ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกร ขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐาน

TOTAL AEROBIC BACTERIAL COUNT IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESS OF A STANDARD BIG SCALE PIG ABATTOIR

ชัยวัฒน์ เหล็งภัทรรัศม์

CHAIWAT LAUNGPATTARARAT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาจุลชีวศาสตร์อาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-054-423

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐาน

ชัยวัฒน์ เหลืองภัทรรักษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 87070
วัน,เดือน,ปี 30 ส.ค. 2552

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2551

KMITL-2008-AI-M-054-423

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

TOTAL AEROBIC BACTERIAL COUNT IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESS OF A STANDARD BIG SCALE PIG ABATTOIR

CHAIWAT LAUNGPATTARARAK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITAION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

KMITL-2008-AI-M-054-423

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐาน
นักศึกษา	นายชัยวัฒน์ เหลืองภัทรรักษ์
รหัสประจำตัว	47067714
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากล และมีขนาดกำลังการผลิตประมาณ 800 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงาน 420 คน ดำเนินการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรจากฟาร์มสุกรปลอดจากจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specified Pathogen Free : SPF) และฟาร์มสุกรที่ได้มาตรฐาน โดยการสุ่มสุกรในกระบวนการฆ่าจำนวน 5 ตัวต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในกระบวนการก่อนการฆ่า ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ และในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบริเวณพื้นและผนังรถขนส่งสุกรมีชีวิต (n = 12) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.86 log cfu/cm^2 บริเวณผนังและพื้นคอกพักสุกรก่อนและภายหลังสัตว์เข้าพัก (n = 12) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.72 และ 6.43 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ส่วนน้ำพ่นในคอกพักสุกร (n = 12) ตรวจไม่พบแบคทีเรีย ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร พบว่าบริเวณแผลแทงคอ (n = 60) และซากสุกรก่อนลวก (n = 60) มีปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ย 5.65 และ 6.91 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และภายหลังการลวกซากและเผาขน พบว่าซากสุกรหลังการขูดขน (n = 60) ซากสุกรหลังการปัดขน (n = 60) ซากสุกรผ่าซีก (n = 60) ซากสุกรก่อนแช่เย็น (n = 60) มีปริมาณเฉลี่ยของแบคทีเรียทั้งหมดลดลงเล็กน้อยคือ 5.29 4.80 4.99 และ 4.10 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และซากภายหลังการแช่เย็น (n = 60) มีค่าเฉลี่ย 4.07 log cfu/cm^2 สำหรับน้ำในถังลวกก่อนการลวกซาก และน้ำที่ใช้ฉีดพ่นล้างซาก ไม่พบปริมาณแบคทีเรีย ส่วนน้ำในถังลวกภายหลังการลวกซากมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 1.08 log cfu/ml. ในส่วนของมูลสุกรมีปริมาณแบคทีเรียเฉลี่ย 7.06 log cfu/g สำหรับในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร พบว่าปริมาณแบคทีเรียบนมือพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่ง (n = 12) มีค่าเฉลี่ย 4.31 และ 4.63 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ส่วนมีดก่อนและหลังการตัดแต่ง (n = 12) มีค่าเฉลี่ย 4.32 และ 5.03 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และตัวอย่างโต๊ะก่อนและหลังการตัดแต่ง (n = 12) มีค่าเฉลี่ย 4.35 และ 4.85 log cfu/cm^2

ตามลำดับ สำหรับปริมาณแบคทีเรียของชิ้นส่วนเนื้อสุกรที่ตัดมาจากซากภายหลังการผ่าซีก (n = 60) ชิ้นเนื้อจากซากภายหลังการล้างซาก (n = 60) และชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง (n = 60) มีค่าเฉลี่ย 5.25 4.12 และ 4.19 log cfu/g ตามลำดับ

ในการควบคุมการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งบนผิวซากและในชิ้นเนื้อสุกร ต้องเริ่มตั้งแต่กระบวนการก่อนการฆ่า คือควบคุมความสะอาดของรถขนส่งสุกรมีชีวิต และคอกพักทุกครั้งก่อนและหลังการขนย้ายสัตว์ รวมไปถึงควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และคุณภาพของน้ำพ่นซาก สุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานความสะอาดของอุปกรณ์ในการตัดแต่งซาก

Thesis Title	Total Aerobic Bacterial Count in Slaughtering and Cutting Process of a Standard Big Scale Pig Abattoir
Student	Mr. Chaiwat Laungpattararak
Student ID.	47067714
Degree	Master of Science
Programe	Food Sanitation
Year	2008
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Prapaporn Khopaibool

ABSTRACT

This research was aimed to determine total aerobic bacterial count in slaughtering and cutting process of an international standard big scale pig abattoir, whose capacity was 800 pigs per day. There were about 420 personnel, who worked in the slaughtering and cutting of pig carcasses. The live pigs were taken from the Specified Pathogen Free (SPF) farms and standard contact farms. In each week of 12 weeks, 5 pigs in the pre-slaughtering, slaughtering and cutting processes were sampling for Total Aerobic Bacterial (TAB) analysis. The results found that the average TAB count of floor and wall of live pig transports (n=12) was 7.86 log cfu/cm^2, the floor and walls of lairages before and after pig resting (n = 12) and after leaving (n = 12) were 5.72 และ 6.43 log cfu/cm^2 respectively. But TAB could not be found in sprayed water of lairage (n = 12). In the slaughtering process, the average TAB count on the sticking wounds (n=60) and the carcass before scalding were 5.65 and 6.91 log cfu/cm^2 respectively, and after scalding and singeing the average TAB counts on pig carcasses after scalding (n=60), carcasses after singeing (n=60) carcasses after slitting (n=60) and carcasses before cooling (m=60) were 5.29, 4.80, 4.99 and 4.10 log cfu/cm^2 respectively and on the carcasses after cooling (n=60) were 4.07 log cfu/cm^2. The water in the scalding tank before scalding and carcass sprayed water could not find the TAB count, but after scalding found 1.08 log cfu/ml in the scalding water. In the average TAB count of the pig feces was 7.06 log cfu/g. In the cutting process found that the average TAB count on the employee's hands (n=12) before and after meat cutting were 4.31 and 4.63 log cfu/cm^2 respectively, and on the cutting knives before and after using (n=12) were 4.32 and 5.03 log cfu/cm^2 respectively, on the cutting tables before and after using (n=12) 4.35 and 4.85 log cfu/cm^2

respectively. The TAB in the meat samples from slitting carcasses (n=60), from the rinsed carcasses (n=60) and the cutting meat (n=60) were 5.25, 4.12 and 4.19 log cfu/g. respectively.

Therefore control of bacterial contamination on pig carcasses and pork meat had to started with the cleaning control of live animal transport trucks and lairages before and after moving of animals. Furthermore the scalding water should not be lower than 60°C. The carcass sprayed water, personal hygiene and cleaning of cutting equipment had to be controlled as well.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ดร.กิตติชัย บรรจง คณะกรรมการผู้ควบคุมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์เพ็ญศรี รอดมา คณะกรรมการผู้ควบคุมการสอบวิทยานิพนธ์ จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ไว้ ณ. ที่นี้ด้วย ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขรายงานสัมมนาให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสุขาภิบาลอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมการเกษตร และภาคสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณผู้จัดการโรงงาน เจ้าหน้าที่ และพนักงานฝ่ายต่างๆ ของโรงงานแปรรูปสุกร บริษัท เบทาโกร ไฮบริด จำกัด จ.ลพบุรี ทุกคนที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และให้ข้อมูลประกอบการทำวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกด้านในงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาสัตวศาสตร์และภาควิชาสุขาภิบาลอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำการสำรวจข้อมูล และเก็บตัวอย่าง รวมถึงคำแนะนำต่างๆ ตลอดจนคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ตลอดจนครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ชัยวัฒน์ เหลืองภัทรรักษ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 มูลเหตุจูงใจและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ขอบเขตการวิจัย.....2

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร.....3

2.1.1 การรับสุกร.....3

2.1.2 การทำให้สุกรหมดความรู้สึกการฆ่าและการรวบรวมเลือด.....3

2.1.3 การลวกและถอนขน.....4

2.1.4 การชำแหละ.....4

2.2 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....4

2.3 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในโรงฆ่าและชำแหละสุกร.....8

2.3.1 จากตัวของสัตว์เอง.....8

2.3.2 จากน้ำใช้ต่างๆ.....9

2.3.3 จากอากาศรอบๆ ข้างซากหรือเนื้อสัตว์หรือในห้องที่ทำการแปรรูป.....9

2.3.4 ผู้ปฏิบัติงาน.....10

2.3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ.....10

2.3.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ.....10

2.4 ข้อกำหนดของจุลินทรีย์ในเนื้อสุกร.....10

2.5 การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในโรงฆ่าและชำแหละสุกร.....11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ....14

3.1 วัตถุดิบ สารเคมีและอุปกรณ์....14

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์....14

3.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี....14

3.2 สถานที่ทำการทดลอง....14

3.3 วิธีการทดลอง....14

3.3.1 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร....15

3.3.2 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร....15

3.3.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร....16

3.3.4 การวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่าง....16

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล....16

3.3.6 ระยะเวลาในการทดลอง....17

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์....18

4.1 ข้อมูลโรงงานต้นแบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา....18

4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากลที่เป็นกรณีศึกษา....18

4.3 ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร....22

4.4 การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร....24

4.5 การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร....30

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....33

สรุปผลการทดลอง....33

ข้อเสนอแนะ....35

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....37

ภาคผนวก.....42

ก. วิธีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด.....43

ประวัติผู้เขียน.....45

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้อ *Enterobacteriaceae* ในคอกพักสุกรจากโรงฆ่า 2 แห่ง โดยการ swab และเก็บน้ำจากคอกพักสุกร.....6

2.2 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของ aerobic mesophilic bacteria ในกระบวนการฆ่าสุกร 8

2.3 ข้อกำหนดทางด้านจุลินทรีย์ของเนื้อสุกร.....11

4.1 การจัดการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งซากสุกรของโรงฆ่าที่เป็นกรณีศึกษา.....20

4.2 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร.....23

4.3 ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างซากของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร.....26

4.4 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำลวกซาก มูลสุกรและน้ำล้างซาก.....29

4.5 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร.....30

4.6 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกร.....32

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

4.1 กระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงงานฆ่าและชำแหละสุกรที่เป็นกรณีศึกษา....19

4.2 คอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพัก....23

4.3 คอกพักสุกรหลังสุกรเข้าพัก....23

4.4 น้ำล้างคอกพักสุกร....23

4.5 รถขนส่งสุกร....23

4.6 ซากสุกรหลังจากช็อตให้สลบและแทงคอ....25

4.7 ซากสุกรขณะทำการขูดขนโดยไม่พนักงานเพื่อทำการขูดขนบริเวณที่เครื่องขูดขนสามารถขูดได้....25

4.8 ขณะทำการผ่าซีกซากสุกร....25

4.9 ซากสุกรผ่าซีก....25

4.10 ซากหลังวัดคุณภาพซาก....25

4.11 ซากสุกรก่อนการแช่เย็น 24 ชั่วโมง....25

4.12 มีดตัดแต่งซาก....30

4.13 มือพนักงานตัดแต่งซาก....30

4.14 โต๊ะตัดแต่ง....30

4.15 ชิ้นเนื้อที่ทำการตัดแต่ง....30

บทที่ 1
บทนำ

1.1 มูลเหตุจูงใจและความสำคัญของปัญหา

การผลิตอาหารในปัจจุบัน ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของอาหารเป็นสำคัญ โดยต้องมีการควบคุมความปลอดภัยในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่การผลิตอาหาร ซึ่งในการผลิตเนื้อสัตว์ขั้นตอนที่สำคัญที่มักพบการปนเปื้อนมากที่สุด คือในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละซาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของโรงฆ่านั้นๆ พบว่าโรงฆ่าและชำแหละสุกรในบ้านเราส่วนใหญ่มีกำลังการผลิตไม่สูง คือ วันละประมาณ 100-150 ตัว และไม่ได้มาตรฐานทั้งอาคารโรงฆ่า วิธีปฏิบัติในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละที่ไม่ถูกต้อง จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มายังเนื้อสัตว์ จากรายงานของ Epling และคณะ (1993) พบว่าการเคลื่อนย้ายสุกรจากฟาร์มมายังโรงฆ่าก็เป็นสาเหตุหนึ่งของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์มายังซาก ซึ่งมาตรการที่ดีในการลดการปนเปื้อนนั้น Pearce และคณะ (2005) แนะนำว่าควรประยุกต์ระบบ HACCP และ GMP มาใช้ ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสัตว์ เพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่จะปนเปื้อน ซึ่งสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ได้กำหนดมาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ของเนื้อสุกร ไว้ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $5x10^5$ โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม โคลิฟอร์ม (Coliform organisms) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน $5x10^3$ ซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม และสตาฟิโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน $1x10^2$ ในขณะที่ตามข้อกำหนดของ EU no 2073/2005 กำหนดให้พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 4.0 log cfu/cm^2 และปริมาณ *Enterobacteriaceae* ไม่เกิน 2.0 log cfu/cm^2 และเชื้อ *Salmonella* ต้องไม่พบในตัวอย่างที่ทำการทดสอบ (Anonymous, 2005)

ดังนั้นเพื่อเป็นการทวนสอบมาตรฐานของกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกร ของโรงฆ่าและชำแหละสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากล จึงควรศึกษาจำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานของโรงฆ่าดังกล่าว และทำให้ทราบถึงปัจจัยการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกรด้วย

1.2 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าชำแหละ และการตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงฆ่าและชำแหละสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐาน

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดใหญ่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานของโรงฆ่าและชำแหละสุกรที่เป็นกรณีศึกษา
2) เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดใหญ่

บทที่ 2
ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

กระบวนการฆ่าสุกรและชำแหละสุกรอาจมีการตัดแต่งร่วมด้วย ซึ่งจะเรียกว่าเป็นแบบมาตรฐาน โดยเป็นกระบวนการฆ่าชำแหละของโรงงานฆ่าที่มีขนาดใหญ่และขนาดกลาง ส่วนโรงฆ่าที่มีขนาดเล็กในบ้านเรา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานของหน่วยราชการส่วนท้องถิ่นและจะฆ่าทั้งสุกรและโค รวมทั้งกระบือด้วยในบางครั้ง จะไม่มีการตัดแต่งเนื้อ มีเพียงกระบวนการฆ่าและชำแหละเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนต่างๆในกระบวนการฆ่าชำแหละสุกร (จุฑารัตน์, 2542) มีดังนี้

2.1.1 การรับสุกร

โดยทั่วไปสุกรที่จะส่งไปฆ่าจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 90-130 กิโลกรัม อายุ 20-30 สัปดาห์การขนส่งสุกรมักใส่ในกระชุซึ่งอาจทำจากหวายหรือเหล็กและขนส่งทางรถยนต์ หรืออาจใช้รถเข็นในกรณีฟาร์มหรือแหล่งที่เลี้ยงสุกรอยู่ใกล้โรงฆ่าสัตว์ ในขณะขนส่งสัตว์มักเกิดความเครียดที่เกิดจากการถูกไล่ต้อนจับ อากาศที่ร้อน การอดอาหารและน้ำขณะขนส่ง ดังนั้นโรงฆ่าสัตว์จะต้องมีคอกพักสัตว์ก่อนทำการฆ่าอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปฆ่า เพื่อลดปริมาณกรดแลคติคในกล้ามเนื้อสัตว์ ในระหว่างนี้สุกรจะต้องงดอาหารให้เพียงน้ำ พร้อมทั้งสัตวแพทย์จะได้ตรวจสุกรก่อนที่จะนำไปฆ่า ถ้าหารสุกรอยู่ในสภาพไม่สมบูรณ์พอก็จะทำการรักษาเสียก่อน หรือกรณีเป็นโรคระบาด และมีโรคติดต่อก็จะทำลายเสีย ส่วนสุกรที่สุขภาพสมบูรณ์ก็จะส่งต่อไปยังขั้นตอนการฆ่าต่อไป สัตว์ที่จะนำมาฆ่าจะต้องได้รับการตรวจรับรองจากสัตวแพทย์แล้ว

2.1.2 การทำให้สุกรหมดความรู้สึกการฆ่าและการรวบรวมเลือด

ตามมาตรฐานสากลวิธีการฆ่ามี 3 วิธี คือ การใช้ปืนยิง(Captive Bolt) การใช้วิธีช็อตด้วยไฟฟ้า (Electrical Stunning) และการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide Immobilization) สำหรับโรงงานฆ่าสุกรในประเทศไทยนิยมใช้วิธีช็อคด้วยไฟฟ้า เพราะทำให้สัตว์เกิดความเครียดได้น้อยที่สุดและสะดวกในการปฏิบัติงานเหมาะสำหรับฆ่าสุกร ซึ่งสุกรจะสลบได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสมองถึงระดับหนึ่ง และจะมีผลทำให้กล้ามเนื้อหดตัวอย่างแรง โดยทั่วไปแรงดันไฟฟ้าของเครื่องช็อคสุกรที่นิยมคือ 290-300 โวลต์ ซึ่งจะทำให้สุกรสลบได้ภายใน 2-3 วินาที ดั้งนั้นเมื่อสุกรสลบแล้วจึงต้องรีบแทงคอเพื่อเอาเลือดออกโดยเร็วที่สุด การแทงคอในตำแหน่งที่จะทำให้สุกรตายโดยเร็วและเลือดออกจากตัวได้มากที่สุดคือ การแทงมีดเข้าไปตัดเส้นโลหิตดำและแดงที่ขั้วหัวใจพอดี และไม่ให้บาดแผลที่เกิดกว้างมาก เพราะน้ำที่ใช้ลวกซากจะเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ ทำให้เนื้อสัตว์

เน่าเสียเร็ว เมื่อแทงคอแล้วจะนำเลือดออกจากตัวสุกรทันที โดยใช้ท่อสายยางนำเลือดออกจากแผลที่คอบรรจุลงในภาชนะที่บรรจุเกลือไว้เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด หรืออาจทิ้งระยะไว้หลังแทงคอ เพื่อให้เลือดสุกรไหลลงสู่ภาชนะโดยตรง สำหรับรวบรวมไว้จะส่งขายต่อไป

2.1.3 การลวกและถอนขน

ซากสุกรที่นำเลือดออกแล้วจะถูกแขวนไว้บนราว โดยใช้ตะขอเกี่ยวขาหลังทั้งสองข้างตรงบริเวณเอ็นรอยหวาย และราวที่แขวนสุกรนี้จะถูกนำไปยังถังลวกซาก ซึ่งภายในบรรจุน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 60-63 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 3-5 นาที หลีกเลี่ยงการใช้อุณหภูมิน้ำที่ลวกซากสูงเกินไป เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงมากจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาการใช้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ การลวกซากจะทำให้การกำจัดขนง่ายขึ้น จากนั้นซากสุกรจะถูกนำเข้าสู่เครื่องขูดขน ซากสุกรที่ถูกขูดขนแล้ว จะถูกขัดทำความสะอาดผิวด้วยเครื่องจักรอีกครั้งหนึ่ง ก่อนจะส่งเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

2.1.4 การชำแหละ

สุกรที่ผ่านการถอนขนและขัดทำความสะอาดแล้วจะถูกนำเข้าสู่ห้องชำแหละ ซึ่งเริ่มจากการผ่าเอาเครื่องในและไส้ออก การใช้มีดกรีดและการล้วงเอาเครื่องในออกจากซาก ต้องทำด้วยความระมัดระวังไม่ให้เครื่องในเช่น กระเพาะ และลำไส้แตก เพราะจุลินทรีย์จะแพร่กระจายเข้าสู่เนื้อเยื่อส่วนอื่นๆ แยกเครื่องในที่อยู่ภายในช่องท้องและภายในช่องอกออกจากกัน นำมาทำความสะอาดและรวบรวมใส่ภาชนะเพื่อเก็บรักษาไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนส่งจำหน่าย หลังจากซากสุกรถูกแยกเอาเครื่องในออกแล้ว จะเป็นการผ่าซากสุกรตามความยาวซากด้วยเลื่อยไฟฟ้าและทำความสะอาดสุกรผ่าซีก ในขั้นตอนนี้จะทำการตรวจเช็คซากและคัดออกโดย สัตวแพทย์ ซากสุกรที่มีคุณภาพดีไม่เป็นโรคจะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการต่อไป คือ ตัดแยกส่วนหัวออก ซากภายหลังการผ่าซีก จะทำการฉีดล้างโดยใช้เครื่องฉีดพ่นน้ำแบบฝอย (spray) ที่มีแรงดันสูงประมาณ 4-5 บาร์ สำหรับล้างทำความสะอาดซาก ทำการชั่งน้ำหนักสุกรผ่าซีกและนำเข้าสู่ห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 3-5 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อลดอุณหภูมิซาก และลดปริมาณการกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อ และลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำในเนื้อเยื่อ หลังจากนั้นจึงนำมาตัดแต่งแยกเนื้อส่วนต่างๆ บรรจุลงภาชนะและเก็บเข้าห้องแช่แข็งอุณหภูมิ –24 ถึง –40 องศาเซลเซียส เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

2.2 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ เกิดจาก 2 กรณีใหญ่ ได้แก่ (จุฑารัตน์, 2542)

1. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในฟาร์ม เช่น เชื้อซัลโมเนลลา ส่วนใหญ่จะปนเปื้อนมาในอาหารสัตว์ แหล่งอาหารที่ปนเปื้อนจุลินทรีย์มากที่สุด คือ ปลาป่น กระดูกป่น เลือดป่น เป็นต้น

การเคลื่อนย้ายสัตว์จากฟาร์มไปยังโรงฆ่าสัตว์ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่ง เพราะเป็นการนำสัตว์จากแหล่งต่างๆ มารวมกันทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังสัตว์อีกตัวหนึ่งได้

2. การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสัตว์ เนื่องจากโรงฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่ไม่ถูกสุขลักษณะ การทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อในกระบวนการต่างๆ ยังไม่ถูกวิธี อีกสาเหตุหนึ่งที่อาจจะเกิดการปนเปื้อนได้คือ จุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารปนเปื้อนเข้าสู่เนื้อสัตว์ ในกรณีที่สัตว์เกิดการสำรอกอาหารออกมา หรือว่าแผลในขั้นตอนการแทงคอเปิดกว้างมากกเกินไปทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ได้

วิลาวัณย์ (2539) กล่าวว่า จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่มาจากภายนอก โดยอาจปนเปื้อนในระหว่างการฆ่าและการชำแหละ จุลินทรีย์เหล่านี้มาจาก ขน หนัง กีบ เท้า ทางเดินอาหารสัตว์ เสื้อผ้า มือของผู้ชำแหละ เครื่องมือเครื่องใช้ อากาศ ในระหว่างจำหน่าย จุลินทรีย์มาจากภาชนะบรรจุ บริเวณวางจำหน่าย ผู้ซื้อ ผู้ขาย อากาศ ซึ่งจุลินทรีย์ที่พบในเนื้อสัตว์มีทั้งแบคทีเรีย รา และยีสต์ แบคทีเรียที่พบได้แก่ *Pseudomonas, Alicaligenes, Bacillus Proteus, Clostridium, Escherichia, Flavobactrium, Leuconostoc, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Staphylococcus* และ *Salmonella* ราที่พบได้แก่ *Alternaria, Monilia, Penicillium, Mucor, Geotrichum, Cladosporium, Thamnidium* และ *Sporotrichum* ส่วนยีสต์ที่พบ ได้แก่ *Candida, Torulopsis, Debaryomyces* และ *Rhodotorula* และสำหรับในผลิตภัณฑ์เนื้อ เช่น เบคอน พบแบคทีเรียพวก *Aeromonas, Alcaligenes, Bacillus, Micrococcus* และ *Staphylococcus*

ซึ่งสอดคล้องรายงานของกับ ธีรพร (2546) ซึ่งกล่าวว่าจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์มีแหล่งที่มาจากผิวหนังสัตว์และทางเดินอาหาร รวมทั้งปนเปื้อนมาจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ มูลสัตว์ ดิน และอาหารสัตว์ ในระหว่างกระบวนการแปรรูปจะมีการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะขั้นตอนการผ่าซากเอาเครื่องในออก แหล่งปนเปื้อนสำคัญ ได้แก่ จากโรงฆ่าสัตว์ และอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการแปรรูป เช่นเดียวกับในรายงานการตรวจพบการปนเปื้อนแบคทีเรียของ Autio และคณะ (2000) พบว่าซากสุกรภายในโรงฆ่าจะมีการปนเปื้อนเชื้อ *L. monocytogenes, Salmonella* spp. และ *Yersinia* spp. เป็นส่วนมาก และจากรายงานของ Trul และคณะ (2003) พบว่าในกระบวนการฆ่าสุกร พบการปนเปื้อนเชื้อ *Campylobactor* spp. ในระบบทางเดินอาหารที่ต่อมทอมซิลร้อยละ 66.7 และลำไส้ใหญ่พบร้อยละ 100

นอกจากนี้ผลการศึกษาของ Swanenburg และคณะ (2001) ได้ตรวจพบแหล่งการปนเปื้อนในขั้นตอนก่อนกระบวนการฆ่า โดยได้ทำการตรวจสอบปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด และเชื้อ *Enterobacteriaceae* ในคอกพักสุกรจากโรงฆ่า 2 แห่งในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยการ swab ที่ผนัง พื้นคอก ในพื้นที่ 50 ตารางเซนติเมตร เก็บน้ำจากพื้นคอกพักสุกร ที่มีส่วนผสมของน้ำพ่นสเปรย์สุกร น้ำปัสสาวะ และมูลสุกร ตัวอย่างละ 100 มิลลิลิตร จัดเก็บตัวอย่างเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นคอกพักขณะที่มีสุกรพักอยู่ ระยะที่ 2 เป็นคอกพักผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค

ระยะที่ 3 เป็นคอกพักที่ปรับปรุงวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค พบว่าปริมาณเชื้อทั้งสองชนิดจากทั้งสองโรงฆ่ามีปริมาณลดลงเมื่อคอกพักสุกรผ่านการทำความสะอาด ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด และเชื้อ *Enterobacteriaceae* ในคอกพักสุกร จากโรงฆ่า 2 แห่ง โดยการ swab และเก็บน้ำจากคอกพักสุกร

โรงฆ่า	คอกพักสุกร	ตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	Log cfu/cm^2, ml aerobic bacteria ± SD	Log cfu/cm^2, ml *Enterobacteriaceae* ± SD
1	มีสุกรพักอยู่	swab	72	5.7 ± 0.9	3.5 ± 1.2
		น้ำ	59	7.3 ± 0.5	5.0 ± 0.6
	หลังทำความสะอาด	swab	40	3.1 ± 1.4	-0.4 ± 1.6
		น้ำ	10	2.1 ± 1.1	0.0 ± 0.2
	ปรับปรุงการทำความสะอาด	swab	50	ไม่พบ	-0.7 ± 1.2
2	มีสุกรพักอยู่	swab	75	6.0 ± 0.5	3.6 ± 0.8
		น้ำ	60	7.5 ± 0.5	5.1 ± 0.6
	หลังทำความสะอาด	swab	50	4.5 ± 0.9	-0.1 ± 1.5

ที่มา : ดัดแปลงจาก Swanenburg และคณะ(2001)

Gill และคณะ (2000) รายงานการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในโรงฆ่าสุกรทั้งหมด 8 แห่งในประเทศแคนาดา โดยทำการตรวจสอบจาก 3 ขั้นตอน คือ ภายหลังการปัดขน หลังจากการผ่าซากก่อนเข้าห้องเย็น และภายหลังจากลดอุณหภูมิซาก 24 ชั่วโมง พบว่าในโรงฆ่า A, B และ E มีจำนวนการปนเปื้อนไม่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอน อยู่ในช่วง 2.33 – 3.35 log cfu/cm^2 ส่วนในโรงฆ่า D และ F พบว่าหลังจากการผ่าซากก่อนเข้าห้องเย็น และภายหลังจากลดอุณหภูมิซากมีจำนวนการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงโดยพบการปนเปื้อนมีจำนวน 2.64, 2.69 และ 1.93, 1.67 log cfu/cm^2 ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 โรงฆ่ามีระบบการเป่าลมเย็นไปยังซากสุกรทำให้มีผลต่อการลดจำนวนการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บางชนิดได้ เช่น *E. coli* ส่วนในโรงฆ่า C พบจำนวนการปนเปื้อนลดลงภายหลังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวน 2.69 log cfu/cm^2 เนื่องจากโรงฆ่า C มีระบบฉีดพ่นน้ำในระหว่างแช่เย็น ส่วนในโรงฆ่า G พบว่าภายหลังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากมีจำนวนการปนเปื้อน จุลินทรีย์เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ขั้นตอนแรกโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวน 2.62 log cfu/cm^2 เนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องเย็นไม่สามารถควบคุมการ

เจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ปนเปื้อนมาได้ เช่น Coliforms และในโรงฆ่า H พบว่าในขั้นตอนหลังจากการผ่าซากก่อนเข้าห้องเย็นมีจำนวนการปนเปื้อนแตกต่างจาก 2 ขั้นตอน โดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวนน้อยที่สุดคือ 1.06 log cfu/cm^2 เนื่องจากในโรงฆ่า H มีการทำความสะอาดซากสุกรหลังจากการปัดขน และมีระบบการเป่าลมเย็นไปยังสุกรหลังผ่าซาก

Declan และคณะ (2002) รายงานการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนในซากสุกรจากโรงฆ่าในประเทศไอร์แลนด์ โดยพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังการแทงคอ บริเวณเนื้อสะโพก สามชั้น และเนื้อสันคอ อยู่ในช่วง 6.1 – 6.4 log cfu/cm^2 ภายหลังการลวกซากที่อุณหภูมิน้ำ 61 องศาเซลเซียส ปริมาณการปนเปื้อนลดลง 3.5 log cfu/cm^2 มีจำนวนเท่ากับ 2.6 – 2.9 log cfu/cm^2 หลังจากขั้นตอนขูดขนปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 2.0 log cfu/ cm^2 มีจำนวนเท่ากับ 4.6 – 4.9 log cfu/cm^2 แต่จุลินทรีย์ มีปริมาณลดลงเมื่อผ่านขั้นตอนการเผาขนมีจำนวนเท่ากับ 1.8 – 2.3 log cfu/cm^2 และจุลินทรีย์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกเมื่อผ่านขั้นตอนการขัดขน และหลังจากผ่าซากเอาเครื่องในออก มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3.5 log cfu/cm^2

Pearce และคณะ (2003) รายงานการตรวจเชื้อจุลินทรีย์จากจุดวิกฤติในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าในประเทศอังกฤษจาก 7 ขั้นตอน ได้แก่ การแทงคอ การลวกซาก การขูดขน การเผาขน การขัดขน การเอาเครื่องในออก และการลดอุณหภูมิซากในโรงฆ่าสุกรของประเทศไอร์แลนด์ พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของ aerobic mesophilic bacteria ลดลงหลังจากลวกซากประมาณ 2.5 log cfu/cm^2 ($P < 0.001$) เมื่อเทียบกับซากหลังแทงคอ หลังขั้นตอนการขูดขนมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นประมาณ 2.0 log cfu/cm^2 หลังขั้นตอนเผาขนจุลินทรีย์มีจำนวนลดลงโดยที่ผิวสะโพก และพื้นท้องมีจำนวนสูงกว่าบริเวณคอ ($P < 0.001$) แต่เมื่อผ่านการปัดขนจุลินทรีย์มีจำนวนสูงขึ้น 1.5 log cfu/cm^2 ($P < 0.001$) ภายหลังขั้นตอนการเอาเครื่องในออกพบว่าผิวซากบริเวณพื้นท้องมีจำนวนจุลินทรีย์สูงกว่าบริเวณคอ และสะโพก ($P < 0.01$) และเมื่อผ่านการลดอุณหภูมิซากแล้วผิวซากบริเวณคอมีการจำนวนจุลินทรีย์สูงขึ้น ($P < 0.01$) ดังตารางที่ 2.2 และพบว่าในขั้นตอนการแทงคอพบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* สูงถึง ร้อยละ 31 ซึ่งชนิดที่พบคือ *S.* Hadar, *S.* Typhimurium, *S.* Derby และ *S.* Infantis ในขั้นตอนการขูดขน และการเอาเครื่องในออกพบ ร้อยละ 7 ของเชื้อ *S.* Typhimurium และ *S.* Derby และพบเชื้อ *S.* Derby ร้อยละ 1 หลังจากขั้นตอนการลวกซาก

ตารางที่ 2.2 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของ aerobic mesophilic bacteria ในกระบวนการฆ่าสุกร (log cfu/cm^2)

ขั้นตอนผลิต	แผลแทงคอ	ลวกซาก	ขูดขน	เผาขน	ปัดขน	เอาเครื่องในออก	ลดอุณหภูมิซาก
สะโพก	6.41	2.65	4.75	2.20	3.31	3.05	3.19
พื้นท้อง	6.35	2.54	4.46	2.25	3.42	3.66	3.65
คอ	6.13	2.41	4.65	1.80	3.54	3.20	3.53

ที่มา : ดัดแปลงจาก Pearce และคณะ (2003)

จุฑารัตน์ และคณะ (2540) ได้เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดบริเวณผิวเนื้อของซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่า และชำแหละจากโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน และโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน โดยทำการสุ่มตัวอย่างเนื้อภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าสัตว์ทันที พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ อยู่ที่ 3.37 และ 4.03 log cfu/g ตามลำดับ

Gill (1998) ได้ศึกษาเกี่ยวกับจุลชีววิทยาว่ามีผลต่อผลิตภัณฑ์ในส่วนของผิวหนังส่วนหลังของซากโคที่ขั้นตอนการบรรจุ โดยทำการสุ่ม swab ตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนของซากที่เกี่ยวข้องกับการตัดแต่ง และผิวเนื้อส่วนสะโพก จำนวน 25 กลุ่มตัวอย่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยของ Aerobic count ในกลุ่มตัวอย่างจะมีค่ากระจายตัวกันไป ซึ่งข้อมูลที่ได้บ่งชี้ได้ว่า จุลินทรีย์สามารถปนเปื้อนซากโคได้หลังจากผ่านขั้นตอนการถลกหนังแล้ว ดังนั้นจึงควรมีมาตรการต่างๆ เข้ามาเพื่อควบคุม เช่น HACCP และระบบการจัดการคุณภาพ (Quality Management System)

2.3 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในโรงฆ่าและชำแหละสุกร

สาเหตุของการปนเปื้อนเนื่องจากจุลินทรีย์มีหลายประการดังนี้คือ

2.3.1 จากตัวของสัตว์เอง

ชนิดของจุลินทรีย์ที่สำคัญ ได้แก่ แบคทีเรียพวกโคลิฟอร์มที่มีอยู่ในเศษอุจจาระและอวัยวะในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งสามารถปนเปื้อนเข้าไปในซากได้ ทำให้เนื้อสัตว์นั้นไม่ปลอดภัยที่จะบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าซากเกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 และเนื้อนั้นนำไปผ่านความร้อนสูงไม่เพียงพอที่จะทำลาย ก็สามารถทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ ตัวอย่างเช่น การเกิดโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากบริโภคเนื้อวัวบดที่ผ่านการให้ความร้อนไม่เพียงพอ ดังนั้นในปี ค.ศ.1993 FSIS-USDA (The Food Safety and Inspection Service of the U.S. Department of Agriculture) จึงได้กำหนดให้โรงงานฆ่าสัตว์มีการตัดแต่งเอาพวกเศษอุจจาระและสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ ออกไปจากซากให้หมดก่อนที่จะทำการล้างและจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคหรือลูกค้าต่อไป นอกจากนี้จากการศึกษาของ Smith และ Graham

(1978) พบว่า การแช่ซากในน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 วินาที จะช่วยลดปริมาณบักเตรีพวกโคลิฟอร์มลงไปได้ถึงร้อยละ 99

2.3.2 จากน้ำใช้ต่าง ๆ

ไม่ว่าจะเป็นน้ำที่ใช้ในการล้างและลวกขนสุกรก่อนการขูดขน หรือน้ำที่ใช้ในการล้างเครื่องมือต่าง ๆ เช่น ในกรณีที่ชำแหละสุกร จะมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากมีดที่ใช้เชือดคอ ดังนั้นน้ำที่ใช้ในการล้างต้องมีคลอรีนที่ตกค้างอยู่ในปริมาณที่กำหนด และการใช้น้ำร้อนลวกขนสุกรก่อนการขูดขน เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนเข้าสู่ซาก โดยผ่านจากหนังและขนสุกรเข้าไปยังเลือด และจากเลือดเข้าสู่กล้ามเนื้อ และเข้าไปยังไขกระดูก ทั้งนี้เพราะหัวใจสุกรยังมีการเต้นอยู่ภายหลังถูกเชือดใหม่ ๆ จะทำให้เกิดการดูดน้ำลวกขนเข้าไปในซากได้ นอกจากนี้น้ำที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ควรจะเป็นน้ำที่ได้มาตรฐานตามมาตรฐานน้ำบริโภค เช่น น้ำหรือน้ำแข็งที่ใช้เป็นส่วนผสมในการทำไส้กรอก

2.3.3 จากอากาศ รอบ ๆ ข้างซากหรือเนื้อสัตว์หรือในห้องที่ทำการแปรรูป

อาจจะปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอากาศตามธรรมชาติได้ ดังนั้นโรงงานต้องมีการสุขาภิบาลที่ดี โดย

- ในห้องเย็นที่เก็บรักษาเนื้อผ่าครึ่งหรือผ่าสี่ อาจมีการใช้ตะเกียงลำแสงอุลตราไวโอเลต (ultraviolet ray lamb) ติดตั้ง เพื่อช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวหน้าของซาก ทำให้สามารถเก็บรักษาซากได้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 15.6 องศาเซลเซียส เพื่อทำการบ่มให้เนื้อวัวนุ่ม แต่การใช้ตะเกียงลำแสงอุลตราไวโอเลตจะผลิตก๊าซโอโซนขึ้น ซึ่งมีผลต่อการทำลายจุลินทรีย์ได้และยังอาจก่อให้เกิดการออกซิไดซ์ของกรดไขมันขึ้นได้ จึงต้องคำนึงถึงข้อเสียนี้ไว้ด้วย

- รักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องตัดแต่งเนื้อสด ในห้องตัดแต่งเนื้อสดจะมีอุณหภูมิสูงกว่าห้องเก็บเล็กน้อย เพื่อให้ความชื้นภายในชิ้นเนื้อซึมผ่านออกมาที่ผิวนอกได้ ทำให้เนื้อที่ชำแหละได้จะดูสดกว่าเมื่อนำออกจากห้องเก็บ อุณหภูมิห้องตัดแต่งควรใช้ประมาณ 10 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ในห้องตัดแต่งควรรักษาให้ต่ำ เพื่อป้องกันการกลั่นตัวของความชื้นจากอากาศบนชิ้นเนื้อ (sweating) ซึ่งจะเป็นผลให้แบคทีเรียเจริญได้ดี และทำให้เกิดการเน่าเสียได้

- รักษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บชิ้นเนื้อที่ตัดแต่งแล้ว ต้องเก็บรักษาให้อุณหภูมิต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยไม่เกิดการหลอมละลายของน้ำแข็งและเกิดเป็นน้ำแข็งขึ้นอีกสลับกัน ดังเช่น อุณหภูมิระหว่าง -2.2 ถึง -1.1 องศาเซลเซียส ซึ่งจะทำให้คุณภาพของเนื้อสดเสียไป ดังนั้นห้องเก็บในช่วงนี้ควรใช้อุณหภูมิระหว่าง -1.1 ถึง 1.7 องศาเซลเซียส และควรรักษาความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บเนื้อสดให้อยู่ระหว่างร้อยละ 90-95 โดยต้องพยายามรักษาความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บเนื้อสดให้มีค่าสูงสุด เพื่อป้องกันน้ำหนักสูญหายเนื่องจากการระเหยของน้ำ และต้อง

ควบคุมความเร็วลมหมุนเวียนในห้องเก็บให้เหมาะสมด้วย ยกตัวอย่างการเก็บเนื้อในห้องเก็บ ให้เนื้อมีผิวหน้าแห้งพอเหมาะ สำหรับในห้องเก็บขนาด 115,000-120,000 ลูกบาศก์ฟุต จะต้องให้มีความเร็วลมหมุนเวียนประมาณ 135,000 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ในห้องเย็นช่วงแรก (cool room) และ 40,000 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีในห้องเก็บ

2.3.4 ผู้ปฏิบัติงาน

โดยเฉพาะจากผู้ปฏิบัติงานที่มีอนามัยส่วนบุคคลไม่ดี เกิดได้จากมือและเสื้อผ้าของผู้ปฏิบัติงานในการเคลื่อนย้ายซาก การตัดแต่งซากและการบรรจุ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรล้างมือทุกครั้งก่อนและหลังปฏิบัติงาน สวมเสื้อผ้าที่สะอาด ทำความสะอาดที่คลุมผมและรองเท้าอย่างสม่ำเสมอ ไม่เป็นโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจหรือโรคผิวหนัง ควรตรวจสอบความสะอาดของคนงานทางจุลชีววิทยา

2.3.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

เช่น มีด ใบเลื่อย ที่ใช้ในการชำแหละและตัดแต่งซาก รวมทั้งเครื่องมือและเครื่องใช้อื่น ๆ ที่ใช้ในระหว่างการดำเนินการแต่ละขั้นตอนไปจนถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่พร้อมรับประทาน ควรมีการตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทุกวัน โดยการตรวจสอบด้วยสายตา (visual inspection) และมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อวัสดุอุปกรณ์ที่สัมผัสกับเนื้อและผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอและทั่วถึงตลอดเวลา เช่น กำหนดให้ทำความสะอาดวัสดุและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการฆ่าและชำแหละและการตัดแต่งซากทุกครั้ง ที่ปฏิบัติการเสร็จด้วยน้ำผสมคลอรีนหรือกรดแลคติก

2.3.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

ได้แก่ สภาพต่าง ๆ ขณะนำไปแปรรูปหรือประกอบอาหาร ทำให้เพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อที่จุลินทรีย์จะปนเปื้อนได้มาก เช่น การตัดชิ้นเนื้อให้มีขนาดเล็กลงหรือการบดสับให้ละเอียด เหล่านี้เป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนลงไปในเนื้อได้มาก และการบดสับหรือการบดผสมยังเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อที่สัมผัสกับอากาศ ค่า oxidation-reduction potential จะสูงขึ้น ซึ่งจะเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศ

2.4 ข้อกำหนดของจุลินทรีย์ในเนื้อสุกร

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติได้กำหนดมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของเนื้อสุกรไว้ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อกำหนดทางด้านจุลินทรีย์ของเนื้อสุกร

กลุ่มสินค้า	จุลินทรีย์	n	c	m	M
เนื้อสุกรสดแช่เย็น/ แช่แข็ง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) (cfu/g at 35-37°C)	5	2	$5x10^5$ cfu/g	$5x10^6$ cfu/g
	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	5	0	$1 x10^2$ cfu/g	-
	แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) *S.typhimurium, S.enteritidis*	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
เนื้อสุกรผ่านความร้อน	จุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) (cfu/g at 35-37°C)	5	2	$1x10^5$ cfu/g	$1x10^6$ cfu/g
	อี โคไล (*E. coli*)	5	0	ไม่พบใน 0.1 g	-
	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส *(Staphylococcus aureus)*	5	0	ไม่พบใน 1 g	-
	แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
	ลิสเทอเรีย โมโนไซโทจีเนส (*Listeria monocytogenes*)	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
	ยีสต์และเชื้อรา (yeast and mold)	5	0	$\leq 1x10^2$ cfu/g	-

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547)

ค่า n หมายถึง จำนวนตัวอย่างขั้นต่ำที่ต้องนำมาตรวจสอบจากสินค้าแต่ละรุ่น (lot)
ค่า m หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์ที่ยอมรับได้ในตัวอย่างที่ตรวจสอบ
ค่า c หมายถึง จำนวนตัวอย่างสูงสุดที่พบจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ในระดับสูงกว่า m
ค่า M หมายถึง จำนวนจุลินทรีย์สูงสุดที่พบในตัวอย่างที่ตรวจสอบ ที่มีผลให้ไม่ยอมรับสินค้ารุ่นที่ตรวจสอบ

- กรณีที่ไม่ได้กำหนดค่า M ไว้ ให้ใช้ค่า m คู่กับค่า c เป็นเกณฑ์ตัดสิน
- กรณีที่กำหนดค่า M ไว้ หากตรวจพบจุลินทรีย์ในตัวอย่างสูงกว่าค่า m จำนวนตัวอย่างต้องไม่เกินค่า c แต่ทั้งนี้ จำนวนจุลินทรีย์ต้องไม่เกินค่า M

2.5 การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในโรงฆ่าและชำแหละสุกร

ผลิตภัณฑ์กลุ่มเนื้อสัตว์ จัดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงสูง เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และมีค่า water activity เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด ดังนั้น

การป้องกัน และควบคุมการปนเปื้อนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งควรมีการควบคุมตั้งแต่ฟาร์ม เพื่อให้ถูกต้องตามสุขลักษณะ รวมถึงการขนส่งเข้าสู่โรงฆ่า จนกระทั่งแปรรูป เนื่องจากจุลินทรีย์มีอยู่ตามธรรมชาติ ทั้งในดิน น้ำ รวมทั้งจากตัวสัตว์เอง ดังนั้นการปนเปื้อนจึงเกิดขึ้นทุกขั้นตอนตั้งแต่การรับสัตว์ก่อนการฆ่า ในระหว่างการฆ่ารวมทั้งในระหว่างการชำแหละ และการตัดแต่ง

ในการขนส่งสุกรมักเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากขน หนัง กีบเท้า (Reid *et al.*, 2002) และมูลสัตว์ บริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสูง ได้แก่ บริเวณที่ตรวจรับสัตว์ จากงานรายงานของ Ellerbroke (1997) พบว่าจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนมากับอากาศ ได้แก่ *Enterobacteriaceae* จะตรวจพบมากบริเวณรับสัตว์ก่อนนำเข้าสู่โรงฆ่า และส่วนของบริเวณชำแหละ รวมทั้งการปนเปื้อนจากซากสัตว์ไปอีกซากหนึ่ง จากการใช้เครื่องมือร่วมกัน หรือมือของพนักงานที่ไม่สะอาด (Legg *et al.*, 1999)

ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีการต่างๆมาประยุกต์ใช้ภายในโรงฆ่า และอุตสาหกรรมทางด้านเนื้อสัตว์ เพื่อช่วยในการลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อสัตว์ เช่น การใช้กรดอินทรีย์ หรือการใช้น้ำความดันสูง เป็นต้น จากรายงานของ ผุสดี (2543) พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 2 (v/v) ในเนื้อสุกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* Derby และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้อสุกรได้

Ogden และคณะ (1997) ศึกษาการใช้กรดโพพิโอนิค และกรดแอสคอร์บิคในการถนอมรักษาเนื้อหมูบด โดยเติมกรดโพพิโอนิกที่ระดับความเข้มข้น 0.136 และ 0.410 mol/l กรดแอสคอร์บิก ระดับความเข้มข้น 0.057 mol/l และใช้กรดโพรพิโอนิกร่วมกับกรดแอสคอร์บิกในอัตราส่วนความเข้นข้นต่างๆ กันลงในเนื้อสุกรบด พบว่าผลของการใช้กรดโพพิโอนิกที่ระดับความเข้มข้น 0.306 mol/l ร่วมกับกรดแอสคอร์บิก ที่ระดับความเข้มข้น 0.043 mol/l จะสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้นานถึง 8 วัน

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

ประภาพร และจุฑารัตน์ (2548) ได้ศึกษาผลของการใช้สาร ละลายกรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 1 สารละลายกรดกลูโคนิคร้อยละ 1.5 สารละลายไนซิน 1,000 IU/ml และสารละลายผสมของสารดังกล่าวในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S.* Derby บนผิวเนื้อสุกร พบว่า สารละลายผสมของกรดแอสคอร์บิกและกรดกลูโคนิค สารมารถลดจำนวนเชื้อดังกล่าวลงได้ 0.67 log cycle และควบคุมการเจริญของเชื้อได้ 5 วันของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อร้อยละ 7.06 และทำให้เนื้อมีสีซีดและมีรสเปรี้ยว ส่วนสารในกลุ่มอื่นๆ ไม่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *S.* Derby

ส่วนการใช้น้ำในการทำความสะอาดสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจใช้วิธีการแช่ การปล่อยให้น้ำไหลผ่าน การสเปรย์น้ำ เป็นต้น (Castillo *et al*., 1998) ซึ่งวิธีการเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดเศษสิ่งสกปรกต่างๆ ที่มองเห็น รวมทั้งเศษขน เศษกระดูก และมูลสัตว์ที่อาจตกค้างอยู่บนซาก ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการข้างต้น ในการลดการปนเปื้อนของซากสัตว์ คือ ความแรงของน้ำ อุณหภูมิน้ำ สารที่ใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์ เวลาที่น้ำสัมผัสซาก สิ่งที่ควรระวังหากใช้วิธีการแช่ซากสัตว์คือ อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างซากสัตว์ และน้ำกับซากสัตว์ได้ ในขณะที่วิธีการสเปรย์น้ำหรือการปล่อยให้น้ำไหลผ่านซากสัตว์ อาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ เนื่องจากความแรงของน้ำ ดังนั้นการเลือกชนิดของหัวสเปรย์ มุมของการสเปรย์ ความดัน และขนาดของซากสัตว์ จึงเป็นปัจจัยร่วมในการลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ การเติมโอโซนลงในน้ำทำเย็น จะช่วยลดการปนเปื้อนข้ามจากน้ำสู่เนื้อสัตว์ได้ (Morris *et al*., 1997) สำหรับเนื้อโคอาจทำการล้างซาก โดยใช้น้ำสะอาดผ่านมาตรฐานสาธารณสุข อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส (Bolton *et al*., 2001) โดยมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อกำจัดเศษกระดูกและเศษเลือด โดยในขั้นตอนนี้จะสามารถลดจุลินทรีย์ที่ผิวได้บางส่วน อย่างไรก็ตามน้ำล้างอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนมากขึ้นได้เช่นกัน

การใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำจะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นสปอร์แบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่ทนร้อนบางชนิด (Gill and Jones, 2000) การใช้น้ำร้อนโดยการลำเลียงซากสัตว์ผ่านหัวฉีดพ่นน้ำที่อุณหภูมิ 75 -85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 – 12 วินาที หรือใช้ม่านน้ำที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อและลักษณะปรากฏของเนื้อสัตว์ การใช้น้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า 74 องศาเซลเซียส ในการล้างซากวัวครั้งสุดท้าย เป็นวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม (Huffman, 2002) การฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำ ทำโดยการกำจัดน้ำที่ผิวก่อนที่จะใช้ไอน้ำ เพื่อทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค โดยเป่าลม หลังจากนั้นใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 82 – 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 – 8 วินาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว โดยใช้น้ำที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิที่ผิวซากลดลงเหลือประมาณ 17.5 – 22.4 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 10 วินาที (Bolton *et al*., 2001)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 วัตถุดิบ สารเคมีและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องชั่งไฟฟ้า (Electrical balancing)	Mettler Toledo	สวิตเซอร์แลนด์
2) ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	Memmert	เยอรมัน
3) ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)	Memmert	เยอรมัน
4) หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)	Tomy SS-320	ญี่ปุ่น
5) ตู้เขี่ยเชื้อ (Lamina flow)		
6) เครื่อง mixer	Vortex	
7) ตู้เย็น (Refrigerator)	LG	เกาหลี

3.1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และ สารเคมี

1) อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar	Merck
2) Peptone	Merck
3) NaCl	

3.2 สถานที่ทำการทดลอง

3.2.1 ห้องปฏิบัติการสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.2 โรงงานแปรรูปสุกร บริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด ต. ช่องสาริกา อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี

3.3 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากลนี้ แบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่

- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

ทำการเก็บตัวอย่างในโรงงานแปรรูปสุกรเบทาโกร เซฟตี้ มีท แพ็คกิ้ง จ.ลพบุรี สัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวม 12 ครั้ง สำหรับการเก็บตัวอย่างซากสุกรจะทำการเก็บครั้งละ 5 ตัว โดยเก็บตัวอย่างจากซากชิ้นเดียวกัน

3.3.1 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.3.2.1 คอกพักสุกร : โดยการ swab บริเวณผนัง และพื้นคอก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ก่อนและหลังสุกรเข้าพัก

3.3.2.2 น้ำพ่นในคอกพักสุกร : สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำพ่นในคอกพักสุกร โดยใช้ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รองจากหัวพ่นน้ำ

3.3.2.3 รถขนส่งสุกร : โดยทำการ swab ผนังและพื้นรถขนส่งสุกร รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ภายหลังการขนส่งสัตว์

3.3.2 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.3.2.1 ซากสุกรก่อนลวก : โดยการ swab บริเวณไหล่ สะโพก ท้อง และสันหลัง รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.2 น้ำลวกซาก : โดยสุ่มเก็บน้ำลวกซากจากประมาณกึ่งกลางถังลวกซากก่อนและหลังลวกซาก

3.3.2.3 แผลแทงคอ : โดยการ swab ตามรอยแผลจากการแทงคอ เพื่อเอาเลือดออก เป็นพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.4 ซากสุกรหลังการขูดขน : โดยการ swab บริเวณซอกขาหน้า ท้อง และสันหลัง ของซากสุกรภายหลังการขูดขน รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.5 ซากสุกรหลังการปัดขน : โดยการ swab บริเวณซอกขาหน้า ท้อง และสันหลังของซากสุกรภายหลังการปัดขน รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.6 มูลสุกร : โดยเก็บตัวอย่างมูลสุกรจากลำไส้ใหญ่ภายหลังการผ่าซาก

3.3.2.7 ซากสุกรผ่าซีก : โดยการ swab บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพกของซากสุกรหลังการนำเอาเครื่องในออกแล้ว รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.8 ซากหลังวัดคุณภาพซาก : โดยการ swab ซากสุกรหลังการวัดคุณภาพซากแล้ว บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.9 ซากสุกรหลังจากแช่เย็น 24 ชั่วโมง : โดยการ swab ซากสุกรผ่าซีกภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.2.10 น้ำพ่นซาก : สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำพ่นซาก โดยใช้ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วรองจากหัวพ่นฉีดน้ำล้างซากก่อนเข้าห้องแช่เย็น

3.3.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างของซากสุกร ที่ผ่านการแช่ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และอุปกรณ์ในห้องตัดแต่งซากสุกร ดังนี้

3.3.3.1 มีดตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มีดที่ใช้ตัดแต่งซากสุกร ก่อนและหลังทำการตัดแต่ง ที่หน้าตัดของมีดทั้ง 2 ด้าน

3.3.3.2 มือพนักงานที่ทำการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มือของพนักงาน ก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของมือที่สัมผัสชิ้นเนื้อ

3.3.3.3 โต๊ะตัดแต่ง : โดยการ swab พื้นโต๊ะก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.3.3.4 ชิ้นเนื้อ : โดยการสุ่มตัดแต่งชิ้นเนื้อจากก้อนเนื้อสะโพก สันหลัง สันคอ และพื้นท้อง รวมน้ำหนัก 25 กรัม

เก็บตัวอย่างจากการ swab ลงในสารละลาย NaCl ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 และเก็บในกล่องน้ำแข็ง เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างในระหว่างการเดินทางมายังห้องปฏิบัติการ ซึ่งใช้เวลาในการเดินทางไม่เกิน 3 ชั่วโมง

3.3.4 การวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด ในตัวอย่าง

นำตัวอย่างจากข้อ 3.3.1 3.3.2 และ 3.3.3 มาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี Pour plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TPC บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง (BAM, 1992)

3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการวิเคราะห์จากข้อ 3.3.4 มาประมวลผล โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) แล้วนำเสนอเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละตัวอย่างและเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เพื่อวิเคราะห์ความเชื่อมโยงในการแพร่กระจายภายในโรงฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3.6 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาในการดำเนินงานตั้งแต่ มีนาคม 2550 – มิถุนายน 2550

87070

บทที่ 4

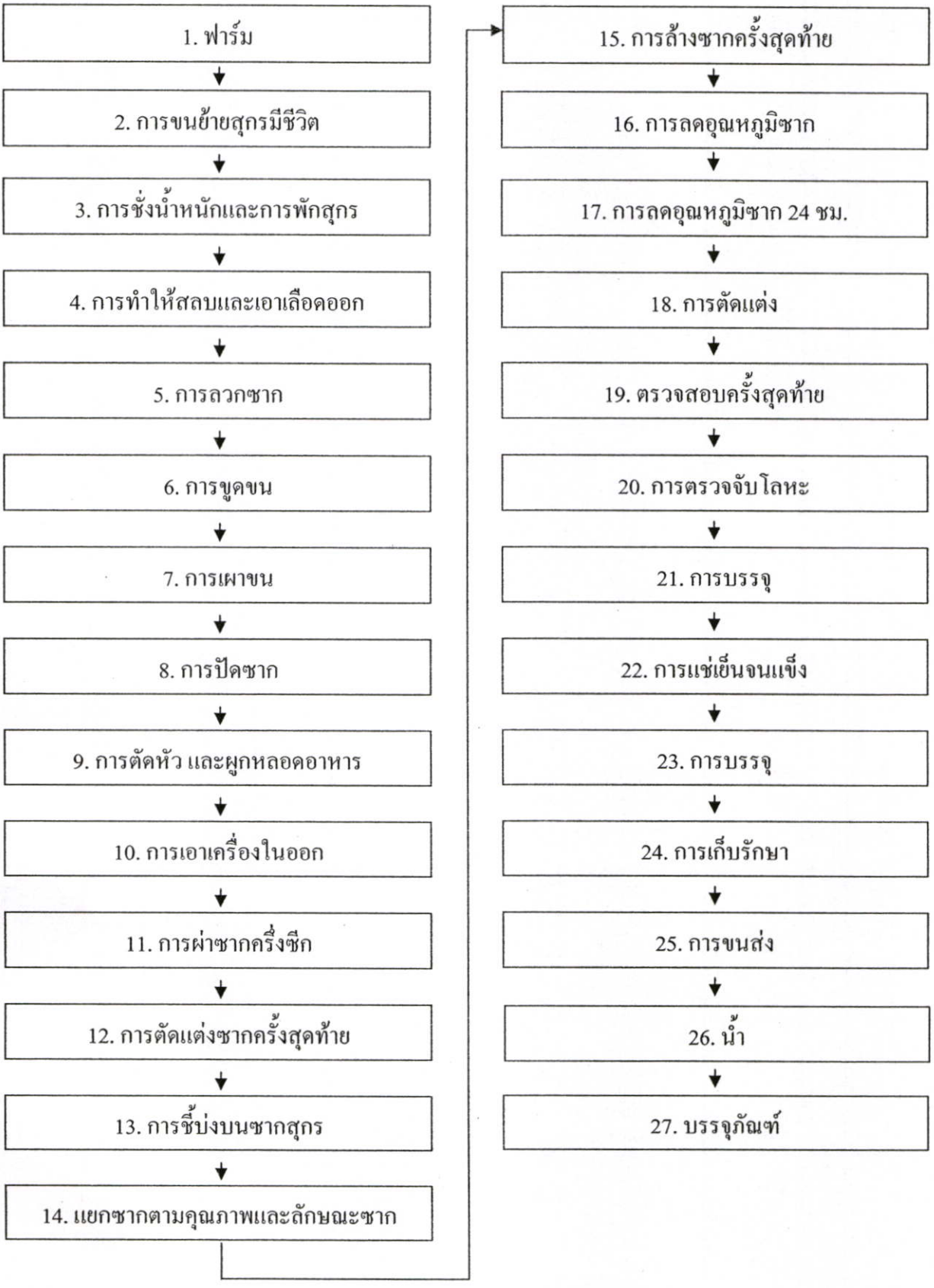
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ข้อมูลโรงงานต้นแบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

บริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด ตั้งอยู่ ณ 215 หมู่ 1 ถ.พระพุทธบาท-เขาสูง ต. ช่องสาริกา อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี 15220 มีกำลังการผลิตประมาณ 800 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงานประมาณ 420 คน ดำเนินการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรเพื่อผลิตและจำหน่ายเนื้อสุกรอนามัย โดยใช้สุกรขุนจากฟาร์มสุกรเอส พีเอฟ และฟาร์มสุกรในเครือเบทาโกรเป็นเนื้อสุกรแช่แข็ง แช่เย็นและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร

4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากลที่เป็นกรณีศึกษา

สำหรับขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและชำแหละตลอดจนไปถึงการตัดแต่งเนื้อสุกรของบริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด นั้นได้แสดงไว้ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงงานฆ่าและชำแหละสุกรที่เป็นกรณีศึกษา

จากกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงงานฆ่าและชำแหละสุกรที่เป็นกรณีศึกษา สามารถสรุปการจัดการในกระบวนการฆ่าสุกรได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การจัดการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งซากสุกรของโรงฆ่าที่เป็นกรณีศึกษา

ขั้นตอน	การจัดการ
1. ฟาร์ม	ฟาร์มที่ส่งสุกรมายังโรงฆ่าแห่งนี้ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์มจากกรมปศุสัตว์ สุกรที่ส่งมายังโรงฆ่าเป็นสุกรลูกผสมเพศเมีย เพศผู้ และเพศผู้ตอน โดยมีน้ำหนักขณะมีชีวิตส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 90 – 120 กิโลกรัม หรือมีน้ำหนักไม่ต่ำกว่า 75 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 150 กิโลกรัม มีอายุระหว่าง 20 – 24 สัปดาห์ สุกรที่ส่งฆ่ามีสุขภาพดี มีการตรวจโดยสัตวแพทย์ก่อนออกจากฟาร์ม
2. การขนย้ายสุกรมีชีวิต	สุกรจะถูกนำมาชั่งน้ำหนักและขึ้นรถขนส่ง โดยรถขนส่งจะต้องทำความสะอาดก่อนขนส่ง และสามารถขนส่งสุกรได้ประมาณ 60 – 80 ตัวต่อคัน
3. การชั่งน้ำหนักและการพักสุกร	เมื่อสุกรมาถึงโรงฆ่าจะถูกนำมาชั่งน้ำหนักตัวอีกครั้ง แล้วจึงนำเข้าสู่คอกพักเพื่อลดความเครียดที่เกิดจากการเดินทาง โดยแยกสุกรในแต่ละฟาร์มออกจากกัน ให้สุกรอยู่ในคอกพักเป็นเวลาประมาณ 2-6 ชั่วโมง ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า ในคอกพักสัตว์จะถูกอดอาหารได้รับเพียงน้ำ นอกจากนี้ยังมีการฉีดน้ำลงบนตัวสัตว์ เพื่อทำความสะอาดสุกรและลดการปนเปื้อนก่อนสัตว์เข้าสู่กระบวนการฆ่า
4. การทำให้สลบและเอาเลือดออก	สุกรถูกทำให้สลบโดยใช้กระแสไฟฟ้า 250-350โวลล์ เป็นเวลาประมาณ 2-3 วินาที แล้วทำการแทงคอทันทีโดยสุกรจะนอนอยู่ในแนวราบ หลังจากนั้นทำการแขวนสุกรด้วยรอกให้เลือดไหลออกมากที่สุดในเวลา 3 นาที

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

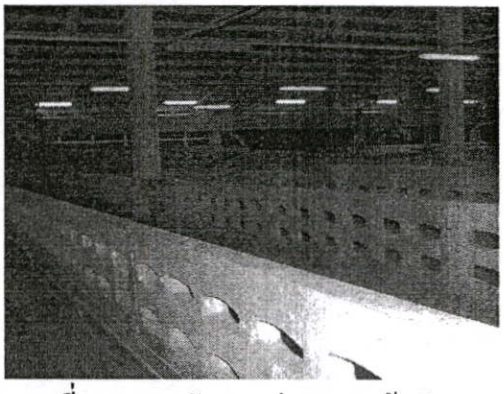
ขั้นตอน	การจัดการ
5. การลวกซาก	ซากที่ผ่านการเอาเลือดออกแล้ว จะถูกนำมาฉีดล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วจะถูกนำไปลวกในถังลวกที่อุณหภูมิน้ำ 60-63 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 นาที โดยซากสุกรยังแขวนอยู่บนรอก มีการเติมน้ำอุ่นลงในถังลวกตลอดเวลาเมื่ออุณหภูมิของน้ำมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เพื่อรักษาระดับอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงที่กำหนด คือ 60-63 องศาเซลเซียส เสมอ
6. การขูดขน	เมื่อนำซากสุกรขึ้นมาจากการลวกแล้ว จะทำการถอดเล็บและทำการขูดขนโดยพนักงานจะใช้มีดขูด
7. การเผาขน	หลังจากการขูดขน ซากจะถูกแขวนขึ้นรอก แล้วเข้าสู่เครื่องเผาขนโดยใช้เปลวไฟที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 วินาที
8. การปัดซาก	หลังจากการเผาขนแล้ว ซากจะเคลื่อนเข้าสู่เครื่องปัดขนเพื่อปัดขนที่ติดอยู่ออกจากตัวซาก
9. การตัดหัว และผูกหลอดอาหาร	ซากจะถูกตัดหัวออก หลังจากนั้นสัตวแพทย์จะทำการตรวจซาก (post mortem inspection) แลเวจึงทำการผูกหลอดอาหารเพื่อป้องกันไม่ให้เศษอาหารที่หลงเหลืออยู่ภายในท่อทางเดินอาหารไหลออกมาปนเปื้อนซาก เมื่อทำการเอาเครื่องในออก
10. การเอาเครื่องในออก	โดยทำการเปิดท้องสุกรที่ตัดส่วนหัวแล้วดึงอวัยวะภายในออก ซึ่งอวัยวะภายในแบ่งเป็น เครื่องในแดง ได้แก่ ปอด ม้าม หัวใจ และเครื่องในขาว ได้แก่ ส่วนของลำไส้หรือทางเดินอาหาร เช่น กระเพาะ ลำไส้ อวัยวะภายในทั้งหมดที่แยกออกมาจากซาก จะถูกแยกนำไปล้างในห้องล้างเครื่องในแดง และห้องล้างเครื่องในขาว
11. การผ่าซากครึ่งซีก	ซากจะถูกผ่าซีกด้วยเลื่อยไฟฟ้า
12. การตัดแต่งซากครั้งสุดท้าย	ซากผ่าซีกจะถูกเอาส่วนของไขสันหลังและต่อมน้ำเหลืองบริเวณคอออก หลังจากนั้นซากถูกฉีดล้างด้วยน้ำแรงดันสูง
13. การชี้บ่งบนซากสุกร	ซากจะเลื่อนไปตามรางผ่านเครื่องชั่งน้ำหนัก และประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง โดยการวัด LSQ และทำเครื่องหมาย เพื่อชี้บ่งในการสอบกลับไปยังฟาร์ม

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	การจัดการ
14. แยกซากตามคุณภาพและลักษณะซาก	ทำการแยกซากที่มีความผิดปกติเพื่อรอให้สัตวแพทย์ตรวจก่อนที่จะทำการรับรองคุณภาพต่อไป
15. การล้างซากครั้งสุดท้าย	ซากที่ปกติจะถูกนำไปผ่านการล้างซากอีกครั้ง โดยการพ่นน้ำด้วยแรงดันที่เหมาะสมเพื่อชำระสิ่งสกปรกและจุลินทรีย์ที่ติดมากับซาก
16. การลดอุณหภูมิซากแบบ Quick chill	นำซากสุกรเข้าห้องแช่เย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ -2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที เพื่อลดอุณหภูมิซาก
17. การลดอุณหภูมิซาก 24 ชม.	หลังจากซากถูกแช่โดย Quick chill แล้วนำไปแช่ภายในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 0-4 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
18. การตัดแต่ง	นำซากสุกรที่แช่เย็นแล้วมาทำการตัดแต่งในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิห้องไม่สูงกว่า 18 องศาเซลเซียส การตัดแต่งจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ - การตัดแต่งในขั้นต้น โดยตัดแต่งซากสุกรออกเป็น 7 ส่วน คือ ไหล่ สะโพก สันคอ สันใน สันนอก สามชั้นและซี่โครง - การตัดแต่งในขั้นที่สอง ทำการตัดให้เป็นชิ้นย่อยตามขนาดหรือตามลักษณะที่ลูกค้าต้องการ
19. ตรวจสอบครั้งสุดท้าย	พนักงานควบคุมคุณภาพจะทำการตรวจสอบลักษณะทางกายภาพด้วยสายตา ที่อาจมีกระดูกติดมา
20. การตรวจจับโลหะ	ชิ้นเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งและตรวจสอบครั้งสุดท้ายแล้วจะถูกส่งผ่านเข้าเครื่องตรวจโลหะ (Metal detector)

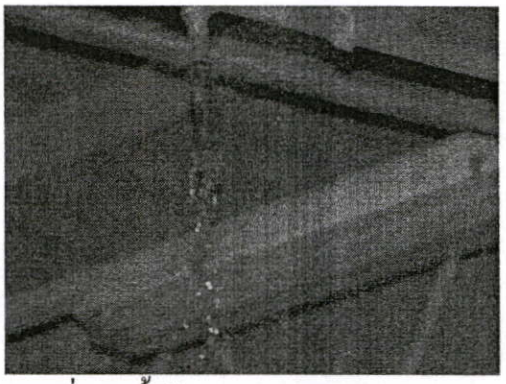
4.3 ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

จากการสุ่ม swab คอกพักสุกรทั้งก่อนและหลังสุกรเข้าพัก ดังภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 สุ่มเก็บน้ำพ่นในคอกพักสุกร ดังภาพที่ 4.4 และสุ่ม swab รถขนส่งสุกร ดังภาพที่ 4.5 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

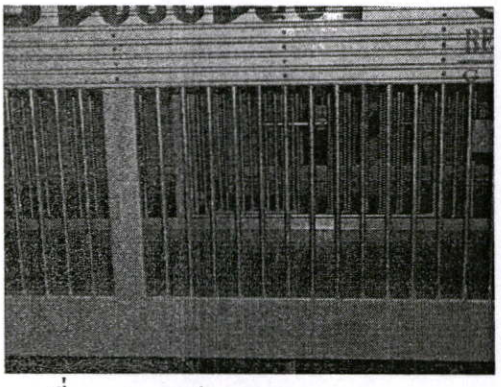


ภาพที่ 4.2 คอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพัก

ภาพที่ 4.3 คอกพักสุกรหลังสุกรเข้าพัก



ภาพที่ 4.4 น้ำล้างคอกพักสุกร



ภาพที่ 4.5 รถขนส่งสุกร

ตารางที่ 4.2 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log cfu/cm^2) $\pm$S.D
รถขนส่งสุกร (n = 12)	7.86 $\pm$ 0.70
คอกพักสุกรก่อนหมูเข้า (n = 12)	5.72 $\pm$ 0.59
คอกพักสุกรหลังหมูเข้า (n = 12)	6.43 $\pm$ 0.39
น้ำพ่นในคอกพักสุกร (n = 12)	ND

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบเชื้อตามวิธีวิเคราะห์ในการทดลองนี้

พบว่าบริเวณผนังและพื้นของรถขนส่งสุกรมีชีวิตมีค่า 7.86 log cfu/cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนมาจากมูลสัตว์ที่ตกค้างในรถขนส่งสุกร และทำให้เกิดการสะสม ดังนั้นจึงต้องมีการทำความสะอาดรถขนส่งสุกร ภายหลังการขนส่งสุกร หรือก่อนเริ่มการขนส่งครั้งต่อไปทุกๆครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากในการขนย้ายสัตว์จากฟาร์มสู่โรงฆ่าเป็นการนำเชื้อจุลินทรีย์แพร่กระจายสู่คน การนำสัตว์จำนวนมากจากแหล่งต่างๆมาอยู่รวมกัน จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค จากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังสัตว์อีกตัว (Smulder and Van Laack, 1992)

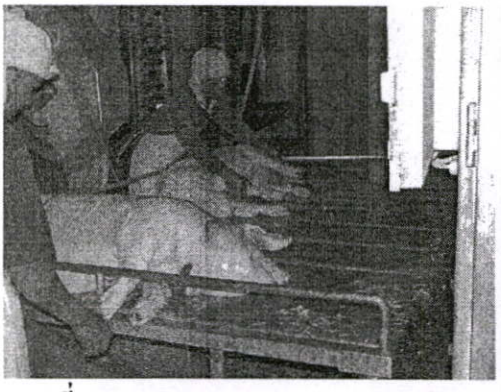
ส่วนคอกพักสุกรก่อนนำสุกรเข้าพักมีค่าเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 5.72 log cfu/cm^2 และภายหลังสุกรเข้าพัก มีค่าเฉลี่ย 6.43 log cfu/cm^2 ซึ่งปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งเนื่องจากคอกพักก่อนนำสุกรเข้าพักมีปริมาณแบคทีเรียค้อนข้างสูง อาจเนื่องจากการทำความสะอาดคอกพักที่ไม่ดีพอ ผลการศึกษานี้มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในคอกพักภายหลังการทำความสะอาดแล้ว มีค่าสูงกว่าผลการศึกษาของ Swanenburg และคณะ(2001) ที่ทำการศึกษาโรงฆ่าในประเทศเนเธอร์แลนด์ที่พบเพียง 3.1 ± 1.4 log cfu/cm^2 และภายหลังปรับปรุงการทำความสะอาดคอกพัก ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียเลย ดังนั้นการทำความสะอาดคอกพักจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก เพื่อเป็นการป้องกันการปนเปื้อนข้ามจากคอกพักมาสู่ผิวหนังของสุกร และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่กระบวนการฆ่าได้ ซึ่ง Morgan และคณะ (1989) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มายังสุกรนั้นมีสาเหตุจากการสัมผัสระหว่างสุกรกันเอง และสุกรกับสิ่งแวดล้อมในคอกพัก และความหนาแน่นของสุกรในคอกพัก จะเห็นได้ว่ากระบวนการก่อนการฆ่า แหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ คือ รถขนส่งสุกร และในคอกพักสัตว์ เพราะมีปริมาณของจุลินทรีย์สูง โดยสาเหตุสำคัญของการปนเปื้อนมาจากมูลสุกร

ในส่วนของน้ำพ่นในคอกพักสุกรซึ่งเป็นน้ำใช้ฉีดล้างตัวสัตว์ที่อยู่ในคอกพัก และก่อนที่สัตว์จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละ ไม่พบเชื้อแบคทีเรียตามวิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ ทั้งนี้น้ำที่ใช้ในคอกพักสุกรของโรงงานเป็นน้ำที่ผ่านการกรอง มีการฆ่าเชื้อด้วยการเติมคลอรีนโดยมีปริมาณคลอรีนอิสระเหลือประมาณ 1 ppm. (Parts per million) ทำให้น้ำมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำที่ใช้บริโภค

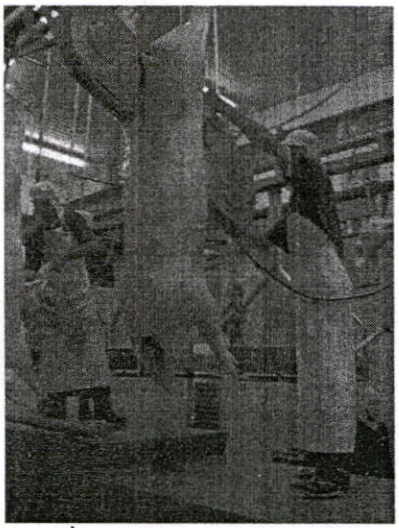
4.4 ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

ในการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร โดยการสุ่ม swab แผลแทงคอและซากก่อนการลวกดังภาพที่ 4.6 ซากหลังการลวกและขูดขน ดังภาพที่ 4.7 ซากสุกรผ่าซีก ดังภาพที่ 4.8 และ 4.9 ซากหลังวัดคุณภาพซากและซากก่อนการแช่เย็น 24 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ ผลแสดงดังตารางที่ 4.3

ภาพที่ 4.6 ซากสุกรหลังจากช็อตให้สลบและ แทงคอ



ภาพที่ 4.7 ซากสุกรขณะทำการขูดขนโดยพนักงานเพื่อทำการขูดขนบริเวณที่เครื่องขูดขนไม่สามารถขูดได้



ภาพที่ 4.8 ขณะทำการผ่าซีกซากสุกร

ภาพที่ 4.9 ซากสุกรผ่าซีก

ภาพที่ 4.10 ซากหลังวัดคุณภาพซาก

ภาพที่ 4.11 ซากสุกรก่อนการแช่เย็น 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างซากของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด(log cfu/cm^2)
แผลแทงคอ (n = 60)	5.65 ± 0.10^{e}
ซากสุกรก่อนลวก (n = 60)	6.91 ± 0.05^{f}
ซากสุกรหลังการขูดขน (n = 60)	5.29 ± 0.08^{d}
ซากสุกรหลังการปัดขน (n = 60)	4.80 ± 0.08^{b}
ซากสุกรผ่าซีก (n = 60)	4.99 ± 0.03^{c}
ซากสุกรก่อนแช่ (n = 60)	4.10 ± 0.06^{a}
ซากสุกรหลังแช่เย็น (n = 60)	4.07 ± 0.08^{a}

a, b, c, d, e, f มีความแตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เป็นการเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของซากในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

พบว่าซากก่อนลวกมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 6.91 log cfu/cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนบนผิวสุกรมาจากฟาร์ม รถขนส่ง และจากคอกพักสัตว์ โดย James และคณะ (2007) ได้กล่าวว่าผนังและพื้นที่ในส่วนการฆ่าเป็นแหล่งสะสมสิ่งสกปรก ทั้งมูล และของเหลวในร่างกายสัตว์ และทันทีที่สัตว์ถูกทำให้สลบ สัตว์จะล้มลงบนพื้น ทำให้บ่งชี้ได้ว่า พื้นจะเป็นทางผ่านที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มายังสุกรได้ เช่นเดียวกับ Huis และคณะ (1992) ได้กล่าวว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนซากสัตว์ในระหว่างกระบวนการฆ่าจะสะท้อนให้เห็นถึงความเอาใจใส่ในการดูแลพื้นภายในโรงฆ่า ชนิดและจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจากสัตว์ในฟาร์มในช่วงเวลาระหว่างการขนส่งสัตว์ไปยังโรงฆ่า ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Declan และคณะ (2002) ที่พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากสุกรก่อนการลวกมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.1 – 6.4 log cfu/cm^2

ส่วนปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดบนแผลแทงคอมีค่า 5.65 log cfu/cm^2 ซึ่งมีค่าลดลงจากซากก่อนการแทงคออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากมีการทำความสะอาดมีดที่ใช้ในการแทงคอ ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ มีค่าต่ำกว่ารายงานของ Pearce และคณะ (2003) ที่พบว่าปริมาณ aerobic mesophilic bacteria บริเวณแผลแทงคอมีค่า 6.13 log cfu/cm^2 ทั้งนี้การปนเปื้อนมาจากบริเวณผิวหนังและจากน้ำที่ฉีดล้างซากจะไหลมาปนเปื้อนยังแผลได้ ซึ่งการปนเปื้อนนี้อาจเข้าสู่ภายในซากทางแผลที่เปิดนี้ จึงควรมีการฉีดล้างตัวสัตว์ให้สะอาดก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละ นอกจากนี้ Troger (1994) ได้กล่าวว่าความเร็วและประสิทธิภาพในการทำสลบ และการแทงคอเอาเลือดออกจะมีผลต่อการปนเปื้อนบนซากสุกร เมื่อเลือดออกจากตัวสุกรจนหมดได้อย่าง

รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ จะสามารถลดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อจากบาดแผลแทงคอไปยังเนื้อเยื่อทั้งหมดได้

ส่วนซากภายหลังการลวกในถังลวกที่มีอุณหภูมิของน้ำลวกประมาณ 60 – 62 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการลวก 2.15 นาที และมีการหมุนเวียนน้ำโดยใช้ระบบน้ำล้น และผ่านการขูดขนด้วยเครื่อง พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 5.29 log cfu/cm^2 ผลการศึกษานี้มีค่าสูงกว่ารายงานของ Declan และคณะ (2002) ที่พบว่าซากภายหลังการลวกที่อุณหภูมิน้ำ 61 องศาเซลเซียส มีปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดเพียง 2.6 – 2.9 log cfu/cm^2 และจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 4.6 – 4.9 log cfu/cm^2 ภายหลังการขูดขน ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องขูดขนเป็นแหล่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มายังซาก นอกจากนี้ยังสูงกว่ารายงานของ Pearce และคณะ (2003) ที่รายงานปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซาก ภายหลังการลวกและขูดขนมีค่าระหว่าง 4.46 - 4.75 log cfu/cm^2 ในการลวกซากนี้ถ้าอุณหภูมิของน้ำลวกสูงเกินไป คือ สูงกว่า 63 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการลวกนานเกินไป จะทำให้ผิวหนังซากเปื่อย จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่บริเวณผิวซากจะสามารถเข้าสู่ภายในเนื้อเยื่อได้ง่าย จึงต้องควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการลวกซากให้เหมาะสม ส่วนซากภายหลังการเผาขนที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 10 – 15 วินาที และผ่านการปัดขนด้วยเครื่องปัดขน พบว่าค่าเฉลี่ยของแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญ คือ 4.80 log cfu/cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากการเผาขนที่อุณหภูมิสูงสามารถทำลายจุลินทรีย์บนผิวซากได้ดี แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้ยังมีปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากที่ผ่านการเผาขนและปัดขนแล้ว สูงกว่ารายงานของ Declan และคณะ (2002) ที่พบเพียง 1.8 – 2.3 log cfu/cm^2 และสูงกว่ารายงานของ Pearce และคณะ (2003) ที่พบปริมาณการปนเปื้อนระหว่าง 3.31 – 3.54 log cfu/cm^2 อย่างไรก็ตามขั้นตอนการลวกและการเผาขนเป็นขั้นตอนสำคัญ ในการลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนผิวซาก เพราะปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงจากขั้นตอนก่อนการลวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Rivas และคณะ (2000) ที่แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการลวกซาก และการเผาซาก ค่าของ Aerobic Plate Count ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.001$) แต่ขณะเดียวกันต้องมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องขูดขน และเครื่องปัดขน อย่างเหมาะสม มิฉะนั้นขั้นตอนทั้งสองอาจเป็นแหล่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ถ้ามีการกำจัดอินทรียวัตถุออกได้ไม่หมด หรือสารทำความสะอาด และสารฆ่าเชื้อไม่สามารถทำความสะอาดได้ทั่วถึงทุกส่วนของเครื่องจักร อาจเนื่องจากบางส่วนไม่สามารถเข้าถึงได้ รวมทั้งไม่ได้มีการทำให้เครื่องจักรแห้งอย่างสมบูรณ์และรวดเร็ว เช่นเดียวกับการศึกษาของ Burt และ Hilton (1996) ที่บ่งชี้ถึงความจำเป็นในการทำให้เครื่องจักรและอุปกรณ์ขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรมการฆ่าสัตว์แห้งอย่างรวดเร็ว เพื่อให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เหลือรอดจากกระบวนการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อ ทั้งนี้ Gill และ Bryant (1993) ได้กล่าวว่าก่อนแบคทีเรียที่อยู่บนผิวซากสุกรจะถูกทำลายลงในปริมาณมากระหว่างการลวกซาก แต่ซากสุกรจะเกิดการปนเปื้อนซ้ำอีกครั้งใน

ระหว่างขั้นตอนการขูดขน และแบคทีเรียที่เหลือรอดจากขั้นตอนการเผาขน จะกระจายไปสู่ซากสุกรในระหว่างขั้นตอนการปัดขน

สำหรับการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากที่ผ่านการผ่าซีกและเอาอวัยวะภายในออกแล้ว มีค่า 4.99 log cfu/cm^2 ซึ่งมีค่าสูงกว่าผิวซากก่อนการผ่าซีก เนื่องจากโรงฆ่าที่เป็นกรณีศึกษานี้ มีการรัดทวารก่อนดึงลำไส้ออกจากช่องท้อง เพื่อป้องกันการรั่วไหลของมูลที่อยู่ภายในลำไส้ใหญ่ ซึ่งมีปริมาณแบคทีเรียสูงถึง 7.06 log cfu/g (ตารางที่ 4.4) ปนเปื้อนมายังซาก ดังนั้นแหล่งการปนเปื้อนสำคัญคืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผ่าซาก เช่น เลื่อย เนื่องจากไม่มีการทำความสะอาดภายหลังการผ่าซากแต่ละครั้ง และอาจเกิดการปนเปื้อนข้ามจากมือพนักงาน ดังนั้นจึงควรมีการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการผ่าซาก และพนักงานควรมีการทำความสะอาดมือในระหว่างปฏิบัติงานด้วย ผลการศึกษานี้มีปริมาณแบคทีเรียบนซากผ่าซีกสูงกว่าผลการศึกษาของ Declan และคณะ (2002) ที่พบเพียง 3.5 log cfu/cm^2 เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Pearce และคณะ (2003) ที่พบว่าปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดบนซากภายหลังการเอาเครื่องในออก มีค่าระหว่าง 3.0 – 3.66 log cfu/cm^2 ซึ่ง Miller และคณะ (1997) ได้กล่าวว่า สัตว์ส่วนใหญ่จะต้องงดการให้อาหารก่อนการนำเข้าสู่กระบวนการฆ่า เพื่อให้ง่ายต่อการเอาอวัยวะภายในออก ซึ่งขั้นตอนการเอาอวัยวะภายในออกเป็นขั้นตอนที่สำคัญหากพนักงานไม่มีความชำนาญอาจทำให้เกิดปัญหาลำไส้แตกได้ และเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนบนซากสุกร

ส่วนซากภายหลังการล้าง พบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงจากซากก่อนการล้างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.10 log cfu/cm^2 ทั้งนี้น้ำที่ใช้ฉีดพ่นล้างทำความสะอาดซากเป็นน้ำที่มีคุณภาพเทียบเท่ามาตรฐานน้ำบริโภค โดยตรวจไม่พบปริมาณแบคทีเรีย (ตารางที่ 4.4) และแรงดันสูงของน้ำที่ใช้ในการฉีดทำความสะอาดซาก สามารถลดปริมาณของจุลินทรีย์บนผิวซากลงได้ ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ Gill และคณะ (1995) ที่ใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ล้างซากสุกรเป็นเวลา 20 วินาที จะช่วยลดระดับของจุลินทรีย์ และ *E. coli* บนซากสุกรได้ถึง 2.5 log cfu/cm^2 และการใช้น้ำอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ล้างเนื้อสุกรที่ตัดแต่งแล้ว เป็นเวลา 2 นาที แล้วฉีดล้างด้วยกรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิเดียวกัน เป็นเวลา 75 วินาที จะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อลงได้เช่นกัน

สำหรับซากภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงจากซากก่อนการแช่เย็นเล็กน้อย คือมีค่าเฉลี่ย 4.07 log cfu/cm^2 ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ Gill และ Jones (1997) ที่พบว่าภายหลังการแช่เย็นซาก ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวซากเพิ่มขึ้น 1 log cfu/cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากลมเย็นที่เป่าลงมาบนผิวซากไม่มีการกรองหรือไม่มีการทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศที่เหมาะสม ทำให้จุลินทรีย์ที่ถูกเป่าลงมายังซากที่แช่เย็น ซึ่งโดยทั่วไปการแช่เย็นซาก จะทำให้ผิวซากแห้งและสามารถอุณหภูมิเย็นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิดได้ (Gill and Jones, 1997)

ตารางที่ 4.4 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำลวกซาก มูลสุกร และน้ำล้างซาก

ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด
น้ำลวกซาก ก่อนลวก (n = 12)	ND
น้ำลวกซาก หลังลวก (n = 12)	1.08 log cfu/ml
มูลสุกร (n = 60)	7.06 log cfu/g
น้ำล้างซาก (n = 12)	ND

หมายเหตุ ND = ตรวจไม่พบเชื้อตามวิธีวิเคราะห์ในการทดลองนี้

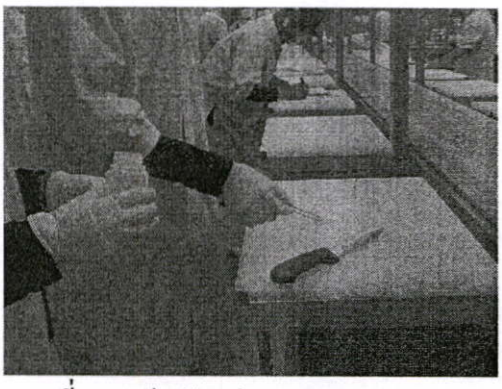
จากตารางที่ 4.4 พบว่าน้ำในถังลวกซาก ก่อนการลวกซากไม่พบปริมาณแบคทีเรีย แต่ภายหลังการลวกซากเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 1.08 log cfu/ml ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำในถังลวกที่ 60 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด แต่จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิสูง ก็ยังสามารถเจริญเติบโตได้อย่างช้าๆ ซึ่งภายในถังลวกภายหลังการลวกซากสุกร จะมีเศษขนและสิ่งสกปรกตกค้างอยู่ภายในถังลวก Mafu และคณะ (1989) กล่าวว่าอุณหภูมิของน้ำลวกซากที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด ได้แก่ *Salmonella, E. coli* และ *Campylobacter* คือ 60-62 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควรมีการถ่ายน้ำออกบางส่วน เมื่อทำการลวกซากไปแล้วเป็นจำนวนหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกภายในถังลวก เช่น เศษขน จะทำให้น้ำลวกสัมผัสซากได้อย่างทั่วถึงโดยไม่มีสิ่งสกปรกมาขัดขวาง

สำหรับมูลของสุกรในลำไส้ใหญ่ มีปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดสูงถึง 7.06 log cfu/g ซึ่งมูลสุกรที่อยู่ภายในลำไส้ใหญ่นี้ เป็นแหล่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น *E. coli* O157:H7 และ *Salmonella* spp. โดยในขั้นตอนของตัดหัว ถ้าไม่ผูกหลอดอาหาร ทำให้เศษอาหารที่ตกค้างในลำไส้ไหลออกมาปนเปื้อนยังซาก

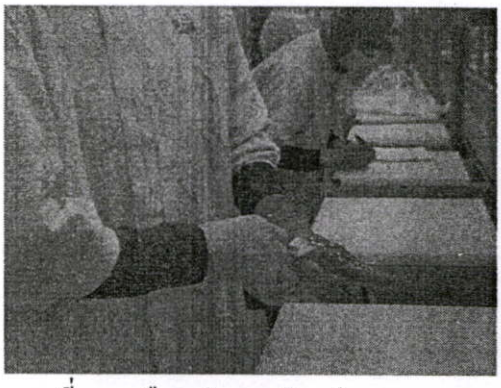
ส่วนน้ำที่ใช้ในการฉีดล้างซาก ตรวจไม่พบแบคทีเรียทีปนเปื้อนตามวิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองและฆ่าเชื้อ และเป็นน้ำที่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) ทำให้ไม่มีผลต่อการปนเปื้อนของแบคทีเรียบนซาก

4.5 ปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

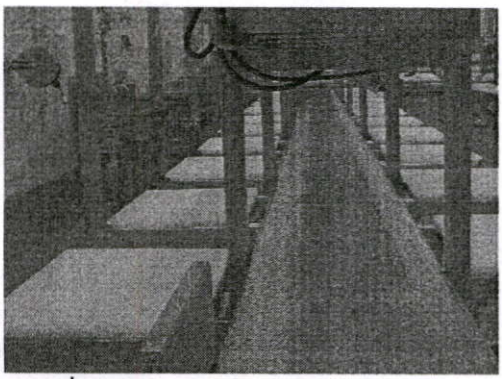
จากการสุ่ม swab มีดที่ใช้ในการตัดแต่งซากสุกร ดังภาพที่ 4.12 มือพนักงานตัดแต่งซาก ดังภาพที่ 4.13 โต๊ะตัดแต่ง ดังภาพที่ 4.14 และสุ่มชิ้นเนื้อจากซากหลังการผ่าซีก และชิ้นเนื้อจากซากภายหลังการล้าง และชิ้นเนื้อภายหลังการตัดแต่ง ดังภาพที่4.15 มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ผลแสดงดังตารางที่ 4.5



ภาพที่ 4.12 มีดตัดแต่งซาก



ภาพที่ 4.13 มือพนักงานตัดแต่งซาก



ภาพที่ 4.14 โต๊ะตัดแต่ง

ภาพที่ 4.15 ชิ้นเนื้อที่ทำการตัดแต่ง

ตารางที่ 4.5 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log cfu/cm^2)
มือพนักงานก่อนการตัดแต่ง (n = 12)	4.31 $\pm$ 0.42
มือพนักงานหลังการตัดแต่ง (n = 12)	4.63 $\pm$ 0.46
มีดก่อนการตัดแต่ง (n = 12)	4.32 $\pm$ 0.18
มีดหลังการตัดแต่ง (n = 12)	5.03 $\pm$ 0.15
โต๊ะก่อนการตัดแต่ง (n = 12)	4.35 $\pm$ 0.46
โต๊ะหลังการตัดแต่ง (n = 12)	4.85 $\pm$ 0.13

พบว่าตัวอย่างมือพนักงาน มีดตัดแต่ง และโต๊ะตัดแต่งก่อนการเริ่มปฏิบัติงาน มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 4.31 4.32 และ 4.35 log cfu/cm^2 ตามลำดับ เมื่อพนักงานปฏิบัติงานไปได้เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าตัวอย่างจากมือพนักงาน มีด และโต๊ะตัดแต่งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นจากก่อนการตัดแต่งเป็น 4.63 5.03 และ 4.85 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

แต่อย่างไรก็ตามปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมีแนวโน้มสูงขึ้น และอาจเป็นแหล่งของการปนเปื้อนมายังชิ้นเนื้อที่ทำการตัดแต่งได้ ดังนั้นแล้วจึงควรให้พนักงานทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่ง และล้างมือทุกๆ ชั่วโมง โดย Eustace และคณะ (2007) รายงานว่ามีดที่ใช้ในโรงฆ่าสัตว์ ควรนำมาทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำอุณหภูมิประมาณ 20 – 40 องศาเซลเซียส แล้วจึงจุ่มลงในอ่างน้ำที่มีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 82 องศาเซลเซียส เพื่อทำการฆ่าเชื้อ และอาจใช้วิธีการทำความสะอาดโดยการใช้น้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการจุ่มแช่มีดที่นานกว่า โดยพบว่าในโรงฆ่าโค มีดที่ใช้ในการตัดแต่งที่ผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยวิธีแรก พบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด 2.18 log cfu/cm^2 แต่ถ้าทำความสะอาดโดยการจุ่มแช่ในน้ำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด 1.78 log cfu/cm^2

ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งในการลดการปนเปื้อนในระหว่างการชำแหละและตัดแต่งเนื้อสัตว์ คือเทคนิควิธีการและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานชำแหละซาก Smulders และ Eikelenboom (1987) รายงานว่า ในขณะที่ทำการชำแหละซากจะต้องพยามยามหลีกเลี่ยงการสัมผัสซากด้วยมือ อาจใช้ตะขอเกี่ยวเนื้อแทนการสัมผัสด้วยมือ นอกจากนี้มีดที่ใช้ในการตัดแต่งก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน พบว่าในการชำแหละซากอุ่นจะทำให้มีดที่อได้ง่าย ทำให้ตัดแต่งเนื้อยากขึ้น นอกจากนี้เนื้อที่ยังอยู่ในสภาพร้อน จะมีความลื่นมือยากต่อการจับ ดังนั้นจึงควรมีการใช้ถุงมือโลหะเพื่อทำให้จับเนื้อให้มั่นขึ้นและป้องกันอันตรายจากมีดได้ แต่การใช้ถุงมือโลหะนั้นจะต้องถูกสุขลักษณะไม่ควรมีคราบเลือด ไขมัน และเศษเนื้อติดถุงมือ ควรทำความสะอาดทุกช่วงของการพักการปฏิบัติงาน

ส่วนชิ้นเนื้อที่ตัดออกมาจากซาก ได้แก่ ชิ้นเนื้อภายหลังการผ่าซากและการวัดคุณภาพซากแล้ว ชิ้นเนื้อที่ต้อมาจากซากภายหลังการล้าง และชิ้นเนื้อภายหลังการตัดแต่ง มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ดังตารางที่ 4.6 โดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของชิ้นเนื้อที่สุ่มจากซากภายหลังการผ่าซีกมีค่า 5.25 log cfu/g ซึ่งเป็นซากที่ยังไม่ผ่านการฉีดล้างด้วยน้ำ ส่วนชิ้นเนื้อที่ตัดจากซากภายหลังการล้างมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลงเหลือ 4.12 log cfu/g ทั้งนี้การฉีดพ่นล้างซากด้วยน้ำสะอาดสามารถชะสิ่งสกปรกออกจากซากได้ ส่งผลให้การปนเปื้อนลดลง และชิ้นเนื้อภายหลังการแช่เย็นที่ 0-4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงและภายหลังการตัดแต่งมีค่า 4.19 log cfu/g ซึ่งปริมาณแบคทีเรียของตัวอย่างชิ้นเนื้อทั้ง 3 ชนิดยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้า

เกษตรและอาหารแห่งชาติได้กำหนดมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ของเนื้อสุกร (2547) ที่กำหนดว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสุกรต้องมีค่าไม่เกิน $5x10^5$ cfu/g หรือ 5.70 log cfu/g

ตารางที่ 4.6 ปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกร

ตัวอย่าง	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log cfu/g)
ชิ้นเนื้อหลังการผ่าซาก (n = 60)	5.25 ± 0.02
ชิ้นเนื้อหลังการล้างซาก (n = 60)	4.12 ± 0.08
ชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่ง (n = 60)	4.19 ± 0.03

ผลจากการสืบค้นทดลองนี้ สามารถกำหนดมาตรการในการควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ได้ดังนี้

1. ฉีดล้างตัวสัตว์ด้วยน้ำสะอาดในขณะที่สัตว์อยู่ในคอกพักก่อนทำการฆ่า
2. ควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุมระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำลวกซาก
3. มีการรัดทวารก่อนทำการเปิดซากและเอาอวัยวะทางเดินอาหารออกจากช่องท้อง เพื่อป้องกันการแตกหรือการปนเปื้อนจากสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้มายังซาก
4. ใช้น้ำสะอาดแรงดันสูงฉีดล้างซากภายหลังการผ่าซีก ก่อนการนำซากไปแช่เย็น
5. มีการทำความสะอาดและต้มฆ่าเชื้อมีดที่ใช้ในการผ่าซากทุกครั้งที่เปลี่ยนซากใหม่หรือจัดให้มีการใช้มีดหลายๆด้าม สลับกันใช้และฆ่าเชื้อ
6. พนักงานที่สัมผัสซากต้องล้างมือทุกครั้งภายหลังการสัมผัสซากแต่ละตัว
7. พนักงานตัดแต่งต้องล้างมือ และมีดและต้มฆ่าเชื้อมีดในน้ำร้อนอุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที ทุกๆชั่วโมง

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง ของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐาน พบว่าปัจจัยสำคัญต่อการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในขั้นตอนก่อนการฆ่า และชำแหละ คือรถขนส่งสุกร ซึ่งมีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 7.86 log cfu/cm^2 เนื่องจากมูลสุกรที่ตกค้างในรถขนส่งสุกร รวมถึงคอกพักสุกรที่มีเชื้อสะสมก่อนสุกรเข้าพัก เฉลี่ย 5.72 log cfu/cm^2และภายหลังสุกรเข้าพักมีปริมาณเชื้อ 6.43 log cfu/cm^2 ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนในขั้นตอนนี้ได้โดยใช้น้ำสะอาดฉีดชำระล้างคอกพักก่อนสุกรเข้าพักและฉีดพ่นน้ำเพื่อล้างสุกรก่อนเข้าสู่กระบวนกาและชำแหละด้วยน้ำแรงน้ำสูง

ส่วนในระหว่างกระบวนการฆ่า พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อมีแนวโน้มลดลงตามลำดับในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกร โดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากก่อนการลวก มีค่า 6.91 log cfu/cm^2 และภายหลังการลวกในน้ำที่มีอุณหภูมิประมาณ 60 – 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2.15 นาที และผ่านการขูดขนด้วยเครื่อง พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากเฉลี่ย 5.29 log cfu/cm^2 ส่วนซากภายหลังการเผาขนที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส และปัดขนด้วยเครื่องปัดขนมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด 4.80 log cfu/cm^2 และภายหลังการเปิดซากเอาเครื่องในออกและผ่าซากเป็น 2 ซีก ปริมาณแบคทีเรียบนผิวซากเพิ่มขึ้นเล็กน้อยคือ 4.99 log cfu/cm^2 แต่หลังจากฉีดน้ำล้างซาก ก่อนนำซากไปลดอุณหภูมิปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเหลือ 4.10 log cfu/cm^2 และภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากลดลงเล็กน้อย คือมีค่า 4.07 log cfu/cm^2 จะเห็นได้ว่าการฉีดล้างซากด้วยน้ำสะอาด สามารถลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ลงได้

ในส่วนของชิ้นเนื้อสุกรที่สุ่มตัดจากซากภายหลังการผ่าซาก มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ย 5.25 log cfu/g ในขณะที่ชิ้นเนื้อจากซากภายหลังการล้างมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด 4.12 log cfu/g แต่ชิ้นเนื้อจากซากที่ผ่านการตัดแต่งแล้วมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ 4.19 log cfu/g ทั้งนี้เนื่องมาจากกระบวนการตัดแต่ง ชิ้นเนื้อจะต้องสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่ง เช่น มีดและโต๊ะ และมือของพนักงานที่ทำการตัดแต่งด้วย ซึ่งสามารถเป็นแหล่งการปนเปื้อนได้

ปริมาณเชื้อบนมีด โต๊ะ และมือพนักงานก่อนการตัดแต่ง มีค่า 4.32, 4.35, 4.31 log cfu/cm^2 ตามลำดับ และภายหลังการตัดแต่งเนื้อสุกรเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นเป็น 5.03, 4.85 และ 4.63 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ดังนั้นจึงควรให้พนักงานตัดแต่งล้างมือ และมีดทุกๆ ชั่วโมง และต้มฆ่าเชื้อมีดในน้ำร้อนที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส

สำหรับน้ำที่ใช้ในคอกพักและในการฉีดล้างซาก รวมทั้งน้ำในถังลวกซากก่อนการลวก ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรีย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ใช้มีมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค

จากการศึกษานี้สามารถกำหนดมาตรการในการควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ได้โดยทำการฉีดล้างตัวสัตว์ด้วยน้ำสะอาดในขณะที่สัตว์อยู่ในคอกพักก่อนทำการฆ่า ควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุม ระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำลวกซาก มีการรัดทวารก่อนทำการเปิดซากและเอาอวัยวะทางเดินอาหารออกจากช่องท้อง เพื่อป้องกันการแตกหรือการปนเปื้อนจากสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้มายังซาก ใช้น้ำสะอาดแรงดันสูงฉีดล้างซากภายหลังการผ่าซีก ก่อนการนำซากไปแช่เย็น มีการทำความสะอาดและต้มฆ่าเชื้อมีดที่ใช้ในการผ่าซากทุกครั้งที่เปลี่ยนซากใหม่ พนักงานที่สัมผัสซากต้องล้างมือทุกครั้งภายหลังการสัมผัสซากแต่ละตัว และต้มฆ่าเชื้อมีดในน้ำร้อนอุณหภูมิ 82 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที ทุกๆชั่วโมง

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานในครั้งนี้ พบว่าเชื้อแบคทีเรียในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรมีแนวโน้มลดลงตามลำดับขั้นตอนการฆ่าและชำแหละเนื้อสุกร ดังนั้นจึงต้องควบคุมเรื่องวิธีการทำความสะอาดรถที่ใช้ในการขนส่งและคอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพักและหลังเข้าพัก และการฆ่าเชื้อของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งเนื้อ รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ที่สัมผัสซากและชิ้นเนื้อ และให้การอบรมกับพนักงานอย่างสม่ำเสมอ ก่อนการเริ่มปฏิบัติงานควรมีการเข้มงวดในการควบคุมการทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อของอุปกรณ์ และมือพนักงานอย่างถูกวิธี เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ไปสู่ชิ้นเนื้อ ซึ่งในส่วนของการควบคุมการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดจะต้องปฏิบัติตั้งแต่จุดเริ่มต้นคือฟาร์มจนกระทั่งถึงผู้บริโภคตรามห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นในการควบคุมต้องใช้มาตรการในการควบคุมและโปรแกรมการปฏิบัติงานต่างๆอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยเฉพาะในจุดที่เป็นจุดควบคุมวิกฤต เช่น

1. การตรวจสุกรก่อนฆ่า ควรมีการตรวจสุกรทุกตัวก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าโดยตรวจตามโปรแกรมการตรวจสัตว์ก่อนฆ่าและการตรวจซากโดยผู้ทำการตรวจสุขภาพสัตว์จะต้องผ่านการอบรมทางด้านการตรวจจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและได้รับการยอมรับจากกรมปศุสัตว์ ซึ่งเมื่อพบสัตว์ป่วยหรือกำลังตั้งท้องต้องจัดให้มีการแยกไว้ต่างหากในคอกพักสัตว์ป่วย

2. การลวกซาก ควรควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส มีการเติมน้ำร้อนอุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส ลงในถังลวกซากทุกๆการลวกสุกร 7-10 ตัว และมีการทำความสะอาดเครื่องลวกซากภายหลังเสร็จสิ้นการฆ่าในแต่ละครั้ง ตามโปรแกรมทำความสะอาด

3. การเปิดเอาซากเครื่องในออก ซึ่งการเปิดซากต้องมัดลำไส้ใหญ่เพื่อไม่ให้มูลสุกรจากลำไส้ปนเปื้อนมายังซาก อีกทั้งพนักงานที่ทำหน้าที่ต้องผ่านการอบรมและมีประสบการณ์ แต่เมื่อเกิดเหตุการแตกของลำไส้จะต้องทำการแยกซากออกจากซากอื่นๆและนำมาฉีดล้างด้วย กรดแลคติดเข้มข้น 2 %

ส่วนในขั้นตอนอื่นๆ นั้นจะต้องจัดโปรแกรมที่เหมาะสมและมาตรการในการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย เช่น โปรแกรมในการทำความสะอาดโรงงานและอุปกรณ์ที่สัมผัสซากสุกร โปรแกรมในการขนส่ง การเติมคลอรีนในน้ำใช้ การพักสัตว์ แล้วทำการอบรมพนักงานให้นำไปปฏิบัติอย่างถูกต้องและเคร่งครัดเพื่อให้เนื้อสุกรมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ของโรงฆ่าและตัดแต่งขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการทวนสอบระบบ GMP และ HACCP สำหรับโรงฆ่าและชำแหละสุกรนี้ และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบ ในการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ของโรงฆ่าและชำแหละสุกรนี้ และยังใช้เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันความปลอดภัยของเนื้อสุกร ในการเจรจาทางการค้าได้ด้วย

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล คมแข พิลาสมบัติ และ ประภาพร ขอไพบูลย์. 2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐาน โดยใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน." หน้า 94 – 95. ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542. การจัดการโรงฆ่าสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 260 น.

ธีรพร กงบังเกิด. 2546. **จุลชีววิทยาอาหาร.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

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

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

ผุสดี ตังวัชรินทร์. 2543. "ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลคติกในการลดปริมาณเชื้อ Salmonella derby และ Staphylococcus aureus บนเนื้อสุกร" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2539. **จุลินทรีย์ที่มีความสำคัญด้านอาหาร.** คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติประเภทเนื้อสุกร. [Online Available]

AOAC International. 1992. Bacteriological Analytical Manual (BAM). 8th edition Revision A, Published and distributed by AOAC International, USA.

Anonymous.2005."Commission regulation (EC) no. 2073/2005 on Microbiological Criteria for Foodstuffs. Off." **J. Eur. Union L**. 338: 1-26.

Autio, T., Sateri, T., Fredriksson, M.A., Rahkio, M., Lundenand, J. and Korkeala, H. 2000. *"Listeria monocytogenes* Contamination Pattern in Pig Slaughterhouses." **Journal Food Protect.** 63 : 1438 – 1442.

Bolton, D., A. Doherty and J. Sheridan. 2001. "Beef HACCP : Intervention and Nonintervention Systems." **Journal of Food Protection.** 66: 119 - 129.

Burt, S.A. and M.H. Hinton. 1996. "Concerted action CT94 – 1456. Microbial control in the meat industry, Vol. 5. Cleaning and disinfection of equipment and premises." University of Bristol Press. Bristol, UK.

Castillo, A., L. Lucia, K. Goodson, J. Savell and G. Acuff. 1998. " Use of Hot Water for Beef Carcass Dacontamination." **Journal of Food Protection.** 61: 19 - 25.

Declan, J., Bolton, R. Pearce, James, J. and Sheridan, M.A. 2002. "Risk Based Determination of Critical Control Points for Pork Slaughter." **Research Report** 56 :1 - 19.

Ellerbroek, L. 1997. "Airborne Microflora in Poultry Slaughtring Establishments." **Journal of Food Microbiology.** 14(6) : 527 – 531.

Epling, L.K., Carpenter, J.A., Blankenship, L.C., 1993. Prevalence of Campylobacter spp. and Salmonella spp. on pork carcasses and the reduction effected by spraying with lactic acid. **Journal of Food Protection**. 56 (6), 536–537.

Eustace, I., J. Midgley, C. Giarusso, C. Laurent, I. Jenson and J. Sumner. 2007. " An alternative process for cleaning knives used on meat slaughter floors." **International Journal of Food Microbiology**. 113 :23 – 27.

Gill, C.O. 1998. "HACCP by Guesswork or by the Numbers." **Food Quality**. 6: 28 – 32.

Gill, C.O., D.S. Mcginnis, J. Bryant and B. Chabot. 1995. "Decontamination of commercial, polished pig carcasses with hot water." **Food Microbiology.** 2(2) : 143 – 149.

Gill, C.O. and J. Bryant. 1993. "The presence of *Escherichia coli, Salmonella* and *Campylobacter* in pig carcass dehairing equipment. **Food Microbiology**. 10(4): 337 – 344.

Gill, C.O. and T. Jones. 1997. " Assesment og the hygienic performances of an air – cooling process for lamb carcasses and a spray – cooling process for pig carcass." **International Journal of Food Microbiology.** 38 : 85 – 93.

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

Gill, C.O., Dussault, F., Holley, R.A., Houde, A., Jones, T., Rheault, N., Rosales A. and Quessy, S. 2000. "Evaluation of the Hygienic Performances of the Processes for Cleaning Dressing and Cooling Pig carcasses at Eight packing plants." **International Journal of Food Microbiology.** 58 : 65 - 72.

Huffman, R.D. 2002. "Current and Future Technologies for the Decontamination of Carcasses and Fresh Meat." **Journal of Meat Science.** 62: 285 – 294.

Huis in't Veld, J.H.J., R.W.A.W. Mulder, and J.M.A. Snijder. 1992. "Impact of animal husbandary and slaughter : technologies on microbial contamination of meat : Monitoring and control." [Online Available : 2 October 2003]

Legg, S.J., N. Khela, P. Madie, S.G. Fenwick, V. Quynh and D.I. Hedderley. 1999. "A Comparison of Bacterial Adherence to Bare Hands and Gk\loves Following Simulated Contamination From a Beef Carcass." **International Journal of Food Microbioloy.** 53: 69 – 74.

James, S.J., G. Purnell, C.-A. Wilkin, M. Howell and C. James. 2007. "7 the international symposium on the epidemiology and control of foodborne pathogens in pork." Verona, Italy.

Mafu, A. A., R. Higgins, M. Nadeau and G. Cousineau. 1989. "The incidence of *Salmonella, Campylobacter* and *Yersinia enterocolitica* in swine carcasses and the slaughterhouse environment." **Journal of Food Protection.** 52(9) : 642 – 645.

Miller, M.F., M.A. Carr, D.B. Bawcom, C.B. Ramsey, and L.D. Thomson. 1997. "Microbiology of pork carcsaaes from pigs with differing origins and feed wiyhdrawal times." **Journal of Food Protection.** 60(3) : 242 – 245.

Morgan, I.R., F.L. Krautil, and J.A. Craven. 1989. " Bacterial populations on dressed pig carcass Salmonella Contamination of slaughter pigs." **Epidemiology and Infection.** 98 : 323 – 330.

Morris, C.A., L.M. Lucia, J.W. Savell and G.R. Acuff. 1997. "Trisodium Phosphate Treatment of Pork Carcasses. **Journal of Food Science.** 62: 402 – 405.

Ogden, S.K., A.J. Taylor, C.E.R. Dodd, I. Guerrero, H. Buendia and F. Gallardo. 1997. "Preservative Effect of Combined Propionic and Ascorbic Acid on Pork Meat Stored at 25°C." **Journal of Food Protection.** 60: 935 - 942.

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 Point Systems." **International Journal of Food Microbioloy.** 90 : 331 – 339.

Pearce R.A., Sheridan J.J., and Bolton D.J. 2005. Distribution of airborne microorganisms in commercial pork slaughter processes. The National Food Centre, Ashtown, Dublin 15, Ireland

Rivas, T., J.A. Vizcaino, and F.J. Herrera. 2000. "Microbial contamination of carcasses and equipment from an Iberian pig slaughterhouse." **Journal of Food Protection.** 63(12) : 1670– 1675.

Reid, C.A., A. Small, S. Avery and S. Buncic. 2002. "Presence of Foodborne Pathogen in Cattle heids." **Food Control.** 59: 751 – 756.

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

Smulders, F.J.M. and G. Eikelenboom. 1987. "Accelerate meat processing microbkological aspects." In Romita, C. and A.A. Taylor(eds). **Accelerate Processing of Meat.** London : Elsevier Applied Science Publ.

Smulders, F.J.M. and R.L.J.M. Van Laack. 1992. "On the Quality of Pork 1. Microbiological Concerns." **Fleischwirtschaft.** 72(6) : 888-890.

Swanenburg, M., Avery, H.A.P., Urling, D.A., Keuzenkamp and Snijders, J.M.A. 2001. *"Salmonella* in the Lairage of Pig Slaughterhouses." **Journal of Food Protection.** 64 : 12-16.

Troeger, K. 1994. "Evaluating hygiene risks during slaughtering." **Fleischwirtschaft.** 74(6): 624 – 626.

Trul, N., Kar, E., Hild, K.H. and Ole, J.R. (2003). "Occurrence of Yersinai enterocolitica and Campylobacter spp. In Slaughter pig and Consequences for Meat inspection, Slaughtering and Dressing Procedures." **International Journal of Food Microbioloy.** 80 : 231 – 240.

USDA. 1995. U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service. Pathogen Reduction,hazard analysis and critical control point systems, proposed rule. Fed. Regist. 60 : 6774 – 6889.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วิธีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยวิธีนับจุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด(Viable plate count) นี้เป็นการนับจำนวนจุลินทรีย์เฉพาะที่ยังมีชีวิตอยู่และสามารถเพิ่มจำนวนเจริญเติบโตเป็นโคโลนีได้บนอาหารวุ้น (Agar media) โดยถือหลักการว่าเซลหนึ่งเซล หรือกลุ่มของเซลที่อยู่ใกล้ๆกันจะเพิ่มจำนวนเจริญเติบโตทับถมกันเป็น 1 โคโลนีการตรวจนับจะให้ความแม่นยำที่สุดเมื่อ

1.1 ตัวอย่างมีความเจือจางพอเหมาะ คือมีปริมาณจุลินทรีย์ในระดับที่เมื่อเจริญเติบโตในอาหารวุ้นแล้วจะมีจำ นวนโคโลนีระหว่าง 30-300 โคโลนีต่อจานเพาะเชื้อ

1.2 จุลินทรีย์ในตัวอย่างมีการกระจายดีและเกาะกลุ่มน้อยที่สุด

1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อเหมาะสม

1.4 อุณหภูมิ และ สภาพแวดล้อมอื่นๆเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

1. การหาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Standard Plate Count)

นำตัวอย่างเนื้อสุกรหรืออุจจาระสุกรมาตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดตามวิธี Standard plate count โดยใช้กรรไกรหรือช้อนที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วตัดหรือตักเนื้อสุกรหรืออุจจาระสุกรมาประมาณ 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เติมสารละลายเปบโตน ซึ่งผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วจำนวน 225 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1: 10 นำไปตีป่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารเป็นเวลา 2 นาที นำตัวอย่างไปทำให้เจือจางลงเป็นลำดับ

1. การเตรียมตัวอย่าง ให้มีความเจือจางที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดโคโลนีในจานเพาะ เชื้อ 30-300 โคโลนี โดยการเจือจางตัวอย่างอาหาร ให้มีความเจือจาง 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ

2. ปิเปตตัวอย่างอาหาร ที่เตรียมไว้แต่ละความเจือจาง 1 มิลลิลิตรใส่ในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อมาเรียบร้อยแล้ว เขียนสัญลักษณ์และรายละเอียดบนฝาจานให้ครบถ้วน ระดับความเจือจางละ 2 จาน แล้วทำการ pour plate โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar (PCA) ที่หลอมแล้วมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ประมาณ 15 มิลลิลิตรลงในจานเพาะเชื้อ หมุนจานเพื่อให้อาหารเลี้ยงเชื้อผสมกับตัวอย่างอาหาร ปล่อยทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

3. ทำการเพาะเชื้อไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิประมาณ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

4. การนับจำนวนโคโลนีและการรายงานผล หลังจากบ่มในตู้เพาะเชื้อเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นำจานออกจากตู้อบเพาะเชื้อเพื่อนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น

2. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์พื้นผิวจากตัวอย่าง อุปกรณ์และมือพนักงาน

2.1 การ Swab พื้นผิวโดยการ swab test

2.1.1 นำไม้ Swab (ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) จุ่มลงในขวดแก้วที่มีสารละลาย 0.85% Nacl ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

2.1.2 นำไม้ Swab ออกจากขวดแก้วโดยหมุนหัวไม้ Swab กดกับข้างขวดแก้วด้านในเพื่อรีดไม่ให้สารละลายชุ่มเกินไป

2.1.3 จรดปลายไม้ Swab กับพื้นผิวหมุนหัวไม้จนทั่วบริเวณพื้นผิวที่ต้องการ

2.1.4 นำไม้ Swabใส่กลับลงในขวดแก้วโดยหักปลายไม้ Swabให้สำลีจุ่มลงในสารละลายแล้วปิดฝาขวดแก้ว

2.2 การเจือจางตัวอย่าง

2.2.1 ขวดแก้วที่บรรจุไม้ Swab (ตัวอย่างเจือจางเป็นอัตราส่วน1:10)

2.2.2 ปิเปตตัวอย่างจากข้อ 2.2.1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย Peptone water ปริมาตร 9 มิลลิลิตร (ตัวอย่างเจือจางเป็นอัตราส่วน 1:100)

2.2.3 ทำการเจือจางที่ 10^{-1} - 10^{-3} เจือตัวอย่างอาหารในลักษณะเดียวกันนี้จนได้อัตราส่วนที่ต้องการ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายชัยวัฒน์ เหลืองภัทรรักษ์

วันเดือนปีที่เกิด 6 พฤษภาคม 2521

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2544 วิทยาศาสตรบัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ.2542 ประกาศนียบัตรวิชาชั้นชั้นสูง (เคมีปฏิบัติการ)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

พ.ศ.2539 มัธยมศึกษาปีที่ 6 (วิทย์-คณิตฯ)
โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์