัตว์ โดยบริเวณที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในปริมาณสูง ได้แก่ ส่วนคอ ท้อง และขาของสัตว์ บนผิวหน้าของซากสุกรพบเชื้อ *E. coli* ประมาณ 3.07 log CFU/ cm^2 ในขณะที่ผลการศึกษาของ Teresa และคณะ (2000) พบเชื้อ *E. coli* บนผิวซากภายหลังการฉีดน้ำล้างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 log cfu/cm^2 ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลการศึกษานี้

ส่วนการปนเปื้อนของ *E.* coli บนแผลแทงคอ ตัวที่ 1 – 81 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6 – 0.9 log cfu/cm^2 ซึ่งจำนวนเชื้อบนแผลแทงคอตั้งแต่ซากตัวแรก จนถึงตัวที่ 81 ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการปนเปื้อนอาจมาการฉีดล้างเลือดออกจากซาก ทำให้เชื้อที่ติดมากับผิวหนังและขนสัตว์แพร่กระจายมายังแผลแทงคอ แต่เมื่อซากผ่านการลวกในถังลวกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เชื้อเหล่านี้จะถูกทำลาย



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ของอุปกรณ์ในกระบวนการฆ่าสุกร



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงจำนวนเชื้อ *E. coli* ในน้ำลวกซาก ซากหลังลวก ซากผ่าซีก และแผลคอในระหว่างการฆ่าและชำแหละสุกร

4.4 ผลการศึกษาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* บนมือพนักงานเปิดซากและพนักงานผ่าครึ่งซาก

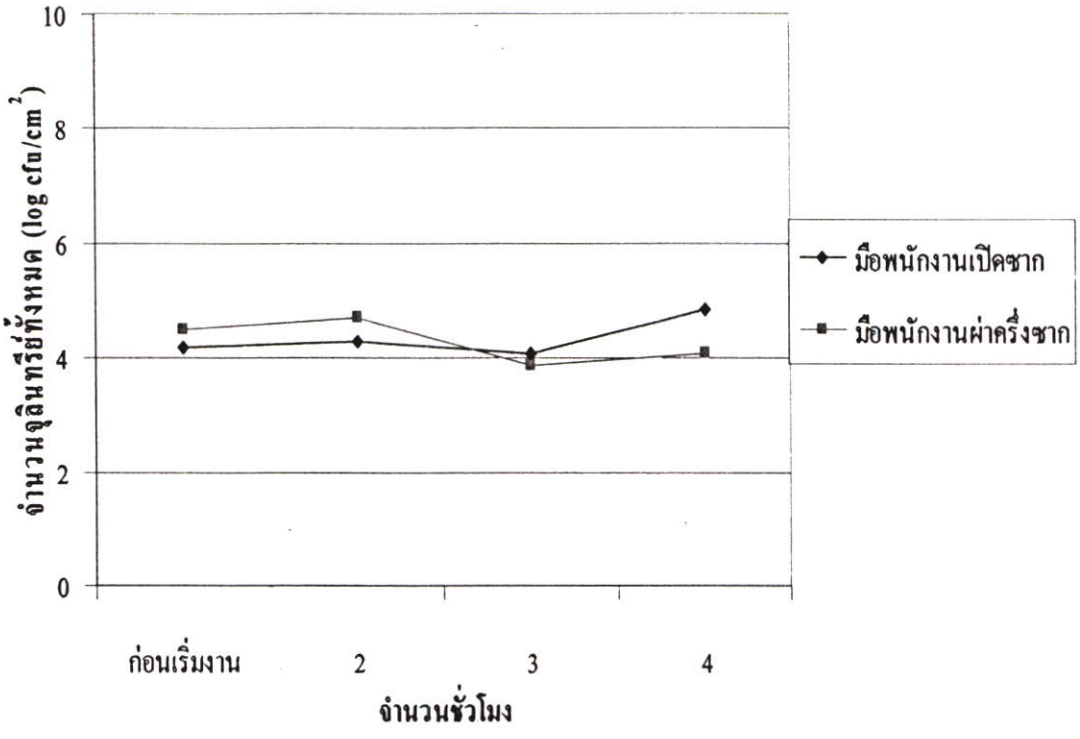
จากการสุ่มตรวจมือพนักงานเปิดซากและพนักงานผ่าครึ่งซาก ทุกๆ 1 ชั่วโมงของการทำงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* ผลแสดงดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.9, 5 และ 5.1

ตารางที่ 4.7 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด(TAC), Coliforms และ *E. coli* บนมือพนักงานที่สัมผัสซาก

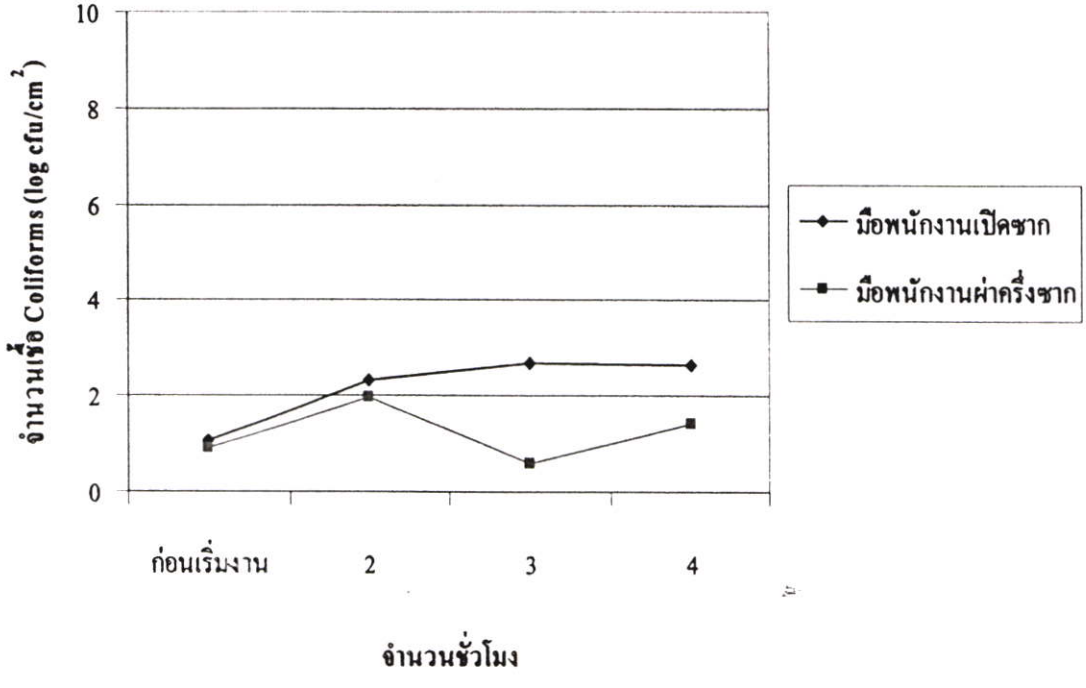
ชนิดของเชื้อ	ตัวอย่าง	ชม. ที่ 1	ชม. ที่ 2	ชม. ที่ 3	ชม. ที่ 4	ค่าเฉลี่ย
TAC (log cfu/มือ)	มือพนักงานเปิดซาก	4.2	4.3	4.1	4.8	4.3±0.8
	มือพนักงานผ่าครึ่งซาก	4.5	4.7	3.9	4.1	4.3±0.8
Coliforms (log cfu/มือ)	มือพนักงานเปิดซาก	1.1	2.3	2.7	2.7	2.1±1.4
	มือพนักงานผ่าครึ่งซาก	0.9	2	0.6	1.4	1.2±1.2
E. coli (log cfu/มือ)	มือพนักงานเปิดซาก	0.9	2.2	2.6	2.1	1.9±1.5
	มือพนักงานผ่าครึ่งซาก	0.4	1.9	0.6	1.3	1.1±1.2

พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนมือพนักงานเปิดซากและพนักงานผ่าครึ่ง มีค่าเฉลี่ย 4.3 และ 4.3 log cfu/มือ ตามลำดับ โดยก่อนเริ่มงานมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนมือพนักงานเปิดซาก และมือพนักงานผ่าครึ่งซาก 4.2 และ 4.5 log cfu/มือ และภายหลังจากการทำงานเป็นเวลา 2 – 4 ชั่วโมง มีค่าอยู่ระหว่าง 4.1 – 4.8 และ 4.1 – 4.7 log cfu/มือ ตามลำดับ โดยจำนวน TAC ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทำงานที่นานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการฉีดน้ำล้างซาก พนักงานจะฉีดน้ำล้างมือไปด้วยตลอดเวลา ซึ่งผลการศึกษานี้มีค่าน้อยกว่า รายงานของ Warriner และคณะ (2002) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อน ของจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Aerobic Count :TAC) และ *E. coli* (EC-count) บนมือและมีดของผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการเปิดซากเอาเครื่องในออก ในช่วงก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ภายหลังการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และช่วงสุดท้ายของการปฏิบัติงาน คือในชั่วโมงที่ 8 ผลการศึกษาพบว่า บนมือพนักงานก่อนเริ่มงาน หลังการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 และ 8 ชั่วโมง มีค่า TAC 5.62×10^6 , 2.04×10^6 และ 1.12×10^6 cfu /มือ ตามลำดับ

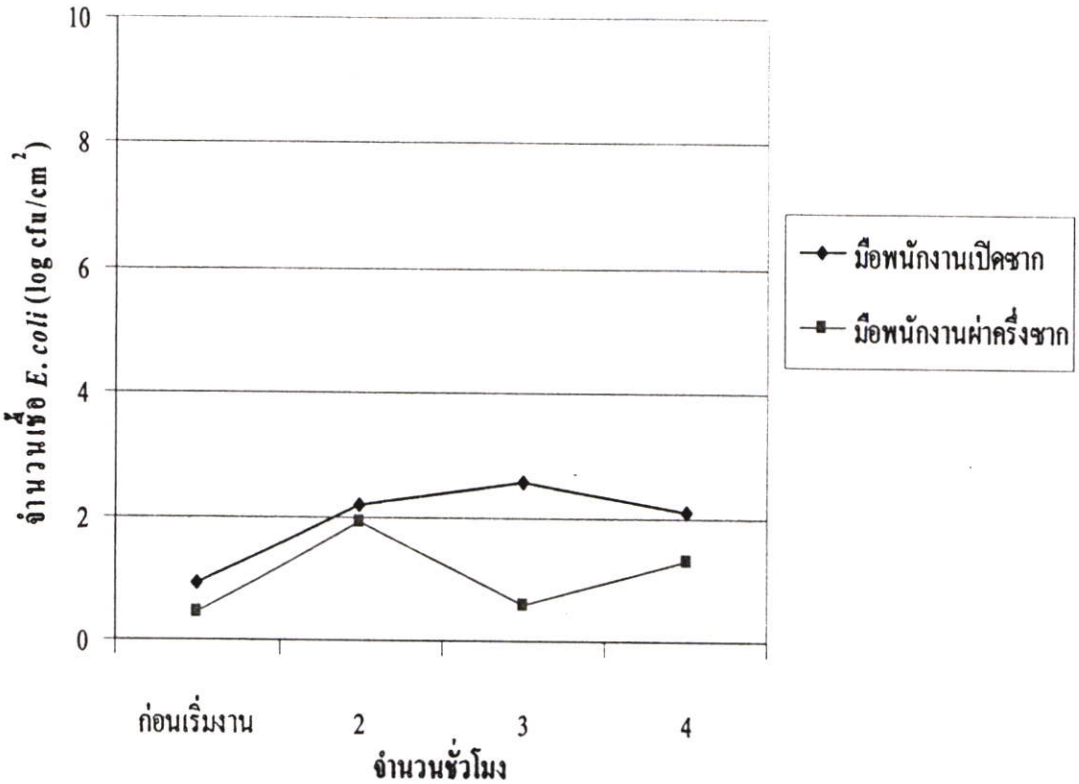
ส่วนจำนวนของ Coliforms บนมือพนักงานเปิดซาก และมือพนักงานผ่าครึ่งซาก มีค่าเฉลี่ย 2.1 และ 1.2 log cfu/มือ ตามลำดับ และมีจำนวนเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 1.9 และ 1.1 log cfu/มือ ตามลำดับ ทั้งนี้พบเชื้อทั้งสองบนมือพนักงานเปิดซากสูงกว่ามือพนักงานผ่าครึ่งซาก และในระหว่างการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง เชื้อทั้งสองบนมือพนักงานเปิดซากมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเชื้อ Coliforms บนมือพนักงานเปิดซาก ขณะปฏิบัติงานในชั่วโมงที่ 2, 3 และ 4 มีค่า 2.3, 2.7 และ 2.7 log cfu/มือ ตามลำดับ ส่วนเชื้อ *E. coli* มีค่า 2.2, 2.6 และ 2.1 log cfu/มือ ตามลำดับ เนื่องจากมือพนักงานเปิดซากต้องสัมผัสกับอวัยวะทางเดินอาหาร ได้แก่ กระเพาะและลำไส้ ซึ่งเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ดังกล่าว ในขณะที่เชื้อ Coliforms และเชื้อ *E. coli* บนมือพนักงานผ่าครึ่งซาก ในระหว่างการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.9 – 2.0 และ 0.4 – 1.9 log cfu/มือ ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษานี้พบว่า มีจำนวนของ Coliforms และ *E. coli* บนมือพนักงานในระหว่างการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง มีค่าไม่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทำงานที่นานขึ้น และมือที่สัมผัสที่เพิ่มมากขึ้น และมีค่าน้อยกว่าผลการศึกษาของ Warriner และคณะ (2002) ที่พบจำนวนเชื้อ *E. coli* บนมือพนักงานที่เปิดผ่าซาก ภายหลังการปฏิบัติงานเป็นเวลา 4 ชั่วโมง มีค่า 2.34×10^5 cfu/มือ และภายหลัง 8 ชั่วโมงมีค่า 8.91×10^3 cfu/มือ ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อทั้งสองบนมือพนักงานที่สัมผัสซาก จะทำให้เกิดการปนเปื้อนมายังซากและชิ้นเนื้อได้ ซึ่งเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ปี 2536 กำหนดค่าเชื้อ *E. coli* บนมือผู้สัมผัสอาหารไม่เกิน 7 cfu/25 cm^2 De Wit และ Kamplemacher (1982) ได้ศึกษาสุขลักษณะของมือผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า ไก่ สุกร และโค จากการทำงาน พบว่าเชื้อ *E. coli* เป็นพาหะบนมือของผู้ปฏิบัติงานในระหว่างการทำงาน โดยที่มีค่าเฉลี่ยของเชื้อ *E. coli* บนมือของผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่าไก่ สุกร และโค ก่อนการล้างทำความสะอาดประมาณ 5, 3.5 และ 3.0 log cycle ตามลำดับ และหลังการล้างมือจำนวนเชื้อ *E. coli* ลดลง นอกจากนี้สุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่สัมผัสซากก็เป็นสิ่งสำคัญ Forsythe (2000) กล่าวว่าผู้ปฏิบัติงานหนึ่งคนในทุกๆ 50 คน จะเป็นสาเหตุการแพร่กระจายเชื้อโรคในอุจจาระประมาณ 10^9 cfu/g ถ้าหากมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดี เช่น ไม่มีการล้างมือหลังจากการเข้าห้องน้ำของผู้ปฏิบัติงาน ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ติดอยู่ภายในซอกเล็บ เพิ่มขึ้นถึง 10^7 cfu ซึ่งจุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญที่มาจากผู้ปฏิบัติงาน ได้แก่ *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* และ faecal Streptococci (Lawrie, 1998) และปนเปื้อนมายังซากที่สัมผัส



ภาพที่ 4.7 แสดงแนวโน้มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปทั้งหมดบนมือพนักงานเปิดซากและผ่าครึ่ง



ภาพที่ 4.8 แสดงแนวโน้มจำนวนเชื้อ Coliforms บนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่ง



ภาพที่ 4.9 แสดงแนวโน้มจำนวนเชื้อ *E. coli* บนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่ง

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.4, 3.2, 3.2, 2.7, 2.8 และ 2.5 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยจำนวนจุลินทรีย์บนอุปกรณ์ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับจำนวนซากที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมีการล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำสะอาดอยู่ตลอดระยะเวลาการทำงานแต่ยังพบเชื้อจุลินทรีย์อยู่บ้างเนื่องจากทางโรงงานไม่ได้จัดตั้งจุดต้มฆ่าเชื้ออุปกรณ์ไว้ในแต่ละขั้นตอนการผลิต ส่วนจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำลวกซาก บนผิวซากภายหลังการลวก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 log cfu/ml และ 3.1 log cfu/cm^2 ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน้ำลวกมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามจำนวนซากที่ลวก และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวซากสุกรภายหลังการลวก มีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนซากที่ลวกเช่นกัน ทั้งนี้การปนเปื้อนเกิดจากน้ำที่สกปรก เศษดินและตะกอนสะสมภายในถังลวก จึงต้องมีการการเปลี่ยนถ่ายน้ำบางส่วนในถังลวก และเติมน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงลงไป เป็นระยะๆ คืออย่างน้อยทุกๆ การลวกซากจำนวน 10 ตัว และควบคุมอุณหภูมิน้ำในถังลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียสเพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคที่ติดมากับผิวหนังและขนของตัวสัตว์ ส่วนซากผ่าซีก และแผลคอ มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย 2.7 และ 2.9 log cfu/cm^2 ส่วนจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.3 และ 4.3 log cfu/มือ การปนเปื้อนของเชื้อบนมือพนักงานจำเป็นที่จะต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อมือพนักงานที่จะสัมผัสกับซาก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

2. จำนวนเชื้อ Coliforms บนอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1, 0.6, 0.6, 1.0, 0.9 และ 0.7 log cfu/cm^2 ตามลำดับ โดยจำนวน Coliforms บนอุปกรณ์ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนซากและระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมีการล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำสะอาดอยู่ตลอดระยะเวลาการทำงาน ส่วนน้ำลวกซากมีจำนวน Coliforms เฉลี่ย 0.1 log cfu/ml เนื่องจากเชื้อถูกทำลายที่มีอุณหภูมิของน้ำลวกบนผิวซากภายหลังหลังลวก ส่วนซากผ่าซีกและแผลคอมีจำนวนเชื้อ Coliforms เฉลี่ย 0.3, 1.2 และ 0.9 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ทั้งนี้บนผิวซากผ่าซีกจะพบเชื้อ Coliforms อยู่ในปริมาณสูงกว่าบนผิวซากผ่าครึ่ง เนื่องจาก ซากมีโอกาสสัมผัสกับแหล่งการปนเปื้อนเชื้อ Coliforms คือ ลำไส้ ซึ่งเกิดจากการฉีกขาดของลำไส้ และจากมือพนักงานเปิดซาก ส่วนบนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่ง มีค่าเฉลี่ย 2.1 และ 1.2 log cfu/มือ ตามลำดับ

3. จำนวนเชื้อ *E.coli* บนอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าได้แก่ มีดแทงคอ มีดขูดขน ตะขอ มีดตัดคอ มีดเปิดซาก มีดผ่าครึ่ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1, 0.3, 0.3, 0.6, 0.7 และ 0.5 log cfu/cm^2 ตามลำดับ

โดยจำนวน *E. coli* บนอุปกรณ์ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับจำนวนซากและเวลาที่เพิ่มขึ้นในขณะทำงาน เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานมีการล้างอุปกรณ์ด้วยน้ำสะอาดอยู่ตลอดระยะเวลาการทำงาน แต่ยังพบจุลินทรีย์อยู่บ้างเนื่องจากพนักงานไม่ได้ทำการฆ่าเชื้ออุปกรณ์ด้วยน้ำร้อนหรือฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีอื่นๆ อีกมีเพียงแต่ล้างด้วยน้ำเปล่าเท่านั้นซึ่งจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์ยังคงหลงเหลือและปนเปื้อนอยู่ที่อุปกรณ์

ส่วนน้ำลวกซากมีค่าของ *E. coli* เฉลี่ยเท่ากับ 0.1 log cfu/ml ซึ่งพบในจำนวนที่น้อยมาก เนื่องจาก *E.coli* จะถูกทำลายที่อุณหภูมิสูงของน้ำลวกซาก ส่วนบนผิวซากภายหลังการลวกมีค่าซากผ่าซีกและแผลคอมีค่าเฉลี่ย 0.1, 1.1 และ 0.8 log cfu/ cm^2 ตามลำดับ ซึ่งการปนเปื้อนบนผิวซากมาจากซากบางตัว เกิดการฉีกขากของลำไส้ขณะทำการล้วงออก ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้มายังซากสัมผัสกับลำไส้ จึงควรฉีดล้างซากด้วยน้ำสะอาดที่มีแรงดันน้ำสูง หรือฉีดล้างด้วยซากด้วยน้ำผสมกรดแลคติก 1-2% ส่วนมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่งมีจำนวน*เชื้อ* *E.* coli เฉลี่ย 1.9 และ 1.1 log cfu/มือ จึงควรควบคุมสุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน ให้มีการล้างมือทุกครั้งภายหลังการสัมผัสซากในแต่ละตัว

ผลการศึกษานี้สามารถนำมาเป็นการทวนสอบวิธีการปฏิบัติงานในโรงฆ่าและชำแหละสุกรขนาดเล็กได้ เนื่องจาก โรงฆ่าสุกร MT 9999 แห่งนี้เป็นโรงงานฆ่าสุกรต้นแบบขนาดเล็กที่กรมปศุสัตว์ได้ให้การสนับสนุนส่งเสริมเพื่อให้เป็นต้นแบบของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ได้มาตรฐานตามมาตรฐานสากล โดยมีเป้าหมายเพื่อปรับปรุงและพัฒนาโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กในประเทศให้มีสุขลักษณะและสภาพแวดล้อมที่ดีในการผลิตปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งโรงงานฆ่าสุกร MT 9999 มีสถานที่ตั้งตัวโรงงานเป็นที่โล่งแจ้ง น้ำท่วมไม่ถึงและอยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน พื้นที่โรงงานแบ่งเป็นสัดส่วน เช่น อาคารสำนักงาน ห้องประชุม และโรงฆ่าสุกร ซึ่งมีมาตรฐานตามมาตรฐานโรงฆ่าสุกรในภาคผนวก ก. เช่น ด้านการจัดพื้นที่การผลิตภายในอาคารโรงฆ่าและตัดแต่ง มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวพนักงานที่ปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าแบ่งเป็นสัดส่วน โดยไม่มีการย้อนกลับ เริ่มตั้งแต่บริเวณการรับสุกรมีชีวิต บริเวณการพักสัตว์ บริเวณการทำให้สัตว์สลบ บริเวณแทงคอเอาเลือดออก การลวกซาก การขูดขน การตัดหัว การผ่าเปิดซากเอาเครื่องในออก การผ่าซากครึ่งซีก การตรวจซาก การล้างซากสุดท้าย การลดอุณหภูมิซาก และเข้าสู่บริเวณการตัดแต่ง แต่จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการจัดการเกี่ยวกับสุขลักษณะในโรงงานแปรรูปสุกร MT 9999 ยังต้องมีการปรับปรุงในบางเรื่อง ได้แก่ สุขลักษณะการปฏิบัติงาน เช่น ณ จุดปฏิบัติงานจะต้องมีการติดตั้งอ่างล้างมือและมีการฆ่าเชื้อโรคบนมือพนักงานด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรค และควรติดตั้งจุดต้มอุปกรณ์ด้วยน้ำร้อนเพื่อใช้ก่อนการเริ่มปฏิบัติงานและในระหว่างปฏิบัติงานเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนอุปกรณ์ ดังนั้นในการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละควรปฏิบัติดังนี้

1) ใช้น้ำสะอาดฉีดล้างตัวสัตว์ก่อนทำการฆ่า

2) ควบคุมอุณหภูมิของน้ำในบ่อลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุมระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำลวกซาก

3) ควบคุมให้พนักงานปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานในการล้าง ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอและเคร่งครัด เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งสุกรหรือจากผู้ปฏิบัติงาน

4) ควบคุมคุณภาพน้ำใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าควรควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าชำแหละ โดยควบคุมการทำความสะอาดอุปกรณ์และมือของพนักงาน ก่อนเริ่มทำการฆ่าชำแหละและระหว่างการปฏิบัติงานอยู่ตลอดเวลา เพื่อลดการปนเปื้อนจากพนักงานสู่ซากสุกรชำแหละ ในการปฏิบัติงานควรมีมีด 2 เล่มใช้ในการสับเปลี่ยนในการทำงานและต้องจุ่มน้ำร้อนฆ่าเชื้อโรคทุกครั้งก่อนนำมาใช้กับตัวใหม่ ส่วนน้ำลวกซากควรควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนที่จะนำมาเติม และการเติมน้ำร้อนลงในถังลวกควรเติมทุกๆ 7-10 ตัว และควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ควรล้างทำความสะอาดตัวสุกรก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า และควรมีการอบรมพนักงานเปิดซากให้มีความชำนาญในขั้นตอนการเปิดซาก เพื่อป้องกันการฉีกขาดของลำไส้ขณะทำการเปิดผ่าซาก

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน. 2541. **คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานฆ่าสุกร.** กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542. **การจัดการโรงฆ่าสัตว์.** สำนักพิมพ์สถาบันพระจอมเกล้าลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** บริษัทไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. **มาตรฐานเนื้อสุกร.** [Online]. Available:http://www.acfs.go.th/standard/standard/download/pig.pdf. (Accessed : May 2006).

Andersen, J.K., Sorensen, R., Glensbjerg, M.1991. "Aspects of the epidemiology of Yersinia enterocolitica: a review." **Int. J. Food Microbiol.** 13(3) 231-238.

Anderson, M. E., Marshall, R.T., Stringer, W. C. and Naumann, H.D. 1981. "Evaluation of a Prototype Beef Carcass Washer in a Commercial Plant." **J. Food Prot.** 44 : 35–38.

Anon. 2001. "Commission Decision of the 8th of June." **J. European Communities.** 165 : 48-63.

Anonymous. 2001. "Commission Decision of 8 June 2001 (2001/471/EC)." **J. European Communities.** L165 : 48–53.

Armstrong, G.L., Hillingsworth, J. and Morris, J.G. 1996. "Emerging foodborne pathogens *Escherichia coli* O157:H7 as a model of entry of a new pathogen into the food supply of the developed world." **Epidemiol. Rev.** 18 : 29–51.

Berends, B.R., Van Knapen, F., Snijders, J.M. and Mossel, D.A. 1997. "Identification and Quantification of Risk Factors Regarding *Salmonella* spp. on Pork Carcasses." **Int. J. Food Microbiol.** 36 : 199–206.

Berrang, M.E., Dickens, J.A. and Musgrove, M.T. 2000. "Effects of hot water application after defeathering on the levels of *Campylobacter*, coliform bacteria, and *Escherichia coli* on broiler carcasses." **Poultry Science.** 79(11) : 1689-1693.

Beutin, L., Geier, D., Steinruck, H., Zimmermann, S. and Scheutz, F. 1993. "Prevalence and Some Properties of Verotoxin (shiga-like toxin)-Producing *Escherichia coli* in Seven Different Species of Healthy Domestic Animals." **J. Clinical Microbiol.** 31 : 2483–2488.

Bolder, N.M. 1997. "Decontamination of Meat and Poultry Carcasses." **Trends Food Science Technology.** 8 : 221-227.

Bolton, D.J., Oser, A.H., Cocoma, G.J., Palumbo S.A. and Miller, A. 1999. "Integrating HACCP and TQM Reduces Pork Carcass Contamination." **Food Technology.** 53 : 40–43.

Bolton, D.J., Pearce, J.J., Sheridan, Mcdowell, D.A., Blair, I.S. and Harrington, D. 2002. "Washing and Chilling as Critical Control Points in Pork Slaughter Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems." **J. Applied Microbiol.** 92 : 893-902.

Borch, E., Nesbakken,T. and Christensen, H. 1996. "Hazard Identification in Swine Slaughter with Respect to Foodborne Bacteria." **Int. J. Food Microbiol.** 30 : 9-25.

Bouvet, J., Bavai, C., Rossel, R., Le Roux, A., Montet, M.P., Ray-Gueniot, S., Mazuy, C., Arquilliere, C. and Vernozy-Rozand, C. 2001. "Prevalence of Verotoxin-Producing *Escherichia coli* (VTEC) and *E. coli* O157:H7 in Pig Carcasses from Three French Slaughterhouses." **Int. J. Food Microbiol.** 71 : 249-255.

Bouvet J., M.P. Montet, R. Rossel, A. Le Roux, C. Bavai, S. Ray-Gueniot , C. Mazuy, V. Atrache and C. Vernozy-Rozand. 2002. "Prevalence of verotoxin-producing *Escherichia coli* (VTEC) and *E. coli* O157:H7 in French pork." **J. Appl. Microbiol.** 93 : 7-14.

Bradshaw, R.H., Parrott, R.F., Forsling, M.L., Good, J.A., Lloyd, D.M., Rodway, R.G. and Broom, D.M. 1996. "Stress and Travel Stickness in Pigs Effects of Road Transport on Plasma Concentrations of Cortisol, Beta endophin, Lysine and Vasopressin." **J. Animal Sci.** 63 : 507-516.

Buncic, S., Mekinstry, J., Reid,C.A. and Anill, M.H. 2002. "Spread of Microbial Contamination Associated with Penetrative Captive Bolt Stunning of Feed Animals. **Food control.** 13 : 425-30.

Burt, S.A. and Hinton, M. H. 1996. "Cleaning and Disinfection of Equipment and Premises." **Microbial control in the meat industry. vol. 5.** University of Bristol Press. Bristol. UK.

Castilo, A, M.D. Hardin, G.R. Acuff and J.S. Dickson. 2002. "Reduction of microbial contaminationcarcasses." [Online]. Available: http://www.Elsevier.com/locate/foodmicro. (Accessed : July, 2002).

Castillo C., J.L. Benedito., J. Mendez., V. Pereira., M. Lopez-Alonso., M. Miranda and J. Hernandez. 2004. "Organic acids as a substitute for monensin in diets for beef cattle." **Animal feed Science and Technology**. 115 : 101-116.

Cheorun, J., Lee, J.W., Cho,K.H., Yook, H.S. and Byun, M.W. 2002. "Quality Properties of Sausage Made with Gamma Irradiated Natural Casing from Intestine of Pork or Lamb." **Radiation Physics and Chemistry**. 63 (3-6): 365-367.

Clayton, N. 2002. "The efficacy of various Salmonella intervention methods Applied to Pork carcass during slaughter." University of Kentucky.

Currier, M.M, Lee Singleton ,J. and Lee, D.R. 1986. "*Salmonella* in swine at slaughter, Incidence and Serovar Distribution at Different Seasons." **J. Food Prot**. 49: 366-368.

Cutter, C.N., Dorsa,W.J., Handie,A., Morales, S.R., Zhou, X., Breen, P.J. and Compadre, C.M. 2000. "Antimicrobial Activity of Cetylpyridium Chloride Washes Against Pathogenic Bacteria on Beef Surfaces. "**J. Food Prot**. 6 (5): 593-600.

Davies, R.H., Mclaren, I.M., Bedford, S. 1999. "Distribution of *Salmonella* Contamination in Two Pig Abattoirs. "**Proceeding of the 3 rd International Symposium on the Epidemiology and Control of Salmonella in pork.**" Washington. D.C. : 267-272.

Delazari, I., Iaria, S.T., Reimann, H.P., Cliver, D.O. and Mori, T. 1998. "Decontaminating beef for *Escherichia coli* O157:H7." **J. Food Prot.** 61 : 547-550.

De Wit, J.C. and Kamplemacher, E.H. 1982. "Microbiological Aspects of Washing Hands in Slaughter-houses," **Zbl. Bakt. Hyg.**, I.Abt. Orig. B. 176 : 553-561.

European Communities. 2001. "Commission Decision of 8th June 2001 laying down rules for the regular checks on the general hygiene carried out by the operators in establishments in according to Directive 64/433/EEC on health conditions for the production and marketing of fresh meat and directive 71/118/EEC on health problems affecting the production and placing on the market of fresh poultry meat (2001/471/EC)." **Official J. the European Communities**. Brussels.

FAO/WHO.1974. "Toxicology Evaluation of Some Food Additive." The 17th Report of the Joint FAO/WHO Expect Committee on Food Additive. **FAO Nutrition Meeting Report Series No. 53 Rome.** WHO Technical Report Series Geneva .539 : 461-465.

Forsythe, S.J. 2000. "The microbiology of safe food. Blackwell Science."Oxford. UK.

Gabriel, R., Gary, R.A, and Alejandro, C. 2004. "Development of a carcass sanitizing spraying system for small and very small slaughterhouses." **Final Report to FSIS/TPDS** . Department of Animal Science Texas A&M University College Station.

Gerats, G. E., Snijders, J.M.A. and van Logtestijn, J. G. 1981. " Slaughter Techniques and Bacterial Contamination of Pig Carcasses. Processdings:" **27th European Meeting of Meat Research Workers**. 198-200.

Gill, C.O. and Bryant, J. 1992. "Cleaning of the Equipment Used for Carcass Fabrication at Large Pig-Slaughtering Plants." **Technical Bulletin** No. 1992-7E. Agriculture and Agri - Food Canada. Lacombe. AB. Canada.

Gill, C. O. and Bryant, F.L. 1993. "The Presence of *Escherichia coli, Salmonella* and *Campylobacter* in Pig Carcass Dehairing Equipment." **J. Food Microbiol.** 10: 337-344.

Gill, C.O. and Bryant, J. 1997. "Decontamination of Carcasses by Vacuum-Hot water Cleaning and Steam Pasteurizing During Routine Operations at a Beef Packing Plant." **J. Meat Sci.** 47: 267-276.

Gill, C.O. and Bryant, J. 2002. "Presence of *Escherichia coli, Salmonella* and *Campylobacter* in Pig Carcass Dehairing Equipment." [Online].Available: http//www.sciencedirect.com/science. (Accessed : May 2006).

Gill, C.O. and Jones, T. 1997. "Assessment of the Hygienic Characteristics of a Process for Dressing Pasteurized Pig Carcasses." **J. Food Microbiol.** 14: 81–91.

Gill, C.O. and Jones, T. 2000. "Microbiological Sampling of Carcasses by Excision or Swabbing." **J. Food Prot.** 63: 167–173.

Gill, C.O., Jones ,T. and Badoni, M. 1998. "The Effect of Hot Water Pasteurizing Treatments on the Microbiological Conditions and Appearances of Pig and Sheep Carcasses." **Food Research International.** 31: 273 – 278.

Gill, C.O., Jones, T., Bryant, J., and Brereton, D. A. 2000. "The Microbiological Conditions of the Carcasses of Six Species after Dressing at a Small Abattoir." **J. Food Microbiol.** 17: 233 – 239.

Gill, C.O., McGinnis, D. S., Bryant, J. and Chabot, B. 1995. "Decontamination of Commercial Polished Pig Carcasses with Hot Water." **J. Food Microbiol.** 12:143 - 149.

Gill, C.O. and Newton, K.G. 1982. "Effect of Lactic Acid Concentration on Growth on Meat of Gram-negative Psychrotrophs from a Meatworks." **Appl. Environ. Microbiol.** 43: 284 -288.

Gram, L., Ravn, L. and Rasch, M. 2002. "Food Spoilage—Interactions between Food Spoilage Bacteria." **Int. J. Food Microbiol** .78 :79–97.

Grau, F. M. 1986. "Microbial Ecology of Meat and Poultry." **In advances in meat research.** 2: 1-47.

Griffin, P.M. and Tauxe, R.V. 1991. "The Epidemiology of Infections Caused by *Escherichia coli* O157:H7 other Enterohemorrhagic *E. coli* and the Associated Hemolytic Uremic Syndrome." **Epidemiologic Reiews.** 13: 60–98.

Hald, T., Wingstrand, A., Swanenberg, M.,Altrock, A.V., Limpitakis, N. and Thorberg, B. M. 1999. "Harvest epidemiology of Salmonella contamination in EU pig slaughterhouses." **Proceedings: 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork.** Washington, D.C. :273-276.

Harold, C., Sylvain, Q., Gaucher, M.L., Lessard, L., Leblanc, D. and Houd, A. 2004. "Effectiveness of Steam Pasteurization in Controlling Microbiological Hazards of Cull Cow Carcasses in a Commercial plant. . **Can J Vet Res.** 69(3): 200–207.

Huis, I.V., Mulder, J.H.J. and Snijders, J.M.A. 1994. "Impack of Animal Husbandry and Slaughter Technologies on Microbial Contamination of Meat : Monitoring and Control." **J. Meat Sci.** 36 (1) : 123 -153.

James, S. J., Brown, T., Evans, J. A., James, C., Ketteringham, L. and Schofield, I. 1998. "Decontamination of Meat, Meat products and Other Foods using Steam Condensation and Organic Acids." **In Proceedings of the third karlsruhe nutrition symposium. Part 1. European research towards safer and better food** : 175–185.

James, C., Thornton, J.A., Ketteringham, L. and Jame, S.J. 2000. "Effect off Steam Condensation, Hot water or Chlorinated Hot Water Immersion on Bacteria Numbers and Quality of Lamb Carcasses." **J. Food Engineering.** 43: 219-225.

Jay, J.M. 2000. **Modern Food Microbiology** (6^{th} ed.). Aspen Publishers. Maryland,USA .

Kelly, C.A., Dempster, J.F. and McLoughlin, A.J., 1981. "The Effect of Temperature, Pressure and Chlorine Concentration of Spray Washing Water on Numbers of Bacteria on Lamb Carcasses." **J. Applied Bacteriology.** 51: 415–424.

Kim, J.W., Knabel, S.J. and Doores, S. 1993. "Penetration of *Salmonella typhimurium* into Turkey skin." **J. Food Prot.** 56 : 292-296.

Kotula, A. W., Lusby, W. R., Crouse, J. D. and Vries, B.de. 1974. "Beef Carcass Washing to Reduce Bacterial Contamination." **J. Animal Sci.** 39: 674 - 679.

Lawrie, R.A. 1998. **Lawrie's meat science (6th ed.)**. Woodhead Publishing Limited.Cambridge.

Labadie, J., Gouet, P. and Fourand, J. 1977. "Blood poisonings at slaughter and their consequences." Zentralbl. Bakteriol. Parasitenkd. Infectionskr. **Hyg. Abt. 1 Orig. Reihe B.** 164 : 390-396.

Longdell, G.R.1994. "Advance Technologies in the Meat Industry." **J. Meat Sci.** 36 (1 and 2) : 277 – 291.

Mackey, R.M. and Derrik, C.M. 1979. "Contamination of the deep tissue of carcasses by bacteria present on the slaughter instrument or in the gut." **J. Appl. Bact.** 46 : 355-356.

Mead, G. C. 1994. "Microbiological Hazards from Red Meat and Their Control." **British Food Journal.** . 96 (8) : 33-36.

Mead, G. C. 1997. "Application of HACCP principles in the meat industry: a United Kingdom perspective." **Acta Vet. Brno** 66 : 117-125.

Mies, P.D., Covington, B.R., Harrys, K.B., Lucia, L.M., Acuff, G.R. and Sawell, J.W. 1999. "Commercial and laboratory application of cattle washes with and without antimicrobial agent as decontamination streategies for hides." Department of Animal Science, Texas A&M. University.

Morgan, I. R., Krautil, F. L. and Craven, J. A. 1989. "Bacteria Populations on Dressed Pig Carcasses." **Epidemiology and Infection**. 98 : 15-24.

Namvar, A. and Warriner, K. 2005. "Application of Enterobacterial Repetitive Intergenic Consensus-Polymerase Chain Reaction to Trace the Fate of Generic *Escherichia Coli* Within a High Capacity Pork Slaughter Line." **Int. J. Food Microbiol.** 108(2): 155-63.

Nerbrink, E. and Borch, E. 1989. "Bacterial Contamination During the Slaughtering Process." **In Processding of the 35th International Congress on Meat Science Technology.** Copenhagen. : 356 – 362.

Netten, P.van, Mossel, D.A.A. and Huis, J.H.J. 1995. "Lactic Acid Decontamination of Fresh Pork Carcasses: a pilot plant study." **Int. J. Food Microbiol.** 25 (1): 1–9.

Nielsen, B., Bager, F., Mousing, J., Dahl, J., Halgaard , C. and Christensen, H. 1995. "Danish Perspective on the Implementation of HACCP in the Swine Industry." **In :Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) Symposium, 75th. Of research workers in animal diseases.** Chicago, USA. PP.11-20.

Notermans, S. and Kampelmacher, E.H. 1975. "Heat destruction of some bacterial strains attached to broiler skin." **Br. Poult. Sci.** 16: 351 - 361.

Patterson, J.J. 1970. "Hygiene in meat processing plants. IV. Hot water washing of carcasses." **Rec. Arric. Res.** Ministry of Agriculture, Northem Ireland. 18: 85-87.

Pearce, R.A., Bolton, D.J., Sheridan, J.J., McDowell, D.A., Blair, I.S., and Harrington, D. 2003. "Studies to Determine the Critical Control Points in Pork Slaughter Hazard Analysis and Critical Control Points Systems." **Int. J. Food Microbiol.** 14: 1 – 12.

Pearson, A.m., and Dutson, T.R. 1986. **Advance in Meat Research vol.2 Meat and Poultry Microbiology.** Connecticut : Avi.

Pipek, P. and BaČo, B.1997. "Lactic Acid Meat Surface Decontaminant II." **Maso.** 8 (1) : 65–68.

Prasai, R.K., . Acuff, G.H., Lucia, L.M., Morgan, J.B., May, S.G. and Savel, J.W. 1991. "Microbiological Effect of Acid Decontamination of Beef Carcasses at Various Locations in Processing." **J. Meat Sci** . 54: 458.

Prasai, R.K. Acuff, G.H., Lucia, L.M., Morgan, J.B., May, S.G. and Savel, J.W. 1992. "Microbiological Effect of Acid Decontamination of Pork Carcasses at Various Location in processing." **Meat Sci.** 32 : 413-423.

Roberts, T. A., MacFie, H. J. and Hudson, W. R. 1980. "The Effect of Incubation Temperature and Site of Sampling on Assessment of the Numbers of Bacteria on Red Meat Carcass at Commercial Abattoirs." **J. Hygiene.** Camb. 85 : 371 - 380.

Shaw, B.G. 1987. "Microbiological Implications of Accelerate Processing and Rapid Methods for the Enumeration of Bacteria on Meat." In Romita.C. And A.A. Taylor (eds). **Accelerate Processing of Meat. London** : Elsevier Applied Science Publ. UK : 271-282. Siragusa.

G.R. 1995. "The Effectiveness of Carcass Decontamination Systems for Controlling the Presence of Pathogens on the Surfaces of Meat Animal Carcasses." **J. Food Safety.** 15 : 229–238.

Skelly, G.C., Fandino, G.E.,Haigler, J.H.,Sherard, R.C. 1985. Bacteriology and weight loss of pork carcasses treated with a sodium hypochlorite solution .J. Food Prot. 48: 578-581.

Skovgaard, N. 1990. "Influence of Cross-Contamination from Tools and Equipment." World Health Organization. Document VPH/RST/90.16.

Smith, M.G. and Graham, A. 1978. "Destruction of *Esherichia coli* and on Mutton Carcasses by Treatment with Hot Water." **J. Food Sci.** 2 : 119 - 128.

Smith, G.C.,Varnadore, Z.L. Carpenter, Calhoun, M.C. 1976. "Postmortem treatment effects on lamb shrinkage, bacterial count, and palatability." **J. Anim. Sci.** 42:578-581.

Smulders, F.J.M. and Van Laack, R.L.J.M. 1992. "On the Quality of Pork Microbiological Concerns." **Fleischwirtschaft.** 72 : 888 – 890.

Snijders, J.M.A., Gerats, G.E. and van Logtestijin, J.G. 1984. "Good Manufacturing Practices During Slaughtering." **Archiv Lebensmittel Hygiene**. 35: 99-103.

Snyder, O.P.Jr. 1995. HACCP-TQM for Retail and Food Service Operation. **In: Advance in Meat Research-Volume 10.** HACCP in Meat , Poultry and Fish Processing. Eds A.M.

Sorquist, S. 1990. "Food hygiene aspects of vat scalding of pig carcasses." Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala. Sweden. Dissertation Thesis.

Sun, J., Zou, X.K., Z, G.H, Xu, X.L., Zhao, N. and Gan,Q. 2003 "Microbial Decontamination of Pork Carcass and Chilled Pork by Different Technological Treatments." **Food and Fermentation Industries**. 29 (7): 1–5.

Sweetie, R., Kanatt, R.C. and Aeun S. 2005. "Effectof Radiation Processing on the Quality of Chilled Meat Products." **Meat Science**. 69: 269-275.

Teresa, R., Juan, A. V. and Herresa, F.J. 2000. "Microbial Contamination of Carcasses and Equipment." **J. Food Prot.** 63: 1670 -1675.

Thoeger,K. 1993. "Scalding and Dehairing Technology Influence on the Bacteria Count of Pig Carcass." **Fleischwirtschaft.** 73 : 1157 – 1760.

Thomas, C.J. and Mc Meekin, T.A. 1981. "Attachment of *Salmonella spp.* to Chicken Muscle Surface." **J. Appl. and Environ. Microbial**. 42: 130 - 134.

Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W. 1990. "Microbiology and Some Physical and Chemical Changes in Vacumm-packaged Beef Streaks Treated with Combination of Potassium sorbate Phosphate Sodium chloride and Sodium acetate." **J. Food Science.** 55: 323-326.

Warriner, K. ,Aldsworth, T., Kaur, S. and Dodd, C. 2002. "Cross-Contamination of Carcasses and

Equipment During Pork Processing." **J. Applied Microbiol.** 93:169.

Wei, C.I., Cook, D.L. And Kirk, L.R. 1985. "Use of Chlorine Compounds In the Food Industry." **Food Technology**. 39: 107-115.

Whyte, P., Collins, J.D., McGill, K. And Monaham, C. 2002. "Assessment of Sodium Dichloroisocyanurate in the Control of Microbiological Cross-Contamination in Broiler Carcass Immersion Chilling Systems." **J. Food Safety**. 22: 55-65.

Wong, E., Linton, R.H. and Gerrard, D.E. 1998. "Reduction of Eacherichia coli and Salmonella senftenberg on pork skin and pork muscle using ultraviolet light." **Food Microbiology**. 15: 415-423.

ภาคผนวก ก.
มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์

มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์

โรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรองมาตรฐาน ต้องมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. สถานที่ตั้ง
2. โรงพักสัตว์
3. โครงสร้างอาคารโรงฆ่าสัตว์
4. เครื่องมือเครื่องจักร และอุปกรณ์
5. การจัดการและการควบคุมสุขลักษณะ

1.1 สถานที่ตั้ง

1.1.1 สถานที่ตั้งของโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ควรอยู่ในทำเลที่เหมาะสม และมีบริเวณ เพียงพอที่จะประกอบกิจการโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ และการฆ่าสัตว์ไม่อยู่ใกล้วัดสถานที่สำหรับปฏิบัติพิธีกรรมทางศาสนา โรงเรียน หรือสถานที่ศึกษา โรงพยาบาล สถานพยาบาลที่รับผู้ป่วยค้างคืน หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพักและสถานที่ราชการ ไม่อยู่ในย่านที่ประชาชนอยู่อาศัยอันจะก่อให้เกิดอันตรายเหตุรำคาญหรือความเสียหายต่อบุคคลหรือทรัพย์สินของผู้อื่น

1.1.2 ที่ตั้งโรงฆ่าสัตว์ และโรงพักสัตว์ เป็นที่ไม่มีน้ำท่วมถึงชนิดของดินควรมีความคงตัวไม่ทรุดแยกตัวหรือหดตัว ซึ่งก่อให้เกิดการแตกร้าวหรือทรุดตัวของอาคารโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์

1.1.3 ในการเลือกบริเวณหรือพื้นที่ ในการตั้งโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ ควรจะเตรียมพื้นที่ว่างให้ เพียงพอสำหรับบริเวณที่พักสัตว์ ถนน บริเวณที่จอดรถ อาคารสำนักงาน บ่อบำบัดน้ำเสียและปัจจัยอื่นๆที่จำเป็น

1.1.4 ถนนโดยรอบอาคารโรงฆ่าสัตว์ และโรงพักสัตว์ ควรดูแลปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดี ไม่มีฝุ่นละออง มีการแยกทางเข้า - ออกของสัตว์มีชีวิตและซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ และมีระบบการระบายน้ำที่ดี

1.1.5 สถานที่ตั้งโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ ควรมีการคมนาคมที่สะดวก และมีระบบสาธารณูปโภคที่เพียงพอโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ ควรมีรั้วเพื่อป้องกันบุคคลภายนอกผ่านเข้าออก และป้องกันมิให้สัตว์ต่างๆ เข้าไปภายในโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ เช่น สุนัข แมว และหนู เป็นต้น

1.2 โรงพักสัตว์

1.2.1 โรงพักสัตว์ควรมีพื้นที่อย่างเพียงพอสำหรับจำนวนสัตว์ ที่จะเข้าฆ่าในแต่ละวัน และสะดวกต่อการตรวจสัตว์ก่อนฆ่าของพนักงานตรวจโรคสัตว์และพนักงานเจ้าหน้าที่

1.2.2 โครงสร้างของโรงพักสัตว์จะต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน มีหลังคาในการป้องกันแสงแดดและฝนสำหรับสัตว์ทุกตัว

1.2.3 โรงพักสัตว์ควรมีทางเดิน ซึ่งมีหลังคาคลุมตลอดไปจนถึงอาคารโรงฆ่าสัตว์ มีระบบป้องกัน การเดินของสัตว์ย้อนมายังโรงพักสัตว์ได้ และทางเดินควรมีผนังหรือขอบกั้นตลอดแนวที่ไปยังอาคารโรงฆ่าสัตว์

1.2.4 ประตูรั้วกั้นหรือแผงกั้นควรทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน สามารถปิดล็อค หรือป้องกันสัตว์มิให้ออกจากโรงพักสัตว์ได้

1.2.5 บริเวณรับสัตว์ควรเป็นพื้นที่ไม่ลื่น หรือลาดชันจนเกินไป และให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายสัตว์ ลงจากรถบรรทุกสัตว์

1.2.6 ในกรณีที่มีสัตว์ป่วย หรือสงสัยว่าป่วย ควรมีโรงพักสัตว์ป่วย หรือสงสัยว่าป่วยแยกออกจากสัตว์ที่มีสุขภาพปกติ

1.2.7 สถานที่ตั้งโรงพักสัตว์ ต้องอยู่ห่างจากบริเวณที่สะอาดของอาคารโรงฆ่าสัตว์ เพื่อป้องกันฝุ่น หรือกลิ่นจากโรงพักสัตว์ที่สามารถปนเปื้อนไปยังเนื้อสัตว์ได้

1.2.8 โรงพักสัตว์ควรมีน้ำที่สะอาด หรืออุปกรณ์ให้น้ำสัตว์อย่างเพียงพอ

1.2.9 โรงพักสัตว์ควรมีน้ำใช้อย่างเพียงพอ และมีแรงดันน้ำเพียงพอในการทำความสะอาด

1.2.10 โรงพักสัตว์ ควรมีอ่างล้างเท้าใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ สำหรับการล้างรองเท้าก่อนเข้าและออกจากโรงพักสัตว์

1.2.11 ระบบระบายน้ำในโรงพักสัตว์ ควรแยกระหว่างท่อระบายน้ำฝน และท่อระบายน้ำบริเวณพื้นโรงพักสัตว์ เพื่อป้องกันการระบายน้ำไม่ทัน ทำให้น้ำท่วมขังบริเวณโรงพักสัตว์

1.2.12 ทิศทางการระบายน้ำในโรงพักสัตว์ป่วย หรือสงสัยว่าป่วย ควรแยกและไม่ไหลผ่านไปยังโรงพักสัตว์หรือทางเดินของสัตว์

1.2.13 โรงพักสัตว์ควรมีระบบระบายอากาศที่ดี

1.2.14 ความเข้มแสงในคอกพักสัตว์ ควรมีแสงสว่างอย่างเพียงพอในการตรวจสัตว์ก่อนฆ่า

1.3 โครงสร้างอาคารโรงฆ่าสัตว์

1.3.1 อาคารโรงฆ่าสัตว์

1) ตัวอาคารโรงฆ่าสัตว์ ควรมีความมั่นคง แข็งแรง มีการออกแบบให้ทำความสะอาดได้ง่ายพื้นผิวภายนอกอาคารควรทำจากวัสดุที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ

2) อาคารโรงฆ่าสัตว์ ควรมีพื้นที่การทำงานอย่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน

3) อาคารโรงฆ่าสัตว์ ต้องกั้นแยกระหว่างบริเวณที่สะอาด ออกจากบริเวณที่สกปรกโดยสมบูรณ์

4) การออกแบบและการวางผังของสถานที่ผลิต และเครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรจัดวางตามลำดับกระบวนการผลิต และเอื้ออำนวยต่อการผลิตอย่างถูกสุขลักษณะ

5) การออกแบบตัวอาคารโรงฆ่าสัตว์ ควรคำนึงถึงการป้องกันการเข้าอยู่อาศัยของสัตว์

ต่าง ๆ เช่น สุนัข แมว นก หนู และแมลงต่าง ๆ และการป้องกันการปนเปื้อนต่างๆจาก สภาพแวดล้อมรวมถึงฝุ่นละออง

6) หลังคาโรงฆ่าสัตว์ต้องมั่นคง แข็งแรงและเป็นชนิดกันน้ำ

1.3.2 โครงสร้างภายในโรงฆ่าสัตว์

1) พื้น วัสดุที่ใช้ทำพื้นต้องมีพื้นผิวเรียบ ทำจากวัสดุที่กันน้ำได้ มีความแข็งแรง ทนทานต่อการกระทบกระแทก และการสึกกร่อน สามารถล้างทำความสะอาดง่ายและทนทานต่อสารเคมี เช่น น้ำยาฆ่าเชื้อ และน้ำยาทำความสะอาด พื้นห้องควรมีความลาดเอียงเพื่อการระบายน้ำได้ดี ไม่เกิดการท่วมขัง การระบายน้ำควรมีทิศทางไหลไปสู่ท่อระบาย รอยเชื่อมต่อระหว่างพื้นกับผนัง เชื่อมกันสนิท และทำมุมโค้งมน เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งปนเปื้อน และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

2) ผนัง วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังด้านในของห้องต่างๆ ต้องมีพื้นผิวเรียบ ทำจากวัสดุที่ไม่ดูดซับน้ำ หรือความชื้น มีความแข็งแรง ทนทาน ไม่ผุกร่อน หรือเป็นสนิม สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่ายและทนทานต่อสารเคมี

3) รอยเชื่อมต่อระหว่างผนังกับเพดานต้องเชื่อมกันสนิท และทำมุมโค้งมน เพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งปนเปื้อน และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

4) เพดาน วัสดุที่ใช้ทำเพดานต้องมีพื้นผิวเรียบ ไม่ดูดซับน้ำ หรือกันน้ำได้ ไม่เป็นสนิม ผุกร่อน หรือแตก รอยเชื่อมต่อต่างๆ ควรปิดให้สนิท ในกรณีที่เกิดความสกปรก สามารถทำความสะอาดได้

5) ความสูงของเพดานในแต่ละห้องเมื่อวัดจากพื้นไม่ควรต่ำกว่า 3 เมตร

6) ประตู และวงกบประตู วัสดุที่ใช้ทำประตูและวงกบประตู ควรมีพื้นผิวเรียบไม่เป็นสนิม ผุกร่อน กันน้ำ และล้างทำความสะอาดได้ง่าย ในกรณีที่ประตูหรือวงกบประตูมีส่วนประกอบของไม้ ควรหุ้มด้วยวัสดุที่ กันน้ำได้ และไม่เป็นสนิม ประตูที่เปิดจากบริเวณผลิตออกสู่ภายนอกอาคารควรเป็นชนิดที่ปิดได้เอง และปิดได้สนิท ไม่มีช่องหรือร่องที่ขอบประตู

7) ประตูที่มีการติดตั้งช่องกระจกวัสดุที่ใช้เชื่อมต่อขอบกระจกควรปิดได้สนิท กันน้ำ และทำความสะอาดได้ง่าย

1.3.3 บริเวณภายในโรงฆ่าสัตว์

1.) บริเวณที่ฆ่าสัตว์และเอาเลือดออกบริเวณที่ทำการฆ่าสัตว์ต้องดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะ และต้อง แยกออกจากบริเวณที่ฆ่าสัตว์ตามแต่ละชนิดของสัตว์บริเวณที่ทำการฆ่าสัตว์ต้องแยกทางเดินระหว่างพนักงานและ สัตว์ที่จะเข้าฆ่า บริเวณที่ทำให้สัตว์สลบต้องมีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมกับการใช้ เครื่องมือที่ใช้ทำให้สัตว์สลบด้วยวิธียิงสัตว์ให้สัตว์สลบ หรือใช้กระแสไฟฟ้าหรือแก๊สต้องมีแคร่หรือรอกยกสัตว์ที่สลบแล้วเพื่อทำการแทงคอเพื่อเอาเลือดออกรอกยกสัตว์ เมื่อยกแล้วส่วนล่างสุดของซากควรอยู่สูงจากพื้น ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร แคร่หรือโต๊ะ

ควรทำมาจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ล้างทำความสะอาดได้ง่าย และสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน จัดให้มีก๊อกน้ำล้างมือสำหรับพนักงาน ชนิดไม่ใช้มือหรือส่วนของ แขนเปิด - ปิด อย่างเพียงพอ จัดให้มีน้ำร้อนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 82 องศาเซลเซียสสำหรับการ ล้างมีดและมีน้ำสะอาดสำหรับล้างผ้ากันเปื้อนในขณะปฏิบัติงาน ในกรณีที่มีการรองเลือดเพื่อนำไปบริโภค ต้องจัดให้มีภาชนะรอง เลือดที่สะอาดและดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะต้องมีท่อระบายเลือดและการจัดเก็บที่เหมาะสม

2) บริเวณลวกหนังและขูดขน บ่อลวกหนังต้องสะอาดและสามารถควบคุมปริมาตรน้ำและ อุณหภูมิได้ น้ำล้นจากบ่อลวกหนังต้องมีท่อน้ำทิ้งต่อลงสู่ท่อระบายโดยตรง มีระบบระบายไอน้ำร้อนจากบ่อลวกหนังออกไปภายนอกอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ จัดให้มีแคร่หรือโต๊ะสำหรับการขูดขน มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน จัดให้มีห้องหรือสถานที่ในการเก็บรวบรวมขน เขา ข้อขา กีบ หนังสัตว์ และส่วนของไขมันสัตว์ที่ไม่เหมาะต่อการบริโภค จัดให้มีน้ำสะอาดสำหรับการล้างซากและมีท่อระบายไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

3) บริเวณเอาเครื่องในออก บริเวณเอาเครื่องในออก ควรมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ จัดให้มีก๊อกน้ำล้างมือสำหรับพนักงานชนิดไม่ใช้มือหรือส่วนของ แขนเปิด - ปิด อย่างเพียงพอ จัดให้มีน้ำร้อนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 82 องศาเซลเซียสสำหรับการ ล้างมีด และมีน้ำสะอาดสำหรับล้างผ้ากันเปื้อนในขณะปฏิบัติงาน จัดให้มีถาดหรืออุปกรณ์สำหรับแขวนหัวสัตว์ และซากสัตว์ รวม ถึงใส่เครื่องในของสัตว์ตัวเดียวกัน มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน จัดให้มีรางหรือระบบส่งเครื่องในที่แยกระหว่างเครื่องในแดงและ เครื่องในขาว ในกรณีที่ใช้โต๊ะสำหรับตรวจเครื่องใน ควรติดตั้งท่อน้ำทิ้ง ซึ่ง ต่อออกไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จัดให้มีราวแขวนซากโดยส่วนล่างสุดของซากต้องอยู่สูงจากพื้นไม่ น้อยกว่า 30 เซนติเมตร บริเวณเอาเครื่องในออกต้องกั้นแยกจากบริเวณแช่เย็นซากด้วย ผนังที่มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 3 เมตร มีประตูเข้า- ออก สำหรับพนักงาน และมีช่องเปิดให้ผ่านเฉพาะซากสัตว์เท่านั้น จัดให้มีสถานที่เก็บหรือถังที่มีกุญแจปิดล็อคสำหรับเก็บซาก และ ของเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งไม่เหมาะต่อการบริโภค จัดให้มีถังหรือห้องสำหรับแช่เครื่องในส่วนที่บริโภคได้ซึ่งต้องมีอุณหภูมิของเครื่องในวัดได้ไม่เกิน 7 องศาเซลเซียสตลอดเวลา จัดให้มีน้ำฉีดล้างทำความสะอาดซากก่อนนำไปเข้าห้องเก็บซาก หรือห้องแช่เย็นซาก ซึ่งน้ำที่ใช้ต้องสะอาดมีปริมาณและแรงดันที่เหมาะสม

4) ห้องล้างทำความสะอาดเครื่องใน จัดให้มีห้อง หรือสถานที่สำหรับล้างทำความสะอาดเครื่องใน โดยแบ่งเป็น 2 ห้อง ได้แก่ ห้องล้างเครื่องในแดงและห้องล้างเครื่องในขาว จัดให้มีภาชนะและอุปกรณ์สำหรับการล้างเครื่องใน น้ำทิ้ง จากการล้างต้องต่อลงสู่ท่อซึ่งออก

ไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ภาชนะที่เก็บกากของเสียต้องไม่นำไปบรรจุเนื้อสัตว์หรือ เครื่องในที่บริโภคได้และมีการจัดเก็บที่ถูกสุขลักษณะ

5) ห้องตัดแต่งเนื้อและบรรจุ ในกรณีที่โรงฆ่าสัตว์มีการตัดแต่งเนื้อและบรรจุ ห้องตัดแต่งเนื้อ ต้องมีขนาดเพียงพอต่อกำลังการผลิต และต้องกั้นแยกจาก ห้องผลิต อื่นๆ การควบคุมอุณหภูมิห้องตัดแต่งเนื้อและบรรจุ ต้องไม่เกิน 18 องศาเซลเซียส ตลอดเวลา มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน

6) ห้องแช่เย็น การออกแบบโครงสร้างของห้องแช่เย็น ต้องทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติการเก็บรักษาความเย็น พื้นห้องควรแข็งแรง ทนต่อการกระทบกระแทก ไม่ดูดซับน้ำ ผนังและเพดาน มีพื้นผิวเรียบ ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ง่าย ห้องแช่เย็นต้องควบคุมอุณหภูมิซากสัตว์ เนื้อสัตว์ และเครื่อง ในสัตว์ ได้โดยมีอุณหภูมิใจกลางซากระหว่าง 4-10 องศาเซลเซียส เครื่องทำความเย็นควรมีระบบที่ป้องกันการเกิดหยดน้ำปนเปื้อน ซากสัตว์และเนื้อสัตว์ ภายในห้องนี้ควรติดตั้งม่านพลาสติก หรือระบบอื่นใดเพื่อป้องกัน มิให้เกิดหยดน้ำที่ผนังและเพดานในห้องแช่เย็น ประตูห้องแช่เย็นควรมีกลไกที่เปิดประตูได้ทั้งด้านในและด้าน นอกบริเวณหน้าห้องแช่เย็นควรมีการติดตั้งเทอร์โมมิเตอร์แบบที่ อ่านค่าอุณหภูมิได้ หรือเทอร์โมมิเตอร์แบบที่ใช้บันทึกอุณหภูมิได้ต่อเนื่อง จัดให้มีราวแขวนซากหรือชั้นวางซาก โดยให้ส่วนล่างสุดของซาก ต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร กรณีที่ต้องเก็บซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ในสภาพแช่แข็งจะต้องควบคุมอุณหภูมิดังนี้

- ห้องแช่แข็ง (COLD STORAGE ROOM) มีอุณหภูมิ ประมาณ -20 ถึง -25 องศาเซลเซียส

- ห้องทำเยือกแข็ง (FREEZING ROOM) มีอุณหภูมิ ประมาณ -30 ถึง -45 องศาเซลเซียส

7) บริเวณที่ใช้รับส่งซากสัตว์และเนื้อสัตว์ การออกแบบและโครงสร้างบริเวณรับส่งซากสัตว์และเนื้อสัตว์ ควรคำนึงถึงวิธีการในการรับส่งสินค้า ความสูงของรถที่ใช้บรรทุก ขนาดของรถบรรทุก และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำงาน และต้อง แยกออกจากบริเวณรับสัตว์มีชีวิตหลังคาต้องป้องกันซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์จากฝนและแสงแดดได้

8) ห้องล้างภาชนะและอุปกรณ์ จัดให้มีห้องล้างภาชนะและอุปกรณ์ ทั้งในบริเวณที่สกปรกและ บริเวณที่สะอาด จัดให้มีชั้นวางภาชนะ และอุปกรณ์ที่ล้างทำความสะอาดแล้วซึ่ง ควรทำจากโลหะที่ไม่เป็นสนิม หรือทำจากวัสดุที่อนุญาตให้ใช้ และมีความสูงจากพื้นอย่างน้อย 30 เซนติเมตร จัดให้มีระบบระบายอากาศจากห้องล้างภาชนะและอุปกรณ์ ออกไปสู่ภายนอกอาคาร ระบบระบายน้ำจากห้องล้างภาชนะและอุปกรณ์ต้องไม่ไหลย้อน เข้าไปสู่ บริเวณผลิตและออกไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

9) สถานที่เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำความสะอาด จัดให้มีห้องหรือสถานที่

เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำความสะอาดโดยมีระบบระบายอากาศที่ดี

10) ระบบการระบายอากาศในห้องผลิตต่างๆ ต้องมีระบบระบายอากาศ เพื่อกำจัดกลิ่นเหม็น ควัน ไอน้ำร้อน ความชื้น และควบคุมอุณหภูมิห้อง และต้องระวังมิให้มีการนำอากาศจากบริเวณที่มีการปนเปื้อนสู่บริเวณที่สะคาด

11) ระบบแสงสว่าง แสงสว่างที่ใช้ในโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ อาจจะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ หรือจากหลอดไฟซึ่งมีความเข้มแสงไม่น้อยกว่าสองร้อยลักซ์ ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้การมองเห็นสีของเนื้อสัตว์เปลี่ยนไป ติดตั้งฝาครอบหลอดไฟซึ่งวัสดุที่ใช้ทำฝาครอบหลอดไฟ ต้องมีความคงทนไม่แตกหักง่ายไม่ลดความเข้มของแสงและสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

12) น้ำใช้ น้ำใช้ในโรงฆ่าสัตว์ และโรงพักสัตว์ต้องใส สะอาด ไม่มีกลิ่นรส มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้งาน มีแรงดันที่เหมาะสมในการฉีดล้างทำความสะอาด มีระบบในการป้องกันการปนเปื้อนจาก ฝุ่นละอองและมลภาวะต่างๆ น้ำใช้และน้ำแข็งต้องมีคุณสมบัติตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

13) สิ่งอำนวยความสะดวก จัดให้มีห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและอุปกรณ์ประกอบ แยกพนักงานชาย-หญิง อย่างเพียงพอโดยแบ่งเป็นบริเวณ ที่สกปรกและบริเวณที่สะอาด จัดให้มีห้องอาบน้ำและห้องสุขาแยกพนักงานชาย-หญิง อย่างเพียงพอโดยแบ่งเป็นบริเวณที่สกปรกและบริเวณที่สะอาด

14) อ่างล้างมือ อ่างล้างมือควรทำจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทานและไม่เป็นสนิม มีขนาดลึกพอเหมาะที่จะป้องกันการกระเซ็นของน้ำขณะ ล้างมือ อ่างล้างมือควรเป็นชนิดไม่ใช่มือหรือส่วนของแขนเปิด – ปิด บริเวณอ่างล้างมือควรมีสบู่เหลวและ น้ำยาฆ่าเชื้อ ท่อน้ำทิ้งจากอ่างล้างมือควรต่อลงสู่ท่อระบาย ซึ่งออกไปสู่ระบบบำบัด น้ำเสีย อ่างล้างมือต้องติดตั้งไว้ทุกห้องผลิตและห้องสุขา

15) ห้องทำงานพนักงานตรวจโรคสัตว์และพนักงานเจ้าหน้าที่ ต้องจัดให้มีห้องทำงานสำหรับพนักงานตรวจโรคสัตว์และพนักงานเจ้าหน้าที่ โดยมีอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกที่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

1.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์

1.4.1 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ต้องทำมาจากวัสดุที่ไม่เป็นสนิม พื้นผิวเรียบ ไม่มีรอยแยก หรือรอยแตก การบัดกรีเชื่อมรอยต่อต้องเรียบสนิท สามารถล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์บางชนิด ที่ต้องใช้สารหล่อลื่น ต้องมีโครงสร้างที่ป้องกันมิให้สารหล่อลื่นต่างๆ หยดหรือปนเปื้อนกับซากสัตว์และเนื้อสัตว์

1.4.2 วัสดุที่ไม่อนุญาตในการทำเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่สัมผัสกับซากสัตว์และเนื้อสัตว์ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง รวมถึงโลหะที่มีส่วนผสมของแคดเมียม ทองแดง และตะกั่ว, การทาสี หรือมีการเคลือบผิวหน้าวัสดุ, ไม้, อลูมิเนียม, เครื่องปั้นดินเผา

1.4.3 เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ควรยึดติดกับพื้นผนังห้องผลิตโดยตรง ควรมีฐานตั้งเพื่อให้เกิดความมั่นคง และมีพื้นที่บริเวณใต้เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือบริเวณด้านข้างซึ่งเพียงพอต่อการล้างทำความสะอาด การฆ่าเชื้อ และตรวจสอบได้ทั่วถึง

1.5 การจัดการและการควบคุมสุขลักษณะ

1.5.1 ต้องทำการกำจัดแมลง นก สัตว์ประเภทฟันแทะ และสัตว์มีพิษทั้งบริเวณโรงฆ่าสัตว์ และบริเวณโรงพักสัตว์อย่างสม่ำเสมอจัดให้มีสถานที่หรือบริเวณที่มีระบบการจัดเก็บ และทำลายขยะมูลฝอยอย่างเหมาะสม

1.5.2 ต้องจัดให้มีพนักงานตรวจโรคสัตว์ และพนักงานเจ้าหน้าที่ประจำโรงฆ่าสัตว์ และให้มีการบันทึกข้อมูลการตรวจสัตว์ก่อนฆ่าและการตรวจซากสัตว์หลังฆ่า

1.5.3 ต้องมีการตรวจสุขภาพพนักงานเป็นประจำทุกปี

1.5.4 จัดให้มีบริเวณเก็บสารเคมีซึ่งตั้งอยู่ห่างจากบริเวณผลิต และที่เก็บเนื้อสัตว์โดยมีการจัดแยกชนิดหรือประเภทของสารเคมี และให้มีป้ายปิดฉลาก

1.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย

1.6.1 สถานที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงฆ่าสัตว์ ควรจะตั้งอยู่ห่างจากอาคารผลิต เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ปนเปื้อนซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์

1.6.2 ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อการปรับปรุงคุณภาพของน้ำทิ้งให้มีมาตรฐานน้ำทิ้ง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข.
วิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีวิเคราะห์

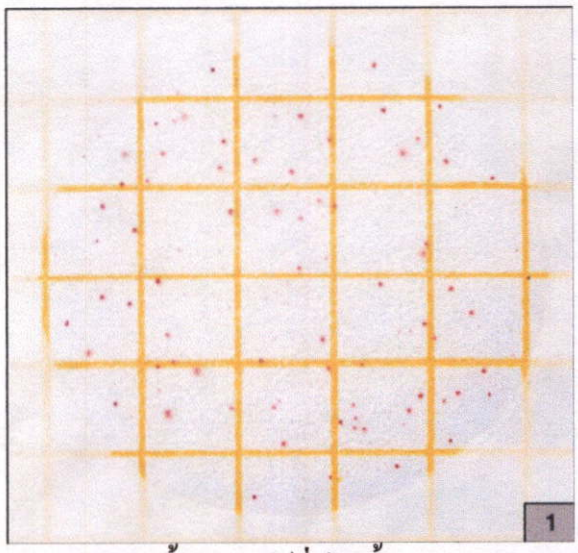
วิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง (อุปกรณ์ในกระบวนการฆ่าสุกร และชากสุกร)

เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ peptone water 1 กรัม/น้ำสเตอไรส์ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร สำหรับอุปกรณ์การฆ่า และ 100 มิลลิลิตร สำหรับชากสุกร ลงในหลอดเก็บตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

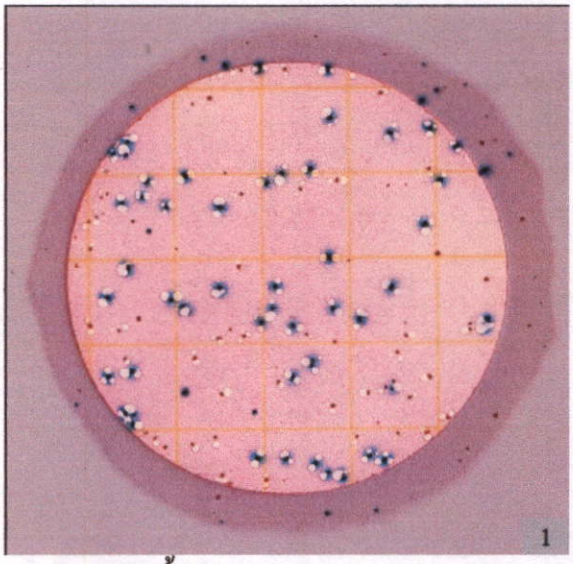
เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ peptone water 1 กรัม/น้ำสเตอไรส์ 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจำนวน 9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นถ่ายเชื้อลงในหลอดทดลองโดยใช้ปิเปตดูดสารละลายจากหลอดที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่เตรียมไว้ จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 1:10 นำมาเจือจางตามลำดับ ลำดับละๆ 10 เท่า (1:10 , 1:100 , 1:1000) ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) โดยระดับความเจือจางละ 1 หลอด ถ่ายเชื้อลงในแผ่นเพาะเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm ™ Aerobic Count Plate โดยใช้ออโต้ปิเปตดูดสารละลายในหลอดทดลองมา 1 มิลลิลิตร หยดลงใน 3M Petrifilm ™ Aerobic Count Plate จำนวน 2 ซ้ำแล้วนำมาบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 (±1) องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตว่ามีลักษณะโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นเชื้อ Aerobic หรือไม่ ซึ่งโคโลนีที่ขึ้นจะมีลักษณะเป็นจุดสีแดง แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ลักษณะการเกิดเชื้อจุลินทรีย์ทั่วไปทั้งหมดบนแผ่น 3M Petrifilm ™

3. การวิเคราะห์ปริมาณ Coliforms และ *E. coli*

เตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ peptone water 1 กรัม/sterile water 1 ลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างจำนวน 9 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จากนั้นถ่ายเชื้อลงในหลอดทดลองโดยใช้ปิเปตดูดสารละลายจากหลอดที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง จะได้ตัวอย่างที่มีระดับการเจือจาง 1:10 นำมาเจือจางตามลำดับ ลำดับละๆ 10 เท่า (1:10 , 1:100 , 1:1000) ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม (vortex mixer) โดยระดับความเจือจางละ 1 หลอด ถ่ายเชื้อลงในแผ่นเพาะเชื้อสำเร็จรูป 3M Petrifilm™ *E. coli*/coliforms count Plate โดยใช้ออโต้ ปิเปตดูดสารละลายในหลอดทดลองมา 1 มิลลิลิตร หยดลงใน 3M Petrifilm™ *E. coli*/coliforms count Plate จำนวน 2 ซ้ำ แล้วนำมาบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 (±1) องศาเซลเซียส สำหรับเชื้อ Coliforms บ่มนาน 24 ชั่วโมง และ เชื้อ *E. coli* บ่มนาน 48 ชั่วโมง สังเกตว่ามีลักษณะโคโลนีที่สงสัยว่าเป็นเชื้อ *E. coli* และ coliforms หรือไม่ ซึ่งโคโลนีของเชื้อ coliforms จะมีลักษณะสีแดงและมีฟองแก๊สรอบๆโคโลนี ส่วนโคโลนีของเชื้อ *E. coli* ที่ขึ้นจะมีลักษณะสีน้ำเงินและมีฟองแก๊สรอบๆโคโลนี แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ลักษณะการเกิดเชื้อ Coliforms และ *E. coli* บนแผ่น 3M Petrifilm™

ภาคผนวก ค.
ภาพการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างอุปกรณ์และน้ำลวกซาก

ภาพที่ 1. มีดแทงคอ

ภาพที่ 2. มีดขูดขน

ภาพที่ 3. ตะขอเกี่ยวซาก

ภาพที่ 4. มีดตัดคอ

ภาพที่ 5. มีดเปิดซาก

ภาพที่ 6. มีดผ่าครึ่งซาก

ภาพที่ 7. น้ำลวกซาก

การเก็บตัวอย่างบริเวณผิวซากสุกรหลังลวกและขูดขน

ภาพที่7. บริเวณสันคอ

ภาพที่ 8. บริเวณใต้ท้อง

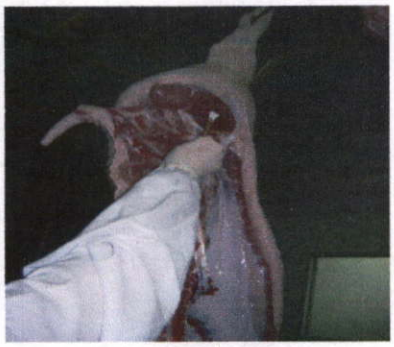
ภาพที่ 9. บริเวณสันหลัง

ภาพที่ 10. บริเวณสะโพก

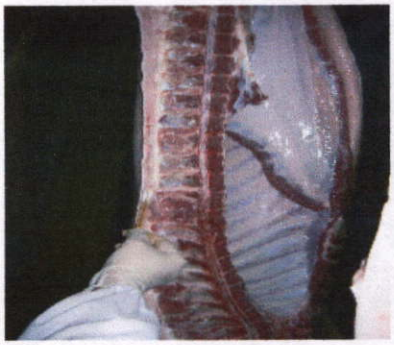
การเก็บตัวอย่างแผลคอ

ภาพที่ 11. แผลคอ

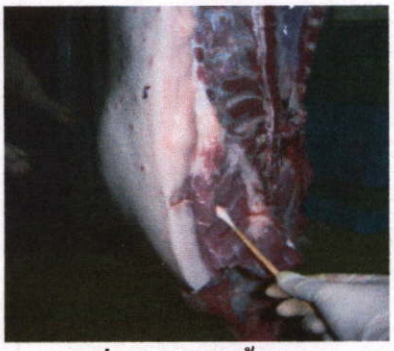
การเก็บตัวอย่างผิวซากผ่าซีก



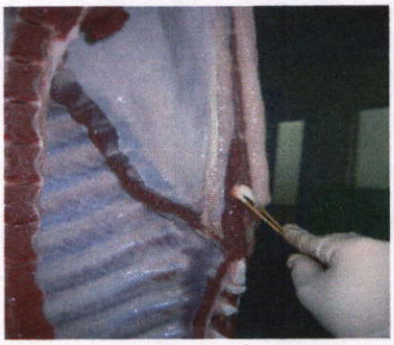
ภาพที่ 12. กล้ามเนื้อสะโพก



ภาพที่ 13. บริเวณสันนอก



ภาพที่ 14. กล้ามเนื้อสันคอ



ภาพที่ 15. กล้ามเนื้อหน้าท้อง

การเก็บตัวอย่างมือพนักงานเปิดซากและมือพนักงานผ่าครึ่งซาก

ภาพที่ 16. มือพนักงานเปิดซาก

ภาพที่ 17. มือพนักงานผ่าครึ่งซาก

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	น.ส. ปรีดารา ปริสุทธกุล
วัน เดือน ปีเกิด	18 มีนาคม 2524
ที่อยู่	29/6 ม. 7 ถ.พุทธมณฑลสาย 3 แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพฯ 10170
ประวัติการศึกษา	2542 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์ (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
	2546 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง