การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

TOTAL BACTERIAL CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSES OF INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

จีรวรรณ บุญพูลผี
CHEERAWAN BUNPULMEE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AG-M-031-104

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

TOTAL BACTERIAL CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSES OF INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

T 081351

จีรวรรณ บุญพูลมี

CHEERAWAN BUNPULMEE

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 81351
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2551

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

KMITL – 2008 – AG – M – 031 - 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOTAL BACTERIAL CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSES OF INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

CHEERAWAN BUNPULMEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADGRABANG
2008

KMITL – 2008 – AG – M – 031 - 104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADGRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

Total Bacterial Contamination in Slaughtering and Cutting Processes of International Standard Pig Abattoir

ชื่อนักศึกษา นางสาวจีรวรรณ บุญพูลมี

รหัสประจำตัว 46069902

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สัตวศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.รณชัย	สิทธิไกรพงษ์	
รศ.ดร.จุฑารัตน์	เศรษฐกุล	
ผศ.ดร.ประภาพร	ขอไพบูลย์	
ผศ.ดร.สุเจตน์	ชื่นชม	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 9 เมษายน 2551 **เวลา** 09.00-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องโสตฯ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ (ชั้น 3 ตึก L)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 16 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล
นักศึกษา	นางสาวจีรวรรณ บุญพูลมี
รหัสประจำตัว	46069902
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด และปัจจัยการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง ในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลที่มีกำลังการผลิต 150 ตัวต่อชั่วโมง โดยการสุ่มตรวจซากสุกรจำนวน 60 ตัว หรือร้อยละ 10 ของสุกรทั้งหมดที่เข้าโรงฆ่าในแต่ละวัน ซึ่งเป็นสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี โดยศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนและหลังกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ในกระบวนการก่อนการฆ่า ทำการสุ่ม swab ผนัง และพื้นของรถขนส่งสุกร คอกก่อนและหลังสุกรเข้าพัก พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด 5.75, 4.55, 5.02 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และในมูลสุกรจากลำไส้ใหญ่ รวมทั้งน้ำพ่นภายในคอกพักสุกร พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด 9.15 $\log_{10}$cfu/กรัม และ 1.87 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ตามลำดับ

ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร จากการสุ่ม swab บริเวณแผลแทงคอ พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด 4.29 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร และสุ่ม swab บนผิวซากด้านนอก บริเวณ ไหล่ สะโพก ท้อง และบริเวณหลังสุกร พบว่าขั้นตอนการลวกซากและเผาขนสามารถลดการปนเปื้อนแบคทีเรียได้ 1.95 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ส่วนผิวซากสุกรภายหลังการผ่าซีก และการล้างล้างซากครั้งสุดท้าย พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด 1.79 และ 1.52 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งการฉีดพ่นน้ำแรงดันไม่ต่ำกว่า 30 บาร์ สามารถลดการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ผิวซากสุกรได้ และจากการสุ่มตัวอย่างเลือดสุกร น้ำในถังลวกซากก่อนและหลังการลวกซาก รวมทั้งน้ำที่ใช้ในการพ่นซากสุกร พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด 2.43, 4.73, 4.91 และ 1.50 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร จากการสุ่ม swab ผิวซากสุกรภายหลังการลดอุณหภูมิซาก พบว่าการลดอุณหภูมิซากที่อุณหภูมิเฉลี่ย 2.95 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากได้ สำหรับมือพนักงาน และอุปกรณ์ในห้องตัดแต่ง ก่อนและหลังตัดแต่งซากสุกร พบการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อภายหลังกระบวนการตัดแต่งสิ้นสุดพบการปนเปื้อนในเนื้อสุกรเท่ากับ 4.85 $\log_{10}$cfu/กรัม ซึ่งในระหว่างการตัดแต่งเนื้อนี้ พบว่าแบคทีเรียในเนื้อจะเจริญได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสูงขึ้น

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Total Bacterial Contamination in Slaughtering and Cutting Processes of International Standard Pig Abattoir
Student	Miss. Cheerawan Bunpulmee
Student ID.	46069902
Degree	Master of Science
Program	Animal Science
Year	2008
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul
Thesis Co-advisor	Asst.Prof. Dr. Prapaporn Khopaibool

ABSTRACT

This study aimed to determine total bacterial contamination and factors effecting bacterial contamination in slaughtering and cutting process of international standard pig abattoir, where the capacities was 150 pigs per hour. The 60 pigs, which were 10 % of all incoming pigs to the abattoir, from farm in Chachoengsao, Chonburi, Rayong and Chanthaburi were sampling for total bacterial count in pre- and post-slaughtering processes were studies. In pre-slaughtering process, the wall and flour of live pig transport trucks and lairages before and after pig resting were swabbed, the rectal content and sprayed water in lairage were sampling for total bacterial counts. The result showed that the total bacterial counts in the transport truck, lairage before and after pig resting were 5.75, 4.55, 5.02 $\log_{10}$cfu/cm^2, respectively. The total bacterial count of the rectal content and sprayed water in lairage were 9.15 $\log_{10}$cfu/g and 1.87 $\log_{10}$cfu/ml, respectively.

In slaughtering processes, the sticking wounds were swabbed and the total bacterial count was 4.29 $\log_{10}$cfu/cm^2. The boston shoulder, ham, belly and back surface of carcasses before and after scalding and singeing were swabbed. The result showed that the scalding and singeing steps could reduce the contamination of 1.95 $\log_{10}$cfu/cm^2. While the total bacterial count on the surfaces of carcasses after splitting and before chilling were 1.79 and 1.52 $\log_{10}$cfu/cm^2, respectively. The result showed that the washing with not less than 30 bars of high pressure water spray could reduce the contamination on the carcasses. Blood and scalding water before and after scalding and spray water were sampling, their bacterial counts were 2.43, 4.73, 4.91 and 1.50 $\log_{10}$cfu/ml, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

In the cutting process, the carcass surfaces after chilling were swabbed, the result found that the chilling at 2.95 ^{0}c for 24 hr could reduce the bacterial count on the carcasses. The total bacterial counts of butcher's hands and cutting equipments before and after cutting were not significantly difference ($P>0.05$). After the final cutting process, the total bacterial count of pork was 4.85 $\log_{10}$cfu/g. During the meat cutting process, the bacterial growth in meat could be increasing when the temperature and pH of meat was getting higher.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยซึ่งได้รับทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สำเร็จลุล่วงได้ ข้าพเจ้าผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่อรองศาสตร์ศาสตราจารย์ ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ ผู้ให้ความกรุณาและให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีมาตลอดระยะเวลาในการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล ภาควิชาเกษตรอุตสาหกรรม คณะครุอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ณัฐนรากรณ์ จันทิมาน ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยนอกสถานที่

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ภาควิชาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือแลให้กำลังใจในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณอย่างยิ่งสำหรับคุณแม่อารีย์ คุณพ่อทวี และพี่สาว ที่ให้การสนับสนุนเป็นกำลังใจในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้ที่มีพระคุณทุกท่านตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป

จีรวรรณ บุญพูลมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....IX

สารบัญภาพ.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

1.5 ระยะเวลาการศึกษา.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญและอันตรายของจุลินทรีย์.....4

2.2 การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย.....6

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....7

2.4 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์.....11

2.4.1 กลไกการเน่าเสีย.....11

2.4.2 ลักษณะการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์.....12

2.5 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่า.....16

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....29

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....29

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี.....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....29
3.3.1 ศึกษาแผนผังและขั้นตอนการทำงานของโรงฆ่าสุกร.....29
3.3.2 การวางแผนการทดลอง.....30
3.3.3 ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกระบวนการก่อนการฆ่า และชำแหละสุกร.....30
3.3.4 ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า.....30
3.3.5 ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งสุกร....31
3.3.6 วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง.....32
3.3.7 การวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี pour plate.....32
3.3.8 การบันทึกข้อมูล.....33
3.3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล.....33

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....35
4.1 โรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล.....35
4.1.1 แผนผังของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล.....35
4.1.2 แผนผังภายในอาคารโรงฆ่า.....35
4.1.3 แผนผังเส้นทางการทำงานของพนักงานในโรงฆ่าสุกร.....36
4.1.4 แผนผังระบบการระบายอากาศภายในโรงฆ่าสุกร.....36
4.1.5 ระบบน้ำในโรงฆ่าสุกร.....36
4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร.....41
4.3 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดภายในกระบวนการฆ่า และตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดกลาง.....46
4.3.1 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรจากฟาร์ม.....47
4.3.2 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่า.....47
4.3.3 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่า.....48
4.3.4 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่ง.....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 ปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล.....51

4.5 ปัจจัยแหล่งที่มาของสุกรในพื้นที่เขต 2 ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร.....53

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....55

5.1 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดภายในกระบวนการฆ่า และตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล.....55

5.1.1 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรจากฟาร์ม.....55

5.1.2 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่า.....55

5.1.3 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่า.....56

5.1.4 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่ง.....58

5.2 ปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล.....60

5.3 เพื่อศึกษาปัจจัยด้านสถานที่ตั้งของฟาร์มในพื้นที่เขต 2 ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด.....63

บทที่ 6 สรุปและข้อเสนอแนะ.....64

6.1 สรุปผลการศึกษา.....64

6.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ.....64

บรรณานุกรม.....66

ภาคผนวก ก.....71

ภาคผนวก ข.....82

ประวัติผู้เขียน.....87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงอัตราการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคที่สำคัญในเนื้อสุกร.....5

2.2 แสดงจำนวนของจุลินทรีย์ก่อโรคที่สามารถทำให้เกิดอาการป่วยในผู้บริโภค.....6

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกับอุณหภูมิ.....9

2.4 จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารแช่เย็นเสื่อมเสีย.....9

2.5 จุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เน่าเสีย.....13

2.6 แสดงปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด และเชื้อ Enterobacteriaceae ในคอกพักสุกรจากโรงฆ่า 2 แห่ง โดยการ swab และเก็บน้ำจากคอกพักสุกร.....18

2.7 แสดงลักษณะการปนเปื้อน และการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกร.....23

2.8 แสดงปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด (TAC) จากผิวซากสุกรในขั้นตอน (1) หลังปัดขน (2) หลังล้างซากครั้งสุดท้าย (3) หลังลดอุณหภูมิซาก (log cfu/cm^2).....24

2.9 แสดงปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ aerobic mesophilic ในกระบวนการฆ่าสุกร (log cfu/cm^2).....27

4.1 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดภายในกระบวนการผลิตเนื้อสุกร.....47

4.2 เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนและหลังขั้นตอนการผลิต.....50

4.3 แสดงค่าของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการควบคุมปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด.....52

4.4 อิทธิพลของอุณหภูมิ ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ 24 ชั่วโมง.....53

4.5 อิทธิพลของค่า pH ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ 24 ชั่วโมง.....53

4.6 อิทธิพลของแหล่งที่มาของสุกรต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด (log_{10}cfu).....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ระยะการเจริญของแบคทีเรีย.....6

2.2 เปรียบเทียบความไวของเชื้ออายุน้อยและเชื้ออายุมากต่อสารที่ทำลายเซลล์ 10

2.3 แสดงแหล่งการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในระหว่างขั้นตอนการผลิต.....17

2.4 แสดงแหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสุกร แกะ และโค.....22

2.5 แสดงการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร) บนผิวซากสุกร.....26

4.1 แสดงแผนผังของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล.....37

4.2 แสดงแผนผังภายในอาคารโรงฆ่า.....38

4.3 แสดงแผนผังเส้นทางการทำงานของพนักงานในโรงฆ่าสุกร.....39

4.4 แสดงแผนผังระบบการระบายอากาศภายในโรงฆ่าสุกร.....40

4.5 การขนย้าย (transportation).....43

4.6 การพักสัตว์ (lairage).....43

4.7 การทำให้สุกรสลบ (stunning).....43

4.8 การเอาเลือดออก (bleeding, sticking, exsanguinations).....44

4.9 การลวกซาก (scalding).....44

4.10 การปัดขน (polishing).....44

4.11 การเผาขน (singeing, flaming).....45

4.12 การเอาอวัยวะภายในออก (evisceration).....45

4.13 การผ่าซาก (splitting).....45

4.14 การลดอุณหภูมิซาก (chilling).....46

4.15 การตัดแต่งและเลาะกระดูก (cutting, deboning).....46

5.1 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากสุกร.....57

5.2 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกร จากฟาร์มทั้ง 4 จังหวัด 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในกระบวนการผลิตเนื้อสุกร คือการปนเปื้อนของแบคทีเรียในเนื้อสุกร ซึ่งส่วนใหญ่ติดมาตั้งแต่ในฟาร์ม จากการจัดการฟาร์มที่ไม่เหมาะสม และการให้อาหารสัตว์ที่ไม่มีคุณภาพและมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอาหารสัตว์ นอกจากนี้แหล่งการปนเปื้อนแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ที่สำคัญอีกแหล่งหนึ่ง คือกระบวนการฆ่าและชำแหละ รวมทั้งการตัดแต่งเนื้อสัตว์ ซึ่งปัญหาการปนเปื้อนแบคทีเรียในเนื้อสัตว์ นี้สามารถก่อให้เกิดโรคติดต่อในสัตว์และต่อผู้บริโภค ดังนั้นเนื้อสัตว์จึงต้องมีคุณภาพซึ่ง จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) ได้ให้ความหมายของคุณลักษณะสำคัญของคุณภาพเนื้อไว้ 4 ลักษณะ คือ คุณลักษณะด้านโภชนะ (Nutritional Factor) คุณลักษณะด้านการบริโภค (Sensory Factor) คุณลักษณะทางสุขศาสตร์เนื้อสัตว์ (Hygienic Factor) และคุณลักษณะด้านการนำไปแปรรูป (Technological Factor) ซึ่งการปนเปื้อนแบคทีเรียที่มีปริมาณสูงจะมีผลต่อคุณลักษณะทางสุขศาสตร์เนื้อสัตว์ ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสียเร็วกว่าปกติ และส่งผลเสียต่อคุณลักษณะสำคัญของคุณภาพเนื้อด้านอื่นๆ ตามมา จากรายงานของโครงการเนื้อสัตว์อนามัยสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ (2547) กรมปศุสัตว์ พบว่าในปี 2546 ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ 130 ตัวอย่าง จาก 292 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 44.86 และใน ปี 2547 พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จากตัวอย่างเนื้อสุกร 19 ตัวอย่าง จาก 82 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 23.17 เช่นเดียวกับรายงานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) พบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษและเชื้อโรคอุจจาระร่วง ในตัวอย่างเนื้อโค เนื้อสุกร ผักสลัด ขนมเอแคร์ ร้อยละ 22.2 จากจำนวน 90 ตัวอย่าง โดยพบ *Bacillus cereus* ร้อยละ 11.1 *Staphylococcus aureus* ร้อยละ 5.6 *Vibrio parahemolyticus* และ *Vibrio cholerae* ร้อยละ 2.2 และ *Plesiomonas shigelloides* ร้อยละ 1.1

เนื่องจากในประเทศไทยปัจจุบันยังมีโรงฆ่าสุกรทั้งที่ได้มาตรฐานสากลโดยใช้อุปกรณ์เครื่องมือ และเทคโนโลยีนำเข้ามาจากประเทศผู้ผลิตและมีการนำหลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิต หรือ Good Manufacturing Practices (GMPs) รวมทั้งระบบ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) มาประยุกต์ใช้ และยังมีโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือบางสิ่งที่จำเป็นจากต่างประเทศ โดยจะใช้แรงงานคนมากขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นข้อมูลยืนยันความถูกต้องของวิธีการผลิตเนื้อสุกรในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล จึงได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในระหว่างกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งจากโรงฆ่าสุกรที่มีกำลังการผลิต 150 ตัว/ชั่วโมง และได้มาตรฐานสากล ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษา โดยเริ่มต้นจากขั้นตอนการขนส่งสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีชีวิตเข้าสู่โรงฆ่า กระบวนการฆ่าและชำแหละ ไปจนถึงขั้นตอนการตัดแต่งเนื้อสุกร โดยการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียทั้งหมด (Total bacterial count) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงสุขลักษณะในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการฆ่าชำแหละของโรงฆ่า อันจะเป็นข้อมูลเพื่อยืนยันถึงความถูกต้องในการปฏิบัติงานของโรงฆ่า และสามารถใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ขั้นตอนที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน ซึ่งจะสามารถนำมาหามาตรการป้องกันต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1) เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

2) เพื่อศึกษาปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

3) เพื่อศึกษาแหล่งที่มาของสุกรในพื้นที่เขต 2 ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด

1.3 สถานที่ดำเนินการ

โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา และห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1) ศึกษาที่ตั้ง แผนผัง เส้นทางการไหลของเนื้อสัตว์ และทางเดินของบุคลากร ภายในโรงฆ่าที่ทำการศึกษา

2) ศึกษาวิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าที่ทำการศึกษา

3) ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

4) ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

5) ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร ที่ผ่านการแช่ในห้องเย็น ที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และอุปกรณ์ในห้องตัดแต่งซากสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ระยะเวลาในการศึกษา

ระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 11 เดือน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

2) ทราบถึงปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

3) ทราบถึงปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดจากแหล่งที่มาของสุกรในพื้นที่เขต 2

4) นำผลการศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงสุขลักษณะในการผลิตสินค้าเนื้อสัตว์ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้บริโภค และอาจเป็นประโยชน์ต่อการส่งออกเนื้อสุกรออกสู่ตลาดต่างประเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญและอันตรายของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์มีทั้งชนิดที่เจริญได้ดีในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน แต่การเน่าเสียจะเกิดจากจุลินทรีย์ที่เจริญได้ดีในที่มีออกซิเจนก่อนและจะใช้ออกซิเจนให้หมดไป จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหารต้องการพลังงานเริ่มด้วยการใช้เอนไซม์ต่างๆ ที่มีอยู่ภายในเซลล์ทำหน้าที่ย่อยสลายอินทรีย์สารซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาหาร จากนั้นจึงนำส่วนสารต่างๆ ที่ย่อยสลายแล้วไปใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่รอด การเจริญ และการขยายพันธุ์ต่อไป อาหารที่ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายจะมีการเสื่อมสภาพมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น สำหรับจุลินทรีย์ที่พบในเนื้อส่วนใหญ่จะเป็นพวกแบคทีเรีย ยีสต์ และเชื้อรา (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. 2539) เมื่อเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ในอาหาร จะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยต่อระบบทางเดินอาหาร และระบบต่างๆ ในร่างกาย เชื้อโรคที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่มักพบปนเปื้อนในประเทศไทย ได้แก่ เชื้อ *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Escherichia coli* และ *Clostridium perfringens* เป็นต้น (Food Standards Agency. 2006) จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ตามความสำคัญ ดังนี้ (สุมาลี เหลืองสกุล. 2541)

1) จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic microorganism)

โรคที่เกิดจากการติดเชื้อจุลินทรีย์ (Foodborne disease) ที่พบโดยทั่วไป คือ โรคกระเพาะและลำไส้อักเสบ มักเกิดจากการติดเชื้อ *Salmonella* spp., *Staph. aureus, Cl. perfringens, Cl. botulinum, Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica* และ *Campylobacter* spp.

โรคที่เกิดจากสารพิษที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้น (Food poisoning) ที่สามารถพบได้ทั่วไปคือ โรคที่เกิดจากสารพิษของเชื้อ *Staph. aureus* โรค Salmonellosis โรค Botulism ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากสารพิษของเชื้อ *Cl. botulinum* ในลำไส้ โดยเชื้อนี้สามารถปนเปื้อนมาได้กับน้ำและดิน

จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (spoilage microorganism)

2) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage microorganism)

ในสภาวะที่มีอากาศ แบคทีเรียบางชนิดที่มักพบในเนื้อ ส่งผลให้เนื้อสัตว์เปลี่ยนสี เกิดการเรืองแสง มีจุดสีบนผิวเนื้อเกิดจากแบคทีเรียชนิดที่มีสารสีต่าง ๆ เกิดเมือกบริเวณผิวหน้า มีกลิ่นและรสที่ไม่ดี ส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae แบคทีเรียแกรมบวก สำหรับในสภาวะที่ไม่มีอากาศ แบคทีเรียทำให้เกิดการเน่าเสียมีกลิ่นเหม็นเกิดจากการสลายตัวของโปรตีน เช่น แอมโมเนีย เอมีน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ และทำให้เนื้อมีรสเปรี้ยวเนื่องจากแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้สารอาหารในเนื้อแล้วผลิตกรดต่างๆ ออกมา เช่น กรดฟอร์มิค กรดแอซิติก และกรดแลคติก เป็นต้น ส่วนใหญ่ได้แก่เชื้อ *Clostridium* (บัญญัติ สุขศรีงาม. 2534 และสุมาลี เหลืองสกุล. 2541)

จะเห็นได้ว่าเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดเป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคแก่ผู้บริโภค และส่งผลต่อการเน่าเสียของผลิตภัณฑ์ เช่นเดียวกันกับการปนเปื้อนของแบคทีเรียในเนื้อสุกรซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคได้ โดยทั่วไปอัตราการปนเปื้อนแบคทีเรียจะแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2.1 ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันอันตรายที่เกิดจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีการกำหนดมาตรฐานจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 แสดงอัตราการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคที่สำคัญในเนื้อสุกร

เชื้อที่ก่อให้เกิดโรค	ร้อยละของการปนเปื้อน
Clostridium perfringens	10.4
Staphylococcus aureus	16.0
Listeria monocytogenes	7.4
Campylobacter jejuni / coli	31.5
Escherichia coli	0.0
Salmonella spp.	8.7

ที่มา : USDA (1996) อ้างโดย Lynn and McMullen (2000)

3) จุลินทรีย์บ่งชี้ (indicator microorganism)

ปริมาณของจุลินทรีย์ที่เป็นตัวบ่งชี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลในการทวนสอบ (verification) และการตรวจสอบความถูกต้อง (validation) ของสุขลักษณะในการผลิต หรือระบบ HACCP เช่น

- Total bacterial counts หรือจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพทั่วไปทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์และเครื่องมือ

- Coliforms เป็นตัวชี้บ่งถึงการปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อม เชื้อนี้สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิห้องเย็น

- Generic *E. coli* เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย ในขณะที่ Generic *Aeromonas* และ Generic *Listeria* เป็นตัวบ่งชี้ว่าการปนเปื้อนมาจากสภาพแวดล้อมในโรงงานมากกว่ามาจากตัวสัตว์ (ประภาพร ขอไพบูลย์. 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

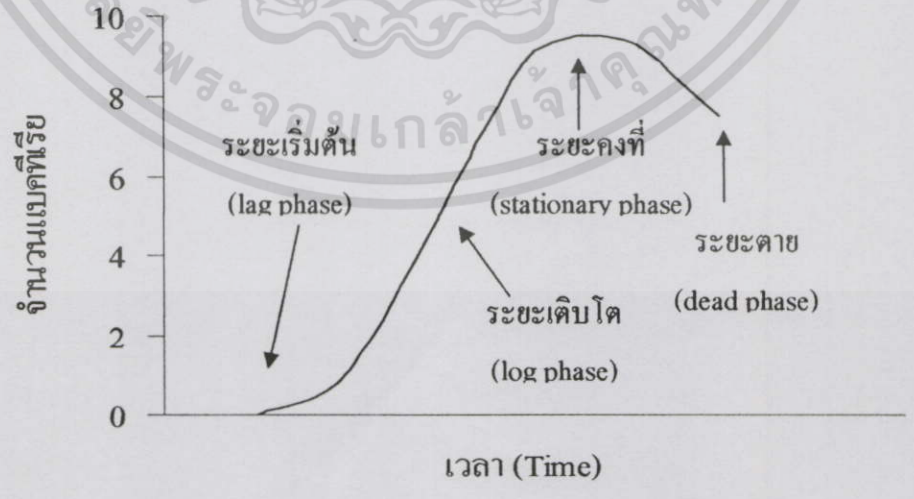
ตารางที่ 2.2 แสดงจำนวนของจุลินทรีย์ก่อโรคที่สามารถทำให้เกิดอาการป่วยในผู้บริโภค

ชนิดของจุลินทรีย์	จำนวนเซลล์
Sulmonella spp.	$<10^5$
Clostridium perfringens	10^6
Bacillus cereus	$<10^6$
Campylobacter spp.	10^6
Vibrio parahaemolyticus	$10^5 - 10^6$
Vibrio cholerae	10^6
Shigella	10 - 100
Escherichia coli	10^6
Yersinia spp.	10^9
Streptococcus faecalis	$10^9 - 10^{10}$

ที่มา : ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์ (2543)

2.2 การเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่า รูปแบบการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแสดงได้จากเส้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า log จำนวนแบคทีเรียกับระยะเวลา (เป็นนาที) ของการเจริญเติบโต ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง เรียกว่า growth curve แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ระยะการเจริญของแบคทีเรีย (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเริ่มต้น (lag phase) เป็นระยะที่แบคทีเรียปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม จึงใช้ระยะเวลาในการแบ่งตัว ซึ่งเรียกว่า generation time

ระยะที่สอง (log phase) หลังจากแบคทีเรียปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี แบคทีเรียจะเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เส้นการเจริญมีลักษณะชัน (exponential growth)

ระยะที่สาม (stationary phase) เป็นระยะหลังจากที่แบคทีเรียเจริญเต็มที่แล้ว ปริมาณแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นทำให้อาหารลดลง จำนวนแบคทีเรียจะคงที่

ระยะที่สี่ (dead phase) อาหารที่ลดลง ในขณะที่แบคทีเรียเจริญขึ้นเป็นจำนวนมาก อีกทั้งอาจเกิดสารพิษที่เป็นผลพลอยได้จากการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรียด้วย สารพิษเหล่านี้อาจเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียทำให้แบคทีเรียค่อย ๆ ตายลง เส้นแสดงการเจริญเติบโตจึงมีลักษณะโค้งต่ำลง

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์สามารถทำให้อาหารเสียได้มากน้อยแค่ไหนนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ มีดังนี้

1) ชนิดของจุลินทรีย์ (microorganism)

จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีจะความทนทานต่อสภาพทางกายภาพและสารเคมีต่างกัน เช่น พวกที่สร้างสปอร์ได้จะทนทานกว่าเซลล์ปกติ โดยเฉพาะสปอร์ของแบคทีเรียจะทนทานต่อสภาวะทางกายภาพและสารเคมีมากที่สุด และเมื่อจุลินทรีย์มีการเจริญร่วมกันจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งอาจเจริญได้ดีและอีกชนิดหนึ่งอาจเจริญสู้ไม่ได้ก็จะตายไปแต่มีจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถอยู่ร่วมกันได้แบบซิมไบโอติก (symbiotic) คือ ทั้งสองชนิดจะช่วยเหลือซึ่งกันและกัน หรือบางชนิดอยู่ร่วมกันแบบซินเนอร์เจติก (synergistic) คือ เมื่อเจริญร่วมกันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในอาหารได้ดีกว่าจุลินทรีย์ชนิดเดียว โดย สัญชัย จตุรสิทธา (2543) กล่าวว่าการเก็บเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จำพวก psychrophiles ในปริมาณที่สูง เมื่อนำไปเก็บที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้เนื้อเน่าเสียได้เร็วกว่าเนื้อที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจำพวกนี้ในปริมาณต่ำ

2) เนื้อสัตว์เป็นแหล่งอาหารที่ให้ธาตุอาหารพวกไนโตรเจน แร่ธาตุ ไวตามินที่อุดมสมบูรณ์ จึงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และเนื้อสัตว์มีสารอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตที่จุลินทรีย์สามารถใช้ได้ (fermentable carbohydrate) เช่น กลูโคสในน้ำเลือดที่เหลือค้างอยู่ตามเซลล์ต่างๆ ทำให้จุลินทรีย์ที่มีอยู่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว และเกิดการหมักได้ง่าย ถ้าสภาพแวดล้อมเหมาะสม (เยาวลักษณ์ สุรพันพิศิษฐ์. 2536)

3) ความชื้นของอาหาร (Water activity)

เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ (2536) กล่าวว่า ความชื้นของเนื้อโดยทั่วไปมีประมาณ ร้อยละ 50 – 57 หรือ มีค่า a_w ประมาณ 0.99 ขึ้นไป ซึ่งเป็นความชื้นที่จุลินทรีย์ทุกชนิดสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะแบคทีเรียสามารถเจริญได้ดีในที่มีความชื้นร้อยละ 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือที่ a_w 0.86 หรือมากกว่า และเชื้อราสามารถเจริญได้ดีที่ความชื้นร้อยละ 0.3 ขึ้นไป หรือที่ a_w 0.75 หรือมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ สัญชัย จตุรสิทธา (2543) กล่าวว่า ผิวหน้าของเนื้อมักจะแห้งกว่าส่วนภายใน ถ้าแห้งมากๆ ก็ไม่มีเชื้อใดเจริญได้ แต่ถ้ามีความชื้นเล็กน้อย เชื้อราจะสามารถเจริญได้ และถ้ามีความชื้นสูงขึ้นยีสต์ และแบคทีเรียก็สามารถเจริญได้ ตามลำดับ

4) ความเป็นกรด-ด่างของอาหาร (pH value)

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) ได้สรุปช่วง pH ที่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ ได้ดังนี้

- แบคทีเรียเจริญได้ดีในช่วง pH 6.0 – 8.0
- ยีส์เจริญได้ดีในช่วง pH 4.5 – 6.0
- เชื้อราที่สร้างเส้นใยเจริญได้ดีในช่วง pH 3.5 – 4.0

ซึ่งระบบบัฟเฟอร์หรือในสภาวะที่มีเกลือนี้ จะช่วยให้แบคทีเรียเจริญได้ในช่วงที่กว้างมากขึ้น เช่น อายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ขึ้นกับ pH ของเนื้อสัตว์ เนื้อสัตว์ที่ฆ่าในขณะที่อ่อนเพลียจะมีอายุการเก็บรักษาสั้นกว่า เนื่องจาก pH ของเนื้อสัตว์ลดลงน้อยกว่าปกติเปรียบเทียบกับเนื้อสัตว์ที่ได้จากการพักผ่อนก่อนฆ่า ซึ่งมีการสะสมคาร์โบไฮเดรตในรูปของไกลโคเจนไว้ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ และจะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดแลคติก จึงมีผลให้ pH ลดลงจาก 7.4 มาเป็น 5.6 เมื่อสิ้นสุดการหดตัวของกล้ามเนื้อ ความเป็นกรดเป็นผลให้เนื้อเน่าเสียช้าลง นอกจากนี้ในเนื้อสัตว์ยังมีโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ ช่วยรักษาระดับของ pH มิให้เปลี่ยนแปลงไปมากนัก ดังนั้นการเน่าเสียมักเกิดจากยีสต์และราก่อน หลังจากยีสต์และราเจริญแล้วจะยกระดับ pH ให้สูงขึ้น เป็นผลให้แบคทีเรียเจริญได้ ด้วยเหตุนี้เนื้อที่มี pH ไม่ต่ำมาก แบคทีเรียจึงสามารถเจริญได้ การเน่าเสียของเนื้อประเภทนี้จึงเกิดจากแบคทีเรียเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2539) กล่าวว่า เนื้อที่คล้ำ แน่นแข็งและแห้ง (Dark Firm Dry, DFD) ที่มีค่า pH สูงกว่า 6.0 ที่เวลา 24 ชั่วโมง มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เพราะว่าความเป็นกรดของเนื้อสูง เช่นเดียวกับ Oakton (1997) รายงานว่า เนื้อ เนื้อ DFD คือเนื้อที่มีค่า pH ระหว่าง 6.2 – 6.5 จะเกิดการเน่าเสียได้ง่ายเนื่องมาจากมีการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์

5) อุณหภูมิในการเก็บรักษาเนื้อ (temperature)

จุลินทรีย์มีความสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมาก อุณหภูมิจะมีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นจากการกระตุ้นของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปเพียงเล็กน้อยจะส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ต่างชนิดกัน แสดงดังตารางที่ 2.3 และตารางที่ 2.4

และจากการศึกษาสุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) ได้แบ่งอุณหภูมิในการเก็บรักษาอาหารออกเป็นช่วง ๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 15 – 45 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่แบคทีเรียเจริญอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเสียและแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค จึงไม่ควรเก็บวัตถุดิบที่เน่าเสียง่าย และอาหารไว้ในช่วงอุณหภูมินี้ เรียกว่าเป็นช่วงอันตราย (danger zone)

ช่วงอุณหภูมิระหว่าง 7 – 15 และ 45 – 63 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่แบคทีเรียเจริญอย่างช้า ๆ การเก็บอาหารไว้ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าวสามารถกระทำได้ภายในเวลาอันจำกัด คือต้องควบคุมระยะเวลาไม่ให้เกิน 2 – 4 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของอาหารนี้

ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 7 และสูงกว่า 63 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่แนะนำให้เก็บรักษาอาหาร (อาหารเย็นและอาหารร้อน)

ตารางที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกับอุณหภูมิ

กลุ่ม	อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)
Hyperthermophiles	60 - 70	90 - 100	105 – 110
Thermophiles	35 - 45	45 - 70	60 – 80
Mesophiles	5 - 20	30 - 45	40 – 50
Psychrotrophys	0 - 5	20 - 35	25 – 40

ที่มา : Forsythe and Hayes (2000)

ตารางที่ 2.4 จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้อาหารแช่เย็นเสื่อมเสีย

แบคทีเรีย	ยีสต์	เชื้อรา
Pseudomonas	*Candida*	*Penicillium*
Alteromonas	*Torulopsis*	*Aspergillus*
Shewanella	*Saccharomyces*	
Cladosporium		
Bacillus	*Debariomyces*	*Botrytis*
Clostridium	*Rhodotorula*	*Alternaria*
Lactobacillus		
Trichosporon		
Brochothrix		

ที่มา : Garbutt (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

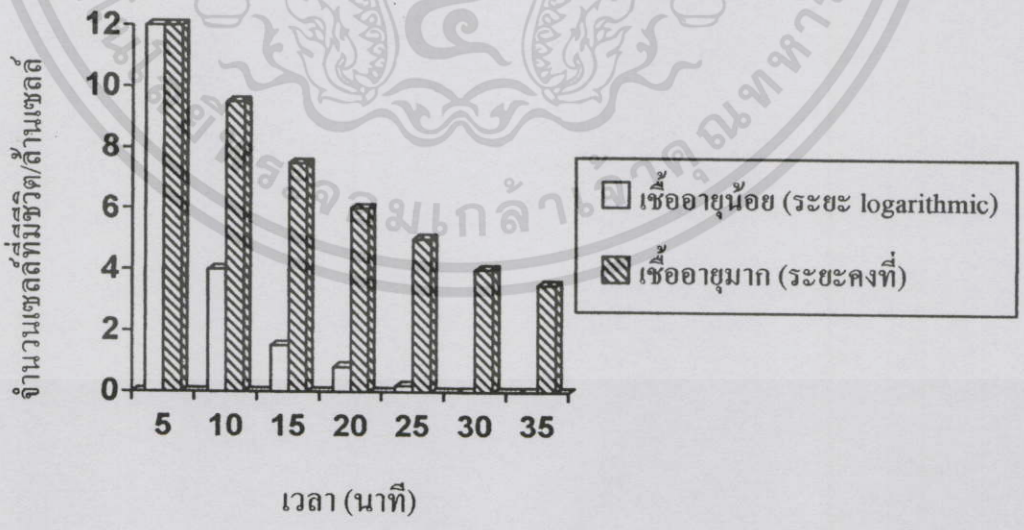
6) ความชื้นสัมพัทธ์ในการเก็บรักษาอาหาร (relative humidity)

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่า ความชื้นในบรรยากาศรบกวนสมดุลของความชื้นในอาหาร เพราะความชื้นในบรรยากาศมีค่าเป็น 100 เท่า ของค่า a_w (%RH = a_wx 100) ดังนั้นถ้าทราบค่าใดค่าหนึ่งก็สามารถหาอีกค่าได้ ซึ่งหากมีการปรับความชื้นในบรรยากาศจะส่งผลให้ค่า a_w ของอาหารเปลี่ยนแปลง หลักการนี้มีประโยชน์ในการประยุกต์มาใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารโดยเติมสารที่มีสมบัติดูดความชื้นไว้ (humectants) เป็นผลให้ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์อาหารลดลง เช่น เกลือ น้ำตาล กลีเซอรอล กัม เป็นต้น เป็นการปรับค่า a_w ของอาหารให้ต่ำกว่าค่า a_w ต่ำสุดที่แบคทีเรียต้องการในการเจริญเติบโต

7) สมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อ (physical properties)

พื้นที่ผิวหน้าของเนื้อที่สัมผัสกับอากาศมีส่วนต่ออัตราการเน่าเสีย โดยพบว่าถ้าเนื้อสัมผัสกับอากาศมากจะเป็นการส่งเสริมการเจริญของ aerobes ผิวหน้าของเนื้อจะช่วยป้องกันรักษาเนื้อที่อยู่ถัดไปข้างใน ถึงแม้จุลินทรีย์จะเจริญอยู่ที่ผิวหน้านั้นไขมันก็จะช่วยป้องกันผิวหน้าของเนื้อได้บางส่วน แต่ไขมันจะเสียเพราะปฏิกิริยาเคมี และเอนไซม์ การบดเนื้อจะเพิ่มพื้นที่ผิวของเนื้อและเป็นการกระจายเชื้อ ทำให้เนื้อบดเสียง่ายยิ่งขึ้น (สัญชัย จตุรสิทธา. 2543)

8) สภาพของเซลล์ที่ต่างกัน มีผลต่อการถูกทำลายต่างกัน เช่น เซลล์ที่อายุน้อยจะถูกทำลายได้ง่ายกว่าเซลล์ที่แก่หรืออยู่ในระยะพัก (dormant) ระยะที่แบคทีเรียจะถูกทำลายได้ง่าย คือ ระยะลอกการิทึม (logarithm) ดังภาพที่ 2.2 โดยเชื้ออายุน้อยจะถูกทำลายภายใน 25 นาที ในขณะที่เชื้ออายุมากจะรอดตาย



ภาพที่ 2.2 เปรียบเทียบความไวของเชื้ออายุน้อยและเชื้ออายุมากต่อสารที่ทำลายเซลล์ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

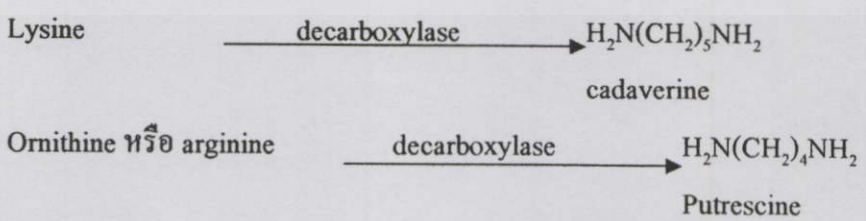
2.4 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์

ภายในเนื้อเยื่อของสัตว์ที่ปกติจะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่ตามผิวของเนื้อสดจะปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งมาจากสภาพวัตถุดิบ วิธีการผลิต ระยะเวลาและสภาพการเก็บรักษา ถ้ามีจุลินทรีย์ในปริมาณมาก เนื้อจะถูกทำลายและเกิดการเน่าเสียได้ ดังนั้นจึงต้องควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนให้อยู่ในระดับต่ำ สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่า เนื้อสัตว์มี pH และสารอาหารเหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ทุกชนิด จึงเน่าเสียได้ง่าย (Perishable food) โดยเฉพาะที่บริเวณผิวหน้าของเนื้อจะเน่าเสียก่อนส่วนอื่นสืบเนื่องจากแบคทีเรียที่ต้องการอากาศจีนัสที่พบมากคือ *Pseudomonas, Alcaligenes, Acinetobacter,Moraxella* และ *Aeromonas* สำหรับเนื้อก้อนโต การเน่าเสียภายในจะเกิดขึ้นที่บริเวณรอบๆ กระดูกก่อน ทำให้เนื้อเปรี้ยว เรียกว่า bone tain หรือ sours แบคทีเรียที่เป็นต้นเหตุได้แก่ *Clostridium* และ *Enterococcus* และสำหรับเนื้อบด การเน่าเสียมักเกิดจากแบคทีเรียที่ต้องการอากาศเป็นสำคัญ ก่อนที่เนื้อจะเน่าเสีย จะพบจุลินทรีย์ที่สร้างเม็ดสี (pigment) เป็นจำนวนมาก ทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ รา และแบคทีเรียสร้างสปอร์ แต่หลังจากเนื้อเน่าเสียแล้วจะพบแบคทีเรียที่ไม่สร้างเม็ดสี

ซึ่งสอดคล้องกับ นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ (2547) รายงานว่า เนื้อจากสัตว์ที่มีสุขภาพดีและเก็บไว้ในห้องเย็น จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนเฉพาะที่ผิวนอกเท่านั้น เมื่อมีการหั่นหรือตัดชิ้นเนื้อนั้นทำให้เกิดพื้นผิวแห่งใหม่ จุลินทรีย์ก็จะปนเปื้อนเข้าไปเมื่อผ่านกระบวนการต่างๆ เมื่อทำผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์นั้นก็ยิ่งทำให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้น

2.4.1 กลไกการเน่าเสีย

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่า เนื้อสัตว์ที่เริ่มเน่าเสียจะพบสารเมตาบอไลท์ประเภท แอมโมเนีย อินโดล และเอมีนส์ สารเหล่านี้จะมากขึ้นหากกระบวนการเน่าเสียยังคงดำเนินการต่อไป และอาจมีกาซไข่เน่าหรือกาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เกิดขึ้นด้วย กระบวนการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ที่เก็บในตู้เย็นจะเกิดขึ้นหลังจากแบคทีเรียใช้คาร์โบไฮเดรตหมดแล้ว และเริ่มต้นใช้โปรตีนปฐมภูมิที่อยู่ในรูปโมเลกุล เช่น กรดอะมิโนอิสระ หรือเอมีนส์สองชนิด คือ คาดาเวอรีน (cadaverine) และพูเทรสซีน (putrescine) ซึ่งรวมเรียกว่า ไดเอมีนส์ (diamines) ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ลักษณะการเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์

อุมาพร ศิริพินทุ์ (2546) ได้สรุปลักษณะการเน่าเสียที่มีผลมาจากการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ ดังนี้

1) เกิดการเหม็นหืน (rancidity)

เกิดจากแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยไขมันได้ (lipolytic bacteria) ได้แก่ เอนไซม์ออกซิเดส จะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับกรดไขมันในองค์ประกอบที่เป็นไขมันในเนื้อสัตว์ เอนไซม์ไลเปส จะไฮโดรลิซิส (hydrolysis) โมเลกุลของไขมัน เป็นต้น ทำให้เกิดเป็นสารประกอบต่างๆ ได้แก่ กรดไขมันอิสระ กลีเซอรอล อัลดีไฮด์ คีโตน แอลกอฮอล์ เปอร์ออกไซด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ ทำให้อาหารมีกลิ่นรสผิดปกติไป แบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อยไขมันได้ ได้แก่ *Pseudomonas spp.* และ *Achromobactor spp.*

โดยทั่วไปจุลินทรีย์เป็นสาเหตุใหญ่ประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการเหม็นหืน แต่ไม่ค่อยสำคัญมากในเนื้อ เพราะสารประกอบต่างๆ ที่ได้จากการย่อยสลายของไขมัน จะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายๆ ชนิด โดยเฉพาะสารพวกเปอร์ออกไซด์ (peroxides) ที่เกิดขึ้นระหว่างการออกซิเดชันของกรดไขมัน จะเป็นพิษอย่างยิ่งต่อจุลินทรีย์ และนอกจากนี้ยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของเม็ดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักอีกด้วย และพบว่าเอนไซม์จากแบคทีเรียสามารถย่อยโปรตีนได้ดีกว่า ดังนั้นกลิ่นและรสต่างๆ ที่เกิดจากการย่อยโปรตีนหรือกลิ่นเหม็นเน่า จึงบดบังกลิ่นและรสที่เกิดการกระบวนการเติมออกซิเจนหรือกลิ่นเหม็นหืนจนหมด แต่ถ้าเป็นเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำๆ ซึ่งไม่เหมาะกับกระบวนการย่อยโปรตีน กลิ่นและรสที่เกิดจากการเติมออกซิเจนจะเด่นชัดขึ้น

2) เกิดการเหม็นเน่า (putrefaction)

เกิดจากแบคทีเรียที่สามารถสร้างเอนไซม์ย่อย โปรตีนได้ (proteolytic bacteria) เช่น *Proteus sp., Clostridium perfringens* และ *Pseudomonas sp.*จะไปย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีนหรือสายเปปไทด์หรือกรดอะมิโนอิสระ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดเป็นสารที่ระเหยได้ ได้แก่ พวกไฮโดรเจนซัลไฟด์(hydrogen sulphide) เมอร์แคปแตน (mercaptans) อินโดล (indoles) แอมโมเนีย (ammonia) เอมีน (amines) และอื่นๆ เกิดเป็นกลิ่นเหม็นเน่าขึ้นมา เช่น การเกิด bone-taint หรือ bone-souring ซึ่งมักเกิดกับบริเวณใกล้ๆ กระดูก ซึ่งได้รับความเย็นไม่เพียงพอ

Histidine decarboxylase

Histidine ⟶ histamine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การเกิดก๊าซและรสเปรี้ยว (gassing and souring)

เกิดจากแบคทีเรียพวกที่ไม่ ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) เช่น พวก lactic acid bacteria ชนิดต่าง ๆ *Streptococcus faecium*, *Streptpcoccus faecalis* และ *Microbacterium thermosphactum* ไปย่อยสลายองค์ประกอบที่เป็นคาร์โบไฮเดรตในเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์ เช่น แป้ง น้ำตาล ทำให้เกิดสารประกอบพวกกรดอินทรีย์ต่างๆ เช่น กรดอะซิติก ทำให้เนื้อมีค่า pH ลดลง และเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับแอลกอฮอล์ขึ้นมาในเวลาเดียวกัน มักพบในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกขนาดใหญ่ หรือในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุแบบสุญญากาศ เช่น พบในแฮมและเบคอนที่นำมาหั่นบางๆ บรรจุพลาสติกแบบสุญญากาศ แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 จุลินทรีย์ที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เน่าเสีย

ผลิตภัณฑ์	จุลินทรีย์	ชนิดของการเน่าเสีย
เนื้อสด	*Pseudomonas*	มีเมือกเปลี่ยนเป็นสีเขียว มีรงควัตถุที่เรืองแสง
	Achromobactor	มีจุดสีขาว หรือจุดสี ซึ่งเป็นโคโลนีของแบคทีเรีย
	Flavobacterium	
	Lactobacillus	เกิดเมือกหรือลักษณะเหนียว รสเปรี้ยว หรือเน่า
	Microbacterium	เสีย
	Micrococcus	
เนื้อที่ผ่านการแปรรูป	*Achromobacter*	รสเปรี้ยว
แฮมที่ผ่านการหมักเกลือ	*Pseudomonas*	
	Bacillus	
	Lactobacillus	
	Streptococcus	เกิดก๊าซ ชิ้นเนื้อมีอาการบวม เปลี่ยนเป็นสีเขียว
	Clostridium	
	Micrococcus	มีเมือกตรงผิวหน้า
	Microbacterium	
	Yeasts	
เบคอน	*Streptococcus*	เกิดเมือก มีจุดสีขาวหรือจุดสี
	Molds	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	จุลินทรีย์	ชนิดของการเน่าเสีย
เบคอน	*Lactobacillus* *Micrococcus* *Streptococcus*	มีรสเปรี้ยวเล็กน้อยในเบคอนที่บรรจุโดยระบบสุญญากาศ
	Micrococcus *Yeasts*	มีเมือกตรงผิวหน้า
ไส้กรอกที่ผ่านการหมักเกลือ	*Lactobacillus*	ผลิตก๊าซในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่บรรจุโดยระบบสุญญากาศ
	Leuconostoc *Micrococcus*	สีซีดบริเวณผิว
ไส้กรอกเปรี้ยว	*Lactobacillus* *Molds* *Yeasts*	สีเปลี่ยนเป็นสีเขียว มีเมือกและเปลี่ยนสี
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมักโดยเติมน้ำส้มสายชู	*Lactobacillus*	น้ำหมักมีลักษณะขุ่น
ผลิตภัณฑ์เนื้อกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อชนิด commercially sterilization	สปอร์ของ *Bacillus*	จุลินทรีย์พวก thermophillic เจริญเติบโตเนื่องมาจากการทำให้เย็นไม่เพียงพอ และจำนวน
	สปอร์ของ *Clostridium*	จุลินทรีย์ที่เริ่มต้นมีมากเกินไป
ผลิตภัณฑ์เนื้อกระป๋องที่ผ่านการฆ่าเชื้อชนิด semi-preserved หรือ pasteurization	*Streptococcus*	มีรสเปรี้ยวและเปลี่ยนสี
	Bacillus *Clostridium*	ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 10^0ซ จะผลิตก๊าซ มีเจลาตินเยิ้มออกมา และมีการเน่าจากการสลายตัวของโปรตีน

ที่มา : Price and Schweight (1978) อ้างโดย อุมาพร ศิริพินทุ์ (2547)

4) การเกิดเมือกที่ผิวหน้า (slime surface)

เมือกเป็นสารพวก polysaccharides ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้นมาและสะสมอยู่ภายในเซลล์ เมื่อเราสามารถมองเห็นโคโลนีของจุลินทรีย์ด้วยตาเปล่าได้ ก็จะมองเห็นเป็นเมือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้น อาจมีสีขาวหรือสีเหลืองเกิดขึ้นบนผิวหน้าของชิ้นเนื้อ และมีกลิ่นเหม็นด้วย มักเกิดภายใต้สภาวะมีอากาศ มักเกิดจากแบคทีเรียพวก *Pseudomonas sp.*และ *Achromobactor sp.* ในเนื้อสัตว์ที่แขวนไว้ในห้องเย็นที่มีความชื้นสูง แต่ถ้ามีความชื้นต่ำในห้องเย็นจะพบพวก micrococcus เช่น *Microbacterium thermosphactum* หรือ *Streptococcus sp.* หรือยีสต์ปะปน เช่น ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสุกรพวกแฟรงค์เฟอร์เตอร์และโบโลญ่า

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่บรรจุแบบสุญญากาศมักไม่ค่อยพบการเน่าเสียในลักษณะนี้ เพราะการปนเปื้อนของ anaerobic bacteria ในธรรมชาติมีน้อยกว่าพวก aerobic bacteria และพวก aerobic bacteria โดยปกติจะผลิตกรดอินทรีย์ขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต ปริมาณกรดที่เกิดขึ้นจากแบคทีเรียเหล่านี้จะมีผลยับยั้งการเจริญของพวก anerobic bacteria ด้วย แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาสภาพสุญญากาศ มีการปนเปื้อนจาก anaerobic bacteria ขึ้น และเก็บรักษาไว้ในชั่วระยะเวลาหนึ่ง ก็อาจเกิดการเน่าเสียที่สังเกตได้ เป็นเมือกสีขาวคล้ายน้ำนม (whitish liquid) ในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุธรรมดา เมือกของแบคทีเรียจะปรากฏเห็นเป็นรูปลูกปัดเล็กๆ ละเอียด แต่ดูจะเป็นยางเหนียว และมีกลิ่นเหม็น (off odor) บางครั้งมองเห็นคล้ายยีสต์

5) การเกิดสีต่างๆ บนผิวหน้า (discoloration) ของชิ้นเนื้อ

เกิดเนื่องจากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่เจริญเติบโตแล้วสร้างเม็ดสีขึ้นมา ทำให้มองเห็นเป็นจุดสีต่าง ๆ เช่น จุดสีแดงจาก *Serratia marcescens* จุดสีฟ้าจาก *Pseudomonas syncyanea* จุดสีน้ำเงินแกมเขียวหรือดำแกมน้ำตาลจาก *Chromobacterium lividum* เป็นต้น

6) การเปลี่ยนแปลงสีของเม็ดสีในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก

จุลินทรีย์ตัวที่มีบทบาทสำคัญคือ *Lactobacillus viridescens* หรืออาจเป็นพวก *Leuconostoc sp.* ที่ปนเปื้อนเข้ามาในส่วนผสมของเนื้อในขณะเตรียมการ ในการอบและการรมควันผลิตภัณฑ์ใช้ความร้อนไม่เพียงพอต่อการทำลายบักเตรีที่ปนเปื้อนได้หมด แบคทีเรียที่เหลือรอดอยู่จะเจริญเติบโตและสามารถสร้างสารพวกเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์อย่างแรง สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับอนุมูลเฟอรัสในโครงสร้างวงแหวนพอไพรินของเม็ดสีไมโอโกลบิน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของไนโตรโซฮีไมโครม ไปเป็น cholemyoglobin ซึ่งอยู่ในรูปของ verdoheme ทำให้เกิดเป็นสีเขียว (greening) ขึ้นในไส้กรอก

7) การเกิดเชื้อราที่ผิวหน้า

โดยทั่วไปเป็นเชื้อราพวก *Cladosporium* ทำให้เกิดจุดสีดำ *Thamnidium* , *Mucor* หรือ *Rhizopus* ทำให้เกิด whisker ที่ผิวหน้าของเนื้อวัว *Penicillium* ทำให้เกิด green patch และ *Sporotrichum* ทำให้เกิดจุดสีขาว มักพบในเนื้อที่ตัดแบ่งครึ่งหรือแบ่งสี่ที่เก็บรักษาในห้องเย็นที่อุณหภูมิใกล้ 0 องศาเซลเซียส เพื่อการบ่มเนื้อให้นุ่ม (aging) วัตถุประสงค์ของการบ่มเนื้อเพื่อให้เนื้อมีความนุ่มตามต้องการและมีการผลิตกลิ่นรสเฉพาะขึ้นเรียกว่า aged flavor ซึ่งยังไม่มีการสำรวจหรือตรวจหาจุลินทรีย์พวกนี้ในเนื้อว่าทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น หรือมีกลิ่นของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มมากขึ้นอย่างไร แต่การขึ้นราในเนื้อเป็นผลให้ต้องตัดแต่งเนื้อทิ้งไป เมื่อจะนำไปทำผลิตภัณฑ์อื่นต่อไป

ซึ่งสอดคล้องกับ เยาวลักษณ์ สุรพันพิศิษฐ์ (2536) รายงานว่า เนื้อสดโดยปกติจะมีแบคทีเรียพวก *Pseudomonas* เป็นสาเหตุให้เกิดการเน่าเสียขึ้นในรูปของกลิ่นผิดปกติ (off – oder) และรสชาติผิดปกติ (off – flavor) ในการเคลื่อนย้าย การตัดแต่ง และการบรรจุเนื้อสดจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียพวก *Lactobacteriaceas sp.* จากวัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้ในการตัดแต่ง และจากมือของผู้ปฏิบัติงาน

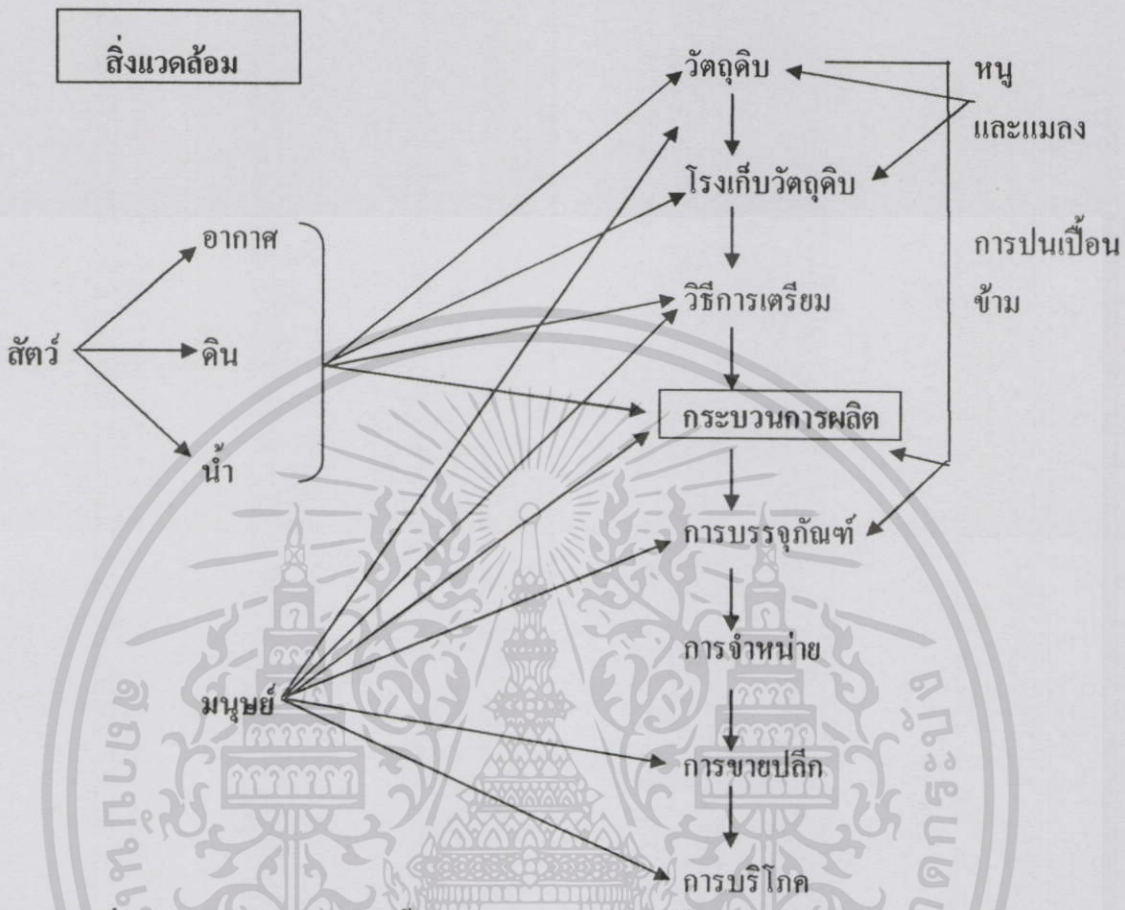
2.5 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่า

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล (2539) กล่าวว่า จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่มาจากภายนอก โดยอาจปนเปื้อนในระหว่างการฆ่าและการชำแหละจุลินทรีย์เหล่านี้มาจาก ขน หนัง กีบ เท้า ทางเดินอาหารสัตว์ เสื้อผ้า มือของผู้ชำแหละ เครื่องมือเครื่องใช้ อากาศ ในระหว่างจำหน่าย จุลินทรีย์มาจากภาชนะบรรจุ บริเวณวางจำหน่าย ผู้ซื้อ ผู้ขาย อากาศ เครื่องมือเครื่องใช้ ในระหว่างการผลิตจุลินทรีย์อาจมาจากส่วนผสม เครื่องมือเครื่องใช้ ดังภาพที่ 2.3 และ 2.4 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*

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 2.3 แสดงแหล่งการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในระหว่างขั้นตอนการผลิต (Chris *et al.*, 2005)

และจากการศึกษาของ Swanenburg *et al.* (2001) ตรวจพบแหล่งการปนเปื้อนในขั้นตอนก่อนกระบวนการฆ่า โดยได้ทำการตรวจสอบปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด และเชื้อ Enterobacteriaceae ในคอกพักสุกรจากโรงฆ่า 2 แห่งในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยการ swab ที่ผนังพื้นคอก ในพื้นที่ 50 ตารางเซนติเมตร เก็บน้ำจากพื้นคอกพักสุกร ที่มีส่วนผสมของน้ำพ่นสเปรย์สุกร น้ำปัสสาวะ และมูลสุกร ตัวอย่างละ 100 มิลลิลิตร จัดเก็บตัวอย่างเป็น 3 ระยะ ระยะที่ 1 เป็นคอกพักขณะที่มีสุกรพักอยู่ ระยะที่ 2 เป็นคอกพักผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค ระยะที่ 3 เป็นคอกพักที่ปรับปรุงวิธีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค พบว่าปริมาณเชื้อทั้งสองชนิดจากทั้งสองโรงฆ่ามีปริมาณลดลงเมื่อคอกพักสุกรผ่านการทำความสะอาด ดังตารางที่ 2.6

81351

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 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 *et al.* (2001)

นอกจากนี้จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2540) ได้สรุปการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าไว้ดังนี้

1) การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถพบได้ตั้งแต่อยู่ในฟาร์มจากสภาพแวดล้อม เช่นแหล่งน้ำ อาหารสัตว์ และตัวสัตว์ที่ติดเชื้อ เช่นเดียวกับรายงานของ Davis *et al.* (2003) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อ *E.coli* O157 : H7 และ *Salmonella* spp. ภายในฟาร์มโคเนื้อต่าง ๆ ทางตอนเหนือของเมืองไอดาโฮ และวอร์ชิงตัน โดยการตรวจสอบจากอาหาร ถังเก็บอาหาร น้ำ และ มูลสัตว์ พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ *E.coli* O157 : H7 และ *Salmonella enterica* ในฟาร์มต่าง ๆ และหลังจากสัตว์กินอาหาร และน้ำ พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อเพิ่มมากขึ้นจากการตรวจสอบในมูลสัตว์

2) การเคลื่อนย้ายสัตว์จากฟาร์มไปยังโรงฆ่าสัตว์ เป็นการนำสัตว์จากหลาย ๆ แหล่งมาอยู่รวมกัน จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่งได้ Reid *et al.* (2002) กล่าวว่าถ้ารถขนส่งสัตว์ไม่ได้รับการทำความสะอาดที่เหมาะสมก็สามารถเป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ จากขน หนัง กีบ เท้า และมูลสัตว์ได้ ดังรายงานของ Norrung and Buncic. (2008) รายงานว่า เชื้อเริ่มต้นที่พบในโรงฆ่า ดูได้จากมูลสัตว์ในระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนส่งและเมื่อพักสัตว์ ซึ่งการขนส่งและการพักสัตว์เป็นช่วงหนึ่งที่พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในระดับสูง ที่เป็นผลมาจากการปนเปื้อนจากฟาร์ม

3) ขั้นตอนการแทงคอเอาเลือดออก จะเป็นโอกาสทำให้เชื้อเข้าสู่ร่างกายบริเวณบาดแผลซึ่งอาจติดเชื้ออยู่ที่บริเวณผิวหนังของสัตว์ หรืออุปกรณ์มีดที่ใช้ไม่สะอาด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเข้าสู่ทางบาดแผลที่อาจเปิดกว้างมาก ทำให้เชื้อเข้าสู่ร่างกายได้มาก ดังรายงานการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ บริเวณแผลแทงคอของ Snijders and Gerats (1976b) โดยพบเชื้อกลุ่ม mesophilic $10^6 - 10^7$ โคโลนี/ตารางเซนติเมตร เชื้อแกรมลบ $10^4 - 10^5$ โคโลนี/ตารางเซนติเมตร และเชื้อกลุ่ม enterobacteriaceae $10^3 - 10^4$ โคโลนี/ตารางเซนติเมตร นอกจากนี้ Carretero and Pares (2000) รายงานว่า ในขั้นตอนการแทงคอยังมีผลต่อการปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเลือดสัตว์ด้วย รวมทั้งระยะเวลาและขั้นตอนการเก็บเลือด ซึ่งเลือดสัตว์ที่เก็บจากกระบวนการฆ่าเป็นจุดหนึ่งที่สามารถบอกถึงสุขศาสตร์ของขั้นตอนนั้นโดยทั่วไปพบปริมาณการปนเปื้อนได้ถึง 10^6 โคโลนี/มิลลิลิตร

4) การปนเปื้อนในขบวนการลวกซาก (scalding) โดยทั่วไปขั้นตอนการลวกซากจะสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้ เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้น้ำร้อนลวกซากประมาณ 58 – 62 องศาเซลเซียส ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ถูกทำลาย แต่จะพบแบคทีเรียที่ทนความร้อนได้ดี เช่น*Clostridium* spp. และสปอร์ของพวก *Bacillus* spp. ที่สามารถมีชีวิตรอดได้ และเข้าสู่ซากทางบาดแผลที่ถูกแทงคอ หรือทางผิวหนังที่ถูกทำลายเนื่องจากความร้อนจากน้ำลวกซาก น้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูงจะทำลายผิวหนังชั้นนอก ดังนั้นภายหลังขั้นตอนการลวกซากจะพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าเดิม

ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Gill and Bryant (2002) ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการฆ่าสุกรในประเทศแคนาดา จากการใช้เครื่องขูดขน 2 แบบ คือ แบบ A มีอุณหภูมิน้ำลวกซากต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส และแบบ B มีอุณหภูมิน้ำลวกซาก 57 องศาเซลเซียส พบว่าในน้ำลวกซากจากเครื่องขูดขนแบบ B มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.00 – 5.00 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ซึ่งต่ำกว่าเครื่องขูดขนแบบ A ที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 5.30 – 6.00 $\log_{10}$cfu /มิลลิลิตร แต่ที่ผิวซากสุกรก่อนเผาขน และซากสุกรหลังเผาขนที่ทำการขูดขนเรียบร้อยแล้ว จากเครื่องขูดขนแบบ B มีจำนวนการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 4.00 – 4.90 และ 4.60 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีการปนเปื้อนมากกว่าเครื่องขูดขนแบบ A ที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3.30 – 3.78 และ 3.00 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีผลต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำลวกซาก แต่ที่ผิวซากมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากความร้อนจากน้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูงจะทำลายผิวหนังชั้นนอก ดังนั้นภายหลังขั้นตอนการลวกซากจะพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Greig and Stephan (2005) กล่าวว่า ขั้นตอนการลวกซาก และการเผาขนสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรได้ต้องขึ้นอยู่กับระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการ โดยแนะนำว่าช่วงที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิ 58 - 62 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลาในการลวกซากนาน 5 - 6 นาที และ อุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 63 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลาลวกซากนาน 4 - 5 นาที Wong *et al.* (2001) รายงานว่า การเผาขนที่อุณหภูมิสูง 1300 – 1500 องศาเซลเซียส เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมาก

5) การปนเปื้อนในขบวนการขูดขน (dehairing) และขัดขน (polishing) ในขั้นตอนนี้เชื้ออาจจะติดอยู่กับอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ไม่สะอาด สามารถจะเข้าสู่ชั้นผิวหนังหรือบริเวณบาดแผลที่แทงคอ ในขณะที่เครื่องขูดขนและปัดขนกำลังทำงานอยู่กับซาก

ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Rahkio *et al.* (1992) รายงานการตรวจพบแบคทีเรียทั้งหมด พบว่าซากหลังการลวกและผ่านการปัดขนมีจำนวนการปนเปื้อน 3.45 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าซากที่ผ่านการลวกแต่ไม่ได้ปัดขนมีจำนวนการปนเปื้อนเท่ากับ 3.26 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร เช่นเดียวกับซากที่ผ่านการเผาขนโดยไม่ได้ปัดขนจะมีการปนเปื้อนน้อยกว่าซากที่ผ่านการปัดขน 1.57 และ 2.11 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการปัดขนทำให้จำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากในขั้นตอนนี้เชื้ออาจจะติดอยู่กับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่สะอาด จึงสามารถจะเข้าสู่ชั้นผิวหนังหรือบริเวณบาดแผลที่แทงคอในขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่กับซาก

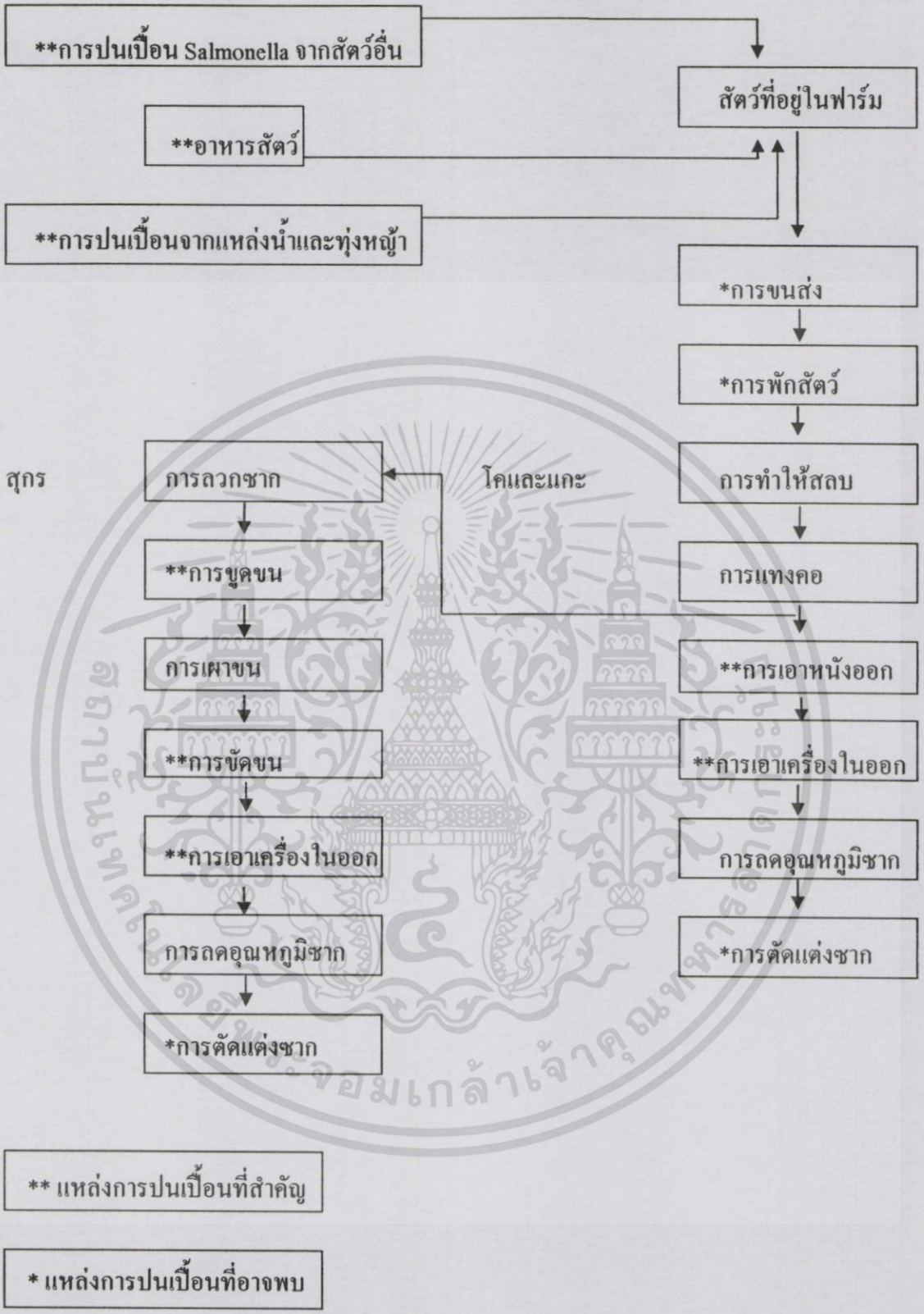
6) การปนเปื้อนในขบวนการเปิดซาก (evisceration) ในขั้นตอนของการผ่าท้องเพื่อเอาเครื่องในออกถ้ากระทำด้วยความไม่ระมัดระวังอาจทำให้เครื่องในแตกฉีกขาด มีผลทำให้จุลินทรีย์ในทางเดินอาหารและลำไส้ออกมาปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้ Greig and Stephan (2005) กล่าวว่า อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนการผ่าซาก และเอาเครื่องในออก ถ้าทำความสะอาดไม่ดีพอจะเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการสะสมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ไปยังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากได้เช่นกัน โดยทั่วไปแล้วภายหลังการผ่าซากควรล้างซากด้วยน้ำอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการล้างและการฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสามารถลดจำนวนแบคทีเรียได้ประมาณ 1 – 3 log cycle รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบนซากสัตว์ (Gorman *et al.*,1995 and Regan *et al.*,1996) นอกจากนี้ในรายงานของ John and Smith (1998) กล่าวว่าน้ำที่ใช้ในการล้างซากควรควบคุมความแรงของน้ำ เพราะความแรงของน้ำอาจทำให้เกิดการกระจายตัวของจุลินทรีย์ ดังนั้นการเลือกชนิด ขนาด มุมของการสเปรย์ ความดัน และขนาดของซาก จึงเป็นปัจจัยร่วมในการลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ สำหรับในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซาก Greig and Stephan (2005) กล่าวว่า ขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากด้วยอุณหภูมิห้องต่ำ สามารถป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม mesophilic และลดการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม psychrotrohic และเชื้อราลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การปนเปื้อนในขั้นตอนการตัดแต่ง และเลาะกระดูก (cutting/deboning) ขั้นตอนนี้จะพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ไม่สะอาด ติดเชื้อโรคจากมือของผู้ปฏิบัติงานหรืออุณหภูมิภายในห้องตัดแต่งสูงไม่พอแก่การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ดังรายงานของ Gill (1999) ทำการศึกษาโดยสุ่ม swab ถุงมือยางที่พนักงานใส่ตัดแต่งซากพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการทำงานนานขึ้น โดยพบการปนเปื้อน 2.43 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร และเมื่อทำการตรวจซ้ำอีกเมื่อเวลาผ่านไปครั้งละ 2 ชั่วโมง จุลินทรีย์เพิ่มขึ้นเป็น 2.69 และ 3.57 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่า มือผู้ชำแหละเป็นแหล่งที่นำไปสู่การแพร่กระจายของจุลินทรีย์ที่สำคัญอีกจุดหนึ่ง แม้ว่าผู้ชำแหละจะสวมถุงมือแต่มิได้หมายความว่าจะตัดวงจรของการแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ โดยเฉพาะการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ของเชื้อจุลินทรีย์จากสุกรตัวหนึ่งไปยังสุกรตัวอื่นๆ ได้ โดยผ่านมือหรือถุงมือของผู้ชำแหละ รวมทั้งภาชนะและอุปกรณ์ที่มีการสัมผัสกับเนื้อสัตว์ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้ การใช้โดยไม่ผ่านการล้างทำความสะอาดเป็นการเสี่ยงต่อการปนเปื้อนข้าม สายพานส่งลำเลียงเนื้อสัตว์เป็นอีกจุดหนึ่งที่จะต้องรักษาความสะอาด เพื่อมิให้เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ต่อไปในผลิตภัณฑ์ และนอกจากนี้การเคลื่อนย้ายและการเก็บรักษา ต้องปฏิบัติตามกรรมวิธีผลิตที่ดี เช่น การควบคุมอุณหภูมิขณะเคลื่อนย้ายและเก็บรักษา มีการป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมและการปนเปื้อนข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แสดงแหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสุกร แกะ และโค (WHO. 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Borch *et al.* (1996) กล่าวว่าประเด็นหลักที่สำคัญต่อการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับตัวสุกร คือ มูล ของเหลวในคอหอย และสภาพแวดล้อม ซึ่งระบบ HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) และ GMPs (Good Manufacturing Practices) ในกระบวนการฆ่าสุกรเป็นจุดรวมที่สามารถควบคุมการแพร่กระจายเชื้อ โดยกำหนดจุดควบคุม CPs (control points) หรือ จุดควบคุมวิกฤต CCPs (critical control points) ในขั้นตอนกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงลักษณะการปนเปื้อน และการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสุกร

ขั้นตอน	ลักษณะการปนเปื้อน	การป้องกัน	
CPs/CCPs			
การพักสัตว์	ปนเปื้อนระหว่างสัตว์	ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค	CPs
การทำให้สัตว์สลบ		ที่คอกพักสัตว์	
การแทงคอ	ปนเปื้อนจากอุปกรณ์, มีด	ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค	CPs
		ที่อุปกรณ์ มีด	
การลวกซาก	การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์	ควบคุมระยะเวลา	CPs
	ลดลง	และอุณหภูมิในการลวกซาก	
การขูดขน	ปนเปื้อนจากเครื่องมือ	ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค	CPs
การเผาขน	ลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวซาก	ควบคุมระยะเวลาและ	CPs
		อุณหภูมิในการเผาขน	
การปัดขน	ปนเปื้อนจากเครื่องมือ	ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรค	CPs
การเอาเครื่องในออก	ปนเปื้อนจากลำไส้	รัดปากทวาร	CCPs
	ปนเปื้อนจากลิ้น, คอหอย	และฆ่าเชื้ออุปกรณ์	
	และต่อมทอนซิล		
	ปนเปื้อนจากอุปกรณ์		
การผ่าซาก	ปนเปื้อนจากอุปกรณ์	เร่งระยะเวลาการผ่าซากให้เร็วขึ้น	CPs
การตรวจสอบเนื้อ	ปนเปื้อนจากการตรวจ	ฆ่าเชื้ออุปกรณ์	CCPs
การเลาะเนื้อออกจากหัว	ปนเปื้อนจากหัว	ฆ่าเชื้ออุปกรณ์	CCPs

ที่มา : Borch *et al.* (1996)

หมายเหตุ : CPs (control points) หมายถึง จุดควบคุม

: CCPs (critical control points) หมายถึง จุดควบคุมวิกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gill *et al.* (2000) รายงานการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในโรงฆ่าสุกรทั้งหมด 8 แห่ง ในประเทศแคนาดา โดยทำการตรวจสอบจาก 3 ขั้นตอน คือ ภายหลังการปัดขน หลังจากการผ่าซาก ก่อนเข้าห้องเย็น และภายหลังจากลดอุณหภูมิซาก 24 ชั่วโมง พบว่าในโรงฆ่า A, B และ E มีจำนวนการปนเปื้อนไม่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอน อยู่ในช่วง 2.33 – 3.35 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ส่วนในโรงฆ่า D และ F พบว่าหลังจากการผ่าซากก่อนเข้าห้องเย็น และภายหลังจากลดอุณหภูมิซาก มีจำนวนการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงโดยพบการปนเปื้อนมีจำนวน 2.64, 2.69 และ 1.93, 1.67 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 โรงฆ่ามีระบบการเป่าลมเย็นไปยังซากสุกรทำให้มีผลต่อการลดจำนวนการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บางชนิดได้ เช่น *E. coli* ส่วนในโรงฆ่า C พบจำนวนการปนเปื้อนลดลงภายหลังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวน 2.69 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร เนื่องจากโรงฆ่า C มีระบบฉีดพ่นน้ำในระหว่างแช่เย็น ส่วนในโรงฆ่า G พบว่าภายหลังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากมีจำนวนการปนเปื้อนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ขั้นตอนแรกโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวน 2.62 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตรเนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องเย็นไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ปนเปื้อนมาได้ เช่น Coliforms และในโรงฆ่า H พบว่าในขั้นตอนหลังจากการผ่าซากก่อนเข้าห้องเย็นมีจำนวนการปนเปื้อนแตกต่างจาก 2 ขั้นตอนโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวนน้อยที่สุดคือ 1.06 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร เนื่องจากในโรงฆ่า H มีการทำความสะอาดซากสุกรหลังจากการปัดขน และมีระบบการเป่าลมเย็นไปยังสุกรหลังผ่าซาก ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TAC) จากผิวซากสุกรในขั้นตอน (1) หลังปัดขน (2) หลังล้างซากครั้งสุดท้าย (3) หลังลดอุณหภูมิซาก ($\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร)

โรงฆ่าสุกร	ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	ค่าสถิติ			
		$\bar{x}$	S.D.	Log A	n
A	1	3.35*	0.46	3.60	4.96
	2	3.48*	0.51	3.78	5.12
	3	3.56*	0.42	3.76	5.19
B	1	2.95*	0.83	3.75	4.88
	2	2.94*	0.68	3.47	4.82
	3	2.56*	0.92	3.54	4.88
C	1	3.09*	0.63	3.54	4.75
	2	2.84*	0.60	3.25	4.25
	3	2.69**	1.02	3.89	4.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

โรงฆ่าสุกร	ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	ค่าสถิติ			
		$\bar{x}$	S.D.	Log A	n
D	1	3.22*	0.73	3.83	5.00
	2	2.64**	0.59	3.04	4.39
	3	2.69**	0.70	3.25	4.57
E	1	2.39*	0.35	2.53	3.89
	2	2.33*	0.41	2.54	3.99
	3	2.62*	0.70	3.18	4.57
F	1	2.67*	0.60	3.08	4.34
	2	1.93**	0.59	2.33	3.65
	3	1.67**	0.65	2.16	3.64
G	1	1.49*	0.58	1.88	3.26
	2	2.01*	0.68	2.54	3.85
	3	2.62**	1.08	3.54	5.33
H	1	2.22*	0.57	2.59	3.85
	2	1.06**	0.82	1.83	3.07
	3	2.04*	0.68	2.57	3.71

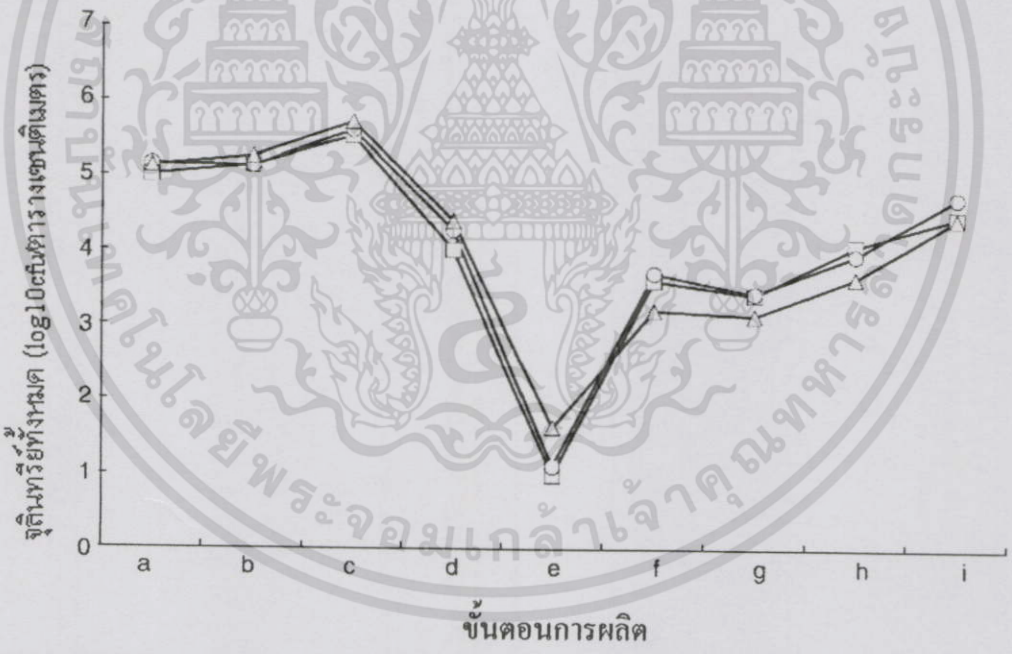
*,** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gill *et al.* (2000)

Bolton *et al.* (2002) รายงานการตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจากโรงฆ่าสุกรในประเทศไอร์แลนด์ โดยเก็บตัวอย่างจากผิวซากสุกรในตำแหน่งสะโพก พื้นท้อง และสันคอ พบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวสุกรก่อนการขนส่งจากฟาร์มเฉลี่ยเท่ากับ 5.0 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร และมีการปนเปื้อนเพิ่มสูงขึ้นในขั้นตอนการแทงคอ ซึ่งการปนเปื้อนที่ติดไปกับผิวสุกรเหตุผลส่วนหนึ่งมาจากสภาพแวดล้อมภายในฟาร์ม คือ ดิน อาหาร และมูลสัตว์ เมื่อมาถึงโรงฆ่าหากมีขั้นตอนการทำความสะอาดไม่ดีพอ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นจะสูงตามไปด้วย หลังจากขั้นตอนการลวกซากและปัดขนพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยเท่ากับ 4.0 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนการแทงคอ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิน้ำลวก 85 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 วินาที สามารถลดการปนเปื้อนลงได้ และพบว่าขั้นตอนการเผาขนสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวซากได้สูงถึง 3.0 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร โดยพบการปนเปื้อนเฉลี่ย 1.0 – 1.6 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร เมื่อผ่านการฉีดพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำก่อนเอาเครื่องในออกพบว่าปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 – 3.7 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร หลังจากสิ้นสุดกระบวนการฆ่าหลังจากล้างน้ำสุดท้ายการปนเปื้อนอยู่ที่ระดับ 3.6 – 4.0 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร และทำการเก็บตัวอย่างจากซากสุกรระหว่างการลดอุณหภูมิซากพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นโดยมีจำนวน 4.5 – 4.7 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร แสดงดังภาพที่ 2.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ดังผลการตรวจการปนเปื้อนในอากาศภายในโรงฆ่าของขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ ในระยะพักและขั้นตอนการแทงคอพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 2.9 $\log_{10}$cfu/ลูกบาศก์เมตร ขั้นตอนการลวกซากและการผ่าซากเอาเครื่องในออกพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.4 $\log_{10}$cfu/ลูกบาศก์เมตร ส่วนในขั้นตอนการเผาขนพบการปนเปื้อน 3.0 $\log_{10}$cfu/ลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ได้ทำการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp.ในซากสุกร พบการปนเปื้อน *S.* Agona บนผิวสุกรก่อนการขนส่ง ร้อยละ 27 และหลังจากขั้นตอนการแทงคอพบการปนเปื้อน *S.* Typhimurium ร้อยละ 50 แต่เมื่อผ่านขั้นตอนการลวกซาก การเผาขน การผ่าซาก และหลังจากลดอุณหภูมิซากแล้วไม่พบการปนเปื้อน *Salmonella* spp. ในซากสุกร



ภาพที่ 2.5 แสดงการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมด ($\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร) บนผิวซากสุกรในตำแหน่งสะโพก (□), พื้นท้อง (O) และสันคอ (Δ) ในขั้นตอน (a) จากฟาร์มก่อนขนส่ง และภายหลังขั้นตอน (b) ล้างตัวสุกร; (c) แทงคอ; (d) ลวกซากและปัดขน; (e) เผาขน; (f) ฉีดพ่นน้ำบนซาก (g) เอาเครื่องในออก; (h) ล้างซากครั้งสุดท้าย (i) ลดอุณหภูมิซาก (Bolton *et al*,. 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Declan *et al.* (2002) รายงานการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนในซากสุกรจากโรงฆ่าในประเทศไอร์แลนด์ โดยพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังการแทงคอ บริเวณเนื้อสะโพก สามชั้น และเนื้อสันคอ อยู่ในช่วง 6.1 – 6.4 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ภายหลังการลวกซากที่อุณหภูมิน้ำ 61 องศาเซลเซียส ปริมาณการปนเปื้อนลดลง 3.5 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร มีจำนวนเท่ากับ 2.6 – 2.9 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร หลังจากขั้นตอนขูดขนปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น 2.0 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร มีจำนวนเท่ากับ 4.6 – 4.9 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร แต่จุลินทรีย์มีปริมาณลดลงเมื่อผ่านขั้นตอนการเผาขนมีจำนวนเท่ากับ 1.8 – 2.3 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร และจุลินทรีย์มีปริมาณเพิ่มขึ้นอีกเมื่อผ่านขั้นตอนการขัดขน และหลังจากผ่าซากเอาเครื่องในออกมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 3.5 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร

Pearce *et al.* (2003) รายงานการตรวจเชื้อจุลินทรีย์จากจุดวิกฤติในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าในประเทศอังกฤษจาก 7 ขั้นตอน ได้แก่ การแทงคอ การลวกซาก การขูดขน การเผาขน การขัดขน การเอาเครื่องในออก และการลดอุณหภูมิซากในโรงฆ่าสุกรของประเทศไอร์แลนด์ พบว่าปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ aerobic mesophilic ลดลงหลังจากลวกซากประมาณ 2.5 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ($p<0.001$) เมื่อเทียบกับซากหลังแทงคอ หลังขั้นตอนการขูดขนมีจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นประมาณ 2.0 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร หลังขั้นตอนเผาขนจุลินทรีย์มีจำนวนลดลงโดยที่ผิวสะโพก และพื้นท้องมีจำนวนสูงกว่าบริเวณคอ ($p<0.001$) แต่เมื่อผ่านการปัดขนจุลินทรีย์มีจำนวนสูงขึ้น 1.5 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ($p<0.001$) ภายหลังขั้นตอนการเอาเครื่องในออกพบว่าผิวซากบริเวณพื้นท้องมีจำนวนจุลินทรีย์สูงกว่าบริเวณคอ และสะโพก ($p<0.01$) และเมื่อผ่านการลดอุณหภูมิซากแล้วผิวซากบริเวณคอมีการจำนวนจุลินทรีย์สูงขึ้น ($p<0.01$) ดังตารางที่ 2.9 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 2.9 แสดงปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ aerobic mesophilic ในกระบวนการฆ่าสุกร (log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร)

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
S.E.D.	0.09	0.13	0.11	0.15	1.11	0.16	0.14
df	184	184	414	226	382	152	151

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ สุมาลี เหลืองสกุล (2541) กล่าวว่าเมื่อสัตว์ตายลงจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่จะเริ่มแทรกตัวเข้าไปในเนื้อเยื่อสัตว์ ซึ่ง ได้สรุปปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแทรกตัวของจุลินทรีย์ คือ

1. ปริมาณของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารของสัตว์ ถ้ายิ่งมากก็จะมีการแทรกตัวเข้าไปได้มากจึงได้มีการแนะนำให้สัตว์อดอาหารก่อนนำไปฆ่า

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างทันทีทันใดของสัตว์ก่อนถูกฆ่า ถ้าสัตว์ตกใจมีไข้ แบคทีเรียจะเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ง่ายขึ้น การกำจัดเลือดออกไม่หมดจะทำให้แบคทีเรียกระจายไปได้ง่าย และถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมากเกินไปจะทำให้แบคทีเรียเจริญได้ดีเนื่องจากเนื้อสัตว์มี pH สูง มีการปล่อยน้ำออกจากเส้นใยเนื้อมากขึ้น และการย่อยสลายโปรตีนเกิดได้เร็วขึ้น

3. วิธีการฆ่าและการกำจัดเลือด ถ้าการกำจัดเลือดทำอย่างระมัดระวัง และโรงงานมีการสุขาภิบาลที่ดีจะทำให้ได้เนื้อคุณภาพดี

4. อัตราเร็วในการแช่เย็น ยิ่งทำได้เร็วเท่าไรก็ยิ่งสามารถลดอัตราการแทรกตัวเข้าไปในเนื้อเยื่อของแบคทีเรียได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1) ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar flow, Dwyer, MARK II) ประเทศเยอรมันนี
2) ตู้บ่มเชื้อ (Incubator, WTB binder, BD) ประเทศเยอรมันนี
3) ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven, Memmert) ประเทศเยอรมันนี
4) ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ (Refrigeration)
5) เครื่องนึ่งความดันฆ่าเชื้อ (Autoclave, ES – 315) ประเทศญี่ปุ่น
6) เครื่องหมุนเหวี่ยง (Vortex)
7) เครื่องชั่ง (Digital balancing)
8) เครื่องมือตรวจนับเชื้อ (Colony counter 560)
9) ไมโครปิเปต 100 – 1000 µL (Pipeman, US 40536)
10) เครื่องวัดค่า pH (WTW Wiss, Techn – Werkstaten D812 Weilheim) และอิเลคโทรดสำหรับวัดค่า pH ในเนื้อ (Electrode – WTW pH - senitx^{sp})
11) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิเนื้อ (Testo 106 – T1)
12) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมี

1) อาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (Merck)
2) อาหารเลี้ยงเชื้อ Peptone from meat peptic digested (Merck)
3) น้ำเกลือเก็บตัวอย่าง (NaCl) ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ (Sodium Choride, Merck)

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

3.3.1 ศึกษาแผนผังและขั้นตอนการทำงานของโรงฆ่าสุกร

โดยศึกษาแผนผังของโรงฆ่าสุกรและตัดแต่งสุกรซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษา เส้นทางการเข้าออกของสุกร เส้นทางการเข้าออกของพนักงาน ระบบการระบายอากาศ ระบบน้ำใช้ของโรงฆ่า ในขั้นตอนการปฏิบัติงานก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ระหว่างกระบวนการฆ่าสุกรและชำแหละสุกร และกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การวางแผนการทดลอง

ในการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าชำแหละ ตลอดถึงการตัดแต่งซากสุกร แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

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

1) จากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 5 ตัว รวม 15 ตัว
2) จากฟาร์มในจังหวัดชลบุรี จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 5 ตัว รวม 15 ตัว
3) จากฟาร์มในจังหวัดระยอง จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 5 ตัว รวม 15 ตัว
4) จากฟาร์มในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 5 ตัว รวม 15 ตัว

จำนวนตัวอย่างสุกรทั้งสิ้น 60 ตัว ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่ง ตัวอย่างมาจากซากเดียวกันในทุกขั้นตอน

3.3.3 ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

ดำเนินการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

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

2) น้ำฉีดในคอกพักสุกร : โดยการใช้ขวดแก้วผ่านการฆ่าเชื้อรองน้ำจากหัวพ่นฉีดน้ำในคอกพักสุกร ประมาณ 100 มิลลิลิตร

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

3.3.4 ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า

ดำเนินการเก็บตัวอย่างในขั้นตอนต่อไปนี้

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

2) น้ำลวกซากสุกร : โดยสุ่มเก็บน้ำในถังลวกซาก เป็นปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร ก่อนและหลังการนำซากลงลวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เลือดสุกร : โดยการรองเลือดจากแผลแทงคอ ปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร

4) แผลแทงคอ : โดยการ swab บริเวณขอบแผลแทงคอขนาด 5×5 เซนติเมตรเป็นพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร

5) ซากสุกรหลังการลวก : โดย การ swab ซากสุกรที่ผ่านการลวก ขูดขน เผาซากและขัดขนแล้ว ที่บริเวณซอกขาหน้า ท้อง และสันหลัง รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

6) มูลสุกร : โดยเก็บมูลจากลำไส้ใหญ่ของสุกรประมาณ 100 กรัม

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

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

9) น้ำฉีดล้างซากสุกร : โดยรองจากหัวพ่นฉีดน้ำล้างซากสุกรก่อนนำซากเข้าแช่ในห้องเย็น เป็นปริมาตรประมาณ 100 มิลลิลิตร

3.3.5 ศึกษาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร

คำเนินการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1) ซากสุกรหลังแช่เย็น : โดยการ swab ซากสุกรผ่าซีกที่ผ่านการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บริเวณผิวด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวม 4 จุดๆ ละ 25 ตารางเซนติเมตร เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

2) มีดที่ใช้ในการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มีดที่ใช้ตัดแต่งซากสุกรก่อนและหลังทำการตัดแต่ง ที่หน้าตัดของมีดทั้ง 2 ด้าน

3) มือพนักงานที่ทำการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มือที่ใช้จับชิ้นเนื้อของพนักงาน ก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของมือซึ่งมีถุงมือโลหะตาข่ายห่อหุ้มอยู่

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง

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

3.3.7 การวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี pour plate

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.3, 3.4.4 และ 3.4.5 มาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธีการ pour plate (A.O.A.C. 1990) ดังนี้

1) ทำการบดตัวอย่างชิ้นเนื้อจาก 4 ตำแหน่งให้ละเอียดผสมรวมกัน

2) นำตัวอย่างเนื้อที่บดละเอียด 25 กรัม ใส่ในสารละลาย buffer peptone water 225 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 บีบให้เข้ากัน 2 นาที

3) นำตัวอย่างอุจจาระ 25 กรัม ใส่ในสารละลาย buffer peptone water 225 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1 บีบให้เข้ากัน 2 นาที

4) นำตัวอย่างที่ swab จากซากสุกร คอกพัก เลือด น้ำ ตัวอย่างจากข้อ 2 และ 3 มาเจือจางที่ระดับ 1 : 100 (10^{-2}) 1 : 1000 (10^{-3}) และ 1 : 10000 (10^{-4}) ตามลำดับ ในสารละลาย buffer peptone water 9 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.1

5) ใช้ปิเปตดูดสารละลายแต่ละระดับการเจือจาง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ 2 จานเพาะเชื้อต่อ 1 ระดับการเจือจาง โดยใส่ตัวอย่างให้อยู่ศูนย์กลางของจานเพาะเชื้อ

6) เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ทับลงบนตัวอย่างลงในจานเพาะเชื้อปริมาณ 12 – 15 มิลลิลิตร

7) หมุนจานเพาะเชื้อวนซ้ายขวาจนอาหารเลี้ยงเชื้อเกือบแข็งเพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์กระจายมากที่สุด

8) ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

9) กลับจานเพาะเชื้อให้อาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ด้านบน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 36 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 การบันทึกข้อมูล

1) บันทึกอุณหภูมิน้ำลวกซากสุกรก่อนและหลังการลวกซาก

2) บันทึกแรงดันน้ำและปริมาตรน้ำล้างซากสุกรภายหลังการผ่าซาก

3) บันทึกค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) และอุณหภูมิในกล้ามเนื้อสะโพกภายหลังสัตว์ตาย 20 นาที ภายหลังสัตว์ตาย 45 นาที และภายหลังลดอุณหภูมิซากที่ 24 ชั่วโมง

4) บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องฆ่าสุกรภายหลังสัตว์ตาย 20 นาที ในห้องเย็นภายหลังสัตว์ตาย 45 นาที และในห้องตัดแต่งภายหลังลดอุณหภูมิซากที่ 24 ชั่วโมง

5) บันทึกปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่พบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนี (colony forming unit) ต่อหน่วย ได้แก่ $\log_{10}$cfu/กรัม จากตัวอย่างมูล และเนื้อ $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร จากตัวอย่างที่ทำการ swab $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร จากตัวอย่างที่เก็บจากน้ำ $\log_{10}$cfu/มีด และ $\log_{10}$cfu/มือ

3.3.9 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Paired t - test และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง ด้วยโปรแกรม General Linear Model (GLM) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

3.4.9.1 ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด - ด่าง ต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่ผิวซากสุกร และในเนื้อสุกร ที่ 24 ชั่วโมง โดยมีหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพล ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + P_j + T_i P_j + E_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

T_i = อิทธิพลของอุณหภูมิที่ i = 1 และ 2 (1 คืออุณหภูมิน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 องศาเซลเซียส, 2 คืออุณหภูมิมากกว่า 4 องศาเซลเซียส)

P_j = อิทธิพลของค่า pH ที่ j = 1, 2 และ 3 (1 คือ pH น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.75, 2 คือ pH ระหว่างมากกว่า 5.75 – 5.90 และ 3 คือ pH มากกว่าหรือเท่ากับ 5.90)

$T_i P_j$ = อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิกับค่า pH

E_{ij} = ค่าความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9.3 ศึกษาอิทธิพลของแหล่งที่มา (4 ฟาร์ม) ต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกร และรถขนสุกร โดยมีหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพล ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + F_i + E_i$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

F_i = อิทธิพลของฟาร์มที่ I = 1,..., 4 (1 คือ ฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา , 2 คือ ฟาร์มในจังหวัดชลบุรี, 3 คือ ฟาร์มในจังหวัดระยอง และ 4 คือ ฟาร์มในจังหวัดจันทบุรี)

E_i = ค่าความคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 โรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

โรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลที่ทำการศึกษา คือ โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า ตั้งอยู่ในอำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา ทำการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่งออกจำหน่ายไปยังประเทศฮ่องกง และบรูไน ซึ่งมีกำลังการผลิต 150 ตัวต่อชั่วโมง หรือ 1000 ถึง 1200 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงานประมาณ 300 คน สุกรที่เข้าฆ่าและชำแหละได้จากฟาร์มสุกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์มจากกรมปศุสัตว์ในพื้นที่ปศุสัตว์เขต 2 สุกรเป็นลูกผสม เพศเมีย เพศผู้ หรือเพศผู้ตอน มีอายุ 20 – 24 สัปดาห์ น้ำหนัก 90 – 120 กิโลกรัม เป็นสุกรปลอดโรคไม่แสดงอาการป่วย โดยมีการสุ่มเจาะเลือดโดยสัตวแพทย์ก่อนออกจากฟาร์ม และมีการสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดสุกรที่เข้าฆ่าหลังสุกรสลบ และจากการศึกษาโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลมีแผนผังโรงฆ่าและระบบการผลิตดังนี้

4.1.1 แผนผังของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

จากการศึกษาแผนผังของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลบางคล้า จากสถานที่จริง พบว่าโรงฆ่ามาตรฐานสากลเป็นอาคารขนาดใหญ่รูปตัวแอล ส่วนบริเวณด้านหน้าจัดแบ่งเป็นสำนักงาน และห้องอาหาร ส่วนบริเวณด้านในเป็นพื้นที่ของการฆ่า การชำแหละ และการตัดแต่งชากสุกร พื้นที่บริเวณด้านหลังเป็นคอกพักสัตว์ และบ่อบำบัดน้ำเสีย รอบๆ บริเวณอาคารเป็นลานจอดรถ และถนนคอนกรีต ซึ่งมีการแบ่งแยกเส้นทางการเดินรถในการขนส่งสุกรมีชีวิต ออกจากเส้นทางการลำเลียงเนื้อสุกรออกจากโรงงาน ดังแผนผังของโรงฆ่าสุกร แสดงดังภาพที่ 4.1

4.1.2 แผนผังภายในอาคารโรงฆ่า

ภายในอาคารโรงฆ่าและชำแหละ แบ่งเขตพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนสกปรก (dirty zone) และส่วนสะอาด (clean zone) เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามของแบคทีเรียที่อาจจะเกิดขึ้นได้ และทิศทางการไหลในกระบวนการผลิตเนื้อสุกร ตั้งแต่ทางเดินของสุกรมีชีวิตที่จะเข้าสู่บริเวณการทำให้สัตว์สลบ และในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าชำแหละ มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน โดยไม่มีการย้อนกลับ โดยแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ตามลำดับ ตามแผนผังเส้นทางของสุกรในกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งสุกร แสดงดังภาพที่ 4 .2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 แผนผังเส้นทางการทำงานของพนักงานในโรงฆ่าสุกร

เส้นทางการเข้า-ออกของพนักงานจะแยกออกจากทางเข้าของสุกรมีชีวิต และทางออกของของเนื้อสุกร โดยจัดแยกห้องพักให้พนักงานเปลี่ยนเสื้อผ้าเพื่อเข้าปฏิบัติงานเป็น 3 ส่วน คือ พนักงานในส่วนการฆ่า พนักงานในส่วนการชำแหละและผ่าซาก พนักงานในส่วนการตัดแต่งและคลังสินค้า ซึ่งในแต่ละส่วนจัดให้มีห้องน้ำ อ่างล้างมือ และอ่างล้างเท้า พนักงานหรือบุคคลที่จะผ่านเข้าในแต่ละโซน ต้องทำการเปลี่ยนเสื้อผ้าตามระเบียบของโรงฆ่า สวมผ้าปิดปาก สวมเน็ทคลุมผม หมวก รองเท้าบู๊ต และผ่านการล้างมือ ล้างเท้า ใช้ลูกกลิ้งเก็บเส้นผม ฉีดพ่นมือด้วยแอลกอฮอล์ ทุกครั้งก่อนเข้าปฏิบัติงาน แสดงดังภาพที่ 4.3

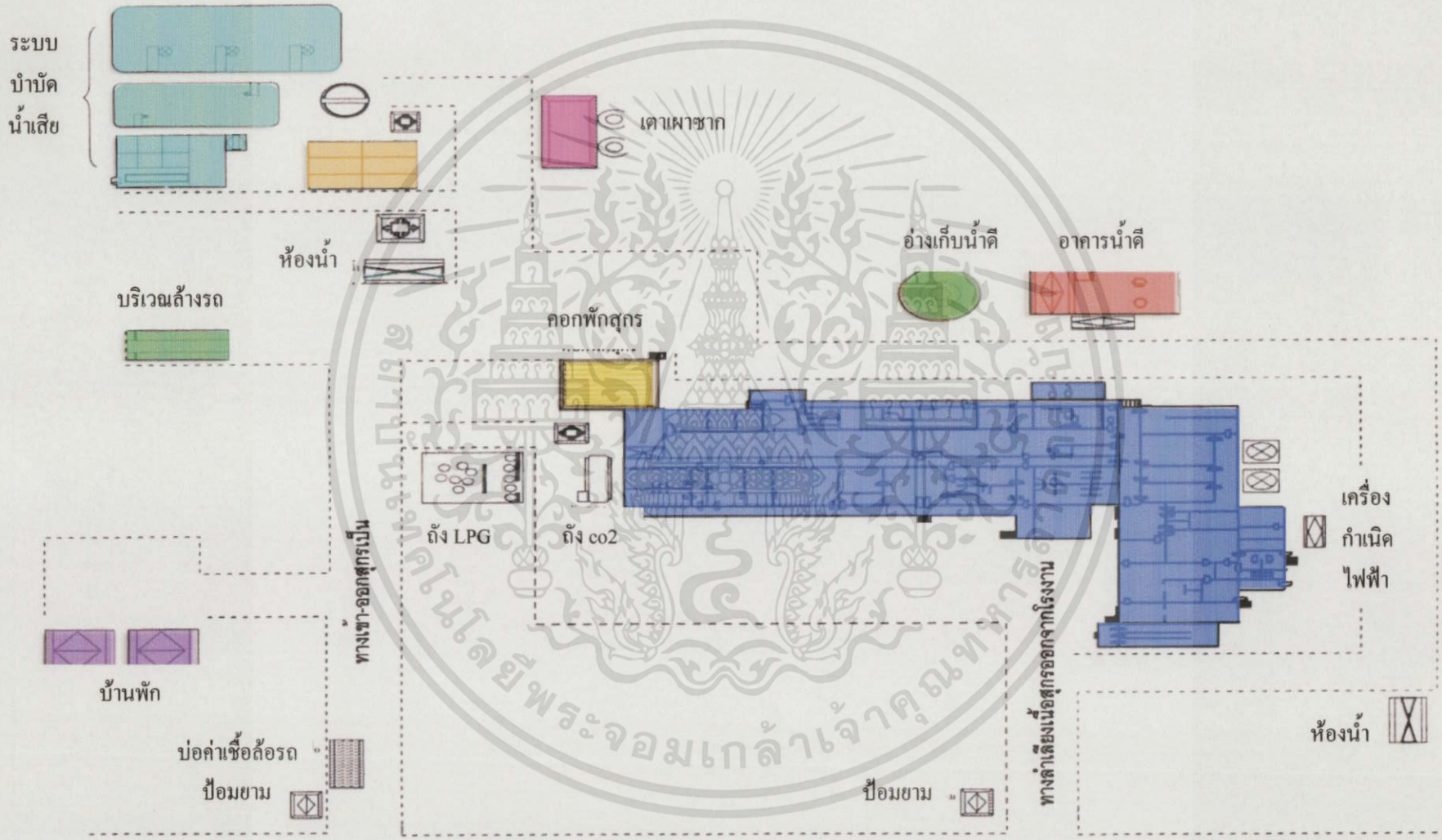
4.1.4 แผนผังระบบการระบายอากาศภายในโรงฆ่าสุกร

การถ่ายเทอากาศเคลื่อนจากเขตพื้นที่สะอาดไปยังเขตพื้นที่สกปรก เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละกระบวนการ โดยระบบอากาศในกระบวนการฆ่าอากาศถูกจัดให้ไหลจากส่วนบริเวณการชำแหละและผ่าซาก สู่บริเวณการฆ่า และถ่ายเทออกนอกตัวอาคารที่จุดทำให้สัตว์สลบ และที่คอกพักสุกรมีชีวิต นอกจากนี้ยังมีการระบายอากาศจากส่วนของการชำแหละและผ่าซาก ออกสู่ภายนอกอาคารที่บริเวณลานจอดรถรับชิ้นส่วนและเนื้อสุกรของลูกค้าผ่านช่องทางเดินของพนักงาน ส่วนระบบของอากาศในกระบวนการฆ่า และกระบวนการตัดแต่งสุกร อากาศถูกจัดให้ไหลจากส่วนบริเวณการตัดแต่งเนื้อสุกร ระบายออกผ่านช่องทางเดินของพนักงานสู่ภายนอกอาคาร และมีการถ่ายเทอากาศออกจากห้องแช่แข็ง และห้องบรรจุชิ้นเนื้อ ออกสู่ลานจอดรถรับสินค้าของลูกค้า แสดงดังภาพที่ 4.4

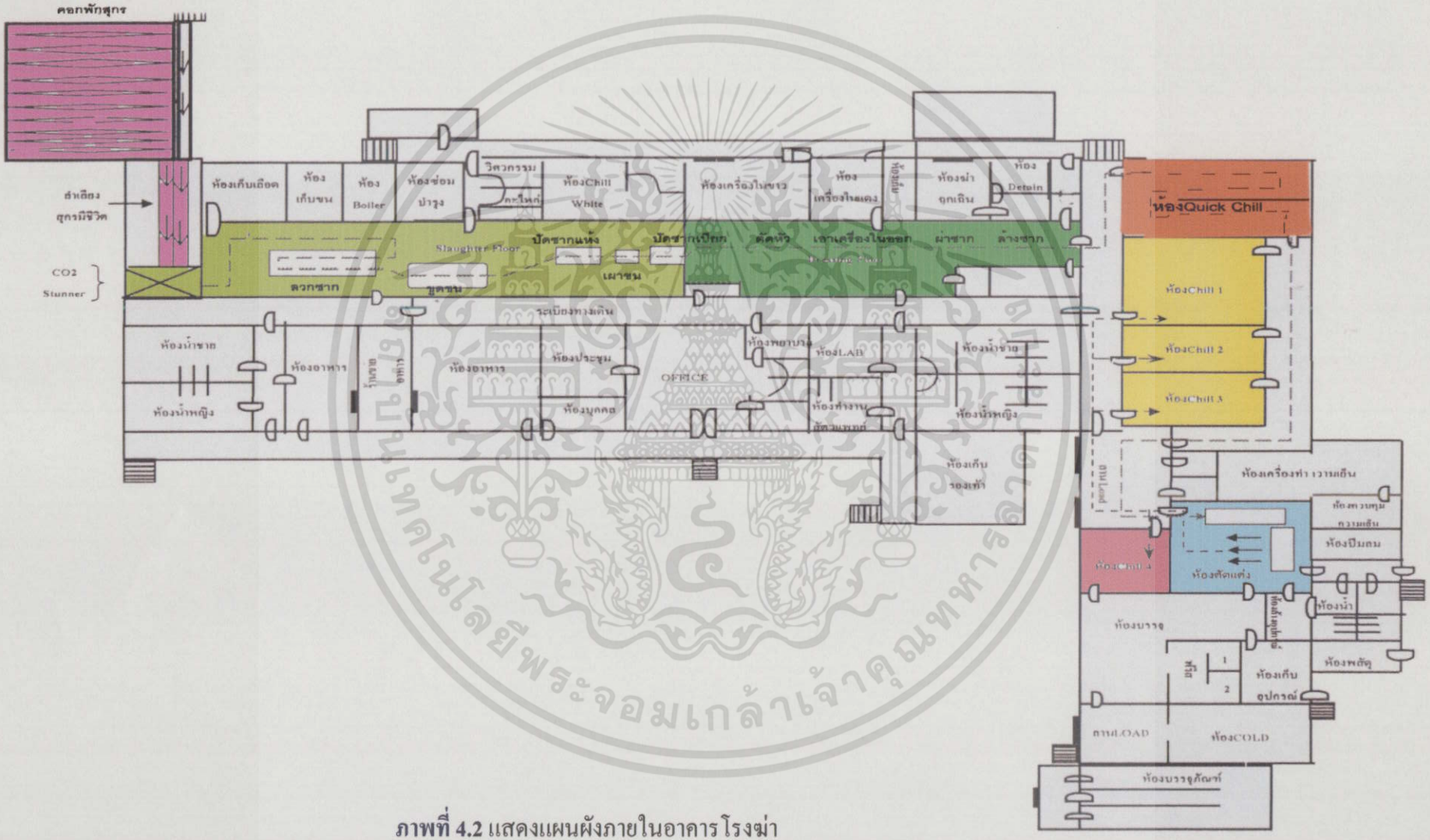
4.1.5 ระบบน้ำในโรงฆ่าสุกร

น้ำที่ใช้ภายในโรงฆ่าสุกรเป็นน้ำที่ได้จากบ่อบาดาล ทำการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนที่ระดับ 0.5 พีพีเอ็ม ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพน้ำจากกรมปศุสัตว์ และส่งผ่านปั๊มแรงดันให้มีระดับแรงดันน้ำไม่น้อยกว่า 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะมีการปรับแรงดันและปริมาตรของน้ำในการฉีดพ่นทำความสะอาดบริเวณผิวซากสุกร ตามน้ำหนักของสุกร

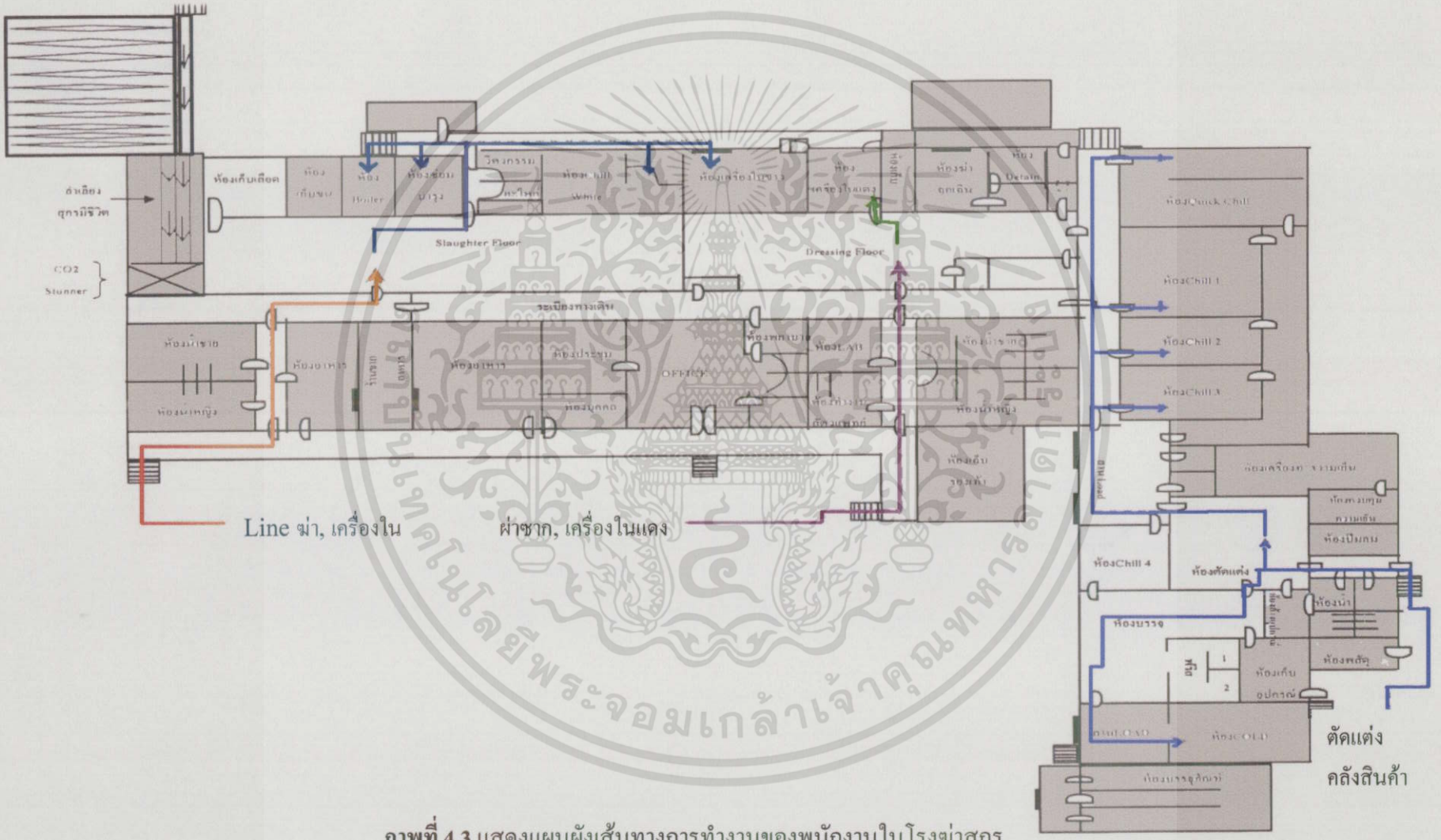
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



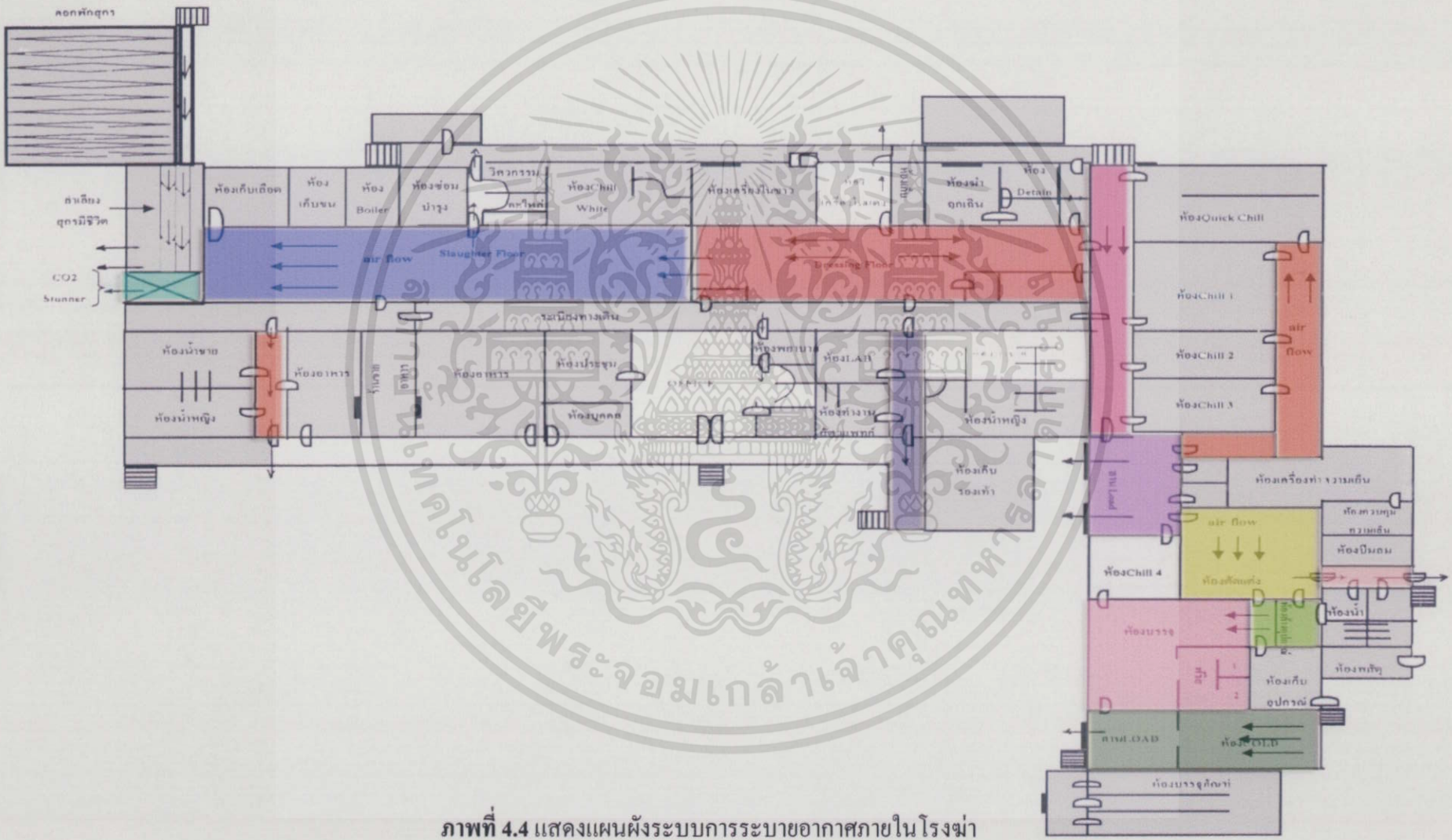
ภาพที่ 4.1 แสดงแผนผังของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล



ภาพที่ 4.2 แสดงแผนผังภายในอาคารโรงฆ่า



ภาพที่ 4.3 แสดงแผนผังเส้นทางการทำงานของพนักงานในโรงฆ่าสุกร



ภาพที่ 4.4 แสดงแผนผังระบบการระบายอากาศภายในโรงฆ่า

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

จากการศึกษาระบบการผลิตในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) การขนย้าย (transportation)

การขนย้ายสุกรจากฟาร์มมายังโรงฆ่าทำในเวลากลางคืนตั้งแต่ 19.00 นาฬิกา จนถึงช่วงกลางวัน ประมาณ 14.00 นาฬิกา โดยการขนย้ายสัตว์ใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ 10 ล้อ บรรทุกสุกร 2 ชั้น แบ่งเป็นคอกคอกละ 8 – 10 ตัว มีระยะทางในการขนย้ายสุกรประมาณ 33 – 170 กิโลเมตร ใช้เวลาประมาณ 1 – 5 ชั่วโมง เมื่อมาถึงโรงฆ่านำสุกรลงสู่คอกพักโดยมีเขื่อนเทียบติดกับตัวรถขนสุกร ทำการขนย้ายสุกรลงอยู่ในบริเวณคอกพัก หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักรายตัวก่อนไล่ต้อนสุกรเข้าคอกพัก แสดงดังภาพที่ 4.5

2) การพักสัตว์ (lairage)

นำสุกรเข้าคอกพัก คอกละ 80 - 100 ตัว/คอกใหญ่ ซึ่งในคอกใหญ่แบ่งเป็นคอกเล็ก 3 คอก สุกรเข้าพักนาน 6 – 7 ชั่วโมง มีการฉีดพ่นน้ำภายในคอกพักตลอดเวลา และอดอาหารสุกรนานประมาณ 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นในช่วงเวลาประมาณ 08.00 นาฬิกา ทำการไล่ต้อนสุกรออกจากคอกพักเพื่อเข้าสู่กระบวนการฆ่า แสดงดังภาพที่ 4.6

3) การทำให้สุกรสลบ (stunning)

ทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งวิธีนี้มีผลทำให้ระบบประสาทหยุดทำงานระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ คือ ร้อยละ 85 โดยสุกรจะถูกต้อนส่งลงไปในกระเช้าทั้งหมด 7 กระเช้า ระยะเวลาที่ใช้ 1.30 นาที และจุดต่ำสุดใช้เวลา 30 วินาที หลังจากสุกรสลบแล้วจะถูกแขวนที่ข้อเท้าด้วยรอกที่ติดกับโซ่เลื่อนไปยังขั้นตอนการฆ่าสัตว์ แสดงดังภาพที่ 4.7

4) การเอาเลือดออก (bleeding, sticking, exsanguinations)

การแทงคอเอาเลือดออกใช้มีดปลายแหลมแทงมีความยาวประมาณ 5 – 8 นิ้ว ใช้เวลาประมาณ 3.00 – 4.00 วินาทีโดยสุกรแขวนอยู่ในแนวดิ่ง (vertical bleeding) และมีการฉีดน้ำล้างบริเวณทั่วลำตัวสุกรหลังจากแทงคอเสร็จ ส่วนเลือดจะไหลลงสู่รางรองเลือดด้านล่าง แสดงดังภาพที่ 4.8

5) การลวกขน (scalding)

เมื่อสุกรเอาเลือดออกแล้ว จะถูกเลื่อนมาในสภาพที่แขวนอยู่บนรอก ขนจะถูกหย่อนลงในถังน้ำร้อนสำหรับลวกขน (scalding vat) ที่มีลักษณะเป็นรูปตัวยู ถึงบริเวณต้นสะโพก อุณหภูมิน้ำลวกขนที่ใช้ประมาณ 59 – 60 องศาเซลเซียส รวมทั้งมีระบบฉีดพ่นน้ำร้อนด้วยแรงดันอยู่ภายในถังลวกขน สุกรจะหมุนวนออกมาอย่างช้าๆ โดยใช้เวลาลวกขนนานประมาณ 6 นาที ถังลวกขนเป็นระบบน้ำล้น และจะมีการเติมน้ำใหม่ช่วงพักครึ่ง แสดงดังภาพที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) การปัดขน (polishing)

หลังจากที่ซากสุกรผ่านการลวกซากด้วยน้ำร้อนแล้ว ซากจะเลื่อนเข้าสู่เครื่องปัดขนที่มีแกน 2 แกน หมุนเข้าหากันเพื่อปัดขนบริเวณลำตัวและกีบ หลังจากนั้นซากจะถูกปล่อยลงมาตามรางลงสู่โต๊ะขูดขน โดยมีพนักงานขูดขน 2 – 3 คน ต่อจำนวนสุกรที่ปล่อยลงมา 2 – 3 ตัว เพื่อขูดขนที่ยังออกไม่หมด ซึ่งระหว่างการใช้คนขูดจะมีน้ำล้างตลอดเวลา แสดงดังภาพที่ 4.10

7) การเผาขน (singeing, flaming)

เมื่อผ่านขั้นตอนการขูดขนแล้ว ซากจะถูกแขวนผ่านเข้าเครื่องเผาขนที่มีความร้อนสูง 1000 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 – 2 วินาที แสดงดังภาพที่ 4.11

8) การเอาอวัยวะภายในออก (evisceration)

หลังจากซากสุกรผ่านการเผาขน ซากสุกรจะเลื่อนผ่านมายังห้องผ่าซาก โดยจะทำการตัดหัวสุกรออกก่อน หลังจากนั้นจึงทำการผ่าท้องเอาเครื่องในออก ทำการแยกเครื่องในแดงและเครื่องในขาวใส่ภาชนะที่แขวนหมุนไปตามรางเลื่อนไปยังห้องทำความสะอาดเครื่องใน แสดงดังภาพที่ 4.12

9) การผ่าซาก (splitting)

การผ่าซากสุกรทำการผ่าซากออกเป็น 2 ซีก มีพนักงานดึงส่วนของไขสันหลังออกเพื่อลดการแพร่กระจายของแบคทีเรีย ซากจะเลื่อนไปตามรางจนถึงจุดชั่งน้ำหนัก และวัดค่า LSQ หลังจากนั้นซากจะเลื่อนเข้าสู่การล้างซากด้วยระบบแรงดันน้ำ ฉีดพ่นบริเวณผิวซาก ซึ่งแรงดันและปริมาตรของน้ำจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดน้ำหนักของสุกร น้ำที่ใช้ภายในโรงฆ่าจะทำการผสมคลอรีนเพื่อให้มีปริมาณคอลรีนอิสระในน้ำประมาณ 0.5 พีพีเอ็ม เมื่อสุกรผ่านการฉีดพ่นน้ำแล้วจะเลื่อนเข้าสู่ห้องเย็นเพื่อลดอุณหภูมิซากลงอย่างรวดเร็ว อุณหภูมิห้องเย็นประมาณ -7 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 4.13

10) การลดอุณหภูมิซาก (chilling)

ซากจะถูกนำไปลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิห้องประมาณ -7 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นซากสุกรจะถูกนำไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิปกติ คือ 0 – 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แสดงดังภาพที่ 4.14

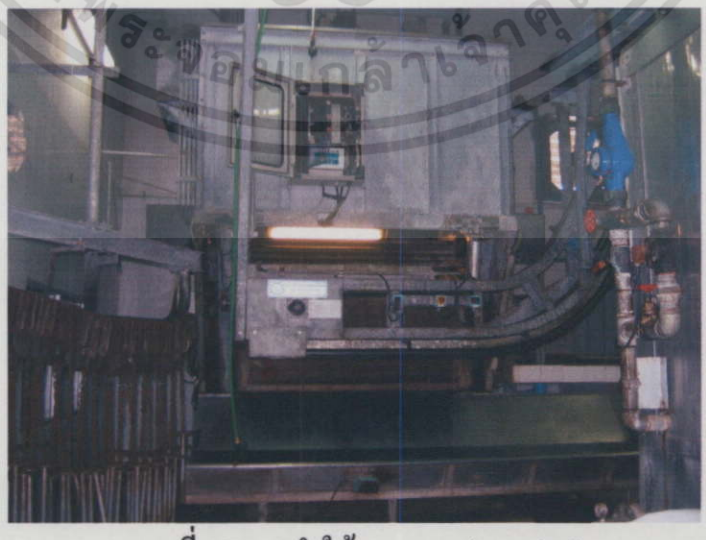
11) การตัดแต่งและเลาะกระดูก (cutting, deboning)

เมื่อสุกรผ่านการลดอุณหภูมิซากเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ซากจะถูกส่งมายังห้องตัดแต่งที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 9 – 12 องศาเซลเซียส ทำการตัดแต่งและเลาะกระดูกออกแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนใหญ่ ได้แก่ ซี่โครง เนื้อสันนอก เนื้อสันใน สามชั้น เนื้อไหล่ และเนื้อสะโพก ตามลำดับ หลังจากนั้นแยกเป็นชิ้นส่วนใส่ถุงพลาสติกแล้วนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 0 - -4 องศาเซลเซียส แสดงดังภาพที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 การขนย้าย (transportation)

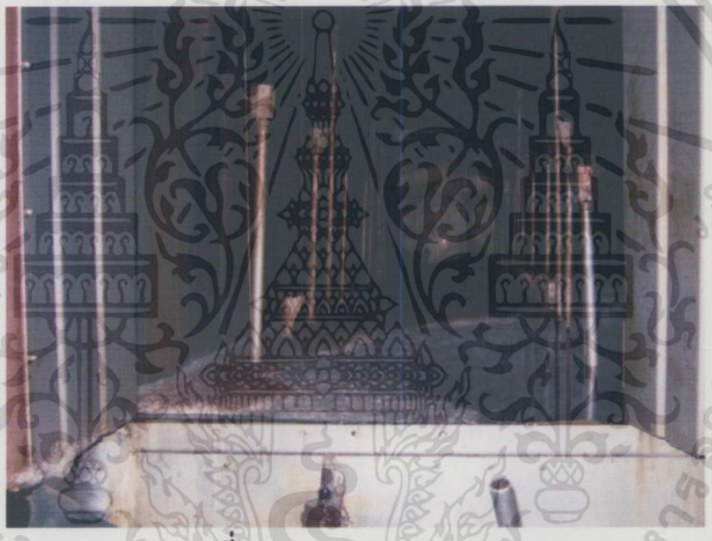
ภาพที่ 4.6 การพักสัตว์ (lairage)



ภาพที่ 4.7 การทำให้สุกรสลบ (stunning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

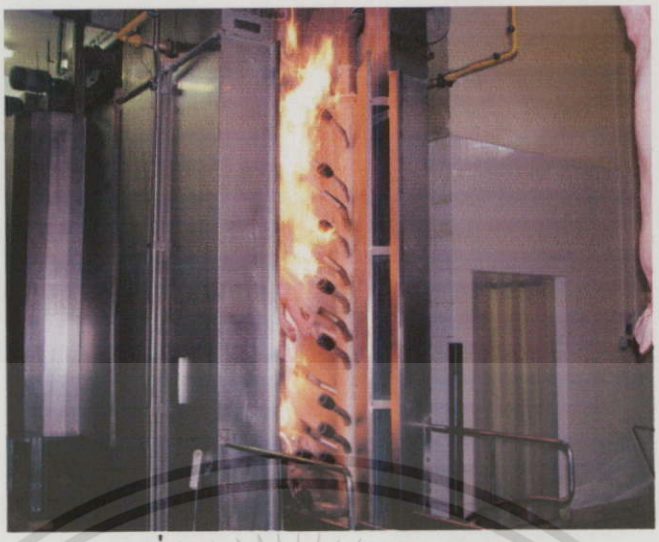
ภาพที่ 4.8 การเอาเลือดออก (bleeding, sticking, exsanguinations)



ภาพที่ 4.9 การลวกซาก (scalding)

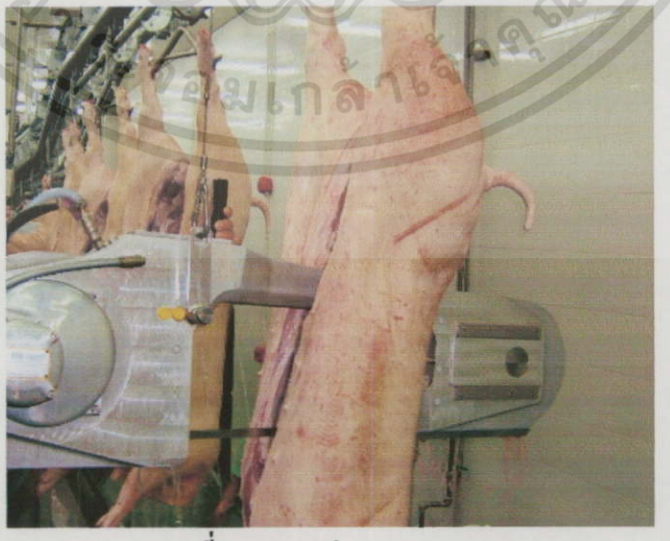
ภาพที่ 4.10 การปัดขน (polishing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



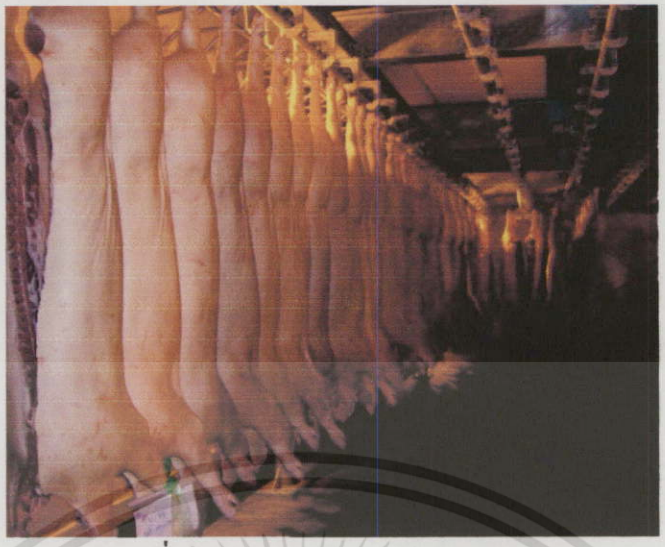
ภาพที่ 4.11 การเผาขน (singeing, flaming)

ภาพที่ 4.12 การเอาอวัยวะภายในออก (evisceration)

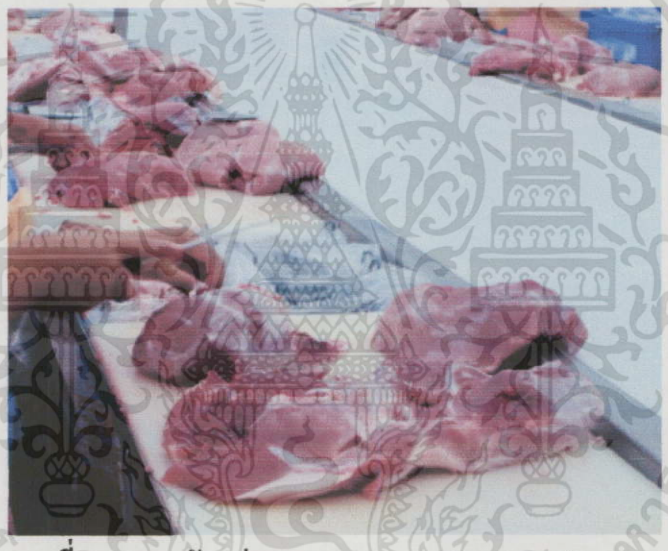


ภาพที่ 4.13 การผ่าซาก (splitting)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 การลดอุณหภูมิซาก (chilling)



ภาพที่ 4.15 การตัดแต่งและเลาะกระดูก (cutting, deboning)

4.3 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดภายในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐาน

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิตเนื้อสุกร โดยแบ่งเป็นกระบวนการก่อนการฆ่า ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ และภายหลังการฆ่า ผลเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรจากฟาร์ม

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกร ซึ่งมีแหล่งการปนเปื้อนมาจากฟาร์มสุกร พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.15 log_{10}cfu/กรัม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทั้งหมด 60 ตัวอย่างจากทั้งหมด 4 ฟาร์ม แสดงดังตารางที่ 4.1

4.3.2 การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่า

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนก่อนกระบวนการฆ่า เป็นดังนี้

1) รถขนสุกร

จากการเก็บตัวอย่างบริเวณผนัง และพื้นรถขนสุกร ก่อนสุกรเข้าคอกพักเมื่อถึงโรงฆ่าสุกร พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนรถขนสุกรเฉลี่ยเท่ากับ 5.75 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 4.1

2) คอกพักสุกร

จากการเก็บตัวอย่างบริเวณผนัง และพื้นคอกสุกร พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในคอกหลังสุกรเข้าพัก มีปริมาณเพิ่มจากคอกสุกรก่อนเข้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 5.02 และ 4.55 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.2

3) น้ำในคอกพักสุกร

จากการศึกษาพบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำที่ใช้ฉีดพ่นสุกรภายในคอกพักเท่ากับ 1.87 log_{10}cfu/มิลลิลิตร ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดภายในกระบวนการผลิตเนื้อสุกร

ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด log_{10}cfu
<u>การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดจากฟาร์ม</u>		
มูลสุกร /(กรัม)	59	9.15
<u>การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่า</u>		
รถขนสุกร /(ตารางเซนติเมตร)	11	5.75
คอกก่อนสุกรเข้าพัก /(ตารางเซนติเมตร)	12	4.55
คอกหลังสุกรเข้าพัก /(ตารางเซนติเมตร)	12	5.02
น้ำในคอกพัก /(มิลลิลิตร)	12	1.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอนของกระบวนการผลิต	จำนวนตัวอย่าง (n)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด log_{10}cfu
การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่า		
ซากสุกรก่อนแทงคอ /(ตารางเซนติเมตร)	60	4.79
แผลแทงคอ /(ตารางเซนติเมตร)	60	4.29
เลือดสุกร /(มิลลิลิตร)	60	2.43
น้ำก่อนทำการลวกซากสุกร /(มิลลิลิตร)	11	4.73
น้ำหลังทำการลวกซากสุกร /(มิลลิลิตร)	11	4.91
ซากสุกรหลังปัดขน /(ตารางเซนติเมตร)	60	2.84
ซากสุกรหลังผ่าซีก /(ตารางเซนติเมตร)	60	1.79
น้ำพ่นซาก /(มิลลิลิตร)	12	1.43
ซากสุกรก่อนลดอุณหภูมิ /(ตารางเซนติเมตร)	60	1.50
การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่ง		
ซากสุกรหลังลดอุณหภูมิ /(ตารางเซนติเมตร)	58	1.35
มีดก่อนตัดแต่ง /(มีด)	12	4.27
มีดหลังตัดแต่ง /(มีด)	12	3.96
มือพนักงานก่อนตัดแต่ง /(มือ)	12	4.49
มือพนักงานหลังตัดแต่ง /(มือ)	12	4.55
โต๊ะก่อนตัดแต่ง /(ตารางเซนติเมตร)	12	3.39
โต๊ะหลังตัดแต่ง /(ตารางเซนติเมตร)	12	3.42
เนื้อสุกรหลังตัดแต่ง /(กรัม)	58	4.85

4.3.3 การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่า

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า เป็นดังนี้

1) ซากสุกร

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ผิวซากสุกรหลังทำการลวกซากและปัดขน ในถังลวกที่อุณหภูมิน้ำ 58 ถึง 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณเชื้อลดลงแตกต่างจากซากสุกรก่อนทำการลวกซาก ($p<0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 และ 4.79 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับซากสุกรหลังการผ่าซีก พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ผิวซากสุกรก่อนล้างซากด้วยระบบน้ำแรงดันสูงมีค่าสูงกว่าซากสุกรที่ผ่านการล้างซากด้วยระบบน้ำแรงดันสูง ($p<0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 และ1.50 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

2) แผลแทงคอ

พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดบริเวณแผลแทงคอภายหลังเอาเลือดออกหมดแล้วมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ดังตารางที่ 4.1

3) เลือดสุกร

พบปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในเลือดสุกรที่รองมาจากแผลแทงคอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 log_{10}cfu/มิลลิลิตร ดังตารางที่ 4.1

4) น้ำลวกซากสุกร

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำหลังการลวกซากมีปริมาณสูงกว่าน้ำก่อนการลวกซาก ($p<0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยของเชื้อเท่ากับ 4.91 และ 4.73 log_{10}cfu/มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

5) น้ำพ่นซากสุกร

จากการสุ่มตรวจน้ำแรงดันสูงที่ใช้ฉีดพ่นซากภายหลังการผ่าซาก มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำ เฉลี่ยเท่ากับ 1.43 log_{10}cfu/มิลลิลิตร ดังตารางที่ 4.1

4.3.4 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่ง

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า ให้ผลดังนี้

1) ซากสุกรหลังลดอุณหภูมิซาก

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากสุกรภายหลังทำการลดอุณหภูมิซากที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับซากก่อนลดอุณหภูมิซาก ($p<0.05$) โดยมีปริมาณเฉลี่ยของเชื้อเท่ากับ 1.35 และ 1.49 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

2) เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง ซึ่งเป็นชิ้นเนื้อสะโพกมีค่าค่อนข้างสูง คือมีค่าเฉลี่ยของเชื้อเท่ากับ 4.85 log_{10}cfu/กรัม ดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) มือพนักงาน

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนมือพนักงานภายหลังการตัดแต่งมีค่าสูงกว่าบนมือพนักงานก่อนการตัดแต่งเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.49 และ 4.55 log_{10}cfu/มือ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

4) มีดตัดแต่งซากสุกร

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนมีดก่อนตัดแต่งมีค่าสูงกว่าบนมีดหลังการตัดแต่งเพียงเล็กน้อยเช่นกัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.27 และ 3.96_0cfu/มีด ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

5) โต๊ะตัดแต่งซากสุกร

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนโต๊ะหลังตัดแต่งมีค่าสูงกว่าบนโต๊ะก่อนการตัดแต่ง อย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.39 และ 3.42 log_{10}cfu /ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนและหลังขั้นตอนการผลิต

ขั้นตอนของกระบวนการผลิต		จำนวนตัวอย่าง(n)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (log_{10}cfu) $\bar{x}$	S.D.	p
คอกพัก /(ตารางเซนติเมตร)	ก่อนสุกรเข้าพัก	12	4.55	0.66	0.0189
	หลังสุกรเข้าพัก	12	5.02	0.52	
น้ำลวก /(มิลลิลิตร)	ก่อนการลวกซาก	11	4.73	0.39	0.0255
	หลังการลวกซาก	11	4.91	0.48	
ซากสุกร /(ตารางเซนติเมตร)	ก่อนการลวก	60	4.79	0.41	<.0001
	หลังการลวก	60	2.84	0.83	
	ก่อนฉีดพ่นน้ำ	60	1.79	0.52	<.0001
	หลังฉีดพ่นน้ำ	60	1.50	0.37	
	ก่อนลดอุณหภูมิ	58	1.49	0.40	0.0427
	หลังลดอุณหภูมิ	58	1.35	0.43	
มือพนักงาน /(มือ)	ก่อนตัดแต่ง	12	4.49	0.64	0.7785
	หลังตัดแต่ง	12	4.55	0.47	
มีดตัดแต่ง /(มีด)	ก่อนตัดแต่ง	12	4.27	0.64	0.0849
	หลังตัดแต่ง	12	3.96	0.47	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2(ต่อ)

ขั้นตอนของกระบวนการผลิต		จำนวนตัวอย่าง(n)	จำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (log_{10}cfu)		p
			$\bar{x}$	S.D.	
โต๊ะตัดแต่ง	ก่อนตัดแต่ง	12	3.39	0.48	0.8593
/(ตารางเซนติเมตร)	หลังตัดแต่ง	12	3.42	0.44	

4.4 ปัจจัยการควบคุมการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

จากการศึกษาพบว่าภายในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลที่เป็นกรณีศึกษานี้ มีการควบคุมการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) การลวกซาก

มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 59 องศาเซลเซียส รวมทั้งมีระบบฉีดพ่นน้ำร้อนด้วยแรงดันอยู่ภายในถังลวกซาก สุกรจะหมุนวนออกมาอย่างช้าๆ โดยใช้เวลาลวกซากนานประมาณ 6 นาที ซึ่งภายในถังลวกซากเป็นระบบน้ำล้น ที่สามารถกำจัดขนและสิ่งสกปรกภายในถังลวกออกไปบางส่วน ซึ่งจะสามารถลดการปนเปื้อนของซากลงได้ โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อและลักษณะปรากฏของเนื้อสุกร แสดงดังตารางที่ 4.2

2) การปัดขน

ภายหลังจากที่ซากสุกรผ่านการลวกซากด้วยน้ำร้อนแล้ว ซากจะเลื่อนเข้าสู่เครื่องปัดขนเพื่อปัดขนบริเวณลำตัวและกีบ หลังจากนั้นซากจะถูกปล่อยลงมาตามรางลงสู่โต๊ะขูดขน โดยมีพนักงานขูดขนซ้ำเพื่อขูดขนที่ยังออกไม่หมด ขั้นตอนนี้จะปัดเศษขนที่หลงเหลืออยู่บนผิวซากออก ซึ่งขนที่ติดอยู่บริเวณผิวซากนี้เป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ ซึ่งจะส่งผลต่อการถูกทำลายด้วยความร้อนของการเผาขน ในขั้นตอนต่อไปด้วย

3) การเผาขน

จากการศึกษานี้พบว่าภายหลังขั้นตอนการเผาขนที่มีความร้อนสูง 1000 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 – 2 วินาที สามารถลดจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดได้ถึง (1.95 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร)

4) การล้างซากด้วยระบบน้ำแรงดันสูง

ในทุกขั้นตอนของกระบวนการฆ่า จะมีการฉีดล้างซากด้วยน้ำสะอาด และในขั้นตอนหลังผ่าซากก่อนนำซากลดอุณหภูมิซากมีการล้างซากด้วยน้ำแรงดันสูงอีกครั้ง ซึ่งมีปริมาตรน้ำใช้ล้างซากเฉลี่ย 12.82 ลูกบาศก์เมตร และแรงดันน้ำเฉลี่ย 40.90 ปอนด์/ตารางนิ้วโดยที่แรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปริมาตรน้ำที่ฉีดพ่นซากสุกรจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของซากสุกร ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีผลต่อการลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซาก แสดงค่าดังตารางที่ 4.3

5) การลดอุณหภูมิซาก

เป็นขั้นตอนที่สามารถควบคุมและลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดได้ โดยพบว่ามีจำนวนการปนเปื้อนลดลง แสดงดังตารางที่ 4.2 เนื่องมาจากสามารถควบคุมอุณหภูมิในห้องเย็นได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง แสดงค่าดังตารางที่ 4.3

6) การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงฆ่า

การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงฆ่าจะแบ่งตามห้องของกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วยอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในกระบวนการฆ่า และภายในห้องลดอุณหภูมิซาก แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการควบคุมปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

ปัจจัย	จำนวนตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
แรงดันน้ำ (ปอนด์/ตารางนิ้ว)	60	40.90	30.00	70.00
ปริมาตรน้ำ (ลูกบาสก์เมตร)	60	12.82	10.00	21.00
อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่าที่ 20 นาที (องศาเซลเซียส)	12	20.99	17.70	23.20
ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกระบวนการฆ่าที่ 20 นาที (ร้อยละ)	12	80.50	66.00	93.00
อุณหภูมิห้องลดอุณหภูมิซากที่ 24 ชั่วโมง (องศาเซลเซียส)	12	2.95	-1.00	9.00
ความชื้นสัมพัทธ์ห้องลดอุณหภูมิซากที่ 24 ชั่วโมง (ร้อยละ)	12	82.92	70.00	94.00
อุณหภูมิในกล้ามเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมง (องศาเซลเซียส)	58	4.37	0.10	10.20
pH ในกล้ามเนื้อสะโพกที่ 24 ชั่วโมง	58	5.85	5.19	6.43

7) อุณหภูมิและค่า pH ในซากสุกร

สำหรับปัจจัยของอุณหภูมิและค่า pH ต่อปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดบริเวณผิวซากสุกร พบว่าภายหลังการลดอุณหภูมิซากที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อุณหภูมิและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า pH ไม่มีผลต่อการลดลงของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซาก ($p>0.05$) ดังตารางที่ 4.4 และ 4.5 แต่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง โดยปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของชิ้นเนื้อสูงขึ้น ($p<0.01$) และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่า pH สูงขึ้น โดยชิ้นเนื้อที่มีค่า pH สูงกว่า 5.90 จะมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าชิ้นเนื้อที่มีค่า pH ที่อยู่ระหว่าง 5.76 - 5.90 และที่ระดับ <5.76 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลของอุณหภูมิ ต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ที่ 24 ชั่วโมง (log_{10}cfu)

ลักษณะที่ศึกษา	อุณหภูมิ (C°)		p
	<4	>4	
ซากสุกรภายหลังการลดอุณหภูมิ /(ตารางเซนติเมตร)	1.31	1.39	0.4213
เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง /(กรัม)	4.69	5.04	0.0037

ตารางที่ 4.5 อิทธิพลของค่า pH ต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ที่ 24 ชั่วโมง (log_{10}cfu)

ลักษณะที่ศึกษา	pH			p
	<5.76	5.76 - 5.90	>5.90	
ซากสุกรภายหลังการลดอุณหภูมิ /(ตารางเซนติเมตร)	1.37	1.37	1.31	0.8847
เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง /(กรัม)	4.69^{ก}	4.81^{ก}	5.10^{ข}	0.0179

$^{ก\,ข}$ ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.01$)

4.5 ปัจจัยแหล่งที่มาของสุกรในพื้นที่เขต 2 ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

1) รถขนสุกร

จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผนังและพื้นรถขนสุกรจากฟาร์มที่มาจาก 4 จังหวัด ในพื้นที่เขต 2 พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนรถขนสุกร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.6

2) มูลสุกร

จากการศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในมูลของลำไส้ใหญ่จากสุกร ที่มาจากฟาร์มทั้ง 4 จังหวัด พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรามีค่าสูงสุด เท่ากับ 9.68 log_{10}cfu/กรัม โดยปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรามีค่าสูงกว่าฟาร์มในจังหวัดจันทบุรี ชลบุรี และระยอง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) มีปริมาณเท่ากับ 9.68, 9.25, 8.87 และ 8.76 log_{10}cfu/กรัม ตามลำดับ และฟาร์มในจังหวัดจันทบุรีมีการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าฟาร์มในจังหวัดชลบุรี และระยอง อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ส่วนฟาร์มในจังหวัดชลบุรี และระยอง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อิทธิพลของแหล่งที่มาของสุกรต่อปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (log_{10}cfu)

ลักษณะที่ศึกษา	ฟาร์มสุกร				p
	ฉะเชิงเทรา	ชลบุรี	ระยอง	จันทบุรี	
รถขนสุกร /(ตารางเซนติเมตร)	5.78	6.07	5.35	5.81	0.6790
มูลสุกร /(กรัม)	9.68^{ก}	8.87^{ก}	8.76^{ก}	9.25^{ข}	0.0001

$^{ก ข}$ ตัวอักษรต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดภายในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

5.1.1 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรจากฟาร์ม

จากผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่มีแหล่งมาจากฟาร์มสุกร ได้แก่ มูลสุกร ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกร จากทั้งหมด 4 ฟาร์ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.15 $\log_{10}$cfu/กรัม ซึ่งมีปริมาณสูง ทั้งนี้อุจจาระเป็นแหล่งจุลินทรีย์ที่สำคัญที่สามารถปนเปื้อนมายังเนื้อสัตว์ในระหว่างการชำแหละ โดยเฉพาะขั้นตอนการผ่าซากเอาเครื่องในออก (ธีรพร กงบังเกิด. 2546) ซึ่งจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในลำไส้มีทั้งที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในเนื้อสัตว์ เช่น *Pseudomonas, Alicaligenes, Bacillus, Proteus, Clostridium, Escherichia, Flavobactrium, Leuconostoc, Micrococcus, Streptococcus, Staphylococcus* เป็นต้น และที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Salmonella* spp. *Campylobactor* spp. และ *Yersinia* spp. เป็นต้น (Trul *et al.*, 2003) แต่อย่างไรก็ตามการควบคุมการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่าและชำแหละด้วยการฉีดพ่นซากด้วยน้ำสะอาดแรงดันสูงจะสามารถลดการปนเปื้อนของซากได้

5.1.2 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่า

จากผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆ ก่อนกระบวนการฆ่า เป็นดังนี้

1) รถขนสุกร

ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนบนรถขนสุกรมีค่าเฉลี่ย 5.75 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์นี้มาจากทั้งตัวสุกร และจากสิ่งสกปรกที่หมักหมมอยู่ภายในรถ ดังนั้นจึงต้องมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถขนส่งสุกรภายหลังการขนส่งสัตว์ทันที และหรือก่อนการขนส่งครั้งต่อไปทุกครั้ง จะสามารถลดการปนเปื้อนมายังผิวหนังสัตว์ที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Reid *et al.* (2002) กล่าวว่าถ้ารถขนส่งสัตว์ไม่ได้รับการทำความสะอาดที่เหมาะสม ก็สามารถเป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ จากขน หนัง กีบ เท้า และมูลสัตว์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คอกพักสุกร

พบว่าบริเวณผนังและพื้นคอกสุกรที่ทำการเก็บตัวอย่าง มีปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในคอกหลังสุกรเข้าพักมีปริมาณเพิ่มขึ้นแตกต่างจากคอกสุกรก่อนเข้าพัก ($p<0.05$) โดยพบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 5.02 และ 4.55 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับรายงานของ Swanenburg *et al.* (2001) ที่ได้ตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในคอกพักสุกรจากโรงฆ่า 2 แห่ง พบว่าในคอกที่มีสุกรพักอยู่มีปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าคอกหลังทำความสะอาดแล้วทั้ง 2 โรงฆ่าโดยโรงฆ่าที่ 1 พบการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 5.7 และ 3.1 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และโรงฆ่าที่ 2 พบการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 6.0 และ 4.5 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เพราะเมื่อสุกรมาอยู่ร่วมกันจะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายและมูล ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นโรงฆ่าควรมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อคอกพักที่เหมาะสม ก่อนนำสัตว์เข้าพักทุกครั้ง เพื่อลดการปนเปื้อนมายังผิวหนังสุกรก่อนการฆ่า

3) น้ำในคอกพักสุกร

น้ำในคอกพักก็เป็นแหล่งการปนเปื้อนมายังผิวซากได้เช่นกัน ถ้าไม่มีการควบคุมคุณภาพของน้ำ ซึ่งผลการศึกษานี้พบปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำที่ใช้ฉีดพ่นสุกรภายในคอกพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.87 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ของสมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) (2547) คือไม่เกิน 5×10^2 หรือ 2.70 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร รวมทั้งเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 62 ในปี พ.ศ. 2524 ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกิน 5×10^2 $\log_{10}$โคโลนี/มิลลิลิตร ซึ่งน้ำในคอกพักถ้ามีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สูง จะทำให้เชื้อเริ่มต้นที่ผิวซากสูงไปด้วย จึงต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำในคอกพักให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

5.1.3 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่า

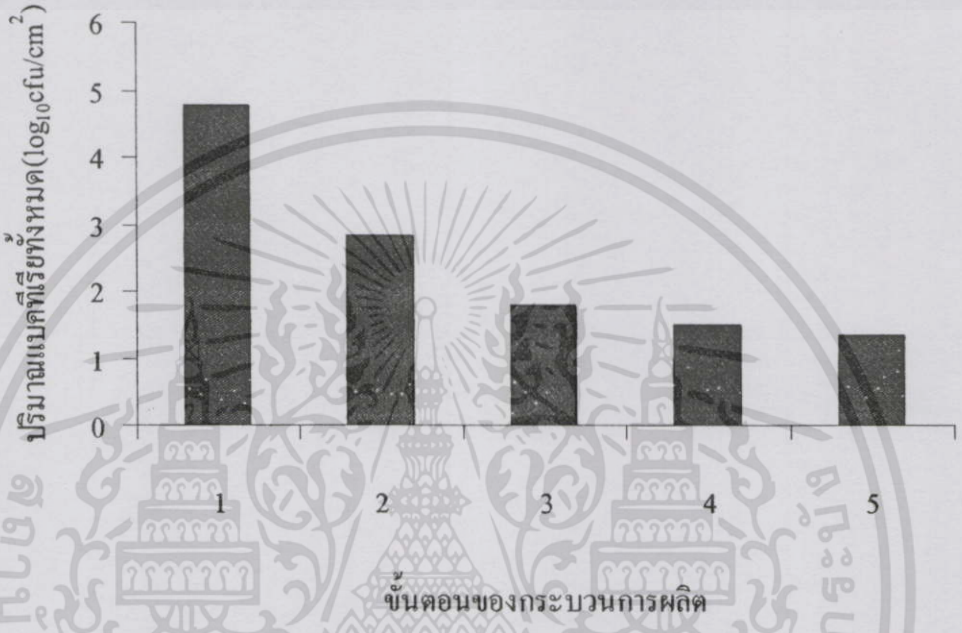
จากผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการฆ่า เป็น ดังนี้

1) ซากสุกร

พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ผิวซากสุกรก่อนการลวกซาก มีค่าเฉลี่ย 4.79 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ในขณะที่ซากสุกรภายหลังทำการลวกซากในน้ำร้อนที่อุณหภูมิน้ำ 58 ถึง 60 องศาเซลเซียส และผ่านการเผาขนที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส ปริมาณเชื้อลดลงจากซากสุกรก่อนทำการลวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.84 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ดังภาพที่ 5.1 ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับรายงานของ Rahkio *et al.* (1992) พบการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดภายหลังการลวกซากเท่ากับ 2.11 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร และรายงานของ Declan *et al.*(2002) ซึ่งพบการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 1.8 - 2.3x10^2 โคโลนี/ตารางเซนติเมตร หรือ 2.26 -2.36 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ในการศึกษาครั้งนี้การลวกซากและการผึ่งสามารถลดปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนซากลงได้ 1.95 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร



ภาพที่ 5.1 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากสุกร (1) ซากสุกรก่อนทำการลวก (2) ซากสุกรหลังทำการลวก (3) ซากสุกรหลังการผ่าซีก (4) ซากสุกรก่อนลดอุณหภูมิ และ (5) ซากสุกรหลังลดอุณหภูมิ

สำหรับซากสุกรหลังการผ่าซีก พบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ผิวซากสุกรก่อนล้างซากด้วยระบบน้ำแรงดันสูงมีค่าสูงกว่าซากสุกรที่ผ่านการล้างแล้วอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 และ1.50 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.1 ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับรายงานของ Gill *et al.* (2000) ที่ได้ตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซาก ในโรงฆ่าสุกรทั้งหมด 8 แห่งในประเทศแคนาดา พบว่าโรงฆ่ามีการทำความสะอาดซากสุกรหลังจากการปัดขน มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากภายหลังการผ่าซากก่อนทำการลดอุณหภูมิในห้องเย็น 1.06 log cfu/ตารางเซนติเมตร ดังนั้นการทำความสะอาดซากด้วยน้ำสะอาดและแรงดันน้ำสูง จะช่วยชะล้างแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ออกไปจากผิวซากได้ ซึ่ง Gorman *et al.* (1995) and Regan *et al.* (1996) กล่าวว่า การล้างและการฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสามารถลดจำนวนแบคทีเรียได้ประมาณ 1 – 3 log cycle รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบนซากสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แผลแทงคอ

การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบริเวณแผลแทงคอภายหลังเอาเลือดออกแล้ว มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ Declan *et al.* (2002) ที่พบการปนเปื้อนที่ผิวซากหลังแทงคอ (sticking) บริเวณสะโพก พื้นท้อง และคอเท่ากับ 6.1 – 6.4 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร และรายงานของ Pearce *et al.* (2004) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.13 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร แสดงให้เห็นถึงสุขอนามัยและการจัดการที่ดีในขั้นตอนของการฆ่าในโรงฆ่า ที่สำคัญคือ สุกรจะได้รับการฉีดพ่นน้ำในคอกพักสัตว์ซึ่งจะเป็นการชะล้างสิ่งสกปรกที่ติดอยู่บนตัวสุกร

3) เลือดสุกร

พบว่าเลือดสุกรที่รองจากแผลแทงคอ ภายหลังที่ทำให้สัตว์สลบ มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 2.43 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ซึ่งโดยทั่วไปเลือดภายในตัวสัตว์จะมีแบคทีเรียอยู่น้อย นอกจากเมื่อสัตว์เกิดการติดเชื้ออาจทำให้สามารถตรวจพบปริมาณแบคทีเรียบางชนิดในเลือดสูง

4) น้ำลวกซากสุกร

จากการศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการนี้มีขั้นตอนของการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์คือ ขั้นตอนของการลวกซาก พบปริมาณการปนเปื้อนในน้ำหลังการลวกซากมีปริมาณการปนเปื้อนสูงกว่าน้ำก่อนการลวกซาก ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.91 และ 4.73 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ตามลำดับ เนื่องจากการชะล้างซากสุกรเป็นจำนวนมากทำให้จุลินทรีย์ที่ซากสุกรสะสมอยู่ในน้ำลวกซากเพิ่มขึ้น

5) น้ำพ่นซากสุกร

จากการศึกษาภายหลังขั้นตอนการผ่าซากมีการล้างซากด้วยการฉีดพ่นน้ำแรงดันสูง พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำฉีดพ่นซากเท่ากับ 1.43 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร จากการสุ่มตรวจทั้งหมด 12 ครั้ง ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ซึ่งไม่เกินมาตรฐานน้ำสะอาดของสมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) (2547) คือไม่เกิน 5×10^2 หรือ 2.70 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร

5.1.4 การปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการตัดแต่ง

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่า พบปริมาณการปนเปื้อนในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) ซากสุกรหลังลดอุณหภูมิซาก

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนผิวซากสุกรภายหลังทำการลดอุณหภูมิซากที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซากก่อนลดอุณหภูมิซาก ($p<0.01$) มีค่าเท่ากับ 1.35 และ 1.49 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.1 ซึ่งการแช่เย็นสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลงได้เล็กน้อย คือ 0.14 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Gill *et al.* (2000) รายงานการตรวจพบแบคทีเรียทั้งหมดในโรงฆ่าสุกรทั้งหมด 8 แห่งจากประเทศแคนาดา โดยทำการตรวจสอบจาก 3 ขั้นตอน คือ ภายหลังการปัดขน หลังจากการผ่าซากก่อนเข้าห้องเย็น และภายหลังจากลดอุณหภูมิซาก 24 ชั่วโมง พบว่าในโรงฆ่า D และ F พบว่าภายหลังจากลดอุณหภูมิซากมีจำนวนการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดลดลงโดยพบการปนเปื้อนมีจำนวน 1.93 และ 1.67 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ เนื่องจากทั้ง 2 โรงฆ่ามีระบบการเป่าลมเย็นไปยังซากสุกรทำให้มีผลต่อการลดจำนวนการปนเปื้อนของแบคทีเรียบางชนิดได้ เช่น *E. coli* ส่วนในโรงฆ่า C พบจำนวนการปนเปื้อนลดลงภายหลังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวน 2.69 log_{10}cfu/ตารางเซนติเมตร เนื่องจากโรงฆ่า C มีระบบฉีดพ่นน้ำในระหว่างแช่เย็น ส่วนในโรงฆ่า G พบว่าภายหลังขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากมีจำนวนการปนเปื้อนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นมากกว่า 2 ขั้นตอนแรกโดยพบการปนเปื้อนเป็นจำนวน 2.62 log cfu/ตารางเซนติเมตร เนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องเย็นไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดที่ปนเปื้อนมาได้ เช่น coliforms

2) เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อสุกรเมื่อสิ้นสุดกระบวนการตัดแต่ง พบการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบริเวณกล้ามเนื้อสะโพกมีค่าค่อนข้างสูง มีค่าเท่ากับ 4.85 log_{10}cfu/กรัม แต่ไม่เกินข้อกำหนดของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2547) กำหนดว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในเนื้อสุกรต้องไม่เกิน 5×10^5 โคโลนี/กรัม หรือ 5.70 log_{10}cfu/กรัม ซึ่งปริมาณแบคทีเรียที่มีค่าสูงนี้อาจเกิดจากการปนเปื้อนข้ามจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่ง มือ และเสื้อผ้าของพนักงาน มีการทำความสะอาดไม่ดีพอ

3) มือพนักงาน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนมือพนักงานปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดมีค่าสูง โดยพบว่าภายหลังการตัดแต่งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าบนมือพนักงานก่อนการตัดแต่ง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.49 และ 4.55 log_{10}cfu/มือ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Gill (1999) โดยสุ่ม swab ถุงมือยางที่พนักงานใส่ตัดแต่งซากพบจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการทำงานนานขึ้น โดยพบการปนเปื้อน 2.43 และเมื่อเวลาผ่านไป 2 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นเป็น 2.69 และ 3.57 log_{10}cfu/มือ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าพนักงานของโรงฆ่าแห่งนี้มีการทำความสะอาดมือ และถุงมือตาข่ายยังไม่สะอาด ซึ่งอาจทำให้ปริมาณแบคทีเรียในเนื้อสุกรมีค่าสูงขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) มีดตัดแต่งซากสุกร

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนมีดก่อนตัดแต่งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าบนมีดหลังการตัดแต่ง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 4.27 และ 3.96_0cfu/มีด ตามลำดับ ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ลดลงอาจเป็นผลมาจากการปนเปื้อนข้ามจากมีดไปยังชิ้นเนื้อสุกร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่าการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ของเชื้อจุลินทรีย์จากซากสุกรตัวหนึ่งไปยังซากสุกรตัวอื่นๆ ได้ โดยผ่านมือหรือถุงมือของผู้ชำแหละ รวมทั้งภาชนะและอุปกรณ์ที่มีการสัมผัสกับเนื้อสัตว์ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้ การใช้โดยไม่ผ่านการล้างทำความสะอาดเป็นการเสี่ยงต่อการปนเปื้อนข้าม มีดจึงเป็นอีกจุดหนึ่งที่จะต้องรักษาความสะอาด เพื่อมิให้เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อจุลินทรีย์ต่อไปในผลิตภัณฑ์

5) โต๊ะตัดแต่งซากสุกร

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดบนโต๊ะหลังตัดแต่งมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดสูงกว่าบนโต๊ะก่อนการตัดแต่ง แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเท่ากับ 3.39 และ 3.42 $\log_{10}$cfu /ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ปริมาณเชื้อที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีซากสุกรเป็นจำนวนมากที่ทำการตัดแต่ง การทำความสะอาดบนโต๊ะตัดแต่งจึงไม่สะดวก แต่มีการทำความสะอาดหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการตัดแต่งแล้ว

5.2 ปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล

จากการศึกษาพบว่าภายในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลมีระบบควบคุมแบคทีเรียทั้งหมดด้วยระบบต่างๆ ดังนี้

1) การลวกซาก

ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดของขั้นตอนภายในกระบวนการฆ่า การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อนการลวกซากพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สูงกว่าการปนเปื้อนภายหลังการลวกซากมีค่าเท่ากับ 4.79 และ 2.84 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งในน้ำก่อนลวกซากมีอุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส พบการปนเปื้อนเท่ากับ 4.73 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร และในน้ำหลังลวกซากมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบการปนเปื้อนเท่ากับ 4.91 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานการศึกษาของ Gill and Bryant (1993) รายงานการตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าสุกรในประเทศแคนาดา จากการใช้เครื่องขูดขน 2 แบบ คือ แบบ A มีอุณหภูมิน้ำลวกซากต่ำกว่า 50 องศาเซลเซียส และแบบ B มีอุณหภูมิน้ำลวกซาก 57 องศาเซลเซียส พบว่าในน้ำลวกซากจากเครื่องขูดขนแบบ B มีการปนเปื้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 4.00 – 5.00 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ซึ่งต่ำกว่าเครื่องขูดขนแบบ A ที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 5.30 – 6.00 $\log_{10}$cfu/มิลลิลิตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้

2) การปัดขน

ภายหลังจากที่ซากสุกรผ่านการลวกซากด้วยน้ำร้อนแล้ว ซากจะเลื่อนเข้าสู่เครื่องปัดขนเพื่อปัดขนบริเวณลำตัวและกีบหลังจากนั้นซากจะถูกปล่อยลงมาตามรางลงสู่โต๊ะขูดขน โดยมีพนักงานขูดขนซ้ำเพื่อขูดขนที่เหลือออกให้หมด ซึ่งในขั้นตอนนี้ควรรักษาความสะอาดของเครื่องมือ และอุปกรณ์เป็นสำคัญเพราะเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถเพิ่มการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดมาสู่ผิวซากสุกรได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Rahkio *et al.* (1992) รายงานการตรวจพบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด พบว่าซากหลังการลวกและผ่านการปัดขนมีจำนวนการปนเปื้อน 3.45 $\log_{10}$cfu /ตารางเซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าซากที่ผ่านการลวกแต่ไม่ได้ปัดขนมีจำนวนการปนเปื้อนเท่ากับ 3.26 $\log_{10}$cfu /ตารางเซนติเมตร เช่นเดียวกับซากที่ผ่านการเผาขนโดยไม่ได้ปัดขนจะมีการปนเปื้อนน้อยกว่าซากที่ผ่านการปัดขน 2.11 และ 1.57 $\log_{10}$cfu /ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนการปัดขนทำให้จำนวนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากในขั้นตอนนี้เชื้ออาจจะติดอยู่กับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่สะอาด จึงสามารถจะเข้าสู่ชั้นผิวหนังหรือบริเวณบาดแผลที่แทงคอ ในขณะที่เครื่องกำลังทำงานอยู่กับซาก

3) การเผาขน

จากผลการศึกษาซากสุกรที่ผ่านการลวกซากและผ่านขั้นตอนการเผาขนที่มีความร้อนสูง 1000 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 – 2 วินาที พบว่ามีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลง 1.95 $\log_{10}$cfu/ตารางเซนติเมตร ซึ่งการเผาซากที่อุณหภูมิสูงสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นจำนวนมาก สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Peace *et al.* (2004) ได้ทำการเผาซากสุกรที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส พบว่าหลังการเผาซากมีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดลดลง และไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา และรายงานของ Wong *et al.* (2001) พบว่า การเผาขนที่อุณหภูมิสูง 1300 – 1500 องศาเซลเซียส เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมาก

4) การล้างซากด้วยระบบน้ำแรงดันสูง

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการข้างต้นในการลดการปนเปื้อนของซากสุกรคือ แรงดัน ปริมาตรน้ำที่ล้างซากสุกรที่มีปริมาณสูงขึ้นมีผลทำให้มีปริมาณการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดลดลงได้ และสารที่ใช้ยับยั้งจุลินทรีย์เวลาสัมผัสซาก โดยน้ำที่ใช้มีการผสมคลอรีนในระดับ 0.5 พีพีเอ็ม ซึ่ง Fujio. อ้างโดยสุวิมล กีรติพิบูล และ บัณฑิต ประดิษฐานุวงศ์ (2545) ได้รายงานว่า คลอรีนสามารถทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรกได้มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อรวดเร็วฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิดโดยฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์จะสูงถ้าอุณหภูมิที่ใช้สูง และไม่เป็นพิษที่ความเข้มข้นต่ำๆ และสิ่งที่ควรระวังในขั้นตอนนี้ คืออาจทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างซากสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และน้ำกับซากสัตว์ได้ ซึ่ง John and Smith (1998) รายงานว่าวิธีการสเปรย์น้ำหรือการปล่อยน้ำให้ไหลผ่านซากสุกรอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของแบคทีเรียเนื่องจากความแรงของน้ำ ดังนั้นการเลือกชนิดของหัวสเปรย์ มุมของการสเปรย์ ความดัน และขนาดของซากสุกร จึงเป็นปัจจัยร่วมในการลดการแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมด

5) การลดอุณหภูมิซาก

ภายหลังการเก็บซากอุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง พบว่าจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดมีจำนวนลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการเก็บรักษาซากที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ให้อยู่ในช่วงของ lag phase ซึ่งบางส่วนถูกทำลายหรือได้รับบาดเจ็บ โดย Forsythe and Hayes (2000) รายงานว่าอุณหภูมิที่ต่ำลง หรืออุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วง 0 – 5 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ในกลุ่ม Hyperthermophiles, Thermophiles และ Mesophiles ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ดังนั้นการทำให้อุณหภูมิซากลดต่ำลง จะช่วยลดการเจริญของแบคทีเรียทั้งหมดได้

6) การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงฆ่า

การควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงฆ่าจะแบ่งตามห้องของกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบด้วยอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในกระบวนการฆ่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องลดอุณหภูมิซาก อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องตัดแต่งโดยอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องลดอุณหภูมิซากมีค่าเฉลี่ย 2.95 องศาเซลเซียส และร้อยละ 82.92 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ของ สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) ที่กล่าวว่า ช่วงอุณหภูมิต่ำกว่า 7 และสูงกว่า 63 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่แนะนำให้เก็บรักษาอาหาร (อาหารเย็นและอาหารร้อน ตามลำดับ)

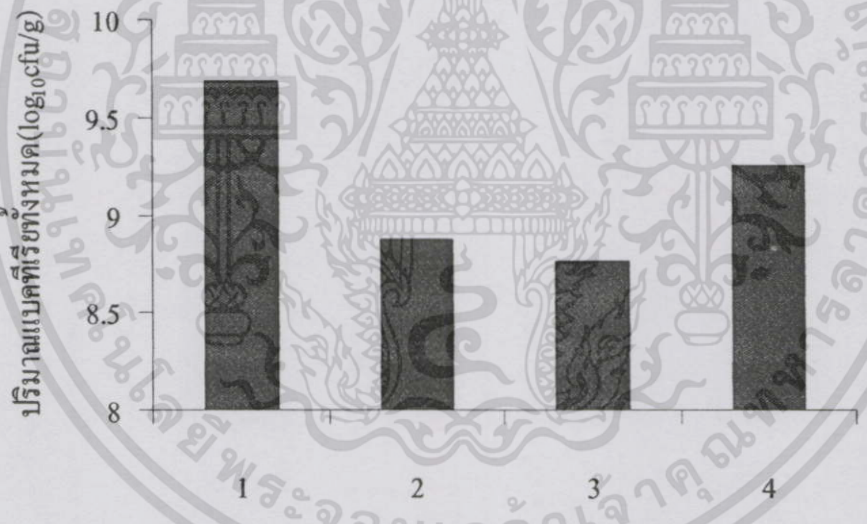
7) อุณหภูมิและค่า pH ในซากสุกร

ปัจจัยของอุณหภูมิและค่า pH ต่อปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดในชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง โดยปริมาณจุลินทรีย์จะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิและค่า pH สูงขึ้น เนื่องมาจากช่วงอุณหภูมิระหว่าง 7 – 15 องศาเซลเซียส เป็นช่วงที่แบคทีเรียยังเจริญได้อย่างช้า ๆ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ในกลุ่ม Mesophiles ดังนั้นในเนื้อสุกรที่มีอุณหภูมิที่มากกว่า 4 องศาเซลเซียส จึงมีแบคทีเรียทั้งหมด ปนเปื้อนสูงกว่าในเนื้อที่มีอุณหภูมิที่น้อยกว่า 5 องศาเซลเซียส และมีช่วง pH ที่เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรีย ซึ่งแบคทีเรียจะเจริญได้ดีในช่วง pH 6.0 – 8.0 (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545) เช่นเดียวกับรายงานของจุฑารัตน์ (2539) และ Oakton (1997) กล่าวว่า เนื้อที่มีค่า pH สูงกว่า 6.0 – 6.5 ที่เวลา 24 ชั่วโมง หรือเนื้อที่เรียกว่า DFD มีสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เพราะว่าความเป็นกรดของเนื้อสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 เพื่อศึกษาปัจจัยด้านสถานที่ตั้งของฟาร์มในพื้นที่เขต 2 ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด

ผลจากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดจากสุกรที่เข้าฆ่าทั้ง 4 ฟาร์ม ไม่พบความแตกต่างระหว่างฟาร์มในขั้นตอนการขนส่ง เนื่องมาจากในขั้นตอนการขนส่งมีจำนวนสุกรมีชีวิตเป็นจำนวนหลายตัวสิ่งขับถ่ายจากสุกรจึงปะปนกัน แต่ทั้งนี้พบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดจากฟาร์มโดยตรงจากมูลสุกรในลำไส้ใหญ่เท่ากับ 9.15 $\log_{10}$cfu/กรัม โดยสุ่มตรวจสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี พบปริมาณการปนเปื้อนเท่ากับ 9.69, 8.87, 8.76 และ 9.25 $\log_{10}$cfu/กรัม ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งพบว่าปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกรจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรามีค่าสูงกว่าทั้ง 3 จังหวัด ($p<0.01$) อาจเนื่องมาจากระบบการเลี้ยง และการจัดการด้านอาหารภายในฟาร์มต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Norrung and Buncic. (2008) รายงานว่า เชื้อเริ่มต้นที่พบในโรงฆ่า ดูได้จากมูลสัตว์ มักพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในระดับสูง ที่เป็นผลมาจากการปนเปื้อนจากฟาร์ม



ภาพที่ 5.2 ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดจากในมูลสุกร จากฟาร์มทั้ง 4 จังหวัด (1) จังหวัดฉะเชิงเทรา (2) ชลบุรี (3) ระยอง และ(4) จันทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนกระบวนการฆ่า ภายในกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งจากโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดกลาง ศึกษาจากสุกรจำนวน 60 ตัว ซึ่งเป็นสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยอง และจันทบุรี โดยการตรวจสอบผลการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด (Total bacterial count) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดในกระบวนการฆ่าในจุดที่ควรเฝ้าระวัง (Critical Control Point, CCP) และปัจจัยการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมด พบว่าในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดกลางมีปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดเริ่มต้นสูง อาจเนื่องมาจากในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดกลางมีการผลิตสุกรจำนวนมาก และมีสุกรมาจากหลายฟาร์มและหลายจังหวัด จึงเป็นผลให้เชื้อเริ่มต้นมีปริมาณสูง โดยพบว่าสุกรที่มาจากฟาร์มในจังหวัดฉะเชิงเทรามีการปนเปื้อนมากกว่าฟาร์มในจังหวัดอื่น จากการตรวจจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดในมูล แต่เมื่อผ่านขั้นตอนการลวกซาก (scalding) ที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 59 องศาเซลเซียส การปัดขน (dehairing) การเผาขน (singeing, flaming) อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส จนถึงการลดอุณหภูมิซาก (chilling) ที่อุณหภูมิต่ำเฉลี่ย 2.95 องศาเซลเซียส การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมีปริมาณลดลง และประกอบกับในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดกลางมีระบบการควบคุมความสะอาดทั่วถึง ซึ่งเห็นได้จากการทำความสะอาดมีดและอุปกรณ์ด้วยน้ำร้อนตลอดทั้งกระบวนการ และยังมีระบบแรงดันน้ำฉีดพ่นซากก่อนเข้าห้องเย็น ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สามารถลดปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดก่อนการลดอุณหภูมิซากได้ อย่างไรก็ตามเมื่อสิ้นสุดกระบวนการหลังขั้นตอนการตัดแต่ง มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดไม่เกินข้อกำหนดของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2547) กำหนดว่าแบคทีเรียทั้งหมดต้องไม่เกิน 5×10^5 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

6.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

เมื่อสัตว์ตายลงแบคทีเรียทั้งหมด ที่ปนเปื้อนอยู่จะเริ่มแทรกตัวเข้าไปในเนื้อเยื่อสัตว์ ซึ่งควรมีการควบคุม ดังนี้

1. ควรอดอาหารสัตว์ก่อนนำเข้าฆ่า เพื่อลดปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมด ในทางเดินอาหารของสัตว์ ถ้ายิ่งมีปริมาณมากก็จะมีการแทรกตัวเข้าไปได้มากขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างรวดเร็วก่อนสัตว์ถูกฆ่า ถ้าสัตว์ตกใจมีไข้ แบคทีเรียทั้งหมด จะเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ง่ายขึ้น และถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมากเกินไปจะทำให้แบคทีเรียทั้งหมด เจริญได้ดีเนื่องจากเนื้อสัตว์มีค่า pH สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วิธีการฆ่าและการกำจัดเลือดออก ถ้าการกำจัดเลือดออกทำอย่างระมัดระวังและโรงงานมีสุขาภิบาลที่ดีจะทำให้ได้เนื้อคุณภาพดี แต่ถ้าเอาเลือดออกไม่หมดจะทำให้แบคทีเรียกระจายไปได้ง่ายดังนั้นขั้นตอนการแทงคอและการเอาเลือดออกจำเป็นต้องทำให้เลือดออกได้มากที่สุด และต้องทิ้งระยะเวลาในการเอาเลือดออกเพื่อให้เลือดออกจากซากให้มากที่สุดก่อนที่จะเข้าสู่ขั้นตอนการลวกซาก

4. การขนย้ายสัตว์ ยานพาหนะต้องสะอาด ฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อเพื่อป้องกันการมีชีวิตรอดของแบคทีเรียและเชื้อโรค

5. ในขั้นตอนการผ่าซากสุกรหากทำอย่างระมัดระวังและมีการล้างซากอย่างเพียงพอสามารถป้องกันการแพร่กระจายของแบคทีเรียทั้งหมด ได้

6. แหล่งน้ำในการฉีดพ่นและล้างซากควรเป็นน้ำที่สะอาดหรือมีการผสมคลอรีนลงไปในน้ำเพื่อช่วยลดการปนเปื้อน โดยเฉพาะการฉีดพ่นซากด้วยน้ำที่มีแรงดันสูงภายหลังเสร็จสิ้นขั้นตอนการผ่าซาก ก่อนนำซากเข้าสู่ขั้นตอนการลดอุณหภูมิซาก

7. อุณหภูมิน้ำในการลวกซากควรควบคุมให้อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 58 - 60 องศาเซลเซียส

8. อัตราเร็วในการแช่เย็นเนื้อ ยิ่งทำได้เร็วเท่าไรก็ยิ่งสามารถลดอัตราการแทรกตัวของแบคทีเรียทั้งหมดเข้าไปในเนื้อเยื่อได้ดี

นอกจากนี้ยังควรควบคุมการทำงานของพนักงานที่สัมผัสกับวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ต้องรักษาความสะอาดของร่างกายอยู่เสมอ ล้างมือให้สะอาดและจุ่มน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนและหลังในระหว่างการผลิตตามความเหมาะสม และรักษาความสะอาดของอุปกรณ์ที่ใช้ให้มีความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

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

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2534. **จุลชีววิทยาทั่วไป.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ประภาพร ขอไพบูลย์. 2547. **ระบบ HACCP ในอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์.** เอกสารการสอนโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. 2543. **การเน่าเสียของอาหารในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.** คณะอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ : มหาวิยาลัยเกษตรศาสตร์.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ. 2547. **จุลชีววิทยาทั่วไป.** พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เยาวลักษณ์ สุรพันพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** ภาควิชาอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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

สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน (ประเทศไทย) 2547. **การจัดการอนามัยสิ่งแวดล้อมในโรงงาน** [Online]. Available : http://www.shawpat.or.th/newweb/Safetylibra11.htm. 11/02/06.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. **กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ : เนื้อสุกร.** ประกาศในราชกิจจานุเบกษา. ฉบับประกาศทั่วไป. เล่ม 121. ตอนพิเศษ 120ง.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2544. **คู่มือความปลอดภัยของอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุมาลี เหลืองสกุล. 2541. **จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 4.** ภาควิชาชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร์วิโรจน์ประสานมิตร.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. **การจัดการเนื้อสัตว์.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง.

อุมาพร ศิริพินทุ์ 2546. **เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เนื้อ.** คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. [Online]. Available : http://coursewares.mju.ac.th/ft470/indexone.html. 18/01/51.

A.O.A.C. 1990. **Office Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists.** 15th ed. Association of Official Analytical Chemists.

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

Bolton, D.J., Pearce, R.A., Sheridan, J.J., Blair, I.S., Mcdowell D.A. and Arrington, D.H. 2002. "Washing and Chilling as Critical Control Points in Pork Slaughter Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) Systems." **J. Appl. Micro.** 92 : 893 – 902.

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

Carretero, C. and Pares, D. 2000. "Improvement of the Microbiological quality of Blood plasma for Human consumption purposes." **Recent Research Development in Agricultural and Food Chemistry.** 4 : 203–216.

Chris B., Paul, Neaves. and Anthony, P. W. 2005. **Food Microbiology and Laboratory Practice.** USA : Blackwell Press.

Davis, M.A., Hancock, D.D., Rice, D.H., Call, D.R., Digacomo, R., Samadpour, M. and Besser, T. E. 2003. "Feedstuffs as a vehicle of cattle exposure to Escherichia coli O157 : H7 and Salmonella enterica." **Veterinary Microbiology** 95 : 199 – 210.

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.

Ellin, M.D. 2002. **Survival and Growth of Bacterial Pathogens on Raw Meat During Chilling. Food Research Institute.** [Online]. Available : http://www.amif.org/AMIchillinggrowth.pdf. 10/02/07.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Food Standards Agency. 2006. **Microbiological Criteria.** [Online]. Available : http://www.food.gov.uk/foodindustry/meat/haccpmeatplants/microbiologicalcriteria. 21/08/07.

Forsythe, S.A. and Hayes, P.R. 2000. **Food and Hygiene. Microbiology and HACCP**. 3th ed. Gaithersburg Maryland : Aspen Press.

Gill, C.O. and Jones, T. 1999. "Assessment of the Hygienic characteristics of a Process of Dressing Pasteurized Pig carcasses." **Food Micro**. 14 : 81 - 91.

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." **Int. J. Food Micro**. 58 : 65 - 72.

Gill, C.O. and Bryant, J. 2002. **Presence of *Escherichia coli*, *Salmonella* and *Campylobacter* in Pig Carcasses Dehairing Equipment.** [Online]. Available : http://www.sciencedirect.com/science. 21/02/07.

Gorman, B.M., Morgan, J.B., Sofos, J.N. and Smith, G.C. 1995. "Microbiological and Visual Effects of Trimming and/or Spray – Washing for Removal of Fecal material from Beef." **J. Food Prot.** 58 : 984 - 992.

Greig, J. and Stephan, R. 2005. **Microorganisms in Foods. Meat and Meat Products**. 2nd ed. New York : Plenum Press.

Huffman, R.D. 2002. "Current and Future Technologies for the Decontamination of Carcasses and Fresh meat." **Meat Sci.** 62 : 285-294.

Inoue Fujio. 2545. **การควบคุมจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมอาหาร.** แปลโดย สุวิมล กีรติพิบูล และบัณฑิต ประดิษฐานุวงศ์. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

John, N. S. and Smith, G.C. 1998. "Nonacid Meat Decontamination Technologies: Model studies and Commercial applications." **Int. J. Food Micro** 44 : 171–188.

Lynn and McMullen, M. 2000. "Intervention Strategies to Improve the Safety of Pork." **Advances in Pork Product.** 11 : 165 – 173.

Norrung, B. and Buncic, S. 2008. "Microbial safety of meat in the European Union." **Meat Sci.** 78 : 14 – 24.

Oakton. 1997. **Measuring the pH value of meat.** [Online]. Available : httpwww.4oakton.com Tech TipsOAK_TT06.pdf. 11/04/08.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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." **Inter. J. Food Micro.** 90 : 331 – 339.

Rahkio, M., Korkealal, H., Sippola and Peltonen, M. 1992. "Effect of Pre-scalding Brushing on Contamination Level of Pork Carcasses During the Slaughtering Process." **Meat Sci.** 32 : 173-183.

Reagan, J.O., Acuff, G.R., Buege, D.R., Buyck, M.J., Dickson, J.S., Kastner, C.L., Marsden, J.L., Morgan, J.B., Nickelson, I. R., Smith, G.C. and Sofos, J.N. 1996. "Trimming and Washing of Beef carcasses as a Method of Improving the Microbiological quality of Meat." **J. Food Prot.** 59 : 751 - 756.

Reid, C.A., Small, A., Avery, S.M. and Buncic, S. 2002. "Presence of Food-borne pathogens on Cattle hides." **Food Control** 13 : 411–415.

Snijders, J.M.A. and Gerats, G.E. 1976b. "Hygeine of Pig Slaughtering. The Effect of Different Factors on Dehairing." **Fleischwirtschaft. 56 : 41 – 238**

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

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." **Inter. J. Food Micro.** 80 : 231 – 240.

WHO.1988. "**Salmonella Control**" The Role of Animal and Product Hygiene Technic Report. Geneva : World Health Organnization.

Wong, L.F., Dahl, J. and Anderson, J.S. 2001. **A European longitudinal Study in Salmonella seronegative and seropositive classified finishing pig herds.** 4th ed. Germany.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

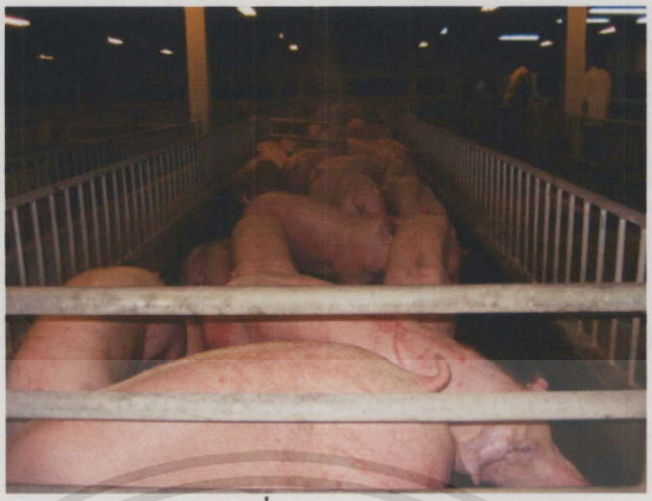
ภาคผนวกที่ ก 1 แสดงขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูลในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

1. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างก่อนกระบวนการฆ่าสุกร

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.1 รถขนสุกร

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.2 คอกก่อนสุกรเข้าพัก

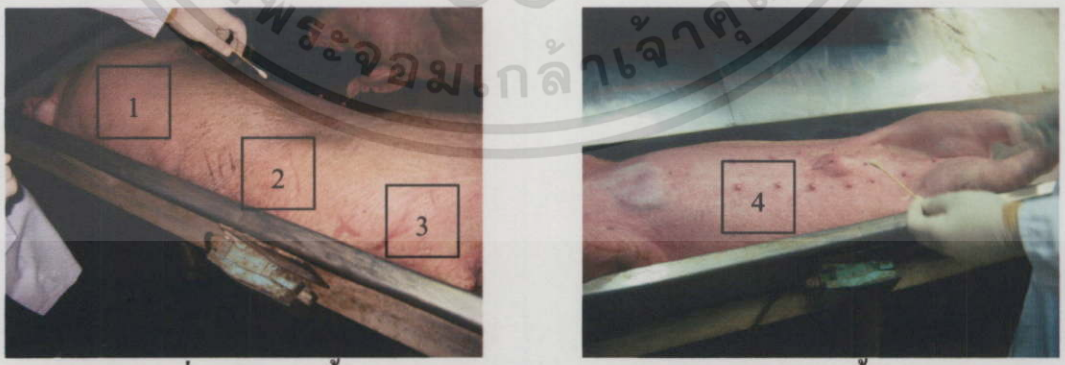
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกภาพที่ ก 1.3 คอกหลังสุกรเข้าพัก

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.4 น้ำพ่นในคอกพักสุกร

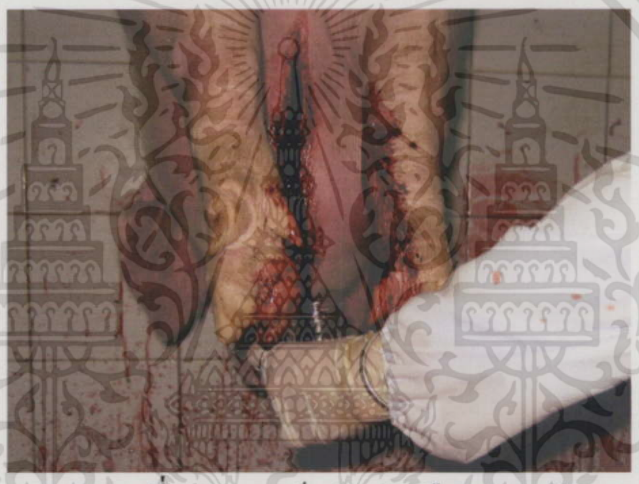
2. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในกระบวนการฆ่าสุกร



ภาคผนวกภาพที่ ก 1.5 แสดงขั้นตอนการ swab ซากสุกรก่อนทำการลวกซาก ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

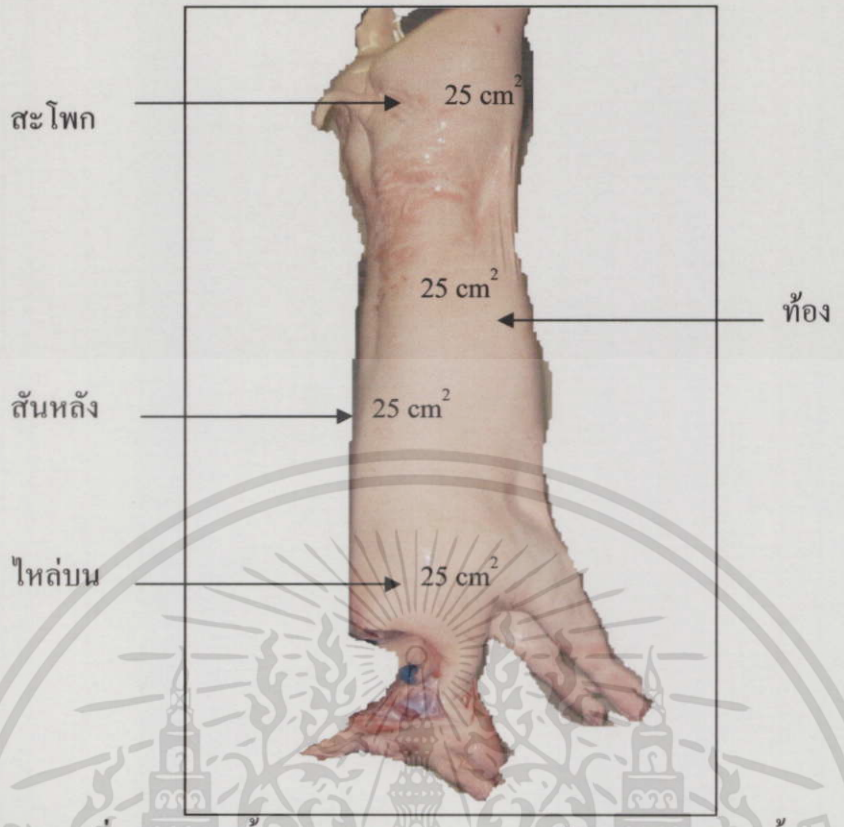
ภาคผนวกภาพที่ ก 1.6 การ swab บริเวณแผลแทงคอ



ภาคผนวกภาพที่ ก 1.7 การเก็บตัวอย่างเลือดสุกรหลังแทงคอ

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.8 แสดงขั้นตอนการ swab ซากสุกรหลังทำการลวก

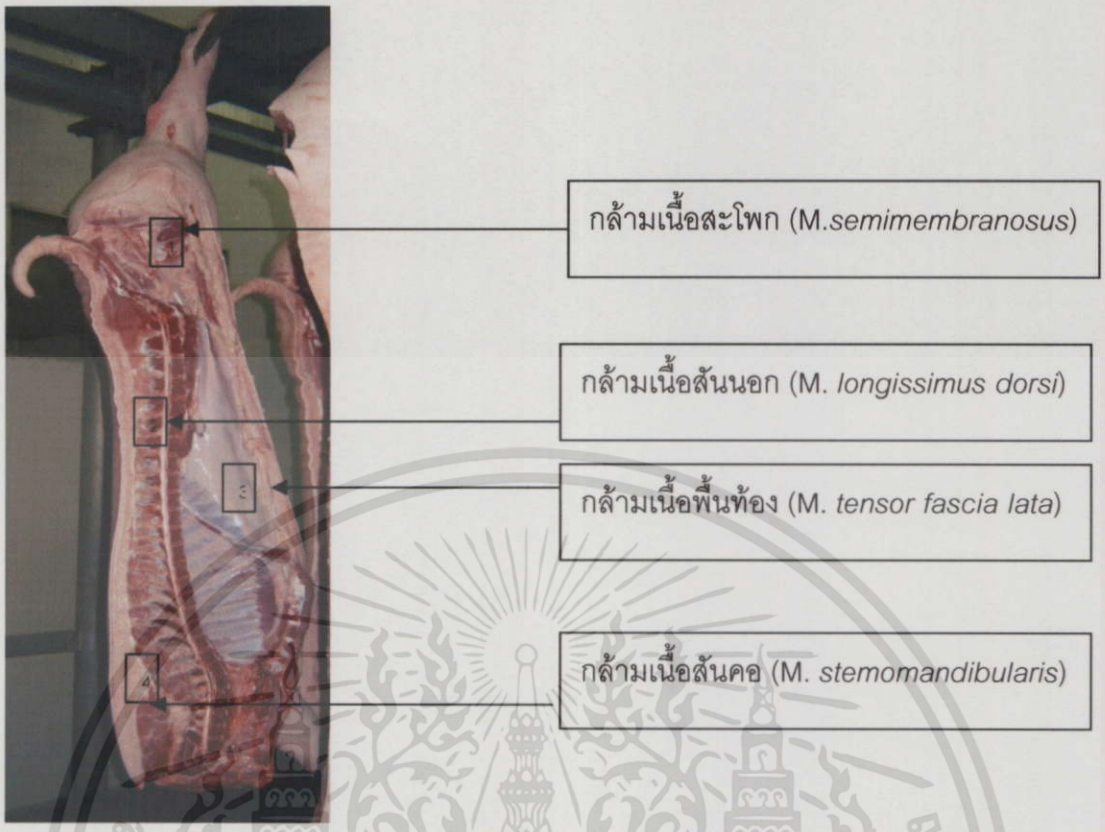
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกภาพที่ ก 1.9 แสดงขั้นตอนการ swab ซากสุกรหลังทำการลวกซาก ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง

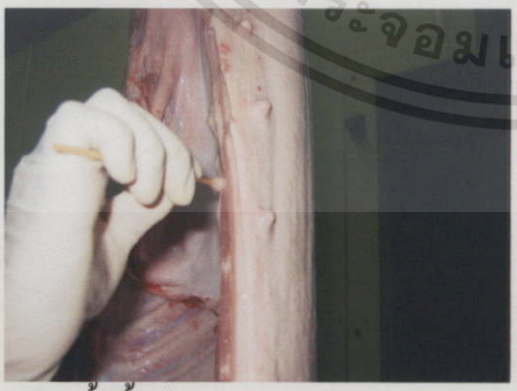
ภาคผนวกภาพที่ ก 1.10 แสดงขั้นตอนการวัดค่าpH และอุณหภูมิที่กล้ามเนื้อสะโพก (semimembranosus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

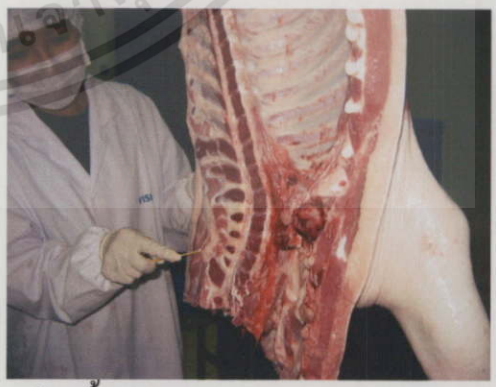


กล้ามเนื้อสะโพก

กล้ามเนื้อสันนอก



กล้ามเนื้อพื้นท้อง



กล้ามเนื้อสันคอ

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.11 แสดงขั้นตอนการ swab ซากสุกรหลังทำการผ่าซาก ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

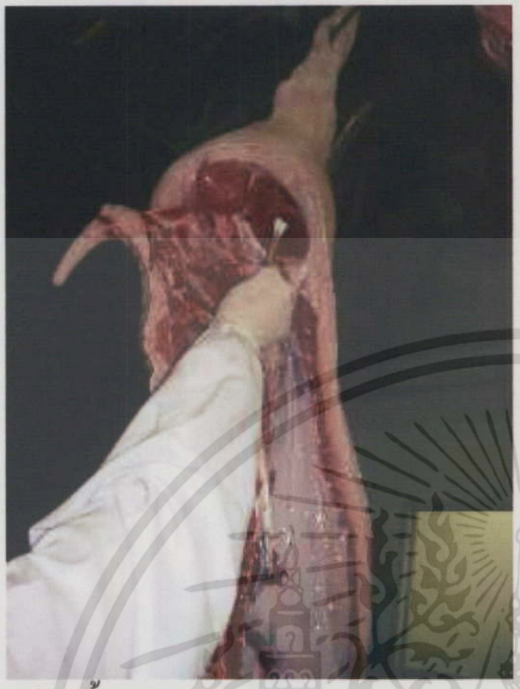
ภาคผนวกภาพที่ ก 1.12 แสดงการเก็บContent ในลำไส้ใหญ่

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.13 น้ำก่อนและหลังลวกซากสุกร

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.14 น้ำพ่นซาก

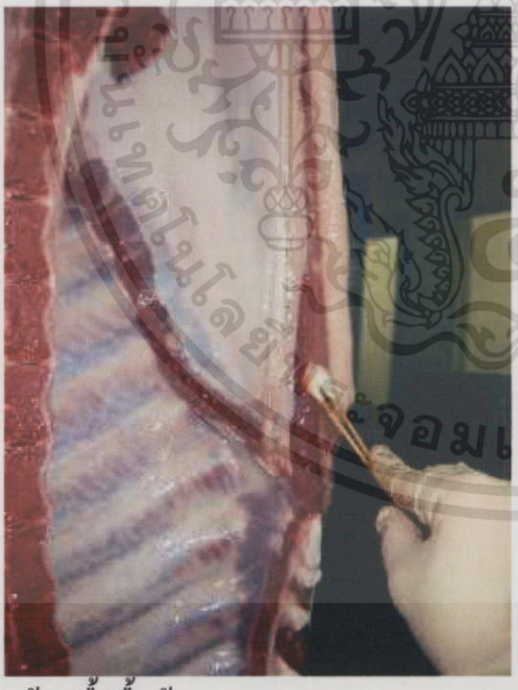
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในกระบวนการตัดแต่งซากสุกร

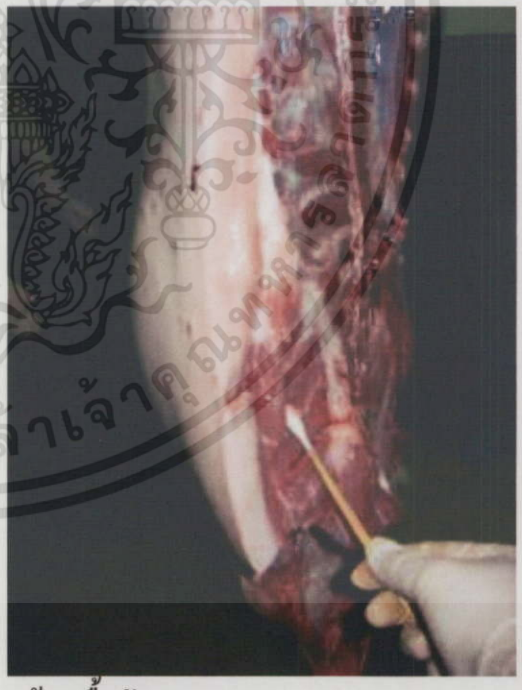


กล้ามเนื้อสะโพก

กล้ามเนื้อสันนอก



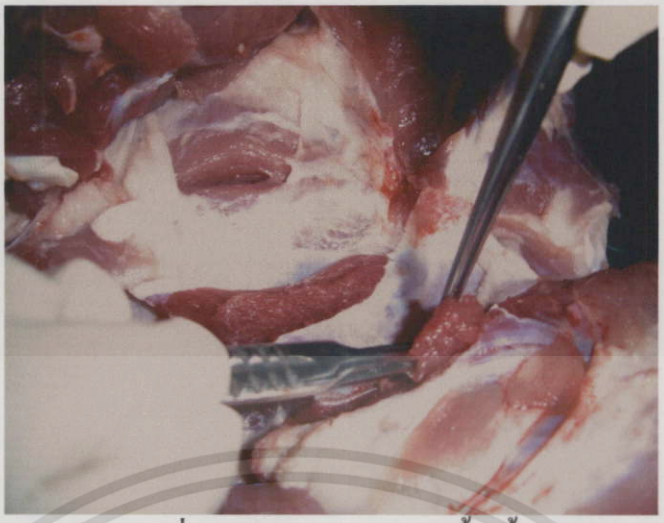
กล้ามเนื้อพื้นท้อง



กล้ามเนื้อสันคอ

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.15 แสดงขั้นตอนการ swab ซากสุกรหลังทำการผ่าซาก ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวกภาพที่ ก 1.16 การเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อหลังตัดแต่ง

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.17 แสดงการ swab มือก่อนและหลังการใช้ตัดแต่งซาก

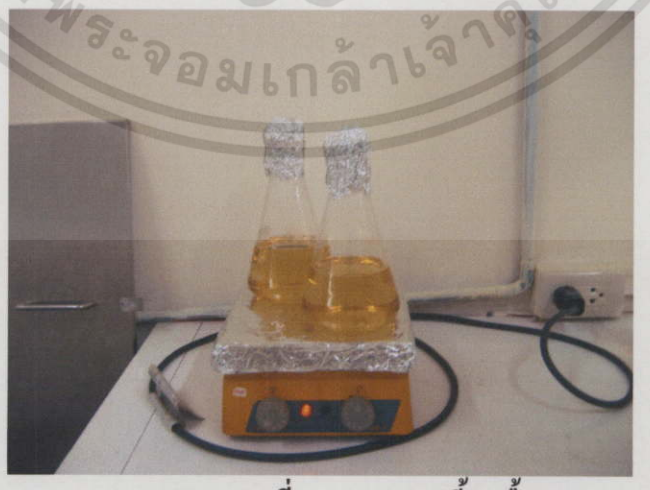
ภาคผนวกภาพที่ ก 1.18 แสดงการ swab มีดก่อนและหลังการใช้ตัดแต่งซาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกภาพที่ ก 1.19 แสดงการ swab โต๊ะก่อนและหลังการใช้ตัดแต่งซาก

ภาคผนวกที่ ก 2 แสดงขั้นตอนการเพาะเลี้ยงแบคทีเรียทั้งหมด

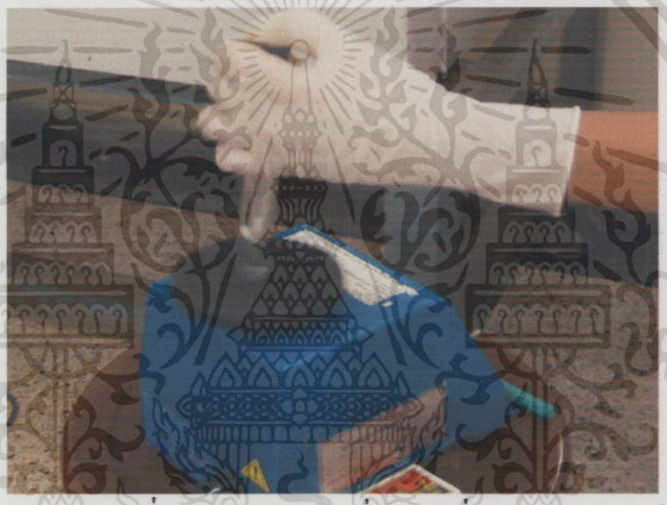
ภาคผนวกภาพที่ ก 2.1 อุปกรณ์และสารเคมี



ภาคผนวกภาพที่ ก 2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกภาพที่ ก 2.3 นำตัวอย่างมาเจือจาง

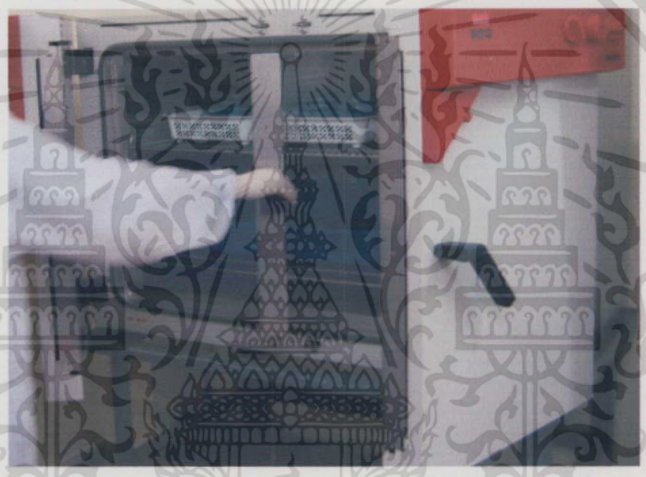


ภาคผนวกภาพที่ ก 2.4 นำตัวอย่างที่เจือจางที่ระดับต่าง ๆ มาหมุนเหวี่ยง

ภาคผนวกภาพที่ ก 2.5 นำตัวอย่างที่เจือจางแล้วใส่ลง plate 1 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวกภาพที่ ก 2.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ลง plate 10 มิลลิลิตร



ภาคผนวกภาพที่ ก 2.7 นำ plate เข้าตู้บ่ม เป็นเวลา 36 ชั่วโมง

ภาคผนวกภาพที่ ก 2.8 การเพาะเลี้ยงเชื้อด้วยวิธี pour plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ข 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างซากสุกรก่อนและหลังทำการลวกซาก

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
60	CARCASS1	60	1.0000000	60.0000000	30.5000000	17.4642492
	BEFORE	60	3.9600000	6.3500000	4.7870000	0.4052005
	AFTER	60	1.0300000	6.2400000	2.8410000	0.8263104
	BACDIFF	60	-3.6900000	2.2300000	-1.9460000	0.8831746

T = -17.0675787 Prob>|T| = 0.0001

ตารางที่ ข 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างซากสุกรก่อนและหลังทำการฉีดพ่นน้ำ

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
60	CARCASS2	60	1.0000000	60.0000000	30.5000000	17.4642492
	BEFORE	60	0.6800000	2.9800000	1.7911667	0.5231297
	AFTER	60	0.5300000	2.1100000	1.5013333	0.3712164
	BACDIFF	60	-1.8600000	0.6400000	-0.2898333	0.5048359

T = -4.4470675 Prob>|T| = 0.0001

ตารางที่ ข 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างซากสุกรก่อนและหลังทำการลดอุณหภูมิซาก

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
58	CARCASS	58	1.0000000	58.0000000	29.5000000	16.8868785
	BEFORE	58	0.5300000	2.1100000	1.4896552	0.3720025
	AFTER	58	0.4800000	2.2800000	1.3515517	0.4256751
	BACDIFF	58	-1.2200000	1.0000000	-0.1381034	0.5072404

T = -2.0735030 Prob>|T| = 0.0427

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคอกก่อนและหลังสุกรเข้าพัก

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
12	PEN	12	1.0000000	12.0000000	6.5000000	3.6055513
	BEFORE	12	3.5200000	5.4300000	4.5466667	0.6634940
	AFTER	12	4.1800000	5.8300000	5.0158333	0.5219275
	BACDIFF	12	-0.3500000	1.7100000	0.4691667	0.5911846

T = -2.7491260 Prob>|T| = 0.0189

ตารางที่ ข 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างน้ำก่อนและหลังทำการลวกซากสุกร

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
11	WATER	11	1.0000000	11.0000000	6.0000000	3.3166248
	BEFORE	11	3.9300000	5.1100000	4.7281818	0.3876034
	AFTER	11	3.9000000	5.5600000	4.9127273	0.4819770
	BACDIFF	11	-0.0300000	0.7400000	0.1845455	0.2334251

T = 2.6221176 Prob>|T| = 0.0255

ตารางที่ ข 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมือพนักงานก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
12	HAND	12	1.0000000	12.0000000	6.5000000	3.6055513
	BEFORE	12	3.7100000	5.2300000	4.4916667	0.4837511
	AFTER	12	3.4800000	5.5800000	4.5500000	0.5936023
	BACDIFF	12	-1.1200000	1.7700000	0.0583333	0.7009452

T = 0.2882858 Prob>|T| = 0.7785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างมีดก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
12	KNIFE	12	1.0000000	12.0000000	6.5000000	3.6055513
	BEFORE	12	3.4900000	5.6600000	4.2741667	0.6371450
	AFTER	12	3.2700000	5.0000000	3.9616667	0.4664924
	BACDIFF	12	-1.6200000	0.3100000	-0.3125000	0.5717457

T = -1.8933797 Prob>|T| = 0.0849

ตารางที่ ข 8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโต๊ะก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร

N Obs	Variable	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Dev
12	TABLE	12	1.0000000	12.0000000	6.5000000	3.6055513
	BEFORE	12	2.6300000	4.1900000	3.3883333	0.4828859
	AFTER	12	2.7700000	3.9500000	3.4200000	0.4376798
	BACDIFF	12	-1.1600000	1.0800000	0.0316667	0.6046612

T = 0.1814182 Prob>|T| = 0.8593

ตารางที่ ข 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของอุณหภูมิ และพีเอช (pH) ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่ผิวซากสุกร ที่ 24 ชั่วโมง

Dependent Variable: CAC

source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	5	0.88304000	0.14438421	1.05	0.3969
Error	52	9.44532034	0.13719208		
Corrected Total	57	10.32836034			
source	DF	III SS	MS	F	Pr>F
TEMP24	1	0.11932037	0.11932037	0.66	0.4213
PH24	2	0.04461771	0.02230885	0.12	0.8847
TEMP24* PH24	2	0.74448712	0.37224356	2.05	0.1391

R – Square = 0.085497 C.V. = 31.53363 Root MSE = 0.426193 CAC Mean = 1.35155172

CAC คือ ซากสุกรหลังการลดอุณหภูมิซากด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข 10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของอุณหภูมิ และพีเอช (pH) ต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดที่เนื้อสุกร ที่ 24 ชั่วโมง

Dependent Variable: pork

source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	5	3.44263013	0.68852603	3.62	0.0069
Error	52	9.88616297	0.19011852		
Corrected Total	57	13.32879310			
source	DF	III SS	MS	F	Pr>F
TEMP24	1	1.75739342	1.75739342	9.24	0.0037
PH24	2	1.65379609	0.82689804	4.35	0.0179
TEMP24* PH24	2	0.01880121	0.00940060	0.05	0.9518

R – Square = 0.258285 C.V. = 8.989584 Root MSE = 0.436026 Pork Mean = 4.85034

Pork คือ = ชิ้นเนื้อสุกรหลังการลดอุณหภูมิชากด้วยอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ 24 ชั่วโมง

ตารางที่ ข 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของฟาร์มต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมดในมูลสุกร

Dependent Variable: fecal

source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	3	7.73574660	2.57858220	9.31	<0.001
Error	55	15.23539238	0.27700713		
Corrected Total	58	22.97113898			
source	DF	III SS	MS	F	Pr>F
farm	3	7.73574660	2.57858220	9.31	<0.001

R – Square = 0.336759 C.V. = 5.752712 Root MSE = 0.526315 fecal Mean = 9.148983

fecal คือ มูลสุกรที่เก็บจากลำไส้ใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติอิทธิพลของฟาร์มต่อปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้งหมด (log_{10}cfu) ในรถขนสุกร

Dependent Variable: car

source	DF	SS	MS	F	Pr>F
Model	3	0.78858030	0.26286010	0.52	0.6790
Error	7	3.50658333	0.50094048		
Corrected Total	10	4.29516364			
source	DF	III SS	MS	F	Pr>F
farm	3	0.78858030	0.26286010	0.52	0.6790

R – Square = 0.183597 C.V. = 12.31296 Root MSE = 0.707771 fecal Mean = 5.748182

car คือ รถขนสุกร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวจีรวรรณ บุญพูลมี
วัน เดือน ปีเกิด	29 กันยายน พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดชุมพร
ที่อยู่	53/1 หมู่ 1 ตำบลเขาไชยราช อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86210
ประวัติการศึกษา	2545 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตว์ศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิจัย	2547 ปัญหาพิเศษ - เรื่องการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานขนาดเล็กและขนาดใหญ่ 2547 นำเสนอผลงานตีพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ - เรื่องการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากลขนาดกลางและขนาดเล็ก

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้