สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อของโรงฆ่าสุกร

CONTAMINATION OF *ESCHERICHIA COLI* IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESS OF PIG ABATTOIR

T063460

ระวีวรรณ วีระสถาวณีย์
RAWEEWAN WEERASATAWANEE

วพ.
ร275ก
2549
เลขหมู่
เลขทะเบียน 63460
วัน,เดือน,ปี 29 ส.ค. 2549
.b 1163228x
.i

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2549

ISBN 974-15-2509-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTAMINATION OF *ESCHERICHIA COLI* IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESS OF PIG ABATTOIR

RAWEEWAN WEERASATAWANEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITAION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

ISBN 974-15-2509-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อของโรงฆ่าสุกร
นักศึกษา	นางสาวระวีวรรณ วีระสถาวณีย์
รหัสนักศึกษา	46067901
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานส่งออก โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ กระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร และกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร โดยการสุ่มตัวอย่างดังนี้ Swab รถขนส่งสุกร คอกพักสุกรทั้งก่อนและหลังสุกรเข้าพัก แผลแทงคอ ซากสุกรก่อนและหลังการลวก ซากสุกรผ่าซีก ซากสุกรก่อนแช่เย็น และเก็บตัวอย่าง น้ำพ่นในคอกพักสุกร น้ำลวกซาก และน้ำพ่นซาก และสุ่ม Swab ตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง ได้แก่ ชิ้นส่วนสะโพก และชิ้นเนื้อหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีดก่อนและหลังการตัดแต่ง มือพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่ง โต๊ะตัดแต่งก่อนและหลังการตัดแต่ง โดยทำการเก็บตัวอย่างดังกล่าว ในโรงงานฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกรที่ได้มาตรฐานการส่งออก ครั้งละ 3 ตัว สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 12 ครั้ง นำมาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *E. coli* โดยวิธี MPN (Most Probable Number) พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ของกระบวนการก่อนการฆ่า ได้แก่ รถขนส่งสุกรมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 1100 MPN/100 cm^2 คอกพักสัตว์ก่อนและหลังสัตว์เข้าพัก มีค่าเฉลี่ย 46 และ1043 MPN/100 cm^2 ตามลำดับ น้ำในคอกพักสุกรไม่พบปริมาณเชื้อ *E. coli* ส่วนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร พบปริมาณเชื้อบนผิวซากก่อนลวก แผลแทงคอ ซากหลังการลวก ซากผ่าซีก และซากก่อนการแช่เย็น มีค่าเฉลี่ย 778 MPN/100 cm^2 , 6 MPN/25 cm^2, 9 MPN/100 cm^2, 8 MPN/100 cm^2 และ 3 MPN/100 cm^2 ตามลำดับ ในตัวอย่างน้ำลวกซากทั้งก่อนและหลังการลวก และน้ำพ่นซาก ไม่พบเชื้อ *E. coli* ส่วนในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร พบปริมาณเชื้อ *E. coli* ในชิ้นส่วนหลังการตัดแต่ง มีค่าเฉลี่ย 3 MPN/100 cm^2 และชิ้นเนื้อภายหลังการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ส่วนมีด และมือพนักงานทั้งก่อนและหลังการตัดแต่งตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* แต่พบเชื้อบนโต๊ะภายหลังการตัดแต่ง มีค่าเฉลี่ย 4 MPN/100 cm^2

เอกสาร ... ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* บนเนื้อสุกร คือการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถขนส่งสุกรมีชีวิต และคอกพักทุกครั้ง ภายหลังการขนย้ายสัตว์ ควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุมคุณภาพของน้ำพ่นซาก ควบคุมสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานและอุปกรณ์ในการตัดแต่งซาก เพื่อให้ได้ชิ้นเนื้อสุกรที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Contamination of *Escherichia coli* in Slaughtering and Cutting Process of Pig Abattoir
Student	MissRaweewan Weerasatawanee
Student ID.	46067901
Degree	Master of Science
Programme	Food Sanitation
Year	2006
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Prapaporn Khopaibool
Thesis Coadvisor	Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul

ABSTRACT

Contamination of *Escherichia coli* in slaughtering and cutting process of an international standard pig abattoir was studied by devided into 3 steps; before slaughtering, during slaughtering and cutting process. Samples were collected by swabbing the pig transport vehicle, lairage wall and floor before and after of pig resting, a sticking wound, carcass before and after scalding, splitted carcass before chilling. Pipe water in lairage, scalding water and carcass spray water were collected. In the meat cutting process, the surfaces of the cut meat were swabbed before and after chilling at 4 °C for 48 hour. The cutting knifes and tables, employee's hands were swabbed before and after cutting. The 3 carcasses were collected in a time (week) for 12 weeks. All samples were analyzed for the number of *E. coli* by MPN Method.

The study found are average count of *E. coli* from pig truck transport was >1100 MPN/100 cm^2, while the average count of *E. coli* from lairage before and after pig resting were 46 and 1043 MPN/100 cm^2, respectively. *E. coli* count from pipe water in lairage could not detected. *E. coli* was found 778 MPN/100 cm^2 on the surfaces of carcass before scalding, 6 MPN/25 cm^{2}on the sticking wound, 9 MPN/100 cm^2 after scalding, 8 MPN/100 cm^2 after splitting and 3 MPN/100 cm^2 before chilling, respectively. In carcass spray water and scalding water could not detect *E. coli* contamination. In the cutting process found 3 MPN/100 cm^2 of *E. coli* on the surfaces of cut meat and after chilling at 4 °C for 48 hour could not detected, the same as the cutting knife and employee's hands before and after cutting process. But the cutting table found 4 ± 3.58 MPN/100 cm^2 of *E. coli* after cutting.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Therefore controls of *E. coli* contamination on pork meat were cleaning and sanitizing of pig transport vehicle and lairage every time after transportation, temperature of scalding water should not lower than 60 °C, carcass spraying with good quality water before chilling, personal hygiene and cleaning of equipment for cutting process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจสอบแก้ไขรายงานสัมมนาให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสุขาภิบาลอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ คุณสังวิทา ภูไพรัชพงษ์ ผู้จัดการโรงงาน เจ้าหน้าที่ และพนักงานฝ่ายต่างๆ ของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา ทุกคนที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่และให้ข้อมูลประกอบการทำวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนความช่วยเหลือในทุกด้านในงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาสัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำการสำรวจข้อมูล และเก็บตัวอย่าง รวมถึงคำแนะนำต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาสุขาภิบาลอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อนรินทร์ วีระสถาวณีย์ ผู้ล่วงลับไปแล้ว คุณแม่นงเยาว์ วีระสถาวณีย์ คุณกชกร วีระสถาวณีย์ และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ระวีวรรณ วีระสถาวณีย์

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 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..1
1.2 ขอบเขตการวิจัย...2
1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา...2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..3
2.1 มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์...3
2.1.1 สถานที่ตั้ง..3
2.1.2 โรงพักสัตว์...4
2.1.3 โครงสร้างอาคารโรงฆ่าสัตว์..5
2.1.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์...9
2.1.5 การจัดการและการควบคุมสุขลักษณะ...9
2.1.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย..9
2.2 กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร...10
2.2.1 การขนส่งสัตว์..10
2.2.2 การพักสัตว์...10
2.2.3 การทำให้สุกรสลบ...11
2.2.4 การเอาเลือดออก..12
2.2.5 การลวกซาก...12
2.2.6 การขูดขน..12
2.2.7 การเผาขน และการล้างน้ำ...13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.8 การตัดแยกและเอาหัวออก..13

2.2.9 การเอาอวัยวะภายในออก..13

2.2.10 การแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก..13

2.2.11 ชั่งน้ำหนักและลดอุณหภูมิซาก..14

2.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์..16

2.4 ความสำคัญ และการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli*..18

2.4.1 ความสำคัญของเชื้อ *Escherichia coli*..18

2.4.2 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกร..20

2.4.3 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร...........21

2.5 จุดวิกฤตในโรงฆ่าสัตว์ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อด้านจุลชีววิทยา..25

2.5.1 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. .coli* ในระหว่างการขนส่งและในคอกพักสุกร......26

2.5.2 การปนเปื้อนของเชื้อ *E.coli* ระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร......27

2.6 การลดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในซากสุกร..33

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ..39

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์..39

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง..39

3.3 สถานที่ทำการทดลอง..39

3.4 วิธีการทดลอง..40

3.4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า..40

3.4.2 ศึกษาการจัดการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า
และชำแหละสุกรของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า..40

3.4.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการ
ก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร..40

3.4.4 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการ
ฆ่าและชำแหละสุกร..41

3.4.5 ศึกษาการปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร..41

3.4.6 การเก็บตัวอย่าง..42

3.4.7 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในตัวอย่าง..42

3.4.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์....43
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงฆ่าและชำแหละสุกร....43
4.1.1 ข้อมูลทั่วไป....43
4.1.2 แผนผังโรงงาน....43
4.1.3 กำลังการผลิต....48
4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าชำแหละสุกร....49
4.3 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการ
ก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร....54
4.4 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการ
ฆ่าและชำแหละสุกร....56
4.5 การปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร....62

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ....66
สรุปผลการทดลอง....66
ข้อแนะนำ....68

บรรณานุกรม....69

ภาคผนวก....83
ก. วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยวิธี MPN (Most Probable Number)....84
ข. การเทียบหาค่า Most Probable Number....87

ประวัติผู้เขียน....89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ | หน้า

2.1 ค่า log ของ Total aerobic count, Coliforms และ *E. coli* บนผิวอุปกรณ์
เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตซากโคที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว........................22
4.1 ผลสรุปการจัดการในกระบวนการฆ่าสุกร..49
4.2 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนรถขนส่งสุกร คอกพักและน้ำในคอกพักสุกร....................................54
4.3 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าสุกรและชำแหละ.....................57
4.4 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนแผลแทงคอ น้ำลวกซาก และน้ำพ่นซาก...59
4.5 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนผิวชิ้นเนื้อสุกรตัดแต่งและชิ้นเนื้อแช่เย็น...63
4.6 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนอุปกรณ์และมือพนักงานในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง............64
ข.1 ค่า MPN ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด.........................87
ข.2 ค่า MPN ของ Colifrom ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร โดยใช้ตัวอย่าง 3 ระดับ
5x10 ml portions : 1x1 ml portions : 1x0.1 ml portions..88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ขั้นตอนการผลิตของโรงฆ่าสัตว์เพื่อผลิตเนื้อสุกรส่งออกต่างประเทศ..........15

2.2 ลักษณะของเชื้อ *Escherichia coli*..........18

2.3 ร้อยละของการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการผลิตเนื้อโค..........24

2.4 แหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์..........25

4.1 แผนผังโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า จ. ฉะเชิงเทรา..........45

4.2 แสดงทิศทางการไหลของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..........46

4.3 แสดงทิศทางการไหลของพนักงานในโรงงานแปรรูปสุกร..........47

4.4 กระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า..........53

4.5 คอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพัก..........54

4.6 คอกพักสุกรหลังสุกรเข้าพัก..........54

4.7 น้ำพ่นในคอกพักสุกร..........54

4.8 รถขนส่งสุกร..........54

4.9 การ Swab ซากสุกรก่อนลวก..........56

4.10 การ Swab ซากสุกรหลังลวก..........56

4.11 การ Swab ซากสุกรผ่าซีกและสุกรก่อนแช่เย็นบริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก..........56

4.12 การ Swab แผลแทงคอ..........57

4.13 การเก็บน้ำลวกซากจากถังลวก..........57

4.14 การเก็บน้ำพ่นซาก..........57

4.15 การ Swab ชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ° C ชั่วโมง..........62

4.16 การ Swab มีดก่อนและหลังการตัดแต่งการตัดแต่งและชิ้นเนื้อหลัง..........62

4.17 การ Swab มือพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่ง..........62

4.18 การ Swab โต๊ะก่อนและหลังการตัดแต่ง..........62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สุกรเป็นสัตว์เศรษฐกิจของประเทศไทย มีการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่การเลี้ยงไว้บริโภคในครัวเรือน ไปจนถึงการเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมรายย่อย และอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ทำให้ปริมาณการผลิตสุกรในประเทศไทยเพิ่มขึ้นในแต่ละปี จากรายงานสถิติข้อมูลจำนวนสุกรและเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรของกรมปศุสัตว์ในปี 2548 พบว่าจำนวนสุกรสูงถึง 2.27 ล้านตัว และจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร 73,412 ครัวเรือน (กรมปศุสัตว์, 2548) จากรายงานดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการบริโภคเนื้อสุกรยังเป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศ และภาครัฐบาลยังได้พยายามผลักดันสู่การส่งออกทั้งในลักษณะของเนื้อสุกรสด เนื้อสุกรแปรรูป และเนื้อสุกรปรุงสุก สำหรับในอนาคตคาดการณ์ว่าการส่งออกเนื้อสุกรจะยังคงมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ทั้งในตลาดฮ่องกงและญี่ปุ่น รวมไปถึงการเจาะขยายตลาดใหม่ๆในภูมิภาคนี้ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) โดยเฉพาะสิงคโปร์ มาเลเซีย กัมพูชา เกาหลีใต้ ไต้หวัน บรูไน และจีน เนื่องจากความร่วมมือระหว่างหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนายกระดับมาตรฐานการเลี้ยง โรงฆ่าชำแหละ และโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งทำให้การผลิตผลิตภัณฑ์สุกรของไทยได้รับการยอมรับในระดับสากลมากยิ่งขึ้น โดยมีแหล่งผลิตสุกรที่สำคัญของไทย คือ ภาคกลาง ได้แก่ จังหวัดราชบุรี นครปฐม ฉะเชิงเทรา และชลบุรี การที่สุกรไทยจะก้าวเข้าไปในตลาดโลกได้นั้นหลายฝ่ายคงต้องร่วมกันฟันฝ่าในอุปสรรคต่างๆ ทั้งเรื่องการงดใช้สารต้องห้าม การสร้างเขตปลอดโรค การใช้โรงฆ่าสัตว์ที่มีมาตรฐาน การปฏิบัติตามกฎกติกาที่วางไว้อย่างเคร่งครัด เพื่อที่จะผลักดันให้เนื้อสุกรไทยเป็นสินค้าที่ประเทศคู่ค้าเชื่อมั่นว่าปลอดภัย และเป็นที่ยอมรับของนานาชาติ (กรมปศุสัตว์, 2549) ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เป็นประเด็นสำคัญของสุขภาพผู้บริโภค ความมั่นใจในความปลอดภัยของการจัดการเนื้อสุกร กลายเป็นการแข่งขัน ที่มีผลต่อการผลิตเนื้อสุกรและเป็นความต้องการของลูกค้า ในขณะที่การแปรรูปของโรงงานไม่สามารถรับประกันผลิตภัณฑ์ว่าปลอดจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้ จึงมีความพยายามที่จะทำการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และความเสี่ยงที่จะเกิดกับผู้บริโภค โดยการนำหลักการระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis Critical Control Points; HACCP) มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละเนื้อสุกร ซึ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาได้เริ่มกำหนดให้ระบบ HACCP เป็นกฎหมายตั้งแต่ปี 1996 (Anon, 2001) ประเทศไทยเองยังคงมีปัญหาการเลี้ยงสุกรเนื่องจากการจัดการฟาร์มไม่ถูกต้อง จึงเป็นสาเหตุของการนำโรคระบาดเข้ามา นอกจากนี้การฆ่าและการจัดการซากยังไม่ได้มาตรฐาน เช่น โรงฆ่าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับท้องถิ่นไม่ได้มาตรฐานการขนส่ง และการจัดการเนื้อสัตว์ในระหว่างการขนส่งไม่ดี ทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้น ก่อนถึงมือผู้บริโภคหรือโรงงานแปรรูป (จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตตวา, 2545) ซึ่งแหล่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรที่สำคัญ คือ โรงฆ่าและชำแหละเนื้อสัตว์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง ในขณะเดียวกันลักษณะการขายเนื้อตามท้องตลาดในประเทศไทย จะเป็นลักษณะวางเนื้อไว้บนโต๊ะ และแขวนไว้ตั้งแต่เช้ามืดจนกระทั่งตกเย็นโดยไม่มีตู้แช่เย็น ทำให้เนื้อสุกรได้รับการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากสภาพแวดล้อม และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในสภาพอากาศในประเทศไทย ส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับการบริโภคเนื้อสุกรที่ไม่สะอาดและมีคุณภาพต่ำ โดยไม่สามารถหลีกได้ (คมแข พิลาสสมบัติ, 2540) จากประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เรื่อง ข้อกำหนดสุขลักษณะของอาหารทั่วไป ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ (เนื้อดิบ) พ.ศ. 2535 กำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์รวมต่อกรัมต้องไม่เกิน $1x\ 10^6$ *Escherichia coli* น้อยกว่า 20 MPN/g และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens* และ *Bacillus cereus* ต้องน้อยกว่า 100 cuf/g และต้องไม่พบ *Salmonella* และ *Listeria monocytogenes* ต่อ 25 กรัม (จุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์ และ ศรีสิทธิ์ การุณยะวานิช, 2535) คาดว่ามูลสัตว์ที่ติดอยู่บนผิวหนังของสุกร เป็นจุดเริ่มต้นของการปนเปื้อนของ *E. coli* จากฟาร์ม (Wang *et al.*, 1996) รวมถึงวิธีการขนส่ง และวิธีการฆ่า มีผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อมายังซากสุกรได้ (Elder *et al.*, 2000) การปนเปื้อนของ *E. coli* เป็นตัวบ่งชี้ถึงการจัดการสุขาภิบาลในกระบวนฆ่าและชำแหละที่ไม่ดี

ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของ *E. coli* ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละซากสุกร ซึ่งยังเป็นการบ่งชี้ถึงสุขลักษณะที่ดี ในระหว่างการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากล เพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมปศุสัตว์ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)

1.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* บนซากสุกรในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ของโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากล

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* บนซากสุกรในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ของโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่ได้มาตรฐานสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์

การสร้างมาตรฐานโรงฆ่าสัตว์จะต้องมี การขึ้นทะเบียนโรงฆ่าสัตว์ และสัตว์ที่เข้าสู่โรงฆ่าจะต้องมาจากฟาร์มที่ขึ้นทะเบียนมาตรฐานฟาร์ม รวมทั้งต้องมีการกำหนดให้เนื้อสัตว์ที่สามารถจำหน่ายในท้องตลาดได้ จะต้องมาจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานแล้วเท่านั้นจึงจะได้เนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคอย่างแท้จริง องค์ประกอบสำคัญโรงฆ่าสัตว์ตามข้อกำหนดของมาตรฐานโรงฆ่าของกรมปศุสัตว์ ในโครงการเนื้อสัตว์อนามัย พ.ศ. 2547 ประกอบด้วย (คู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย, 2545)

2.1.1 สถานที่ตั้ง

2.1.1.1 สถานที่ตั้งของโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ควรอยู่ในทำเลที่เหมาะสม และมีบริเวณ เพียงพอที่จะประกอบกิจการโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ และการฆ่าสัตว์ไม่อยู่ใกล้วัด สถานที่สำหรับปฏิบัติพิธีกรรมทางศาสนา โรงเรียน หรือสถานที่ศึกษา โรงพยาบาล สถานพยาบาลที่รับผู้ป่วยค้างคืน หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพักและสถานที่ราชการ ไม่อยู่ในย่านที่ประชาชนอยู่อาศัยอันจะก่อให้เกิดอันตรายเหตุรำคาญหรือความเสียหายต่อบุคคลหรือทรัพย์สินของผู้อื่น

2.1.1.2 ที่ตั้งโรงฆ่าสัตว์ และโรงพักสัตว์ เป็นที่ไม่มีน้ำท่วมถึงชนิดของดินควรมีความคงตัวไม่ทรุด แยกตัวหรือหดตัว ซึ่งก่อให้เกิดการแตกร้าวหรือทรุดตัวของอาคารโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์

2.1.1.3 ในการเลือกบริเวณหรือพื้นที่ ในการตั้งโรงฆ่าสัตว์และโรงพักสัตว์ ควรจะเตรียมพื้นที่ว่างให้ เพียงพอสำหรับบริเวณที่พักสัตว์ ถนน บริเวณที่จอดรถ อาคารสำนักงาน บ่อบำบัดน้ำเสียและปัจจัยอื่นๆที่จำเป็น

2.1.1.4 ถนนโดยรอบอาคารโรงฆ่าสัตว์ และโรงพักสัตว์ ควรดูแลปรับปรุงให้อยู่ในสภาพดี ไม่มีฝุ่นละออง มีการแยกทางเข้า - ออกของสัตว์มีชีวิตและซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ และมีระบบการระบายน้ำที่ดี

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 โรงพักสัตว์

2.1.2.1 โรงพักสัตว์ควรมีพื้นที่อย่างเพียงพอสำหรับจำนวนสัตว์ ที่จะเข้าฆ่าในแต่ละวัน และสะดวกต่อการตรวจสัตว์ก่อนฆ่าของพนักงานตรวจโรคสัตว์ และพนักงานเจ้าหน้าที่

2.1.2.2 โครงสร้างของโรงพักสัตว์จะต้องทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน มีหลังคาในการป้องกันแสงแดดและฝนสำหรับสัตว์ทุกตัว

2.1.2.3 โรงพักสัตว์ควรมีทางเดิน ซึ่งมีหลังคาคลุมตลอดไปจนถึงอาคารโรงฆ่าสัตว์ มีระบบป้องกัน การเดินของสัตว์ย้อนมายังโรงพักสัตว์ได้ และทางเดินควรมีผนังหรือขอบกั้นตลอดแนวที่ไปยังอาคารโรงฆ่าสัตว์

2.1.2.4 ประตูรั้วกั้นหรือแผงกั้นควรทำจากวัสดุที่แข็งแรงทนทาน สามารถปิดล็อคหรือป้องกันสัตว์มิให้ออกจากโรงพักสัตว์ได้

2.1.2.5 บริเวณรับสัตว์ควรเป็นพื้นที่ไม่ลื่น หรือลาดชันจนเกินไป และให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายสัตว์ ลงจากรถบรรทุกสัตว์

2.1.2.6 ในกรณีที่มีสัตว์ป่วย หรือสงสัยว่าป่วย ควรมีโรงพักสัตว์ป่วย หรือสงสัยว่าป่วยแยกออกจากสัตว์ที่มีสุขภาพปกติ

2.1.2.7 สถานที่ตั้งโรงพักสัตว์ ต้องอยู่ห่างจากบริเวณที่สะอาดของอาคารโรงฆ่าสัตว์ เพื่อป้องกันฝุ่น หรือกลิ่นจากโรงพักสัตว์ที่สามารถปนเปื้อนไปยังเนื้อสัตว์ได้

2.1.2.8 โรงพักสัตว์ควรมีน้ำที่สะอาด หรืออุปกรณ์ให้น้ำสัตว์อย่างเพียงพอ

2.1.2.9 โรงพักสัตว์ควรมีน้ำใช้อย่างเพียงพอ และมีแรงดันน้ำเพียงพอในการทำความสะอาด

2.1.2.10 โรงพักสัตว์ ควรมีอ่างล้างเท้าใส่น้ำยาฆ่าเชื้อ สำหรับการล้างรองเท้าก่อนเข้าและออกจากโรงพักสัตว์

2.1.2.11 ระบบระบายน้ำในโรงพักสัตว์ ควรแยกระหว่างท่อระบายน้ำฝน และท่อระบายน้ำบริเวณพื้นโรงพักสัตว์ เพื่อป้องกันการระบายน้ำไม่ทัน ทำให้น้ำท่วมขังบริเวณโรงพักสัตว์

2.1.2.12 ทิศทางการระบายน้ำในโรงพักสัตว์ป่วย หรือสงสัยว่าป่วย ควรแยกและไม่ไหลผ่านไปยังโรงพักสัตว์หรือทางเดินของสัตว์

2.1.2.13 โรงพักสัตว์ควรมีระบบระบายอากาศที่ดี

2.1.2.14 ความเข้มแสงในคอกพักสัตว์ ควรมีแสงสว่างอย่างเพียงพอในการตรวจสัตว์ก่อนฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 โครงสร้างอาคารโรงฆ่าสัตว์

2.1.3.1 อาคารโรงฆ่าสัตว์

1) ตัวอาคารโรงฆ่าสัตว์ ควรมีความมั่นคง แข็งแรง มีการออกแบบให้ทำความสะอาดได้ง่ายพื้นผิวภายนอกอาคารควรทำจากวัสดุที่ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ

2) อาคารโรงฆ่าสัตว์ ควรมีพื้นที่การทำงานอย่างเพียงพอ สำหรับการปฏิบัติงาน

3) อาคารโรงฆ่าสัตว์ ต้องกั้นแยกระหว่างบริเวณที่สะอาด ออกจากบริเวณที่สกปรกโดยสมบูรณ์

4) การออกแบบและการวางผังของสถานที่ผลิต และเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรจัดวางตามลำดับกระบวนการผลิต และเอื้ออำนวยต่อการผลิตอย่างถูกสุขลักษณะ

5) การออกแบบตัวอาคารโรงฆ่าสัตว์ ควรคำนึงถึงการป้องกันการเข้าอยู่อาศัยของสัตว์ต่าง ๆ เช่น สุนัข แมว นก หนู และแมลงต่าง ๆ และการป้องกันการปนเปื้อนต่างๆ จากสภาพแวดล้อมรวมถึงฝุ่นละออง

6) หลังคาโรงฆ่าสัตว์ต้องมั่นคง แข็งแรงและเป็นชนิดกันน้ำ

2.1.3.2 โครงสร้างภายในโรงฆ่าสัตว์

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

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

3) รอยเชื่อมต่อระหว่างผนังกับเพดานต้องเชื่อมกันสนิท และทำมุมโค้งมนเพื่อป้องกันการสะสมของสิ่งปนเปื้อน และสามารถทำความสะอาดได้ง่าย

4) เพดาน วัสดุที่ใช้ทำเพดานต้องมีพื้นผิวเรียบ ไม่ดูดซับน้ำ หรือกันน้ำได้ ไม่เป็นสนิม ผุกร่อน หรือแตก รอยเชื่อมต่อต่างๆ ควรปิดให้สนิท ในกรณีที่เกิดความสกปรกสามารถทำความสะอาดได้

5) ความสูงของเพดานในแต่ละห้องเมื่อวัดจากพื้นไม่ควรต่ำกว่า 3 เมตร

6) ประตู และวงกบประตู วัสดุที่ใช้ทำประตูและวงกบประตู ควรมีพื้นผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียบไม่เป็นสนิมผุกร่อน กันน้ำ และล้างทำความสะอาดได้ง่าย ในกรณีที่ประตูหรือวงกบประตูมีส่วนประกอบของไม้ ควรหุ้มด้วยวัสดุที่ กันน้ำได้ และไม่เป็นสนิม ประตูที่เปิดจากบริเวณผลิตออกสู่ภายนอกอาคาร ควรเป็นชนิดที่ปิดได้เอง และปิดได้สนิท ไม่มีช่องหรือร่องที่ขอบประตู

7) ประตูที่มีการติดตั้งช่องกระจกวัสดุ ที่ใช้เชื่อมต่อขอบกระจกควรปิดได้สนิท กันน้ำ และทำความสะอาดได้ง่าย

2.1.3.3 บริเวณภายในโรงฆ่าสัตว์

1) บริเวณที่ฆ่าสัตว์และเอาเลือดออก บริเวณที่ทำการฆ่าสัตว์ต้องดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะ และต้อง แยกออกจากบริเวณที่ฆ่าสัตว์ตามแต่ละชนิดของสัตว์บริเวณที่ทำการฆ่าสัตว์ต้องแยกทางเดินระหว่างพนักงานและ สัตว์ที่จะเข้าฆ่า บริเวณที่ทำให้สัตว์สลบต้องมีขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมกับการใช้ เครื่องมือที่ใช้ทำให้สัตว์สลบด้วยวิธีปืนยิงสัตว์ให้สัตว์สลบ หรือใช้กระแสไฟฟ้าหรือแก๊สต้องมีแคร่หรือรอกยกสัตว์ที่สลบแล้วเพื่อทำการแทงคอเพื่อเอาเลือดออก รอกยกสัตว์ เมื่อยกแล้วส่วนล่างสุดของซากควรอยู่สูงจากพื้น ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร แคร่หรือโต๊ะควรทำมาจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ล้างทำความสะอาดได้ง่าย และสูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการฆ่าและกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน จัดให้มีก๊อกน้ำล้างมือสำหรับพนักงาน ชนิดไม่ใช้มือหรือส่วนของแขนเปิด - ปิดอย่างเพียงพอ จัดให้มีน้ำร้อนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 82 องศาเซลเซียสสำหรับการล้างมีดและมีน้ำสะอาดสำหรับล้างผ้ากันเปื้อนในขณะปฏิบัติงาน ในกรณีที่มีการรองเลือดเพื่อนำไปบริโภค ต้องจัดให้มีภาชนะรอง เลือดที่สะอาดและดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะต้องมีท่อระบายเลือดและการจัดเก็บที่เหมาะสม

2) บริเวณลวกหนังและขูดขน บ่อลวกหนังต้องสะอาดและสามารถควบคุมปริมาตรน้ำ และ อุณหภูมิได้ น้ำล้นจากบ่อลวกหนังต้องมีท่อน้ำทิ้งต่อลงสู่ท่อระบายโดยตรง มีระบบระบายไอน้ำร้อนจากบ่อลวกหนังออกไปภายนอกอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ จัดให้มีแคร่หรือโต๊ะสำหรับการขูดขน มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน จัดให้มีห้องหรือสถานที่ในการเก็บรวบรวมขน เขา ข้อขา กีบ หนังสัตว์และส่วนของไขมันสัตว์ที่ไม่เหมาะต่อการบริโภค จัดให้มีน้ำสะอาดสำหรับการล้างซากและมีท่อระบายไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

3) บริเวณเอาเครื่องในออก บริเวณเอาเครื่องในออก ควรมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้ จัดให้มีก๊อกน้ำล้างมือสำหรับพนักงานชนิดไม่ใช้มือหรือส่วนของ แขนเปิด - ปิดอย่างเพียงพอ จัดให้มีน้ำร้อนอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 82 องศาเซลเซียสสำหรับการ ล้างมีด และมีน้ำสะอาดสำหรับล้างผ้ากันเปื้อนในขณะปฏิบัติงาน จัดให้มีถาดหรืออุปกรณ์สำหรับแขวนหัวสัตว์และซากสัตว์ รวม ถึงใส่เครื่องในของสัตว์ตัวเดียวกัน มีดและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตต้องล้างทำความสะอาด และฆ่าเชื้อก่อนนำมาใช้งาน จัดให้มีรางหรือระบบส่งเครื่องในที่แยก

เอกสารนี้เป็นทรัพยากรเพื่อการศึกษา ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างเครื่องในแดงและ เครื่องในขาว ในกรณีที่ใช้โต๊ะสำหรับตรวจเครื่องใน ควรติดตั้งท่อน้ำทิ้ง ซึ่ง ต่อออกไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย จัดให้มีราวแขวนซากโดยส่วนล่างสุดของซากต้องอยู่สูงจากพื้นไม่ น้อยกว่า 30 เซนติเมตร บริเวณเอาเครื่องในออกต้องกั้นแยกจากบริเวณแช่เย็นซากด้วย ผนังที่มีความสูงจากพื้นถึงเพดานไม่น้อยกว่า 3 เมตร มีประตูเข้า- ออก สำหรับพนักงาน และมีช่องเปิดให้ผ่านเฉพาะซากสัตว์เท่านั้น จัดให้มีสถานที่เก็บหรือถังที่มีกุญแจปิดล็อคสำหรับเก็บซาก และ ของเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งไม่เหมาะต่อการบริโภค จัดให้มีถังหรือห้องสำหรับแช่เครื่องในส่วนที่บริโภคได้ซึ่งต้องมีอุณหภูมิของเครื่องในวัดได้ไม่เกิน 7 องศาเซลเซียสตลอดเวลา จัดให้มีน้ำฉีดล้างทำความสะอาดซากก่อนนำไปเข้าห้องเก็บซาก หรือห้องแช่เย็นซาก ซึ่งน้ำที่ใช้ต้องสะอาดมีปริมาณและแรงดันที่เหมาะสม

4) ห้องล้างทำความสะอาดเครื่องใน จัดให้มีห้อง หรือสถานที่สำหรับล้างทำความสะอาดเครื่องใน โดยแบ่งเป็น 2 ห้อง ได้แก่ ห้องล้างเครื่องในแดงและห้องล้างเครื่องในขาว จัดให้มีภาชนะและอุปกรณ์สำหรับการล้างเครื่องใน น้ำทิ้ง จากการล้างต้องต่อลงสู่ท่อซึ่งออกไปสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย ภาชนะที่เก็บกากของเสียต้องไม่นำไปบรรจุเนื้อสัตว์หรือ เครื่องในที่บริโภคได้และมีการจัดเก็บที่ถูกสุขลักษณะ

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

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) บริเวณที่ใช้รับส่งซากสัตว์และเนื้อสัตว์ การออกแบบและโครงสร้างบริเวณรับส่งซากสัตว์และเนื้อสัตว์ ควรคำนึงถึงวิธีการในการรับส่งสินค้า ความสูงของรถที่ใช้บรรทุก ขนาดของรถบรรทุก และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำงาน และต้อง แยกออกจากบริเวณรับสัตว์มีชีวิตหลังคาต้องป้องกันซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์จากฝนและแสงแดดได้

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

9) สถานที่เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำความสะอาด จัดให้มีห้องหรือสถานที่เก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำความสะอาดโดยมีระบบระบายอากาศที่ดี

10) ระบบการระบายอากาศในห้องผลิตต่างๆ ต้องมีระบบระบายอากาศเพื่อกำจัดกลิ่นเหม็น ควัน ไอน้ำร้อน ความชื้น และควบคุมอุณหภูมิห้อง และต้องระวังมิให้มีการนำอากาศจากบริเวณที่มีการปนเปื้อนสู่บริเวณที่สะอาด

11) ระบบแสงสว่าง แสงสว่างที่ใช้ในโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ อาจจะใช้แสงสว่างจาก ธรรมชาติ หรือจากหลอดไฟ ซึ่งมีความเข้มแสงไม่น้อยกว่าสองร้อยลักซ์ ทั้งนี้ต้องไม่ทำให้การมองเห็นสีของเนื้อสัตว์เปลี่ยนไป ติดตั้งฝาครอบหลอดไฟซึ่งวัสดุที่ใช้ทำฝาครอบหลอดไฟ ต้องมีความคงทนไม่แตกหักง่าย ไม่ลดความเข้มของแสง และสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้

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

13) สิ่งอำนวยความสะดวก จัดให้มีห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและอุปกรณ์ประกอบแยก พนักงานชาย-หญิง อย่างเพียงพอโดยแบ่งเป็นบริเวณ ที่สกปรกและบริเวณที่สะอาด จัดให้มีห้องอาบน้ำและห้องสุขาแยกพนักงานชาย-หญิง อย่างเพียงพอโดยแบ่งเป็นบริเวณที่สกปรกและบริเวณที่สะอาด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) ห้องทำงานพนักงานตรวจโรคสัตว์และพนักงานเจ้าหน้าที่ ต้องจัดให้มีห้องทำงานสำหรับพนักงานตรวจโรคสัตว์และพนักงานเจ้าหน้าที่ โดยมีอุปกรณ์สิ่งอำนวยความสะดวกที่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน

2.1.4 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์

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

2.1.4.2 วัสดุที่ไม่อนุญาตในการทำเครื่องมือ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ที่สัมผัสกับซากสัตว์และเนื้อสัตว์ได้แก่ แคดเมียม ทองแดง รวมถึงโลหะที่มีส่วนผสมของแคดเมียม ทองแดงและตะกั่ว, การทาสี หรือมีการเคลือบผิวหน้าวัสดุ, ไม้, อลูมิเนียม, เครื่องปั้นดินเผา

2.1.4.3 เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ควรยึดติดกับพื้นผนังห้องผลิตโดยตรง ควรมีฐานตั้งเพื่อให้เกิดความมั่นคง และมีพื้นที่บริเวณใต้เครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์หรือบริเวณด้านข้างซึ่งเพียงพอต่อการล้างทำความสะอาด การฆ่าเชื้อ และตรวจสอบได้ทั่วถึง

2.1.5 การจัดการและการควบคุมสุขลักษณะ

2.1.5.1 ต้องทำการกำจัดแมลง นก สัตว์ประเภทฟันแทะ และสัตว์มีพิษทั้งบริเวณโรงฆ่าสัตว์ และบริเวณโรงพักสัตว์อย่างสม่ำเสมอจัดให้มีสถานที่หรือบริเวณที่มีระบบการจัดเก็บและทำลายขยะมูลฝอยอย่างเหมาะสม

2.1.5.2 ต้องจัดให้มีพนักงานตรวจโรคสัตว์ และพนักงานเจ้าหน้าที่ประจำโรงฆ่าสัตว์ และให้มีการบันทึกข้อมูลการตรวจสัตว์ก่อนฆ่าและการตรวจซากสัตว์หลังฆ่า

2.1.5.3 ต้องมีการตรวจสุขภาพพนักงานเป็นประจำทุกปี

2.1.5.4 จัดให้มีบริเวณเก็บสารเคมีซึ่งตั้งอยู่ห่างจากบริเวณผลิต และที่เก็บเนื้อสัตว์โดยมีการจัดแยกชนิดหรือประเภทของสารเคมี และให้มีป้ายปิดฉลาก

2.1.6 ระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1.6.1 สถานที่ตั้งของระบบบำบัดน้ำเสียในโรงฆ่าสัตว์ ควรจะตั้งอยู่ห่างจากอาคารผลิต เพื่อป้องกันกลิ่นเหม็นและสิ่งปนเปื้อนต่างๆ ที่ปนเปื้อนซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์

2.1.6.2 ต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อการปรับปรุงคุณภาพของน้ำทิ้งให้มีมาตรฐานน้ำทิ้ง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2542)

2.2.1 การขนส่งสัตว์ (Transport)

กระบวนการขนส่งเป็นปัจจัยก่อนการฆ่าที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากมีผลกระทบทั้งคุณภาพและปริมาณเนื้อที่ได้ ซึ่ง Grandin (1998) ได้แนะนำวิธีการลดความเครียดของสัตว์ ที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการขนส่งว่า รถพ่วงและรถบรรทุกที่ใช้ควรอยู่ในสภาพดี และควรทำความสะอาดทุกครั้งหลังจากขนส่ง เพื่อป้องกันการลื่นและความเสียหายที่จะเกิดกับผิวหนัง การขนส่งสัตว์ทุกชนิดไม่ว่าจะโดยวิธีการใด จะต้องไม่กระทำการทารุณ และทำให้สัตว์ได้รับบาดเจ็บ จะต้องไม่บรรทุกสัตว์แน่นจนเกินไป มีการหยุดพักให้สัตว์ได้กินน้ำระหว่างการเดินทางที่ยาวนาน การเคลื่อนย้ายสัตว์จะกระทำเฉพาะสัตว์ที่มีสุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ สัตว์ท้องหรือเพิ่งตกลูกจะไม่ได้รับการอนุญาตให้ขนย้าย การขนส่งสุกรไปยังโรงฆ่าควรกระทำในตอนกลางคืนหรือเช้ามืด แต่ถ้าไม่สามารถทำได้รถที่บรรทุกสัตว์ ควรมีการระบายอากาศที่เพียงพอ ถ้าอากาศร้อนควรขนย้ายสุกรลงจากรถทันทีที่ไปถึงโรงฆ่า แต่ถ้าอากาศหนาวควรจะปูพื้นรถด้วยฟางหรือขี้เลื่อยแห้ง พาหนะที่ใช้บรรทุกสัตว์ จะต้องได้รับการตรวจสภาพเป็นอย่างดี มีอุปกรณ์ที่จำเป็นในการขนย้ายสัตว์ เช่น เขื่อนเทียบ (ramp) เพื่อใช้ในการขนย้ายสัตว์ขึ้นและลงจากรถ ในประเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านปศุสัตว์ จะมีการออกแบบรถที่ใช้สำหรับบรรทุกสัตว์ ให้พื้นรถบรรทุกสัตว์สามารถปรับให้สูงต่ำได้ด้วยระบบไฮโดรลิค โดยไม่ต้องใช้เขื่อนเทียบ นอกจากนี้จะต้องมีการล้างทำความสะอาดรถบรรทุกทุกครั้ง ภายหลังจากเสร็จสิ้นการขนส่งในแต่ละเที่ยว นอกจากนี้ระยะเวลาในการขนส่ง ก็เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพเนื้อ

2.2.2 การพักสัตว์ (Lairage)

การขนย้ายสัตว์จะมีผลทำให้สัตว์เกิดความเครียด การใช้พลังงานจะมากกว่าปกติ ไกลโคเจนที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อและตับ จะถูกใช้ในกระบวนการไกลโคไลซีส (glycolysis) มีผลทำให้เกิด พลังงาน กรดแลกติค และความร้อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่สัตว์จะต้องได้พักผ่อนหลังการเดินทาง โดยระยะเวลาพักสัตว์ที่เหมาะสมอาจอยู่ในช่วง 2-4 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะทาง ระยะเวลาของการเดินทาง พันธุกรรมของสัตว์ อายุ เพศ ฤดูกาล วิธีการขนส่ง และสุขภาพของสัตว์ ภายในคอกพักสัตว์ต้องมีน้ำให้สัตว์กินตลอดเวลา สุกรที่ได้รับการพ่นน้ำระหว่างการพักสัตว์จะแสดงพฤติกรรมความเครียดน้อยกว่า สุกรที่ไม่ได้รับการพ่นน้ำที่คอกพักสัตว์ (Weeding *et al.*, 1993) ก่อนการฆ่าต้องมีการเตรียมตัวสัตว์ สุกรควรมีสุขภาพดี ไม่เป็นโรค ผ่านการสุขาภิบาลที่ดี สุกรที่จะนำมาฆ่าไม่ควรทำให้ตกใจหรือกดดัน เพราะเลือดจะไปคั่งตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ และเป็นแหล่งของจุลินทรีย์ ทำให้การเก็บรักษาเนื้อสัตว์สั้นลง ควรให้สุกรอดอาหารไม่น้อยกว่า 1 วัน เพื่อให้สุกรสามารถย่อยอาหารภายในกระเพาะได้หมด แต่ต้องให้น้ำตลอดเวลา หลีกเลี่ยงการให้สุกรอยู่กันอย่างหนาแน่นในระหว่างการขนส่ง และการชั่งน้ำหนักสุกรขณะมีชีวิตก่อนทำการฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ทำให้สุกรสลบ (Stunning)

เป็นการทำให้สัตว์ตกอยู่ในสภาวะหมดความรู้สึก หรือสลบ โดยที่หัวใจยังทำงานอยู่ ซึ่งจะทำให้สมองส่วน Cerebrum เท่านั้น ที่ได้รับความกระทบกระเทือน และต้องระมัดระวังไม่ให้สมองส่วน Medulla oblongata ได้รับอันตราย เพราะถ้าสมองส่วนนี้ได้รับอันตรายแล้ว จะทำให้การตอบสนองต่างๆของกล้ามเนื้อหยุดลง หัวใจหยุดทำงาน และการเอาเลือดออกจะไม่สมบูรณ์ ซึ่งวิธีการทำให้สัตว์สลบมีอยู่หลายวิธี ได้แก่

2.2.3.1 การใช้ค้อนตีกะโหลกศีรษะ วิธีการนี้จะใช้ค้อนขนาดใหญ่ตีลงบนศีรษะตรงหน้าผาก แต่วิธีการนี้ไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ตามหลักสากล เพราะถือเป็นการทารุณสัตว์

2.2.3.2 การใช้เครื่องมือกล เช่น ใช้ปืนยิง (Captive Blot Stunner) โดยตำแหน่งที่เหมาะสมที่ใช้ปืนยิงคือ ที่หน้าผาก ซึ่งการยิงในตำแหน่งนี้ สมองส่วน Medulla oblongata จะถูกทำลายด้วย ดังนั้นภายหลังการทำให้สัตว์สลบ ต้องรีบเชือดคอเอาเลือดออกโดยเร็วที่สุด

2.2.3.3 การทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีผลทำให้ระบบประสาทหยุดการทำงาน โดยใช้ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาในการทำให้สลบขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์ และความเข้มข้นของก๊าซ โดยทั่วไปแล้วทำให้สัตว์สลบได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้สัตว์หมดความรู้สึกภายในเวลา 45 วินาที และระบบการหายใจหยุดทำงานที่เวลา 5 นาที ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 5 นาที จะได้ผลที่น่าพอใจ

2.2.3.4 การใช้เครื่องช็อตไฟฟ้า โดยใช้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่สมอง เป็นวิธีการที่สะดวกทำให้สัตว์สลบได้เร็ว และมีการพิสูจน์แล้วว่า เป็นวิธีการทำให้สลบที่ดีที่สุดสำหรับสุกร หลักการที่ทำให้สุกรสลบ เกิดจากการที่ในสมองได้รับพลังงานไฟฟ้าถึงระดับหนึ่ง ซึ่งในสัตว์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เช่น ในสุกรระดับพลังงานไฟฟ้าประมาณ 198 Watt-second จะมีผลทำให้ศูนย์ประสาทของสมองหยุดทำงานได้ ปัจจุบันนิยมใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้าประมาณ 290-310 โวลต์ ซึ่งจะใช้เวลาเพียง 2-3 วินาที ในการทำให้สุกรสลบ ในการช็อต จะทำการช็อตที่บริเวณโคนหลังหู เนื่องจากการใช้เครื่องช็อตไฟฟ้าทำให้สุกรสลบนั้น กระแสไฟฟ้าจะต้องผ่านเข้าไปในสมอง ซึ่งจะมีผลทำให้ความดันโลหิตขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว หลอดเลือดหดตัวเร็วเช่นเดียวกัน อัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแทงคอเพื่อให้เลือดออกโดยเร็วที่สุด มิฉะนั้นเส้นเลือดฝอยอาจจะแตกและมีผลทำให้เกิดจุดเลือดในเนื้อได้ การแทงคอควรจะเสร็จสิ้นภายหลังสัตว์สลบไม่เกิน 8 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การเอาเลือดออก (Bleeding)

ทันทีที่สุกรสลบ สัตว์จะถูกแขวนด้วยรอกที่ติดอยู่กับโซ่ ซึ่งคล้องไว้กับข้อเท้าข้างหนึ่ง แล้วดึงขึ้นให้สุกรห้อยหัวลงมา สูงจากพื้นประมาณ 75 เซนติเมตร ใช้มีดปลายแหลมยาวประมาณ 6 - 11 นิ้ว (ใช้มือที่ไม่ถนัดจับบริเวณไหล่สุกร) หลังจากนั้นใช้มีดแทงบริเวณใต้คางอย่างรวดเร็ว โดยแทงเฉียงปลายมีดไปทางโคนหาง ดันมีดเข้าไปให้ถึงแนวกระดูกสันหลัง บิดปลายมีดเล็กน้อยเพื่อให้ปลายมีดไปติดกับเส้นเลือดดำใหญ่ (Jugular Vein) และตัดเส้นเลือดแดง (Carotid Artery) ปล่อยให้เลือดไหลออกมามากที่สุด (ออกได้ประมาณ 50 % ของปริมาณเลือด) การแทงคอเพื่อที่จะเอาเลือดออกควรทำให้เร็วที่สุดภายใน 8 วินาทีภายหลังจากที่สัตว์สลบ หลังจากการเชือดเอาเลือดออก ควรปล่อยให้ซากอยู่ในลักษณะนั้นประมาณ 5 นาที เพื่อให้เลือดออกมากที่สุด การเชือดคอในลักษณะที่สัตว์ถูกแขวนในแนวดิ่ง (vertical bleeding) จะทำให้เลือดออกมากกว่าการเชือดในลักษณะนอนราบ (horizontal bleeding)

2.2.5 การลวกซาก (Scalding)

ซากสุกรที่เอาเลือดออกแล้ว จะถูกรอกพาเลื่อนและหย่อนลงไปในถังน้ำร้อนสำหรับลวกซาก โดยที่อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ประมาณ 60 - 63 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้แช่ซากสุกรประมาณ 5 นาที ในระหว่างที่ซากแช่อยู่ในถัง จำเป็นต้องคอยกดซากให้อยู่ใต้น้ำตลอดเวลา พร้อมทั้งพยายามให้ซากสุกรเคลื่อนที่ไปมา เพื่อให้น้ำร้อนมีโอกาสซึมเข้าไปในรูขุมขนได้ง่าย กรณีที่ถังแช่ซากไม่มีเครื่องปรับอุณหภูมิ ต้องระมัดระวังอย่าให้อุณหภูมิสูงหรือต่ำมากเกินไป การให้อุณหภูมิสูงเกินไป จะมีผลทำให้โปรตีนของหนังที่บริเวณรูขุมขนตกตะกอน ทำให้เกิดการแข็งตัวขึ้นขนจะยึดติดกับผิวหนัง ทำให้ถอนออกยาก ในบางโรงฆ่าจะใช้วิธีผ่านซากสุกรที่แขวนอยู่บนรางเหล็ก (verticle scalding) เข้าสู่ช่องอบไอร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ 63 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาประมาณ 6-7 นาที

2.2.6 การขูดขน (Dehairing)

หลังจากที่ซากถูกลวกในน้ำร้อนแล้วจะถูกนำขึ้นจากถังซากเข้าสู่เครื่องขูดขนด้วยไฟฟ้า (dehairing machine) ซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหมุนแกน ซึ่งแกนจะเป็นแผ่นขูดขนทำด้วยยางค่อนข้างแข็ง แผ่นขูดขนจะขูดขนด้วยกำลังไฟฟ้า จนผิวหนังสะอาด หลังจากนั้นซากสุกรจะถูกนำมาวางบนแคร่เหล็ก เพื่อตกแต่งขูดขนที่ยังเหลือตกค้าง หรือที่เครื่องไม่สามารถกำจัดได้ เช่น บริเวณหน้าและใบหูของสุกร จากนั้นเปิดเอ็นร้อยหวาย ที่บริเวณด้านหลังของข้อขาหลังทั้ง 2 ข้าง เพื่อจะสอดเหล็กถ่างขา (Gambrel) นำไปแขวนบนรอกไฟฟ้า แล้วจึงดึงรอกขึ้นไปแขวนกับรางเหล็กเหนือศีรษะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 การเผาขน (Singeing or Flaming) และการล้างน้ำ (Washing)

ซากที่ผ่านขั้นตอนการถอนขนแล้ว จะถูกแขวนและผ่านเข้าเครื่องลนไฟ ซึ่งมีเปลวไฟที่มีอุณหภูมิถึง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 10 วินาที เป็นการขจัดขนที่เครื่องขูดขนไม่สามารถขูดออกไปได้หมด ทำให้ซากนั้นดูสะอาดตา และยังเป็นการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณผิวหนังของซาก ก่อนที่จะผ่านเข้าสู่ขั้นตอนการผ่าซาก ซากจะถูกล้างทำความสะอาดโดยใช้น้ำเย็นฉีด การใช้น้ำเย็นจัดฉีดจะเป็นการช่วยทำให้ผิวหนังหดตัวทันที ทำให้รูขุมขนตีบลง ซึ่งช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้อีก

2.2.8 การตัดแยกเอาหัวออก (Heading)

ใช้มีดเลาะกระดูกแทงเข้าไปบริเวณท้ายทอย ตรงรอยต่อของกระโหลกศรีษะกับกระดูกคอ

2.2.9 การเอาอวัยวะภายในออก (Evisceration)

ใช้มีดปาดบริเวณปากทวารหนัก เพื่อที่จะสามารถใช้มือนำเอาถุงพลาสติกไปหุ้มปลายทวาร และใช้ยางรัดให้แน่น เพื่อป้องกันการที่มูลสัตว์จะไหลทะลักออกมา จากนั้นจึงทำการเปิดช่องกระดูกเชิงกรานและช่องท้อง โดยใช้มีดผ่ากลางระหว่างขาหลังทั้ง 2 ข้าง โดยผ่าตามรอยสีขาวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (white tissue) และเมื่อใช้มีดใหญ่กระแทกเข้าไปแรงๆ จะสามารถแยกกระดูกสะโพกออกเป็น 2 ซีกได้ หลังจากนั้นถ้าสัตว์เป็นตัวผู้ ให้ค่อยๆเลาะปาดเอาท่อปัสสาวะออกก่อน ส่วนบริเวณอกให้ผ่ากลาง โดยใช้เลื่อยมือผ่ากระดูกอก (Sternum) เริ่มจากกระดูกซี่โครงซี่แรกไปจนถึงช่องท้องได้ การผ่าเปิดช่องท้อง ให้ผ่าจากบริเวณโคนขาหลังมาจนถึงอก ดึงเอาเครื่องในโดยเฉพาะระบบทางเดินอาหารออกมาก่อน แล้วจึงดึงเครื่องในส่วนระบบหายใจออกมา หลังจากนั้นควรใช้น้ำเย็นฉีดล้างซากให้สะอาด

2.2.10 การแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก (Back splitting)

ทำการผ่าซากโดยใช้มีดใหญ่หรือเลื่อยผ่าตั้งแต่โคนหาง (caudal vertebrae) ไปตามแนวถึงกลางของกระดูกก้นกบ (sacral vertebrae) ไปยังกระดูกสันหลังช่องท้อง (lumbar vertebrae) จนถึงสันหลังช่วงอก (thoracic vertebrae) และลงมาถึงกระดูกอันแรก โดยให้รอยผ่าอยู่ตรงกลาง เมื่อผ่าออกเป็น 2 ซีกแล้ว ส่วนของไขสันหลังควรดึงเอาออกเพื่อลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์จากนั้นทำการล้างซากให้สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.11 ชั่งน้ำหนักและลดอุณหภูมิซาก (Weighing and Chilling)

นำซากเข้าชั่งน้ำหนัก และเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส สำหรับซากสุกรควรเก็บซากไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าอุณหภูมิของเนื้อจะลดลงถึง 7 องศาเซลเซียส

การลดอุณหภูมิซากแบบเก่า (conventional chilling) กระทำโดยการเก็บซากในห้องเย็นที่อุณหภูมิระหว่าง 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิใจกลางเนื้ออยู่ระหว่าง 4-7 องศาเซลเซียส

การลดอุณหภูมิซากอย่างรวดเร็ว (blast/accelerated chilling) โดยเก็บซากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของเนื้อลดลงถึง 4-7 องศาเซลเซียส จะนำไปเก็บในอุณหภูมิห้องเย็นปกตินิยมทำกัน 3 แบบ ดังนี้

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

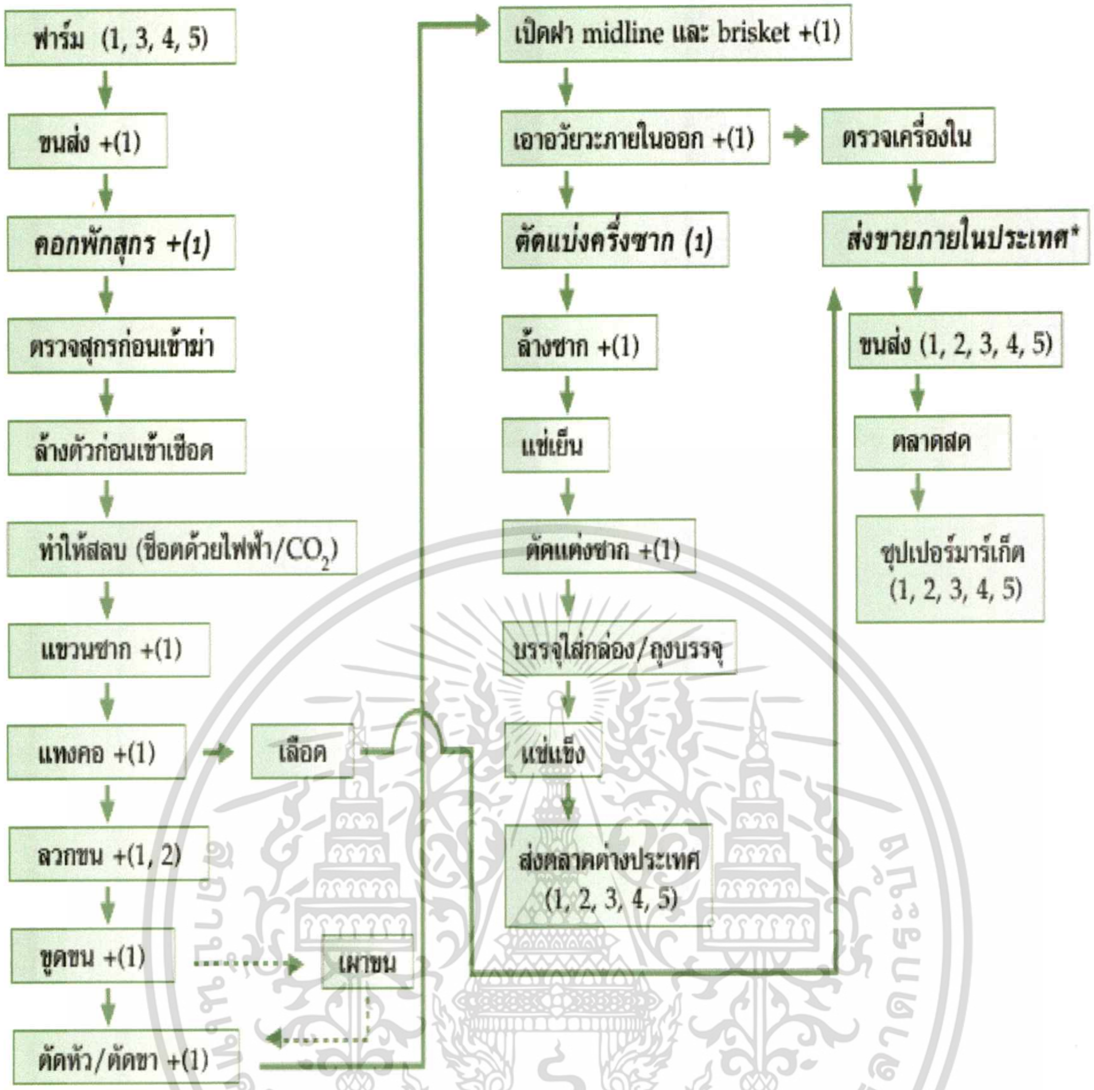
2.2.11.2 shock chilling หรือ very rapid chilling หมาย ถึงการลดอุณหภูมิของเนื้อลงอย่างรวดเร็วมาก ทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิภายในเนื้อลดลงถึง 7 องศาเซลเซียส ภายในเวลาที่รวดเร็ว ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วนี้มีโอกาสที่จะเกิด cold shortening ขึ้นได้มาก ดังนั้นในการลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้ จึงกระทำเป็น 2 ช่วงคือ

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

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการผลิตของโรงฆ่าสัตว์เพื่อผลิตเนื้อสุกรส่งออกต่างประเทศ

--------- = ขั้นตอนนี้อาจแตกต่างกันในแต่ละ โรงฆ่า

หมายเหตุ : ตัวเลขในวงเล็บที่แสดงในแผนภาพเป็นจุดของขั้นตอนที่เริ่มสามารถมีการปนเปื้อนอันตรายต่างๆ ได้ 1. เชื้อที่เป็นอันตราย 2. สิ่งแปลกปลอม 3. ยาปฏิชีวนะตกค้าง 4. สารเคมี 5. ยาฆ่าแมลง

\+ อันตรายที่เพิ่มขึ้น ณ จุดนั้น , - อันตรายที่เพิ่มขึ้น ณ จุดนั้น

เครื่องในที่ขายในประเทศส่งขายเป็นเครื่องในสดแช่เย็น การปนเปื้อนสารเคมี (4) และยาฆ่าแมลง (5) อาจเกิดขึ้นในขณะขั้นตอนขนส่ง

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีความสำคัญคือ ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคที่บริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้สภาวะต่างๆของเนื้อสัตว์ (indicator organism)ได้ ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจณี ธรรมพิพัฒนกุล (2534) ได้กล่าวถึงการพิจารณาสภาพทางจุลชีววิทยาของจุลินทรีย์ที่ตรวจพบ และอันตรายที่จะเกิดกับผู้บริโภค การตรวจพบ aerobic mesophilic plate counts จะใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึง สภาพทางจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์และอาหารอื่นๆ เช่น บ่งชี้ว่าอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หรือบ่งชี้ว่ากระบวนการผลิตที่ไม่ถูกสุขลักษณะและขาดการสุขาภิบาลที่ดี บ่งชี้ถึงการเริ่มเน่าเสียของเนื้อสัตว์ ซึ่งพบว่าเนื้อสัตว์ที่มีจำนวนแบคทีเรีย 10 – 100 ล้าน CFU/cm^2หรือ/g จะทำให้เกิดกลิ่นเน่าเหม็น และบ่งชี้ให้เห็นว่าการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนมากที่สุดในเนื้อสัตว์คือแบคทีเรีย ซึ่งการปนเปื้อนอาจเกิดในขณะที่สัตว์มีชีวิต หรือในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละเนื้อสัตว์ การขนส่งเนื้อสัตว์ การเก็บรักษาคุณภาพเนื้อสัตว์ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2544) บริเวณที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากที่สุดคือ ส่วนผิวหนัง อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อสูงถึง $3x10^3$-$1x10^4$ CFU/cm^2 (Kroft and Bredenstein, 1975) จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2540) ได้เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด บริเวณผิวเนื้อของซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่าและชำแหละ จากโรงฆ่าสัตว์มาตรฐานและโรงฆ่าสัตว์ไม่ได้มาตรฐาน (n = 24) โดยทำการสุ่มตัวอย่างเนื้อภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าสัตว์ทันที พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ เท่ากับ 3.37 และ 4.03 log CFU/g ตามลำดับ แหล่งการปนเปื้อนในระหว่างการฆ่ามาจากมูลสัตว์ ผิวหนังของสัตว์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะสามารถปนเปื้อนมายังซากสัตว์ได้ (Elder *et al.*, 2000) ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร เช่น การลวกในน้ำร้อน การลนไฟเพื่อถอนขน เป็นขั้นตอนที่สามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียบนซาก แต่ในขั้นตอนการถอนขน การขูดขนและการบรรจุ อาจมีการปนเปื้อนกลับและเพิ่มจำนวนเชื้อแบคทีเรียต่างๆ เช่น Coliforms, *E. coli* (Gill *et al.*, 1997; Hilde *et al.*, 2001) Pearson และ Dutson (1986) ได้กล่าวสนับสนุนว่าการตรวจพบจุลินทรีย์ mesophiles บนซากสัตว์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขศาสตร์ของโรงฆ่ากระบวนการฆ่าและตัดแต่ง การเจริญของจุลินทรีย์พวก mesophiles บนเนื้อสัตว์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป เนื่องจากความแตกต่างของขบวนการฆ่าและตัดแต่ง เช่น ในกระบวนการฆ่าสุกร และไก่ จะไม่มีการเอาหนังออก ดังนั้นจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวหนัง จะถูกทำลายในขั้นตอนการลวกซากและการเผาขน แต่จะพบการปนเปื้อนบริเวณผิวซากได้อีก ภายหลังกระบวนการดังกล่าว ซึ่งจำนวน Enterobacteria, coliforms, faecal coliforms และ *E. coli* จะเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นถึงการปนเปื้อนของซาก ที่มาจากส่วนภายในของอวัยวะระบบทางเดินอาหารของสัตว์ Gill และคณะ (2000) ได้ศึกษาสุขลักษณะของซากสุกรแช่เย็น จากโรงงานตัดแต่งเนื้อสัตว์ 8 แห่งโดยสุ่มตรวจในขั้นตอนหลังการขูดขน ขั้นตอนหลังจากการล้างเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการตัดแต่งและขั้นตอนหลังจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

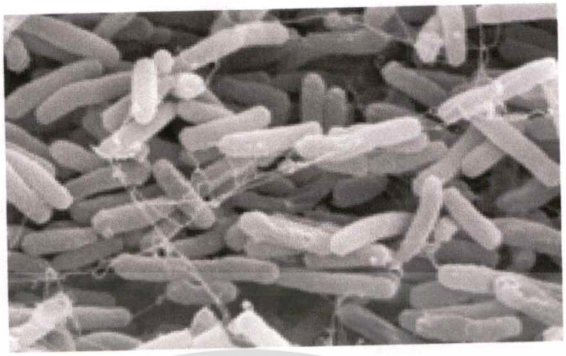
แช่เย็น พบว่าแบคทีเรียทั้งหมด (total aerobic bacteria) จากซากที่ผ่านการขูดขนมีปริมาณเฉลี่ย 1.9-3.8 log CFU/cm^2 พบเชื้อ Coliforms และ *E. coli* จากซากที่แช่เย็น มีการปนเปื้อนของเชื้อระหว่างกระบวนการตัดแต่งในโรงงาน 4 แห่ง และจำนวนเชื้อลดลงภายหลังแช่เย็น ปริมาณ Total Coliforms และ *E. coli* จากซากที่ผ่านความเย็นมีปริมาณน้อยกว่า 3.1 และน้อยกว่า 2.2 log CFU/cm^2 ตามลำดับ นอกจากนี้แหล่งปนเปื้อนข้ามที่พบในระหว่างกระบวนการฆ่า ได้แก่ เครื่องมือและอุปกรณ์ พนักงานและการสัมผัสจากซากหนึ่งไปสู่อีกซากหนึ่ง (Huffman, 2002) ซึ่งมีผลทำให้อายุการเก็บรักษาเนื้อสั้นลง ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสุขภาพของสัตว์และระบบการจัดการในโรงฆ่าสัตว์ หากสัตว์มีสุขภาพแข็งแรงปริมาณจุลินทรีย์ในตัวสัตว์จะมีน้อยทำให้เกิดการปนเปื้อนในระหว่างการแปรรูปได้น้อยลง การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในระหว่างการฆ่าและการตัดแต่ง มีผลสำคัญต่อปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นในเนื้อสัตว์โดยทั่วไป การปนเปื้อนของเนื้อสุกรภายหลังการฆ่าและแช่เย็น พบว่ามีจำนวนเชื้อ Aerobic mesophiles ประมาณ 10^1-10^5 CFU/g แต่ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของซาก ลักษณะโรงฆ่าและการจัดการด้านสุขลักษณะด้วยเช่นกัน ระยะเวลาในการแช่เย็น ก็มีผลต่อจำนวนเชื้อ Psychotrophs และ Mesophiles ในเนื้อ ทั้งนี้ขึ้นกับอุณหภูมิ อัตราการไหลเวียนของอากาศ และความชื้นในห้องแช่เนื้อด้วย ซึ่งถ้าหากมีการจัดการที่ดี บริเวณผิวหน้าของซากจะมีปริมาณเชื้อ Psychotrophs ไม่เกิน 10^2 CFU/cm^2 และมีการปนเปื้อนของเชื้อ Enterobacteria น้อยกว่า 10^1-10^2 CFU/cm^2 (Sofos *et al.*, 1999) นอกจากนี้จากการสำรวจในยุโรปโดย WHO (1995) แสดงให้เห็นว่าการเกิดโรคอาหารเป็นพิษในเนื้อสัตว์ พบการกลับมาปนเปื้อนใหม่ถึงร้อยละ 25 ปัจจัยสำคัญที่พบในกระบวนการแปรรูปอาหาร คือสุขลักษณะที่ไม่ดี ร้อยละ 1.6 การปนเปื้อนข้ามร้อยละ 3.6 การจัดการห้องสำหรับแปรรูปและเก็บรักษาไม่ดีพอร้อยละ 4.25 การปนเปื้อนจากอุปกรณ์และเครื่องมือร้อยละ 5.7 และการปนเปื้อนจากพนักงานร้อยละ 9.2 แหล่งที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ ได้แก่ หนังสัตว์ ผิวหนังสัตว์ ขน กีบเท้าของสัตว์ อุจจาระหรือมูลสัตว์ เครื่องในของสัตว์ มีดแทงคอ ถังลวกซาก อุปกรณ์และเครื่องมือ ถาด โต๊ะ พื้น ผนัง อากาศ น้ำ เสื้อผ้า ผม รองเท้าบูท สิ่งเหล่านี้เป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของซากและเนื้อสัตว์ในระหว่างการตัดแต่ง (Warriner *et al.*, 2002)

63460

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ความสำคัญ และการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli*

2.4.1 ความสำคัญของเชื้อ *Escherichia coli*



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของเชื้อ *Escherichia coli*

E. coli เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่าย เช่น อุจจาระ เชื้อนี้มีอยู่ตามธรรมชาติในลำไส้ใหญ่ของสัตว์และมนุษย์ มีบางสายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารในคนและสัตว์ ได้แก่ สายพันธุ์ EHEC, EIEC, ETEC และ EPEC ดังนั้นจึงใช้เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงการจัดการด้านสุขาภิบาลของการผลิต

E. coli เป็นสมาชิกในตระกูล Enterobacteriaceae มีลักษณะรูปร่างท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ (Doyle and Padhye, 1989) เคลื่อนที่ได้ เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) โคโลนีมีสีเทาบน blood agar และมีสีชมพูบน MacConkey agar (อุไม บิลหมัด และศุภลักษณ์ จันทร์อุดม, 2544) ในการจำแนกเชื้อนี้ ส่วนใหญ่ใช้ปฏิกิริยา IMViC คือ

I = indole production ความสามารถในการผลิตสารอินโดลจากกรดอะมิโน Trytophane

M = methyl red test ผลของปฏิกิริยาสลายน้ำตาลเกิดกรดและก๊าซ

V = Voges – Proskauer test ความสามารถในการผลิตสาร acetoin ในสภาพที่เป็นด่าง

C = citrate utilization ความสามารถในการใช้สารประกอบอนินทรีย์ซิเตรทเป็นอาหารพลังงาน

typical *E. coli* จะให้ผลบวกของ indole และ methyl red ส่วนปฏิกิริยา Voges –Proskauer test และ citrate utilization จะให้ผลลบ (Doyle and Padhye, 1989) เชื้อ *E. coli* จัดเป็นจุลินทรีย์จำพวก Mesophilic bacteria สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 7-50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส ค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ระหว่าง 7-7.5 และค่า pH ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 4.4 ค่า A_w ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.93 สายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเชื้อ *E. coli* ที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารหรือ diarrhea *E. coli* โดยทั่วไปมีการจัดจำแนกชนิดของ *E. coli* ตามลักษณะการเกิดโรคออกเป็น 5 กลุ่ม คือ

2.4.1.2 Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) *E. coli* ในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ไม่สร้าง enterotoxin แต่สามารถทำให้เกิดโรคท้องร่วงได้ และเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดท้องร่วงในเด็กแรกคลอด ในเด็กเล็กจะมีอาการไข้ อาเจียน ปวดท้อง สำหรับในเด็กโตจะมีอาการกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวในช่องท้อง ปวดศีรษะ มีไข้ และหนาวสั่น

2.4.1.3 Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) *E. coli* ในกลุ่มนี้สร้าง enterotoxin 2 ชนิด คือ ชนิดที่ไม่ทนความร้อน (heat-labile, LT) และชนิดที่ทนความร้อน (heat-stable, ST) enterotoxin กลุ่มไม่ทนความร้อนมี 2 ชนิด คือ A และ B เรียกย่อๆ ว่า LTA และ LTB ส่วน enterotoxin กลุ่มที่ทนความร้อนมี 2 ชนิดเช่นกันคือ a และ b เรียกย่อๆ ว่า STa หรือ ST-I และ STb หรือ ST-II ETEC นี้ทำให้เกิดอาการท้องร่วงเป็นน้ำ มีไข้ เป็นตะคริวในช่องท้อง ในรายที่รุนแรงจะมีอาการคล้ายกับโรคอหิวาต์ จะไม่พบการระบาดของ ETEC ในประเทศที่พัฒนาแล้วหรือประเทศที่มีการสุขาภิบาลที่ดี

2.4.1.4 Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) *E. coli* ในกลุ่มนี้ไม่สร้าง enterotoxin แต่ทำให้ผู้ป่วยมีอาการคล้ายกับอาการของผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อ Shigella (เชื้อบิด) โดยมีอาการเป็นตะคริวในช่องท้อง มีไข้ ซึ่งสามารถตรวจพบเชื้อได้ถึง 10^6-10^8 CFU นอกจากนั้นยังมีอาการครั่นเนื้อ ครั่นตัว โลหิตเป็นพิษและถ่ายเป็นน้ำ

2.4.1.5 Enteroadherent *E. coli* (EAEC) เชื้อ *E. coli* กลุ่มนี้สามารถยึดเกาะบน epithelial cell line เช่น HeLa cell หรือHep-2 ในการทำ tissue culture assay เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคท้องร่วงในเด็กทารก อาการที่เกิดขึ้นคือท้องร่วง มีไข้ ครั่นเนื้อครั่นตัว อาเจียนและปวดท้อง

2.4.16 Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) หรือ shiga toxin-producing *E. coli* (STEC) หรือ Verocytotoxin-producing *E. coli* (VTEC) หรือ Shiga-like toxin-produing *E. coli* (SLTEC)ได้แก่ *E. coli* ชนิดที่สร้าง enterotoxin 2 ชนิด คล้ายๆ กับสารพิษที่สร้างโดยเชื้อ Shigella จึงเรียกว่า Shiga-like toxin ได้แก่ SLT-I และ SLT-II (Verotoxin,verocytotoxin) ซีโรไทด์ที่สำคัญในกลุ่มนี้คือ *E. coli* O157:H7 สำหรับ *E. coli* O157:H7 ส่วนมากจะสร้างสารพิษชนิด SLT-I สารพิษนี้ถูกทำลายฤทธิ์ได้โดยใช้ antitoxin ที่เตรียมมาจากเชื้อ *Shigella* โรคท้องร่วงที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* O157:H7 มีการระบาดครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1982 ซึ่งเกิดจากการรับประทานแฮมเบอร์เกอร์ เป็นสาเหตุของโรคท้องร่วง ซึ่งเป็นโรคระบาดอันเนื่องมาจากการรับประทานอาหาร นอกจากอาการท้องร่วงแล้ว ยังทำให้เกิดอาการลำไส้อักเสบ และมีเลือดออก (hemorrhagic colitis) ทำให้เสียชีวิตได้ การติดเชื้ออาจเกิดจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งๆได้ ถึงแม้ว่าปริมาณเชื้อที่ได้รับเพียงเล็กน้อย ก็ทำให้เกิดโรคได้ (Doyle and Padhye, 1989; Griffin and Tauxe, 1991) *E. coli* O157:H7 สามารถพบได้ในเนื้อสัตว์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ เช่น เนื้อโค สุกร ไก่ และแกะ อย่างไรก็ตามมีการศึกษาในสัตว์เลี้ยง พบว่าสามารถเป็นแหล่งแพร่เชื้อได้ สัตว์ที่แข็งแรงและไม่มีอาการท้องร่วงพบว่ามีการปนเปื้อนเช่นกัน โดยส่วนใหญ่ *E. coli* O157:H7 ทำให้เกิดการติดเชื้อโรคในคน จากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนจากเชื้อนี้ พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ครั้งแรกในเนื้อโค

2.4.2 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกร

จากรายงานของสถาบันคลังสมองของชาติ (Knowledge Network Institute of Thailand) (2548) ซึ่งได้ศึกษาความปลอดภัยของเนื้อสุกร ในขั้นตอนการขนส่งและการวางจำหน่ายเนื้อสุกรในตลาดสด พบว่าในระหว่างการขนส่งซากและชิ้นเนื้อสุกรไปยังตลาดสด สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* สูง ทั้งนี้เพราะสภาพของรถมีลักษณะเป็นรอนไม่เรียบ มีการหมักหมมของสิ่งสกปรกภายในรถ และลักษณะการขนส่งไม่ควบคุมอุณหภูมิ มีการขนส่งเนื้อสุกรและเครื่องในภายในรถคันเดียวกัน ส่วนการวางจำหน่ายสุกรในตลาดสด ส่วนใหญ่เป็นพื้นแผงทำจากแสตนเลส ไม้ และอื่นๆ เช่น กระเบื้อง อลูมิเนียม พบการปนเปื้อนของ Coliforms ที่มีดและเขียงอยู่ระหว่าง < 2- 1.1×10^4 CFU/cm^2 และ < 2-2.0×10^5 CFU/cm^2 ตามลำดับ และพบ *E. coli* ในมีดและเขียง < 2-4.8×10^3 CFU/cm^2 และ 2-1.6×10^5 CFU/cm^2 ตามลำดับ ทั้งนี้เขียงที่ใช้มี 2 ลักษณะ คือ เขียงสับซึ่งส่วนใหญ่ทำจากไม้ และเขียงหั่นซึ่งอาจทำจากพลาสติกหรือไม้ ซึ่งแผงส่วนใหญ่มีเขียงหั่นมากกว่าหนึ่งเขียง โดยใช้เขียงเดียวกันหั่นทั้งเนื้อสุกรและเครื่องใน สภาพของเขียงโดยรวมมีคราบสกปรก

นงคราญ เรืองประพันธ์ (2543) ได้ศึกษาคุณลักษณะทางสุขศาสตร์ของเนื้อสุกร 36 ตัวอย่าง และตับสุกร 41 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในตลาด และซุปเปอร์มาร์เก็ต ในจังหวัดเชียงใหม่ 14 แห่ง ระหว่างเดือนสิงหาคมถึงกันยายน 2543 พบว่าเนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli, Staphylococcus aureus, C. perfringens* และ *Salmonella* spp. ร้อยละ 75.0 44.4 68.8 และ 2.8 ตามลำดับ ส่วนในตับสุกร นอกจากมีการปนเปื้อน ของเชื้อดังกล่าว ในอัตราร้อยละ 65.9 58.5 2.4 และ 9.8 ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงการผลิตเนื้อสัตว์ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะ โดยพบว่าเนื้อสุกร 36 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ร้อยละ 2.8-75 ส่วนตับสุกร 41 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนร้อยละ 2.4-65.9 แต่ไม่พบเชื้อ *Vibrio cholerae* ทั้งในเนื้อและตับสุกร ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรที่มีค่าตั้งแต่ 3 ถึง > 1,100 CFU/g พบในเนื้อสุกรร้อยละ 2.8 - 83.3 ส่วนตับสุกรร้อยละ 2.4 - 41.5 ซึ่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ มาจากกระบวนการฆ่าสัตว์ เช่น วิธีการฆ่า การล้างเลือด การขูดขน การตัดแต่ง และการขนส่ง และพบเชื้อ *S. aureus* > 1,100 MPN/g โดยพบร้อยละ 2.8 และ *C. perfringens* > 1,100 MPN/g ของเนื้อและตับในปริมาณร้อยละ 5.6 และ 2.4 ตามลำดับ ซึ่งการปนเปื้อนนี้อาจทำให้เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เพราะเชื้อทั้งสองชนิดสามารถสารพิษที่ ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ โดยถ้ามีการปนเปื้อนของเชื้อมากกว่า 1.0×10^6 CFU/g ของอาหาร แต่เชื้อที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรในปริมาณต่ำๆ อาจเพิ่ม

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์หรือเพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนมากขึ้นได้ ถ้าวางขายเนื้อสัตว์ตลอดวัน ในอุณหภูมิปกติ เพราะเนื้อสัตว์เป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมของเชื้อ จนอาจก่อโรคได้ การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรและตับสุกรค่อนข้างสูง ซึ่งแสดงถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระ

2.4.3 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

E. coli เป็นเชื้อแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไป ในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและคน รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น นม เนื้อ พบเชื้อนี้เป็นจำนวนมากในอุจจาระหรือมูลสัตว์หรือปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และในน้ำ Fenlon และคณะ (2000) รายงานว่าเมื่อน้ำโคลนมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* จะแพร่กระจายไปทั่วบนพื้นและหญ้า และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะสะสมบนพื้นดิน อย่างไรก็ตามหลังจาก 29 วันจำนวนเชื้อจะลดลงไปจนถึง ร้อยละ 1 และยังพบว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* ร้อยละ 7 เป็นจุดเริ่มต้นการแพร่กระจายโดยการขนส่ง เมื่อมีฝนตกหนัก นอกจากนี้อาจมีการปนเปื้อนของ *E. coli* ในระหว่างการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสัตว์ ดังนั้นเชื้อ *E. coli* จึงจัดเป็นจุลินทรีย์ที่ชี้บ่งสุขลักษณะ ถ้าตรวจพบ *E. coli* ในเนื้อสัตว์แสดงว่ามีการปนเปื้อนจากมูลสัตว์ บ่งบอกถึงสุขลักษณะที่ไม่ดีในระหว่างกระบวนการฆ่าและการตัดแต่ง การพบเชื้อ Enterobacteria บนซากสัตว์บ่งชี้ถึงกระบวนการผลิตที่มีสุขลักษณะที่ไม่ดี หรือมีการควบคุมที่ไม่เหมาะสม หรือมีสภาวะการเก็บที่ไม่เหมาะสม จุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญที่พบปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ในระหว่างการตัดแต่งซาก ได้แก่ *E. coli* และ *Salmonella* จุลินทรีย์เหล่านี้อาจปนเปื้อนมาจากสัตว์ที่มีชีวิต และปนเปื้อนมายังซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ (Berends *et al.*, 1997)

การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในโรงฆ่า มักมาจากการปนเปื้อนจากอุจจาระของสุกรหรือซากทั้งโดยทางตรงหรือทางอ้อม ในระหว่างการขนส่งสัตว์มีชีวิต ในคอกพัก Institute of Food Technologists (1997) รายงานว่าการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* บนซากสุกร น่าจะมาจากการปนเปื้อนจากมูลสัตว์ในระหว่างการฆ่าและชำแหละ และในระหว่างการถลกหนังออก หรือเกิดการปนเปื้อนข้ามระหว่างอุปกรณ์ หรือจากมือพนักงาน

สำหรับจุลินทรีย์บ่งชี้ที่สำคัญ ที่บ่งบอกถึงสุขลักษณะของการปฏิบัติงาน รวมทั้งเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง (validation) และการทวนสอบ (verification) ในระบบ HACCP ได้แก่เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total aerobic count) Coliforms และ *E. coli* โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อดังกล่าวบนพื้นผิวของอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต ภายหลังการทำความสะอาดแล้ว จากรายงานของ Gill (1999) พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด บนผิวอุปกรณ์เครื่องมือในกระบวนการผลิตซากโค ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าสุกร อาจมาจากสุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานไม่ดีพอ ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลหนึ่ง หรือจากบุคคลไปสู่ผลิตภัณฑ์ หรือการสัมผัสโดยตรงจากสัตว์ (Walsh *et al.*, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่...ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า log ของ Total aerobic count, Coliforms และ *E. coli* บนผิวอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตซากโคที่ผ่านการทำความสะอาดแล้ว

Sample type	Number of samples	Log Total numbers		
		Aerobes	Coliforms	*E. coli*
Water on conveyor	12	5.20	3.45	ND
Conveyor belt guards	12	7.21	6.85	5.02
Motor housing	20	7.62	5.85	4.41
Belt drive guards	20	8.01	7.33	6.04
Conveyor belt rollers	25	8.29	7.87	5.10
Steel mesh gloves	25	8.90	5.51	4.30
Rubber gloves	25	2.43	1.11	0.90

ที่มา : Gill (1999)

การขนส่งสัตว์มีชีวิตจากฟาร์มมายังโรงฆ่า ก็เป็นแหล่งสำคัญในการแพร่กระจายของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *E . coli* และ *Salmonella* spp. โดยที่ *E. coli* ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์จะถูกขับออกมากับอุจจาระ และสามารถมีชีวิตอยู่ในดินที่ชื้นแฉะและน้ำได้นานเป็นสัปดาห์หรืออาจเป็นเดือน (Quinn *et al.*, 1998) คาดว่ามูลสัตว์ที่ติดอยู่บนผิวหนังของสัตว์ เป็นจุดเริ่มต้นของการปนเปื้อน (Wang *et al.*, 1996) และก่อให้เกิดปัญหาสุขาภิบาลและระบบการจัดการฟาร์ม นอกจากนี้ยังพบว่ารางน้ำในคอกพักสุกร สามารถเป็นแหล่งการแพร่กระจายของเชื้อ *E. coli* ได้เช่นกัน (LeJeune *et al.*, 2001) โดยทั่วไปการปนเปื้อนเกิดขึ้นได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ในระหว่างการฆ่าหรือภายหลังการฆ่า ได้แก่ ในขั้นตอนของการขูดขน การเอาอวัยวะภายในออก การเคลื่อนย้ายซากเพื่อลดอุณหภูมิ และการขนส่งซาก ขั้นตอนเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการแพร่กระจายของ *E. coli* มายังซากหรือจากซากหนึ่งไปยังอีกซากหนึ่ง

จากรายงานของ อุไม บิลหมัด และศุภลักษณ์ จันทร์อุดม (2544) ซึ่งได้ทำการตรวจลำไส้และอุจจาระของสุกรในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช พบ *E. coli* ร้อยละ 40.5

Gill และ Jones (2000) พบว่าปริมาณเชื้อในลำไส้ อาจเป็นปัจจัยสำคัญต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อในซากสัตว์ โดยบริเวณที่มีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในปริมาณสูง ได้แก่ ส่วนคอ ท้อง และขาของสัตว์ บนผิวหน้าของซากสุกรพบเชื้อ *E. coli* ประมาณ 3.07 log CFU/1,000 cm^2

Siragusa และคณะ (1998) รายงานว่าในเนื้อวัวมีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* มากกว่า 4 log CFU/cm^2 และจากรายงานของ Hansson (2001) พบว่าเนื้อสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* สูงกว่าเนื้อโค โดยจะพบเชื้อประมาณร้อยละ 74 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 315 CFU/cm^2 แต่ในเนื้อโคจะมีจำนวนเชื้อเพียงร้อยละ 34 ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อแสดงถึงสุขลักษณะของเนื้อและการ

จัดการของโรงฆ่าสัตว์ McEvoy และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาพบว่าพื้นที่บริเวณส่วนอกพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เป็นจำนวนมาก

Elder และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 พบการปนเปื้อนของบริเวณส่วนอกร้อยละ 28.8 ปกติการปนเปื้อนบริเวณเนื้อส่วนอก เป็นผลมาจากการสัมผัสโดยตรงกับพื้นของสถานประกอบการ ขณะที่สัตว์นอนพักในฟาร์มหรือคอกพักของโรงฆ่าสัตว์หรือพื้นผิวอื่นๆ

จากการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในโรงฆ่าสุกรพบเชื้อร้อยละ 16 ในประเทศไทย จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี และคณะ (2540) ได้ตรวจหาเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในสุกรเนื้อดิบโดยวิธี ELISA พบเชื้อนี้ร้อยละ 14.29

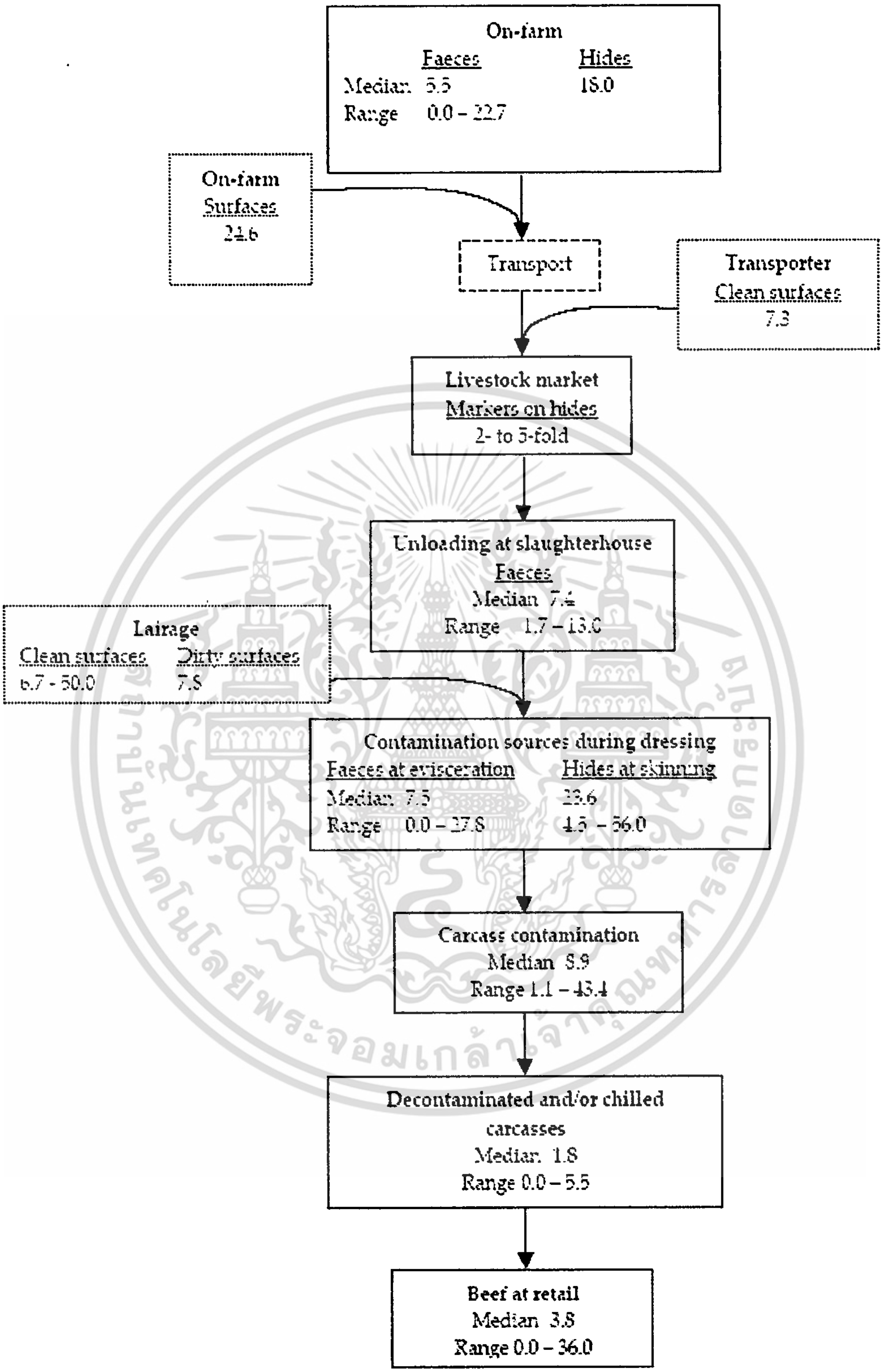
Bouvet และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาซากสุกรจำนวน 150 ซากจากโรงฆ่าสุกร 3 แห่งในประเทศฝรั่งเศส พบว่าร้อยละ 50 ของซากที่ทดสอบมีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*

Read และคณะ (1990) ได้รายงานการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* บนเนื้อสุกรร้อยละ 10.6 (n = 235) และจากตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่า 876 ตัวอย่าง พบเชื้อ *E. coli* 170 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 19 โดยตัวอย่างเหล่านั้นได้แก่ โต๊ะ มีด ผนัง ก่อนการเริ่มปฏิบัติงานและหลังปฏิบัติงาน ซึ่งผ่านการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว

ในประเทศเบลเยียมพบเชื้อ *E. coli* ในซากโคใน โดยมีแหล่งการปนเปื้อนมาจากฟาร์ม และยังพบเชื้อนี้ในกระบือจากฟาร์มของประเทศเดนมาร์ก โปรตุเกส เยอรมัน สวีเดน ดังนั้น สหภาพยุโรปจึงมีข้อกำหนดว่า ถ้าผลการตรวจวิเคราะห์ พบเชื้อ *E. coli* ในปริมาณสูง จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงการปฏิบัติให้ถูกสุขลักษณะตามข้อกำหนด โปรตุเกสได้กำหนดการตรวจสอบเชื้อ *E. coli* บนมือของพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงฆ่า ซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นพาหะในการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* (European commission health & consumer protection directorate, 2001)

Avery และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบร้อยละของการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิตเนื้อโค แสดงดังภาพที่ 2.3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในทุกขั้นตอนมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



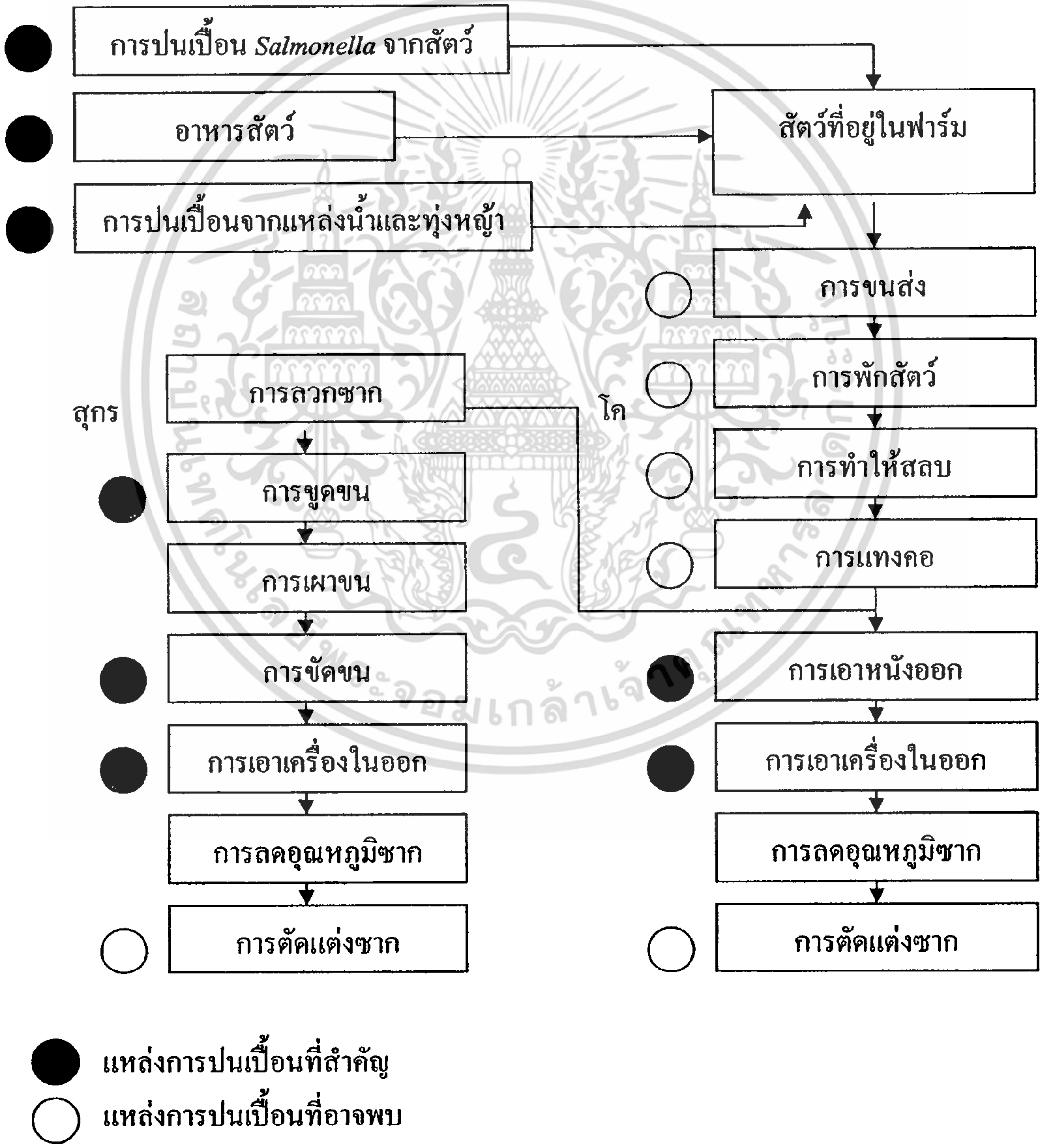
ภาพที่ 2.3 แสดงร้อยละของการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการผลิตเนื้อโค

ที่มา : Avery และคณะ (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 จุดวิกฤตในโรงฆ่าสัตว์ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อด้านจุลชีววิทยา

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต ซึ่งการปนเปื้อนจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับการควบคุมสุขลักษณะและการจัดการที่ดี การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถทำได้ โดยการกำหนดจุดหรือขั้นตอนที่อาจจะเกิดการปนเปื้อน และทำการควบคุมหาวิธีป้องกันขั้นตอนนั้นๆ โดยใช้หลักการของระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม หรือ Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) แหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญ และขั้นตอนที่อาจพบการปนเปื้อนแสดงไว้ใน ภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงแหล่งการปนเปื้อน และจุดอันตรายต่อการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

ที่มา : Smulders และ Van Laack (1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ สามารถพบได้ตั้งแต่สัตว์อยู่ในฟาร์ม จากสภาพแวดล้อมภายในฟาร์ม เช่น น้ำดื่ม อาหาร และมูลสัตว์ที่ขับถ่ายออกมา เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดวัฏจักรของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ จากสภาพแวดล้อมมายังตัวสัตว์ที่มีชีวิต (Smulders and Van Laack, 1992) โดยทั่วไปในพบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* ก็มักจะพบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* สูงด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนตัวสัตว์ แต่การปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะจะช่วยลดการปนเปื้อน ให้อยู่ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนที่มีประสิทธิภาพ คือการนำระบบการจัดการที่ดี ร่วมกับการดำเนินตามแผนการระบบ HACCP ซึ่งจะสามารถบ่งชี้ถึงจุดที่มีความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญของกระบวนการผลิต และการกำหนดมาตรการควบคุมและการตรวจติดตาม ในโรงฆ่าสัตว์จุดที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่กระจายของเชื้อ *E. coli* ได้แก่ การขนส่ง การรับสัตว์สกปรกเข้ามายังโรงฆ่า การขูดขน การเอาอวัยวะภายในออก การลดอุณหภูมิและการตัดแต่งซาก (Food safety authority of Ireland, 1999)

2.5.1 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. .coli* ในระหว่างการขนส่งและในคอกพักสุกร

การปนเปื้อนของ *E. coli* สามารถพบได้ตั้งแต่อยู่ในฟาร์ม จากสภาพแวดล้อม เช่น แหล่งอาหาร และจากสัตว์ที่ติดเชื้อ นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายสัตว์จากฟาร์มไปยังโรงฆ่าสัตว์ ก็เป็นการนำสัตว์จากหลายๆ แหล่งมาอยู่รวมกัน จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค จากสัตว์หนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่งได้ สุกรที่มีสุขภาพดี สามารถเป็นพาหะของเชื้อ *E. coli* ในลำไส้ได้ และอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายระหว่างการขนส่ง และการปนเปื้อนบนพื้นรถขนส่ง ถ้าไม่ได้มีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อก่อนการขนส่ง จะทำให้เกิดการติดเชื้อ *E. coli* ไปยังฟาร์มอื่นๆ โรงฆ่า สิ่งแวดล้อม หรือสัตว์ตัวอื่นๆ นอกจากนี้ เมื่อสัตว์มาถึงยังโรงฆ่า ต้องนำสัตว์เข้าสู่คอกพักสัตว์ก่อน เพื่อลดความเครียดของสัตว์จากการขนส่ง และเพื่อตรวจดูอาการผิดปกติต่างๆ ซึ่งในขณะที่สัตว์อยู่ในคอกพักต้องทำการอดอาหาร ให้เพียงน้ำสะอาดเท่านั้น ซึ่งจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2536) ได้รายงานว่าถ้าสัตว์เกิดอาการสำรอกอาหารออกมา ขณะถูกกระทำให้สลบหรือขณะถูกแทงคอ ทำให้จุลินทรีย์ที่ติดมากับอาหารจะติดอยู่ที่บริเวณลำคอของสัตว์ จึงควรทำการอดอาหารก่อนนำสัตว์เข้าฆ่าเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในมูล และลดปริมาณการติดเชื้อจุลินทรีย์ในขั้นตอนการชำแหละซากลงได้ Eilert (1997) แนะนำว่า การอดอาหารนาน 16-24 ชั่วโมง นั้นทำให้เกิดผลดี เนื่องจากเอาเครื่องในออกได้ง่าย ลดปริมาณน้ำที่ต้องใช้ล้าง ลดการฉีกขาดของอวัยวะภายในบนพื้นโรงฆ่า นอกจากนี้ Schutte และคณะ (1996) พบว่าการพ่นน้ำให้สุกรหลังจาการขนส่งนั้นให้ผลดี 3 ประการคือ 1) ทำให้สัตว์เย็นสบายลดความเครียด 2) ทำให้สัตว์ผ่อนคลายลดพฤติกรรมก้าวร้าวในคอกพัก และ 3) ทำให้ตัวสุกรสะอาดขึ้น สามารถลดการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสัตว์ มักเนื่องมาจากโรงฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่ไม่ถูกสุขลักษณะ อุปกรณ์และเครื่องมือยังล้าสมัย มีการทำความสะอาด หรือฆ่าเชื้อในกระบวนการต่างๆ ไม่ถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ คือ จุลินทรีย์ที่อยู่ในกระเพาะอาหารปนเปื้อนมายังซากและผิวเนื้อสัตว์ในกรณีที่สัตว์เกิดการสำรอกอาหารออกมา หรือว่าแผลในขั้นตอนการแทงคอเปิดกว้างมากเกินไป (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, 2542) อุมาพร ศิริพินทุ์ (2538) ได้กล่าวว่ากล้ามเนื้อสัตว์ที่มีสุขภาพดีขณะมีชีวิตอยู่ จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ แต่เมื่อฆ่าสัตว์เพื่อนำเนื้อมาใช้เป็นอาหาร โดยผ่านขั้นตอนการฆ่าและชำแหละ ทำให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดการเสื่อมเสียและเน่าเสียของเนื้อสัตว์ในเวลาต่อมา ในโรงฆ่าสัตว์บางแห่งไม่มีการตรวจสัตว์ก่อนและหลังฆ่าอาจทำให้เนื้อสัตว์ที่มีเชื้อโรคติดต่อมายังคนได้ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์นั้นมีอยู่ 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงแรก คือกรณีที่สัตว์ไม่ได้รับการตรวจก่อนและหลังฆ่า ทำให้สัตว์ที่เป็นโรคไม่ได้รับการคัดออกไป ช่วงที่สอง คือในขณะอยู่ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ถ้าในช่วงนี้ซากสัมผัสกับสิ่งสกปรกไม่ว่าจากพื้นโต๊ะ หรือมือของพนักงานก็ตาม หรือสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ของสัตว์ ก็จะทำให้เนื้อสัตว์อาจปนเปื้อนเชื้อโรคได้ สุขวิทยาส่วนบุคคลของพนักงานฆ่าซึ่งต้องสัมผัสกับสัตว์ถ้าพนักงานฆ่ามีสุขวิทยาส่วนบุคคลที่ไม่ดี เช่น เสื้อผ้าหรือร่างกายที่สกปรกอาจทำให้เนื้อสัตว์สกปรกไปด้วย หรือกรณีที่พนักงานเป็นโรค อาจทำให้ซากสัตว์ที่สัมผัสติดเชื้อโรคได้ ตามหลักสุขาภิบาลแล้วพนักงานฆ่าสัตว์ควรตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ดังนั้นถ้าพิจารณาถึงการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ เป็นดังนี้

2.5.2.1 การทำให้สุกรสลบ/การเอาเลือดออก ขั้นตอนการทำให้สัตว์สลบโดยการใช้ปืน (captive bolt Stunner) พบการปนเปื้อนที่บริเวณแท่งเหล็กที่ถูกขับออกมาจากการยิง ซึ่งเป็นทางหนึ่งที่ทำให้เชื้อเข้าสู่ร่างกาย โดย Peason และ Dutson (1986) รายงานว่า ขั้นตอนในการทำให้โคสลบ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้จุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายสัตว์โดยการติดเข้าไปกับแท่งแม่เหล็กที่ใช้ยิง และสามารถตรวจพบเชื้อแบคทีเรียได้ 10^8- 10^{10} CFU ซึ่งก็เป็นทางหนึ่งที่นำเชื้อเข้าสู่ร่างกายของสัตว์ ขั้นตอนการแทงคอเอาเลือดออก จะเป็นโอกาสทำให้เชื้อจากบริเวณผิวหนังของสัตว์ เข้าสู่ร่างกายตามบริเวณบาดแผล หรือเนื่องจากมีดที่ใช้ในการแทงคอไม่สะอาด และโดยเฉพาะอย่างการเปิดแผลบริเวณที่แทงคอกว้างมากเกินไป จะทำให้เชื้อสามารถเข้าสู่ร่างกายได้มาก Mackey และ Derrick (1979) ทำการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนเครื่องมือต่างๆในโรงฆ่าสัตว์ พบเชื้อ *E. coli, Clostridium perfringens* และ *Bacillus thuringiensis* ปนเปื้อนบนเครื่องมือที่ใช้ภายในโรงฆ่า จากการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์บนแท่งเหล็กของปืนที่ใช้ทำให้สัตว์สลบและมีดที่ใช้แทงคอ จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อไปสู่อวัยวะต่างๆ เช่น ม้าม หัวใจ ปอด ตับ ไต ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) ได้กล่าวอีกว่า การปนเปื้อนของจุลินทรีย์นี้อาจเริ่มเกิดขึ้นได้ที่ขั้นตอนแรกๆของการฆ่าสัตว์เลยทีเดียว คือตั้งแต่ขั้นตอนการแทงคอเอา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือดออก โดยจุลินทรีย์จากอวัยวะภายในและจากภายในระบบหมุนเวียนโลหิต จะถูกนำและกระจายไปยังส่วนต่างๆของร่างกายในทันทีที่เริ่มแทง

2.5.2.2 การลวกซาก เป็นการลวกซากในน้ำที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 62 องศาเซลเซียส จะสามารถลดจำนวนแบคทีเรียประมาณ 1.5 log CFU/cm^2 ในโรงฆ่าขนาดใหญ่ซึ่งใช้ถังลวกที่มีการถ่ายเทของน้ำในถังตลอดเวลา จะสามารถลดจำนวนแบคทีเรียบนผิวซากได้ 3.5 log CFU/cm^2 และการลวกซากด้วยน้ำอุณหภูมิ 61 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 8 นาที สามารถลดเชื้อ *Salmonella* จากร้อยละ 31- 1 โดยต้องมีการควบคุมอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการลวก ให้อยู่ระหว่าง 60-62 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียสำคัญ เช่น *Salmonella, E. coli* และ *Campylobacter* ในน้ำและบนซากระหว่างการลวกได้ (Sorquist and Danielsson-Tham, 1990; Hald *et al.,* 1999; Davies *et al.,* 1999; Snijders, 1975; Mafu *et al.,* 1989) Gerats และคณะ (1981) รายงานว่าการลวกสามารถลดจำนวนแบคทีเรียลงได้ 2 log CFU/cm^2 และผิวซากจะพบ aerobic mesophilic สูง แต่จะพบเชื้อ Coliforms และ *E. coli* ต่ำ (Dickson, 1997) Pearson และ Dutson (1986) รายงานว่าในขั้นตอนการลวกซากเป็นขั้นตอนที่สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียลงได้ เนื่องจากจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายในน้ำลวกซาก แต่เมื่อเวลาผ่านไปภายในถังลวกซากจะมีการสะสมของดิน อุจจาระ และเลือดมากขึ้น อาจจะพบแบคทีเรียที่สามารถทนความร้อนได้ดีมีชีวิตรอดได้ จำนวนแบคทีเรียในถังลวกซากจะอยู่ในช่วงระหว่าง 10^2 ถึง 10^4 CFU/ml และจำนวนจุลินทรีย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มจาก 54 องศาเซลเซียส เป็น 60 องศาเซลเซียส จำนวนเชื้อจุลินทรีย์พวกที่เติบโตดีที่อุณหภูมิ 25-40 องศาเซลเซียส ที่อยู่บริเวณผิวซากลดลงจาก 10^6 CFU/cm^2 เหลือ 2x10^3 CFU/cm^2 และ Enterobacteriaceae ลดลงจาก 4x10^3 CFU/cm^2 เหลือน้อยกว่า 70 CFU/cm^2 Thomas และ McMeekin (1981) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ลวกซาก จะทำให้ผิวหนังของซากถูกทำลาย หรือหลุดออกไป ทำให้แบคทีเรียสามารถแทรกตัวเข้าไปเกาะกับซากได้ง่าย Kim และคณะ(1993) ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิต่างๆในการลวกซาก โดยใช้อุณหภูมิ 52 56 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิสูงสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ดีกว่าอุณหภูมิต่ำ แต่เมื่อตรวจดูสภาพทางผิวหนังพบว่าน้ำลวกซากที่อุณหภูมิสูงจะทำลายผิวหนังชั้นกำพร้าสตราตัม คอร์เนียม (stratum coreum epidermis) มากกว่าอุณหภูมิต่ำมีผลทำให้ภายหลังขั้นตอนนี้จะพบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าเดิม ดังนั้นวิธีการฉีดพ่นน้ำร้อน ใช้ได้ดีในขั้นตอนที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน เพื่อควบคุมการทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้เกิดการปนเปื้อนภายหลังขบวนการลวกซากน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 การขูดขนและเผาขน ในขั้นตอนนี้เชื้อที่อาจจะติดอยู่กับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่สะอาด จะสามารถเข้าสู่ชั้นผิวหนังหรือบริเวณบาดแผลที่แทงคอ ในขณะที่เครื่องขูดขนและปัดขนกำลังทำงานอยู่กับซากวัตถุประสงค์ของเครื่องขูดขน เพื่อกำจัด โคลน ขน และการปนเปื้อนอื่นๆออก ซึ่งเป็นการลดการปนเปื้อนที่มองเห็นได้บนซากสัตว์ซึ่งมีนัยสำคัญในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli*, *Salmonella* spp. และ *L. monocytogenes* (Sofos and Smith, 1998) นอกจากนี้การขูดขน ยังมีผลทำให้เซลล์แบคทีเรียเกิดการบาดเจ็บ (Graves Delmoer *et al.*, 1997) Ayres (1995) ได้กล่าวถึงการทำงานของเครื่องขูดขนว่า สามารถทำให้เชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ผิวหนังจากรอยขีดข่วน นอกจากนี้จะพบการปนเปื้อนของ mesophilic bacterial เพิ่มขึ้น บนซากสุกรหลังการขูดขน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการขูดขน (Gill and Bryant, 1992) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Nerbrink และ Broch (1989) ที่ว่าจะมีการเพิ่มขึ้นของ Enterobacteriaceae ของซากสุกรหลังขูดขน Rivas และคณะ (2000) พบจำนวนแบคทีเรียในอุปกรณ์ขูดขน 4.4-6.2 log CFU/cm^2 ภายหลังการฆ่าเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เช่นเดียวกับรายงานของ Huis in't veld และคณะ (1994) กล่าวว่ามักพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อีกครั้งหนึ่ง ในขั้นตอนการถอนขน ขูดขน และปัดขน หากอุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการทำความสะอาดอย่างไม่มีประสิทธิภาพ จะพบการสะสมของขนและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญได้อย่างรวดเร็วในเวลาข้ามคืน เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปยังส่วนต่างๆของโรงฆ่า ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อ *E. coli* จากผิวหนังสัตว์มายังผิวซาก โดยจะต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสระหว่างหนังสัตว์และซากสัตว์ หนังสัตว์จะต้องทำการขนย้ายออกจากบริเวณการฆ่าทันที และจำเป็นจะต้องให้ความเข้มงวดกับสุขลักษณะในการปฏิบัติงาน รวมถึงมือ ผ้ากันเปื้อน เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ควรจะต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ Pearson และ Dutson (1986) กล่าวว่าในขั้นตอนการเผาขน (singeing) เป็นขั้นตอนที่กำจัดขนที่เหลือติดอยู่ที่ซาก โดยการใช้ไฟที่เผาที่อุณหภูมิ 1200-1400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15-30 วินาที ในขั้นตอนนี้จะช่วยทำลายจุลินทรีย์ที่เกิดการปนเปื้อนจากขบวนการที่ผ่านมา และพบการลดลงของเชื้อแบคทีเรียพวก mesophiles เป็น 2 เท่าในขั้นตอนนี้

2.5.2.5 การเอาอวัยวะภายในออกและการแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก ในขั้นตอนของการผ่าท้องเพื่อเอาเครื่องในออก ถ้ากระทำด้วยความไม่ระมัดระวังอาจทำให้เครื่องในแตกฉีกขาด มีผลทำให้จุลินทรีย์ในทางเดินอาหารและลำไส้ ออกมาปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้ จะต้องทำการผูกปิดหลอดอาหารและลำไส้ใหญ่อย่างมีประสิทธิภาพ ก่อนทำการเคลื่อนย้ายกระเพาะอาหารและลำไส้ออก เพื่อป้องกันการแตกรั่วของลำไส้ และจะต้องไม่พบการปนเปื้อนอุจจาระบนซาก และทำการตรวจสอบซากก่อนทำการล้าง โดยใช้แสงไฟให้เพียงพอต่อการตรวจซาก คือ 500 ลักซ์ และต้องทำการตัดแต่งซากบริเวณที่มีสิ่งที่ปนเปื้อนอยู่ออก Kochevar และคณะ (1997) ได้ทำการสำรวจซากในโรงฆ่าสุกร 7 แห่งในประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 2 ครั้ง/ปี ชี้ให้เห็นว่าพบการปนเปื้อนในขั้นตอนก่อนการเอาอวัยวะภายในออกเป็นจำนวนมาก จึงควรทำการฉีดสเปรย์เพื่อล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซากด้วยน้ำสะอาดก่อนนำซากไปแช่เย็น เพื่อลดอุณหภูมิ ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) กล่าวถึงขั้นตอนต่อมาของการชำแหละ คือการผ่าซากออกเป็น 2 ซีกตลอดจนการนำซากไปตัดแต่ง ล้วนแล้วแต่เอื้ออำนวยให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ต่อไปได้เรื่อยๆ ไม่มีที่สิ้นสุด นอกจากนี้ยังมีแหล่งปนเปื้อนอื่นๆ อีกเป็นต้นว่า จากเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ที่ใช้ระหว่างการดำเนินการแต่ละขั้นตอน ไปจนถึงผลผลิตสุดท้ายที่พร้อมรับประทาน Longdell (1994) กล่าวว่าการเปิดซากแบบวิธีดั้งเดิม (conventional eviscerating) คือการใช้คนเปิดซาก จะพบปัญหาเครื่องในได้รับความเสียหาย และเกิดการฉีกขาดได้ง่าย ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในระบบทางเดินอาหาร สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของซากและกระบวนการต่างๆ ในโรงฆ่า การพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติในการเปิดซาก จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

2.5.2.6 การตัดแต่ง ขั้นตอนนี้พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ไม่สะอาด ติดเชื้อจากมือของผู้ปฏิบัติงาน หรืออุณหภูมิภายในห้องตัดแต่งสูงไม่พอแก่การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ความเสี่ยงของการเพิ่มขึ้นของการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* บนซาก คือการตัดแต่งที่นำไปสู่ผู้บริโภค ชิ้นเนื้อที่ตัดแต่งเป็นชิ้นเล็กเป็นไปได้ที่จะมีการเพิ่มขึ้นของการปนเปื้อน เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจึงควรปฏิบัติดังนี้ คือ ทำการตรวจสอบเนื้อเพื่อให้แน่ใจได้ว่า ปราศจากการปนเปื้อนอุจจาระที่สามารถมองเห็นได้ ในขั้นตอนการตัดแต่งก็เป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มักพบการปนเปื้อนของเชื้อจากอุปกรณ์ที่ใช้และจากผู้ปฏิบัติงาน James (1987) ได้กล่าวว่าการชำแหละซากอุ่นจะต้องใช้ความชำนาญและระมัดระวังในขบวนการฆ่า การตัดแต่ง การแปรรูป และต้องมีการควบคุมสุขศาสตร์เป็นอย่างสูง นอกจากนี้จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนแปลงการวางแบบแปลนการทำงานในโรงงาน เพื่อให้เหมาะสมในการดำเนินการชำแหละซากอุ่น พร้อมกันนั้นจะต้องมีการจัดหาอุปกรณ์และมีการฝึกผู้ดำเนินการใหม่ เนื้อที่ได้จากการชำแหละซากอุ่นจะมีโอกาสในการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สูง เนื่องด้วยจะต้องมีการตัดแต่งในขณะที่เนื้อยังคงมีอุณหภูมิภายในสูง ผิวของเนื้อมีความชื้นเมื่อได้สัมผัสกับอุปกรณ์หรือตัวผู้ปฏิบัติงานเอง ก็จะมีโอกาสที่จะทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อได้ และทำให้เกิดการลื่นมือในขณะปฏิบัติงานตัดแต่ง de Wit และ Kamplemacher(1982) ได้ศึกษาสุขลักษณะของมือผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า ไก่ สุกร และโค จากการทำงาน พบว่าเชื้อ *E. coli* เป็นพาหะบนมือของผู้ปฏิบัติงานในระหว่างการทำงาน โดยที่มีค่าเฉลี่ยของเชื้อ *E. coli* บนมือของผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่าไก่ สุกร และโค ก่อนการล้างทำความสะอาดประมาณ 5 3.5 และ 3.0 log cycle ตามลำดับ และหลังการล้างมือจำนวนเชื้อ *E. coli* ลดลง

Longdell (1994) ได้รายงาน การพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ถอดกระดูกสันหลังออกจากกล้ามเนื้อสันนอก โดยประสิทธิภาพของเครื่องสามารถถอดกระดูกได้ 9 ชิ้นต่อนาที อุปกรณ์ดังกล่าว มีข้อดีในแง่ลดการปนเปื้อนจากมือและมีดที่ใช้ในการปฏิบัติงาน แต่มีข้อเสียคือเปอร์เซ็นต์สูญเสียจากการตัดแต่งจะเพิ่มขึ้นจากวิธีที่คนใช้อีก 30 กรัมต่อเนื้อสันนอก 1 ชิ้น นอกจากนี้ควรควบคุมอุณหภูมิห้องตัดแต่งให้อยู่ประมาณ 12 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นผิวที่สัมผัสกับซาก เช่น โต๊ะ เขียงสำหรับตัดแต่ง สายพาน และถุงมือ ต้องมีการทำความสะอาดตามข้อกำหนด และน้ำที่สัมผัสกับซากต้องมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำบริโภค อาจพบการปนเปื้อนเชื้อ *E. Coli* หรือแบคทีเรียบนชิ้นเนื้อ ในระหว่างการขนส่งจากโรงฆ่ามายังโรงงานตัดแต่งหรือผู้ค้าปลีกรายย่อย ดังนั้นจะต้องมีการควบคุมสุขลักษณะในระหว่างการขนส่ง โดยเนื้อต้องไม่สัมผัสกับด้านข้างหรือพื้นของพาหนะขนส่ง และรักษาอุณหภูมิของเนื้อในระหว่างการขนส่งไม่ให้สูงกว่า 5 องศาเซลเซียส

2.5.2.7 การลดอุณหภูมิซาก ทำการแช่เย็นซากทันทีหลังการตัดแต่งเสร็จ อุณหภูมิหน้าผิวซากประมาณ 10 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 5 ชั่วโมงของการฆ่า และ ไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส ภายใน 24 ชั่วโมงของการฆ่า การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ว่า การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของสัตว์ เช่น การตื่นเต้น หรือสลบ จะทำให้มีแบคทีเรียปนเปื้อนเข้าไปในเนื้อเยื่อง่ายขึ้น ทั้งนี้เพราะสัตว์สลบ จะไม่มีปฏิกิริยาการเปลี่ยนไกลโคเจน(glycogen) ซึ่งมีอยู่ในเนื้อเยื่อให้เป็นกรดแลคติด ซึ่งมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อเยื่อสัตว์เปลี่ยนไปและมีผลต่อชนิดของจุลินทรีย์ที่จะเติบโตในเนื้อสัตว์ รวมทั้งระบบ reticulo-endothelial หยุดถ่ายของเสียภายหลังสัตว์ตายทำให้เชื้อเติบโตได้ ในด้านการเก็บรักษาและการทำให้ซากสัตว์เย็นลงที่อุณหภูมิห้องใช้เวลานานเกินไป จุลินทรีย์จะสามารถปนเปื้อนและแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนได้

Castillo และคณะ (2004) ได้ทำการประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ของโรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็กแห่งหนึ่งในเม็กซิโกที่มีการฆ่าโคและสุกร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สายงาน ทำการเก็บตัวอย่างจากทั้งสองสายงาน การเก็บตัวอย่างจากซากสัตว์ มีดแทงคอ มีดขูดขน มีดเลาะหนัง มีดเปิดซาก เลื่อยที่ใช้ในการผ่าซากออกเป็นสองส่วน จะใช้ swabbing technique และเก็บตัวอย่างน้ำลวกซากและน้ำที่จะใช้ล้างซาก นำมาเพาะเชื้อเพื่อหาปริมาณของเชื้อทั้งหมด เชื้อ Coliforms, *E. Coli*, *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* พบว่าในกระบวนการฆ่าสุกร ปริมาณเชื้อทั้งหมดสูงกว่า 4 log CFU/cm^2 และปริมาณโคลิฟอร์มพบอยู่ระหว่าง 1-6 log CFU/cm^2 ในส่วนของกระบวนการฆ่าโคนั้นพบปริมาณเชื้อทั้งหมดอยู่ระหว่าง 3.26-7.00 log CFU/cm^2 และปริมาณโคลิฟอร์มพบเพียง น้อยกว่า 1.5 log CFU/cm^2

Li และ Logue (2004) ได้รายงานการตรวจเชื้อ *E. coli* บนซากวัว 355 ซาก พบการปนเปื้อน 136 ซากคิดเป็นร้อยละ 38.30 และในขั้นตอนก่อนการขูดขน พบการปนเปื้อนเชื้อบนซากวัว 103 ซาก จาก 116 ซาก แสดงให้เห็นถึงอัตราการปนเปื้อนซากจากมูลสัตว์ ส่วนในขั้นตอนภายหลังเอาอวัยวะภายในออกพบ 85 ซาก คิดเป็นร้อยละ 73.3 และภายหลังการล้างพบ 61 ซาก คิดเป็นร้อยละ 56.9 ส่วนซากหลังการแช่เย็นทั้งหมด 239 ซาก พบเชื้อ *E. coli* 27 ซาก คิดเป็นร้อยละ 11.33 และจากซากวัวทั้งหมด 355 ซาก พบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* O157:H7 5 ซาก โดยพบการเปื้อนเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในขั้นตอนก่อนการขูดขน จำนวน 4 ซาก และในขั้นตอนภายหลังการเอาอวัยวะภายในออก 1 ซาก แต่ในซากหลังแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 จากตัวอย่างซากวัวดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจในภาคตะวันตกกลางของประเทศสหรัฐอเมริกา ในช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง สิงหาคม ในปี 1999 ของ Elder และคณะ (2000) ได้รายงานถึงการพบเชื้อ EHEC O157:H7 ในขั้นตอนก่อนการเอาอวัยวะภายในออก ภายหลังการเอาอวัยวะภายในออก และภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่า ชำแหละ และตัดแต่ง ร้อยละ 43 18 และ 2.0 ตามลำดับ

Vanderlinde และคณะ (1998) พบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ร้อยละ 88.79 ในซากวัวในขั้นตอนก่อนการขูดขนที่ค่อนข้างสูงมาก แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนมูลสัตว์ในอัตราที่สูงมาก และในซากวัวหลังแช่เย็น และพบร้อยละ 11.30

คมแข พิลาสสมบัติ (2540) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของมาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ต่อจำนวนจุลินทรีย์ โดยทำการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีสูงกว่า จำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก ที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องมาจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน มีกระบวนการฆ่าที่ไม่ถูกสุขลักษณะ กระบวนการฆ่าทุกขั้นตอนกระทำบนพื้น ในขั้นตอนการเอาเลือดออกมีการเปิดแผลที่กว้าง ทำให้จุลินทรีย์เข้าไปในบาดแผลบริเวณดังกล่าวได้มาก นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการลวกซาก พบว่าถังน้ำร้อนไม่มีการล้างทำความสะอาด ทำให้มีโอกาสเกิดการสะสมสิ่งสกปรกไว้ จุลินทรีย์ชนิดที่ทนต่อความร้อนมีโอกาสปนเปื้อนมายังซากได้ การเอาเครื่องในออก การแบ่งซากกระทำบนพื้นบริเวณเดียวกันกับที่ล้างเครื่องใน ทำให้อุจจาระและสิ่งสกปรก มีโอกาสปนเปื้อนมายังซากได้มาก การล้างซากใช้จำนวนน้ำเพียงเล็กน้อย สิ่งสกปรกไม่สามารถหลุดออกได้หมด ในขณะที่โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีกระบวนการฆ่าและทำความสะอาดที่ถูกสุขลักษณะตามมาตรฐานสากล ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกมายังซากน้อย เมื่อพิจารณาจากสภาพความจริง ที่โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน มีความแตกต่างทางด้านสุขาภิบาลอย่างมากกับโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้สุกรที่ได้ทำการฆ่าภายในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าจะถูกนำไปจำหน่ายทันที โดยไม่ผ่านการแช่เย็น อุณหภูมิทั่วไปของอากาศในประเทศไทยเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม แก่การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีโอกาสที่เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนและเจริญเติบโตได้มากกว่าโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ในขณะที่ซากสุกรหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานจะถูกลำเลียงเข้าห้องเย็นทันที ทำให้จุลินทรีย์ชะลอการเจริญเติบโต โอกาสที่เชื้อจะเพิ่มจำนวนก็มีน้อยลง แต่ทั้งนี้ทั้งสองโรงฆ่าพบว่า จำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวซากสุกร มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ตั้งไว้คือ 5.70 log CFU/g เนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ก่อนการฉีดพ่นสารละลาย กระทำทันทีภายหลังกระบวนการผ่าซาก โดยไม่ปล่อยให้ซากถูกแขวนในโรงฆ่าเป็นเวลานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การลดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในซากสุกร

ประการสำคัญในการลดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร คือโรงฆ่าสัตว์จะต้องมีสุขลักษณะที่ดี การปฏิบัติเพื่อประกันคุณภาพในโรงฆ่าสัตว์ ควรเน้นการลดการปนเปื้อนของอุจจาระมายังซาก และการแช่เย็นอย่างรวดเร็ว การฆ่าและการตัดแต่งเพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีจะสัมพันธ์กับวิธีการปฏิบัติที่ดี

เมื่อสัตว์ถูกขนส่งออกจากฟาร์มสัตว์ ถ้าเป็นสัตว์ปีก เช่น ไก่ มักจะถูกขนส่งและบรรจุในกรง ซึ่งกรงที่ไม่ได้รับการทำความสะอาดจะเป็นแหล่งปนเปื้อนที่สำคัญ และมีมูลสัตว์ที่ตกค้าง ดังนั้นกรงและรถบรรทุกจึงเป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคหลายชนิด กรงที่ใช้ขนส่งสัตว์เป็นจุดที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อสัตว์ที่สำคัญ เนื่องจากไม่มีการทำความสะอาดและใช้ซ้ำ จึงเป็นแหล่งสะสมของจุลินทรีย์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Slader *et al.*, 2002) ดังนั้นจึงควรมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ โดยอาจใช้น้ำผสมสารทำความสะอาด (Cleaning agent) ชำระล้างสิ่งสกปรกหรือฝุ่นผงออกก่อน แล้วจึงแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรค์เข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน (Ramesh *et al.*, 2003)

สำหรับสัตว์ใหญ่ เช่น โค และสุกร ก็มีการขนส่งในลักษณะเดียวกัน โดยจุลินทรีย์อาจมาจากขน หนัง กีบเท้า (Reid *et al.*, 2002) และมูลสัตว์ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคส่วนใหญ่คือ *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia* และ *Listeria monocytogenes* (Beach *et al.*, 2002 ; Chang *et al.*, 2003 ; Wong *et al.*, 2002) บริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสูง ได้แก่ บริเวณที่ตรวจรับสัตว์ หรือตรวจรับวัตถุดิบ คือเนื้อสัตว์สด ในกรณีที่ไม่ได้ทำการฆ่าสัตว์ในโรงงานเอง จากงานวิจัยของ Ellerbroek (1997) พบว่าจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนมากับอากาศ ได้แก่ *Enterobacteriaceae* จะตรวจพบมากบริเวณรับสัตว์ก่อนนำเข้าสู่โรงฆ่า และส่วนของบริเวณชำแหละ รวมทั้งการปนเปื้อนจากซากสัตว์หนึ่งไปอีกซากหนึ่ง จากการใช้เครื่องมือร่วมกัน หรือมือของพนักงานที่ไม่สะอาด (Legg *et al.*, 1999; Wong *et al.*, 2002) Whyte และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาการเติมสารคลอรีนถึง 25 $\mu g\ l^{-1}$ หรือการเติมสารไตรโซเดียมฟอสเฟตผสมในน้ำล้างซาก สามารถลดแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae ในเนื้อสัตว์ได้

ในโรงฆ่าสุกรการที่จะลดการปนเปื้อนของซากและกำจัดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค โดยการควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และความถี่ของการเปลี่ยนน้ำ Morgan และคณะ (1989) ได้แนะนำว่าการปนเปื้อนจากการขูดขนด้วยเครื่อง เกิดจากการไหลออกของมูลสัตว์ในกระเพาะสัตว์ระหว่างกระบวนการฆ่า ดังนั้นการควบคุมการปิดช่องลำไส้ใหญ่ด้วยถุงพลาสติกหรือกรวยพลาสติก และการตัดหลอดอาหาร เพื่อป้องกันการไหลออกของของเหลวในกระเพาะสัตว์ ช่วยลดการปนเปื้อนมูลสัตว์ที่จะปนเปื้อนมายังอุปกรณ์และซากได้ การลวกซากสัตว์ก่อนการถอนขน อาจช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวได้ แต่พบว่าหลังเสร็จสิ้นการถอนขนโดยใช้เครื่อง จำนวนของ *Campylobacter*, Coliforms และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E. coli เพิ่มขึ้น (Berrang *et al.*, 2000) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อาจเกิดการปนเปื้อนข้ามมาจากเครื่องมือที่ใช้ เช่นเดียวกับคำแนะนำของ Morgan และคณะ (1987) ว่าการปนเปื้อนของเครื่องขูดขน เนื่องจากอุจจาระที่เล็ดลอดจากช่องทวารหนักในระหว่างกระบวนการฆ่า การใช้กรวยพลาสติกระหว่างการฆ่า จะสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากอุจจาระมายังอุปกรณ์และซาก Prasai และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองโดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 1 (v/v) ฉีดพ่นบนผิวซากสุกรภายหลังการขูดขน หลังเอาเครื่องในออกและฉีดพ่นทั้งสองตำแหน่ง และวิเคราะห์หา aerobic plate count ภายหลังฉีดพ่นสารละลาย 0 และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งผลภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง อาจเนื่องมาจากผิวซากแห้ง เนื่องจากการแช่เย็นหรืออุณหภูมิในห้องแช่เย็น และอาจเนื่องมาจากช่วง lag phase ของจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเนื่องจากรดแลกติก ทำให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ช้าลง นอกจากนี้การทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม GMP ที่จะช่วยลดการปนเปื้อนข้าม อย่างไรก็ตาม Rivas และคณะ (2000) รายงานว่าการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อจะไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อการฆ่าเชื้อไม่เข้าถึงทั่วทุกพื้นที่ของเครื่องขูดขน เพราะการออกแบบของเครื่อง ดังนั้นการออกแบบเครื่องขูดขน ต้องสามารถทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ที่แนะนำให้มีการตรวจในโรงฆ่าสัตว์หรือบริเวณชำแหละและตัดแต่งคือ *E. coli* และ *Salmonella* (Castelo *et al.*, 2001) ซึ่งการตรวจพบจุลินทรีย์เหล่านี้ เกิดขึ้นเนื่องจากในกระบวนการฆ่าสัตว์ ที่ต้องมีการชำแหละเอาส่วนเครื่องในและสำไส้ออกจากตัวสัตว์ กระบวนการเช่นนี้ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ภายในออกมาปนเปื้อนกับเนื้อสัตว์และสิ่งแวดล้อม (Gill and Jones, 1997) การชำแหละเอาเครื่องในสัตว์ออกจัดเป็นขั้นตอนวิกฤตสำหรับการผลิตเนื้อทุกชนิด เนื่องจากเป็นการเปิดช่องท้องและสำไส้ซึ่งมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ ทำให้จุลินทรีย์ปะปนมากับเนื้อสัตว์ โดยทั่วไปสำหรับโคและกระบือ เมื่อต้องการชำแหละชิ้นส่วน จะต้องทำการถลกหนังออกก่อน จากนั้นจึงทำการชำแหละ ส่วนสุกรมักทำการตัดแต่งพร้อมหนัง สำหรับจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนมากับเนื้อโคดิบคือ*E.coli*, *Salmonella* spp. , *Listeria monocytogenes* และ *Campylobacter jejuni* (Eisel *et al.*, 1997) ดังนั้นในระหว่างกระบวนการผลิต จะต้องมีการตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ซึ่งโดยทั่วไปจะตรวจนับ total aerobic plate counts และ total Coliforms (Huffman, 2002) การลวกซากสุกรที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส ก่อนการกำจัดขนช่วยลดจำนวน *Salmonella* ได้และต้องควบคุมอุณหภูมิไม่ให้ลดต่ำกว่านี้ วิธีลนไฟเพื่อถอนขน (singeing) ที่อุณหภูมิ 1300-1500 องศาเซลเซียส ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมาก(Wong *et al.*, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

USDA Agricultural Research Service (2002) ได้ทำการพัฒนาและทดสอบระบบการตรวจจับมูลสัตว์ทางการค้า ซึ่งมีความสามารถในการตรวจสอบอย่างละเอียดผ่านซาก และแสดงให้เห็นระดับการปนเปื้อนซึ่งไม่สามารถมองได้ด้วยตาเปล่า สามารถนำมาใช้หลังการตัดแต่งและหลังการทำความสะอาดซาก

โดยทั่วไปการล้างและการฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนแบคทีเรียได้ประมาณ 1-3 log cycle รวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคบนซากสัตว์ (Reagan *et al.*, 1996 ; Gorman *et al.*, 1995; Dickson and Anderson, 1992) วิธีการทำความสะอาดและการลดการปนเปื้อนของซากภายหลังการฆ่ามีหลายวิธี เช่น การล้างด้วยน้ำเย็น น้ำร้อน การใช้ไอน้ำ การใช้โอโซน หรือผสมน้ำล้างด้วยสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อ เช่น กรดอินทรีย์ คลอรีน เป็นต้น หรืออาจใช้หลายวิธีร่วมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้คลอรีนผสมในน้ำทำเย็น สำหรับสัตว์ปีกและเนื้อสัตว์ เพื่อทำลายจุลินทรีย์ เป็นวิธีที่นิยมใช้กันในหลายประเทศ ยกเว้นประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป (Bolder, 1997) ซึ่งปริมาณคลอรีนที่อนุญาตให้ใช้ห้ามเกิน 50 ppm (Parts per million) สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้เพียง 1 log cycle

ซากอาจจะเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ และสามารถจำนวนมากขึ้นได้ในระหว่างการลดอุณหภูมิซากซึ่งสามารถแก้ไข โดยการปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะรวมถึงเครื่องมือ ควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการแช่เย็นซากที่เหมาะสม (Schmidt *et al.*, 1998) ซึ่งในทางการค้ามักควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-36 ชั่วโมง นอกจากนี้จุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตบนผิวซาก ที่มีความชื้นและรวมถึงปัจจัยอื่นๆด้วย (Gill and Jones, 1997) การทำให้ผิวหน้าของซากแห้ง จะช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ เมื่อให้ความเย็นเข้าช่วย แต่จะทำให้สูญเสียน้ำหนัก ในสหรัฐอเมริกาได้มีการสเปรย์ซากด้วยน้ำเย็น โดยเฉพาะระหว่างช่วงแรกของการแช่เย็นเพื่อง่ายต่อการลดอุณหภูมิซากโดยไม่สูญเสียความชื้นที่ผิวหน้าซาก (Gill, 1998) และควรลดอุณหภูมิซากอย่างรวดเร็ว เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิด hot spot bacteria ค่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้เนื้อสัตว์เย็นลง อ้างอิงมาจากอุณหภูมิต่ำสุดที่จุลินทรีย์จำพวก mesophile ที่ทำให้เกิดโรคในมนุษย์ เช่น *E. coli* และ *Salmonella* สามารถเจริญได้ คือ 7 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิ ณ จุดเย็นช้าที่สุดของเนื้อสัตว์จะต้องวัดได้ 10 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่านั้น เพื่อชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ดังกล่าว (Gill, 2000) โดยอาจใช้วิธีการทำเย็นในห้องเย็น โดยทิ้งไว้ข้ามคืนสำหรับการทำเย็นซากสุกรและแกะทั้งตัว ก่อนนำไปผ่านกระบวนการชำแหละ ตัดแต่ง บรรจุหรือเก็บรักษา

การใช้น้ำในการทำความสะอาดสามารถทำได้หลายวิธี โดยอาจใช้วิธีการแช่ การปล่อยให้น้ำไหลผ่าน การสเปรย์น้ำ เป็นต้น (Sofos and Smith, 1998; Castillo *et al.*, 1998) ซึ่งวิธีการเหล่านี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อกำจัดเศษสิ่งสกปรกต่างๆ ที่มองเห็น รวมทั้งเศษขน เศษกระดูกและมูลสัตว์ ที่อาจตกค้างอยู่บนซาก ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการข้างต้น ในการลดการปนเปื้อนของซากสัตว์ คือ ความแรงของน้ำ อุณหภูมิน้ำ สารที่ใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์ เวลาที่น้ำสัมผัสซาก สิ่งที่ควรระวังหากใช้วิธีการแช่ซากสัตว์คือ อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างซาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์ และน้ำกับซากสัตว์ได้ ในขณะที่วิธีการสเปรย์น้ำหรือการปล่อยให้น้ำไหลผ่านซากสัตว์ อาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ เนื่องจากความแรงของน้ำ ดังนั้นการเลือกชนิดของหัวสเปรย์ มุมของการสเปรย์ ความดัน และขนาดของซากสัตว์ จึงเป็นปัจจัยร่วมในการลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ การเติมโอโซนลงในน้ำทำเย็น จะช่วยลดการปนเปื้อนข้ามจากน้ำสู่เนื้อสัตว์ได้ (Morris *et al.*, 1997) สำหรับเนื้อโค อาจทำการล้างซาก โดยใช้น้ำสะอาดผ่านมาตรฐานสาธารณสุข อุณหภูมิ 10-15 องศาเซลเซียส (Bolton *et al.*, 2001) โดยมีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อกำจัดเศษกระดูกและเศษเลือด โดยในขั้นตอนนี้จะสามารถลดจุลินทรีย์ที่ผิวได้บางส่วน อย่างไรก็ตามน้ำล้างอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนมากขึ้นได้เช่นกัน Castelo และคณะ (2001) แนะนำให้ฉีดล้างเนื้อสุกรที่ตัดแต่งแล้ว ด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 นาที แล้วฉีดล้างด้วยกรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 2 โดยปริมาตรที่อุณหภูมิเดียวกัน เป็นเวลา 75 วินาที เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิวซาก

การใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำ จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นสปอร์แบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่ทนร้อนบางชนิด (Gill, 2000) การใช้น้ำร้อนโดยการลำเลียงซากสัตว์ผ่านหัวฉีดพ่นน้ำที่อุณหภูมิ 75-85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9-12 วินาที หรือใช้ม่านน้ำที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที (Bolton *et al.*, 2001) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาด การใช้น้ำร้อนจะสามารถควบคุมการทำงานได้ง่ายกว่าการใช้ไอน้ำ Gill (1999) รายงานว่าการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 วินาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อและลักษณะปรากฏของเนื้อสัตว์ การใช้น้ำที่อุณหภูมิสูงกว่า 74 องศาเซลเซียส ในการล้างซากวัวครั้งสุดท้าย เป็นวิธีที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม (Huffman, 2002) การฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำ ทำโดยการกำจัดน้ำที่ผิวก่อนที่จะใช้ไอน้ำ เพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่เกิดโรค โดยเป่าลม หลังจากนั้นใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 82-94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6-8 วินาที แล้วทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว โดยใช้น้ำที่อุณหภูมิ 4.4 องศาเซลเซียส เพื่อให้อุณหภูมิที่ผิวซากลดลงเหลือประมาณ 17.5-22.4 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 10 วินาที (Bolton *et al.*, 2001)

Gorman และคณะ. (1995) รายงานการใช้สเปรย์ฉีดล้างมีประสิทธิภาพมากในการลดจำนวนแบคทีเรียและมูลสัตว์ที่ปนเปื้อนติดมาเมื่ออุณหภูมิและความดันของน้ำเท่ากับ 74 องศาเซลเซียส และ 16.89 บาร์ตามลำดับ การใช้น้ำร้อนพบว่าสามารถลดจุลินทรีย์ลงได้ 1-3 log CFU (Acuff *et al.*, 1997; Barkate *et al.*, 1993; Gorman *et al.*, 1995; Graves Delmore *et al.*, 1997 ; Powell and Cain, 1987 ; Reagan *et al.*, 1996) FSIS (1996) ได้รับรองให้มีการใช้สารละลายอะซิติก แลคติก และกรดซิตริกร้อยละ 1.5-2.5 น้ำที่มีส่วนผสมสารประกอบคลอรีน (20-50 ppm) ไตรโซเดียมฟอสเฟต(ร้อยละ 12) น้ำร้อนที่ใช้ฉีดสเปรย์ (>74 องศาเซลเซียส) และการพาสเจอร์ไรซ์แบบไอน้ำ (Dorsa, 1997; Cutter *et al.*, 1997 ; Nutsch *et al.*, 1997 ; Phebus *et al.*, 1997 ; Sofos and Smith, 1997) Smulders (1987) ได้ทำการศึกษาการลดการปนเปื้อนในซาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุกร โดยใช้กรดแลคติกความเข้มข้นร้อยละ 2.40 ฉีดสเปรย์บนซากสุกรพบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อ Enterobacteriaceae ได้ 0.9 log และกรดแลคติกนี้เป็นสารธรรมชาติที่เกิดจากเผาผลาญของการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อ Mendonca และคณะ (1989) พบว่าการใช้สารโพแทสเซียมซอร์เบท และสารผสมฟอสเฟตสเปรย์ผิวหน้าเนื้อสุกร และเก็บภายใต้ภาชนะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 2-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สามารถลดเชื้อกลุ่ม Mesophile, Psychotrops, Enterobacteriaceae, Faculataive anarobed และ Lactobacilli ได้

Gill และคณะ (1995) ได้ทำการทดสอบการลดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* โดยใช้น้ำที่มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 วินาที ในการล้างซากพบว่าสามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ 2 log CFU/cm^2 นอกจากนี้การสเปรย์น้ำร้อนลงบนผิวซากร้อนที่ต่างกัน ค่าเฉลี่ยของการยับยั้งจำนวน VTEC O157:H7 ได้ 3.7 log CFU/cm^2 (Castillo *et al.*, 1998)

Smith และคณะ (1995) และ Sofos และ Smith (1995) แนะนำให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล (Hurdle technology) ในอุตสาหกรรมแปรรูปเนื้อสัตว์เพื่อลดเชื้อ *E. coli* O157:H7 หรือจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่รอดชีวิตจากกระบวนการฆ่า ตัดแต่ง และแช่เย็น Hurdle technology เป็นหลักที่ใช้ในการถนอมรักษาอาหาร โดยการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ด้วยปัจจัยต่างๆร่วมกัน ได้แก่ การใช้ความร้อนต่ำร่วมกับการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหาร และร่วมกับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อคงความสดและคุณค่าของอาหารในขณะเดียวกันก็ควบคุมการเจริญของแบคทีเรียในอาหาร การใช้ปัจจัยต่างๆ ร่วมกัน เพื่อยับยั้งและชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งจะลดความรุนแรงของการใช้ความร้อน หรือการเติมสารเคมีลงได้ พบว่าการควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้ปัจจัยต่างๆร่วมกันนี้ สามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารคงคุณค่าทางอาหาร และเป็นที่นิยมของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น แต่ในสภาวะจริงของธรรมชาติ พบว่าแบคทีเรียบางชนิดเมื่อเผชิญกับสภาพเครียดหนึ่ง เช่น ความร้อนจะสามารถปรับตัว และกลับทนต่อสภาพเครียดอื่นๆ เช่น สารเคมี ปริมาณเกลือ เรียกว่า การป้องกันข้ามของจุลินทรีย์ หรือ cross-protection ขั้นตอนส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตอาหาร ซึ่งสร้างความเครียดต่อจุลินทรีย์นั้น มักเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน โดยปกติจะเกิดเป็นลำดับขั้น ดังนั้นถ้าสภาพเครียดแรกไม่สามารถทำให้แบคทีเรียตาย แบคทีเรียอาจเกิดการปรับตัวขึ้นและทำให้แบคทีเรียทนต่อสภาพเครียดที่ตามมาได้ แบคทีเรียสามารถรอดชีวิตและเพิ่มจำนวน จนก่อให้เกิดโรคขึ้นมาได้ และในสภาพความเป็นจริงก่อนหน้าที่แบคทีเรียจะต้องเผชิญกับสภาวะเครียดจากกระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตอาหาร แบคทีเรียได้เผชิญกับสภาวะเครียดที่เกิดขึ้นจากสภาวะแวดล้อมต่างๆ ในธรรมชาติก่อนที่จะปนเปื้อนในอาหาร เช่น สภาพขาดอาหารของแบคทีเรียพวก biofilm ที่เกาะติดอยู่ตามเครื่องมือต่างๆ หรือเผชิญกับสภาพที่ไม่เหมาะสมทั้งจากการขาดสารอาหาร อากาศ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เช่น ในแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในดิน หรือ แหล่งน้ำ ฯลฯ ซึ่งสภาพเครียดเหล่านี้เป็นสาเหตุที่ทำให้แบคทีเรียเหล่านี้ เกิดการปรับตัวต่อกระบวนการผลิตได้ (Lou and Yousef, 1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Graves-Delmore และคณะ (1998) ได้เสนอแผนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการจัดการเนื้อโคประกอบด้วย (1)ไอน้ำสุญญากาศ (2) การล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ก่อนทำการเอาอวัยวะภายในออก และการล้างให้สะอาดด้วย กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 ในน้ำอุณหภูมิ 120 องศาฟาร์เรนไฮต์ (3)การพาสเจอไรซ์ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิน้ำ 165 องศาฟาร์เรนไฮต์ และ(4)ขั้นตอนสุดท้ายของซากล้างด้วยน้ำอุณหภูมิ 90 องศาฟาร์เรนไฮต์ และล้างให้สะอาดด้วย กรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 2 หรือกรดแลคติกในน้ำอุณหภูมิ 125 องศาฟาร์เรนไฮต์ Bacon และคณะ (1999) ยืนยันถึงประสิทธิภาพของ 4 ขั้นตอนดังกล่าว ของการใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิลต่างๆร่วมกัน สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ total plate count, total coliforms count และ *E. coli* count ได้ 4.5, 3.7 และ 3.2 log CFU/cm^2 ตามลำดับบนซากที่แช่เย็น

คมแข พิลาสสมบัติ (2540) พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวซากสุกร จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน มีจำนวนต่ำกว่าโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และเมื่อฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรจาก โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานจะต่ำกว่าโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

สหรัฐอเมริกาได้กำหนดค่า Microbiological performance criteria ของเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก เพื่อใช้ในการปฏิบัติงานภายใต้แผน HACCP (FSIS, 1996) criteria ประกอบด้วยตัวอย่างซากแช่เย็น 24 ชั่วโมง และการนับเชื้อ *E. coli* จากตำแหน่งของบริเวณของซาก 3 จุด ได้แก่ หน้าอก ด้านข้าง และสะโพก พื้นที่ละ 100 cm^2 และกำหนดเกณฑ์ของจำนวนเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* ในการพบ ถ้าพบว่าเกินข้อกำหนด แสดงให้เห็นว่ากระบวนการฆ่าล้มเหลวผิดพลาด และต้องทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการ เพื่อให้สอดคล้องกับ criteria นอกจากนี้มีการกำหนดระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ ร่วมกับการสเปรย์ซากด้วยสารละลายกรดอินทรีย์และ/หรือน้ำร้อนและน้ำเย็น เพื่อลดการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ได้ (Stopforth *et al.*, 2003)

ถึงแม้ว่าโรงงานเนื้อสัตว์จะมีการใช้เครื่องมือใหม่ๆ ในการลดเชื้อแบคทีเรียตั้งแต่จากฟาร์มไปถึงผู้บริโภค การปนเปื้อนของซากก็ยังคงพบได้ จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการป้องกันหรือลดการปนเปื้อนของตัวสัตว์ก่อนฆ่า และการจัดการขั้นต้น เช่น การทำเย็น การชำแหละและการตัดแต่ง เป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการควบคุมตั้งแต่การจัดการฟาร์ม การขนส่งจนกระทั่งถึงโรงงาน จะต้องมีระบบรับวัตถุดิบที่ดี เพื่อให้สามารถแน่ใจว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลอย่างแท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.1.1 เครื่องชั่งอิเลคทรอนิค	Mettler Toledo	สวิสเซอร์แลนด์
3.1.2 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Waterbath)	Memmert	เยอรมัน
3.1.3 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	Memmert	เยอรมัน
3.1.4 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator)	Memmert	เยอรมัน
3.1.5 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)	Tomy SS-320	ญี่ปุ่น
3.1.6 ตู้เขี่ยเชื้อ (Laminar flow)		
3.1.7 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ	Sanyo	ไทย
3.1.8 ตู้แช่แข็ง		
3.1.9 Vortex mixer		

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 peptone	Merck
3.2.2 Lauryl sulfate tryptose broth (LSTB)	Merck
3.2.3 EC broth	Merck
3.2.4 Eosin methylene blue agar (Levine) (EMB)	Merck
3.2.5 Simmon Citrate Agar	Oxiod
3.2.6 Kovac's indole reagent	Merck

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

- โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

- ห้องปฏิบัติการโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาปัจจัยการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละนี้ แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

ทำการเก็บตัวอย่าง ในโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้าครั้งละ 3 ตัว/ครั้ง เป็นจำนวนทั้งสิ้น 12 ครั้ง โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงแรกของการเริ่มปฏิบัติงานประจำวัน เวลา 08.00-12.00 น. ในโรงแปรรูปสุกรบางคล้า และตัวอย่างที่เก็บมาจากฟาร์มเดียวกัน ซึ่งมาจากฟาร์มอยู่ในพื้นที่เขต 2 ใน 4 จังหวัด คือ จันทบุรี ระยอง ชลบุรี และฉะเชิงเทรา จังหวัดละ 3 ครั้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 - กุมภาพันธ์ 2548

3.4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า

โดยการศึกษาข้อมูลของโรงงาน ดังนี้

3.4.1.1 ที่ตั้งของโรงงาน

3.4.1.2 แผนผังโรงงาน

3.4.1.3 กำลังการผลิต

3.4.2 ศึกษาการจัดการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า

โดยการสังเกตวิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการฆ่าและชำแหละสุกร ตั้งแต่การขนส่งสัตว์มีชีวิตจากฟาร์ม การรับสัตว์ การพักสัตว์ในคอกพัก การฆ่าและชำแหละ การตัดแต่ง และจากการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในโรงงาน

3.4.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.4.3.1 คอกพักสุกร : โดยการ Swab บริเวณผนัง และพื้นคอก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ก่อนและหลังสุกรเข้าพัก

3.4.3.2 น้ำพ่นในคอกพักสุกร : สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำพ่นในคอกพักสุกร โดยใช้ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รองจากหัวพ่นฉีดน้ำ

3.4.3.3 รถขนส่งสุกร : โดยทำการ Swab ผนังและพื้นรถขนส่งสุกร รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ภายหลังการขนส่งสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.4.4.1 ซากสุกรก่อนลวก : โดยการ Swab บริเวณไหล่ สะโพก ท้อง และสันหลัง รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4.4.2 น้ำลวกซาก : โดยสุ่มเก็บน้ำลวกซากจากถังลวกซาก ก่อนและหลังการลวกซาก

3.4.4.3 แผลแทงคอ : โดยการ Swab ตามรอยแผล เป็นพื้นที่รวม 25 เซนติเมตร

3.4.4.4 ซากสุกรหลังการลวก : โดยการ Swab ซากสุกรภายหลังการลวกและการเผาขน บริเวณซอกขาหน้า ท้อง และสันหลังรวมพื้นที่100ตารางเซนติเมตร

3.4.4.5 ซากสุกรผ่าซีก :โดยการ Swab ซากสุกรหลังการนำเอาเครื่องในออกแล้ว บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4.4.6 ซากสุกรก่อนแช่เย็น :โดยการ Swab ซากสุกรผ่าซีกภายหลังการพ่นล้างด้วยน้ำสะอาด บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4.4.7 น้ำพ่นซาก : สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำพ่นซาก โดยใช้ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รองจากหัวพ่นฉีดน้ำล้างซากก่อนเข้าห้องแช่เย็น

3.4.5 ศึกษาการปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.4.5.1 ชิ้นเนื้อภายหลังการตัดแต่ง : โดยสุ่ม Swab บริเวณชิ้นเนื้อส่วนสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4.5.2 มีดตัดแต่งซากสุกร : โดยการ Swab มีดที่ใช้ตัดแต่งซากสุกรก่อนและหลังทำการตัดแต่ง ที่หน้าตัดของมีดทั้ง 2 ด้าน

3.4.5.3 มือพนักงานที่ทำการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ Swab มือพนักงานที่ทำการตัดแต่งซากสุกร ก่อนและหลังทำการตัดแต่ง ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของมือที่ใช้จับชิ้นเนื้อ

3.4.5.4 โต๊ะตัดแต่ง : โดยการ Swab พื้นโต๊ะตัดแต่งก่อนและหลังทำการตัดแต่ง เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4.5.5 ชิ้นเนื้อหลังการแช่เย็น : โดย Swab บริเวณชิ้นเนื้อส่วนสะโพก ภายหลังการแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง เป็นพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การเก็บตัวอย่าง

โดยเก็บตัวอย่างไว้ใน 0.85 % NaCl และเก็บรักษาในน้ำแข็งระหว่างการเดินทางไม่เกิน 3 ชั่วโมง

3.4.7 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli* ในตัวอย่าง

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.3, 3.4.4 และ 3.4.5 มาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *E. coli* โดยวิธี MPN (Most Probable Number) ตามวิธี (FDA-BAM, 1992)

3.4.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลการวิเคราะห์จากข้อ 3.4.7 มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard deviation) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงฆ่าและชำแหละสุกร

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป

โรงงานที่ทำการศึกษา คือ โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า ตั้งอยู่ที่ 163/1 หมู่ที่ 1 ตำบลหัวไทร อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา

โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า เป็นโรงงานที่กรมปศุสัตว์ได้ดำเนินการก่อสร้างขึ้นตามโครงการส่งเสริมปศุสัตว์เพื่อการส่งออก โดยมีเป้าหมายเพื่อเป็นโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากลสำหรับผลิตเนื้อสุกรเพื่อการบริโภคภายในประเทศ ที่สามารถรองรับการส่งออกนอกประเทศได้ พร้อมทั้งเป็นต้นแบบของโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐาน

4.1.2 แผนผังโรงงาน

โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้าตั้งอยู่บนเนื้อที่ประมาณ 100 ไร่ สถานที่ตั้งของโรงงานอยู่ในบริเวณที่เหมาะสม อยู่ห่างจากแหล่งชุมชน เป็นที่โล่งแจ้ง และพื้นที่โดยรอบโรงงานยกสูงจากที่นารอบๆ น้ำท่วมไม่ถึง ไม่มีแหล่งปนเปื้อนต่างๆ

พื้นที่โรงงานแบ่งเป็น อาคารขนาดใหญ่ 1 หลัง ลักษณะของอาคารเป็นรูปตัว L โดยพื้นที่ด้านหน้าของตัวอาคารแบ่งเป็นสำนักงาน ห้องอาหาร ส่วนด้านในอาคารเป็นพื้นที่ของการฆ่า ชำแหละและการตัดแต่ง ด้านหลังเป็นคอกพักสัตว์ บ่อบำบัดน้ำเสีย ภายนอกรอบๆอาคารเป็นถนน ลานจอดรถ มีการแบ่งถนนและที่จอดรถสำหรับขนส่งสุกรมีชีวิต และทางถนนออกของการลำเลียงเนื้อสุกรออกจากโรงงาน ถนนโดยรอบอาคารเป็นถนนคอนกรีต อยู่ในสภาพดี ไม่มีฝุ่นละออง โรงงานมีรั้วกั้นโดยรอบ และมียามควบคุมการเข้าออกของบุคคลภายนอก ดังภาพที่ 4.1

การจัดพื้นที่การผลิตภายในอาคารโรงฆ่าและตัดแต่ง มีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียว โดยไม่มีการย้อนกลับ เริ่มตั้งแต่บริเวณการรับสุกรมีชีวิต บริเวณการพักสัตว์ บริเวณการทำให้สัตว์สลบ บริเวณแทงคอ การเอาเลือดออก การลวกซาก การขูดขน การปัดซากแห้ง การเผาขน การปัดซากเปียก การตัดหัว การเอาเครื่องในออก การผ่าซากครึ่งซีก การตัดแต่งซากครั้งสุดท้าย การชี้บ่งบนซากสุกร การล้างซากสุดท้าย การลดอุณหภูมิซากครั้งที่ 1 และ2 และเข้าสู่บริเวณการตัดแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปฏิบัติงานของกระบวนการฆ่าชำแหละสุกรเป็นไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามที่อาจจะเกิดขึ้น สามารถแบ่งพื้นที่ตามกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร เป็นส่วนต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 ได้แก่

ส่วนที่ 1 : คอกพักสุกร : เป็นบริเวณลำเลียงสุกรมีชีวิตเข้าโรงฆ่า

ส่วนที่ 2 : บริเวณการฆ่า ซึ่งกั้นแยกออกจากบริเวณการชำแหละ บริเวณนี้ประกอบด้วย การทำให้สัตว์สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การแทงคอและเอาเลือดออก บ่อลวกซาก การขูดขน การปัดซากแห้ง การเผาขน และการปัดซากเปียก

ส่วนที่ 3 : บริเวณการชำแหละประกอบด้วย การตัดหัว การเอาเครื่องในออก การผ่าซากครึ่งซีก การตัดแต่งซากครั้งสุดท้าย การชี้บ่งบนซากสุกร การล้างซากครั้งสุดท้าย

ส่วนที่ 4 : การลดอุณหภูมิซากครั้งที่ 1 และ 2

ส่วนที่ 5 : บริเวณการตัดแต่งเนื้อสุกร

ส่วนที่ 6 : การแช่เย็นชิ้นเนื้อ

ส่วนที่ 7 : บริเวณการบรรจุชิ้นเนื้อ

ส่วนที่ 8 : การแช่แข็ง

ส่วนที่ 9 : ห้องเก็บบรรจุภัณฑ์

ส่วนที่ 10 : การเก็บรักษาเนื้อสุกร

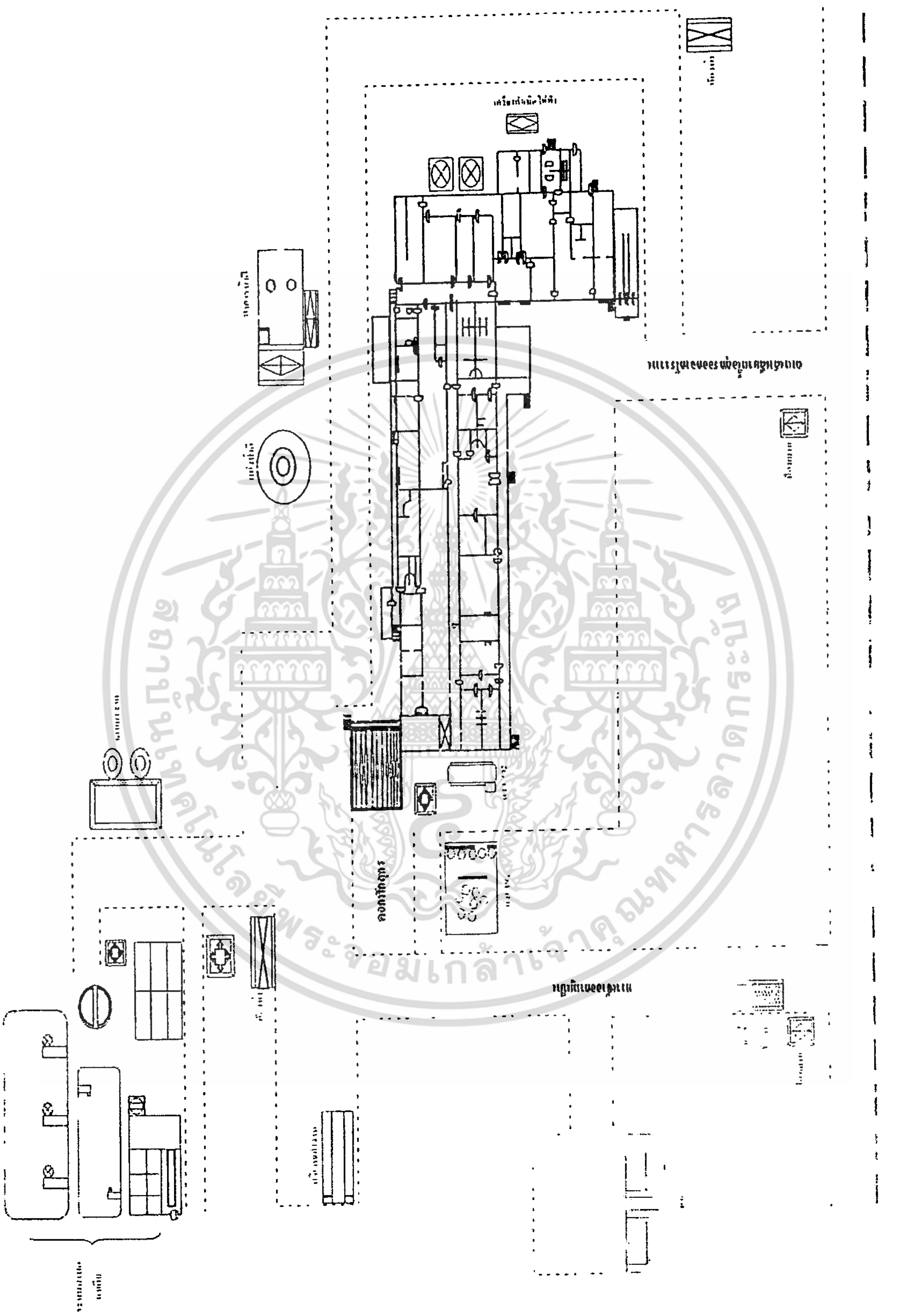
ส่วนที่ 11 : การเตรียมส่งมอบลูกค้า

รูปแบบของแผนผังการผลิตเป็นไปตามมาตรฐานสากล คือ ประกอบด้วย คอกพักสัตว์ เพื่อลดความเครียดของสัตว์จากการเดินทาง จากฟาร์มมายังโรงงาน กระบวนการฆ่าก็เป็นไปแบบไม่ทารุณสัตว์ มีการจัดเตรียมพื้นที่ให้สัตว์เดินเข้าไปสู่บริเวณที่ทำให้สัตว์สลบ โดยการเดินเรียงแถว เพื่อไม่ให้เกิดความเครียด ภายหลังจากสัตว์สลบ ตัวสัตว์จะถูกยกด้วยรอกที่ควบคุมด้วยไฟฟ้า ขึ้นสู่ระบบรางเหนือศีรษะ และซากจะถูกเคลื่อนย้ายได้ตามรางเลื่อนเหนือศีรษะ เข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละต่อไป โดยซากจะไม่สัมผัสกับพื้นหรือผนังใดๆ

ระบบน้ำที่ใช้ในการผลิตของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า ผ่านการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำของกรมปศุสัตว์ โดยที่ระยะทางจากโรงผลิตน้ำถึงอาคารการผลิตเป็นระยะทาง 10 เมตร ระดับแรงดันน้ำที่ใช้เท่ากับ 30 psi

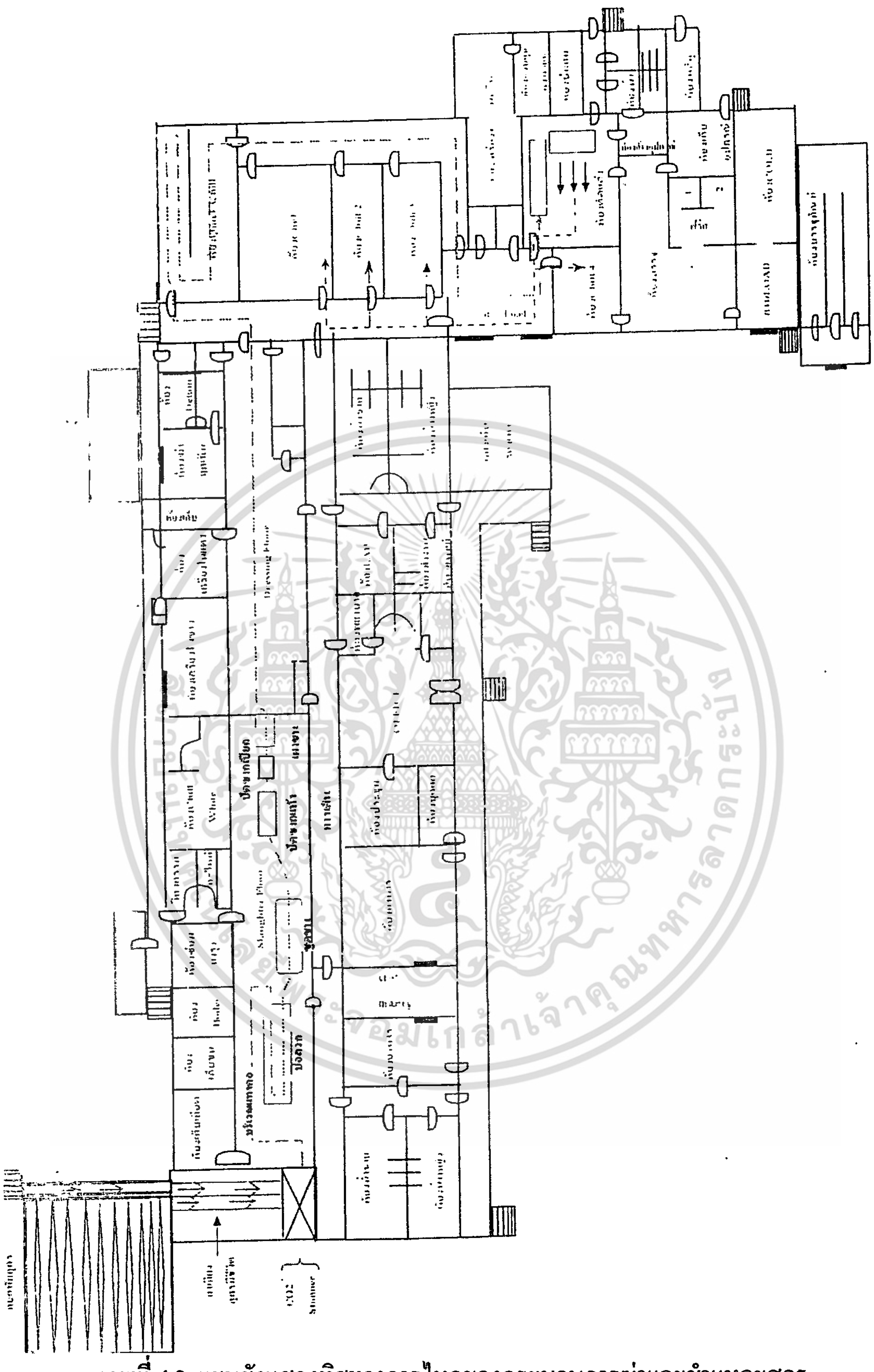
ทางเดินเข้าออกของพนักงานแยกจากทางเข้าของสัตว์มีชีวิต และทางออกของซากเนื้อสัตว์และแยกทางเข้าออก รวมทั้งห้องน้ำ ของพนักงานในส่วนบริเวณการฆ่า พนักงานในส่วนบริเวณการชำแหละผ่าซาก และพนักงานในส่วนบริเวณการตัดแต่ง คลังสินค้า ออกจากกัน มีห้องเปลี่ยนเสื้อบริเวณทางเข้าของพนักงาน โดยที่พนักงาน 3 ส่วนนี้จะเข้าสู่บริเวณการผลิตจะเปลี่ยนเสื้อผ้าที่ห้องน้ำชาย-หญิงก่อนทำการผลิต โดยบริเวณก่อนทางเข้าการผลิตทั้ง 3 ส่วนจะมีอ่างล้างเท้า และอ่างล้างมือแบบใช้เท้าเหยียบ และการฉีดฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ ที่ติดตั้งอยู่ในบริเวณเดียวกัน ซึ่งแสดงในภาพที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



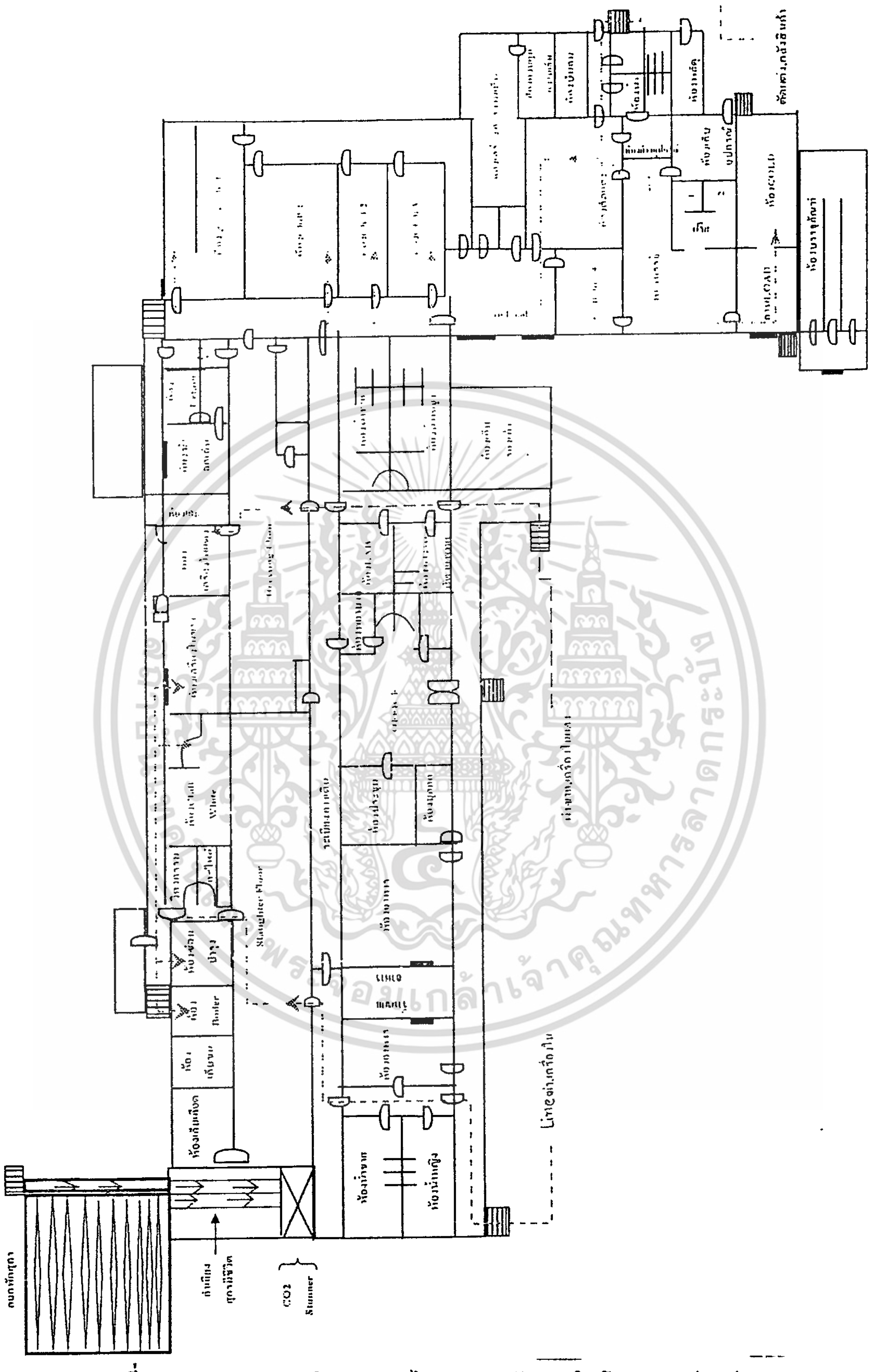
ภาพที่ 4.1 แผนผังโรงงงานแปรรูปสุกรบางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แผนผังแสดงทิศทางการไหลของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แผนผังแสดงทิศทางการไหลของพนักงานในโรงงานแปรรูปสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 กำลังการผลิต

โรงฆ่าแห่งนี้มีกำลังการผลิต 200 ตัว/ชั่วโมง มีสุกรเข้าฆ่าประมาณ 1000 – 1200 ตัว/วัน มีผู้ปฏิบัติงานประมาณ 300 คน ดำเนินการฆ่าสุกรในเวลากลางวัน คือ เวลา 08.00 น. – 15.00 น. เป็นการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และบางส่วนส่งออกไปยังประเทศใกล้เคียง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าชำแหละสุกร

การจัดการของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่านั้น แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 ผลสรุปการจัดการในกระบวนการฆ่าสุกร

กระบวนการ	การจัดการ
1. ฟาร์ม	1. ฟาร์มที่ส่งสุกรมายังโรงฆ่าแห่งนี้ต้องได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์มจากกรมปศุสัตว์ 2. ใช้สุกรลูกผสมเพศเมีย เพศผู้ และเพศผู้ตอน 3. น้ำหนักมีชีวิตส่งฆ่าอยู่ระหว่าง 90 – 120 กิโลกรัม โดยไม่ต่ำกว่า 75 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 150 กิโลกรัม 4. อายุระหว่าง 20 – 24 สัปดาห์ 5. สุกรที่ส่งฆ่ามีสุขภาพดี ไม่แสดงอาการป่วย และมีการสุ่มเจาะเลือดโดยสัตวแพทย์ก่อนออกจากฟาร์ม 6. สุกรได้รับอาหารมื้อสุดท้ายเวลา 16.30 น. ของวันก่อนฆ่า
2. การขนย้ายสุกรมีชีวิต	1. ทำการขนย้ายสุกรในเวลากลางคืน เวลาประมาณ 19.00 น. จนถึง เวลากลางวันประมาณ 14.00 น. 2. ใช้รถบรรทุก 10 ล้อ 2 ชั้น มีคอกแบ่งบรรจุสุกรได้คอกละ 8 – 10 ตัว และมีสะพานเทียบแบบอัตโนมัติติดที่ตัวรถในการขนย้ายสุกร 3. รถ 1 คัน สามารถขนย้ายสุกรได้ประมาณ 80 – 100 ตัวต่อเที่ยว 4. ระยะทางในการขนย้ายสุกรประมาณ 10 – 300 กิโลเมตร 5. ระยะเวลาในการขนย้ายสุกรประมาณ 1 – 5 ชั่วโมง 6. การไล่ต้อนสุกรขึ้น – ลง รถบรรทุกกระทำด้วยความระมัดระวัง 7. มีเขื่อนเทียบถาวรหน้าโรงเรือนสุกรขุนในการเคลื่อนย้ายสุกรจากคอกถึงรถบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กระบวนการ	การจัดการ
3. การพักสุกร	1. มีการชั่งน้ำหนักรายตัวและจดบันทึกข้อมูลที่คอกพัก 2. ที่คอกพักจะมีน้ำให้สุกรดื่มตลอดเวลา มีระบบน้ำพ่นฝอยอัตโนมัติ มีพัดลม และมีการมุ้งลวด เพื่อป้องกันยุง 3. สุกรจะอยู่ในคอกพักเป็นเวลาประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง 4. ระยะเวลาในการอดอาหารประมาณ 12 ชั่วโมง 5. การไล่สุกรออกจากคอกพักเพื่อเข้าสู่กระบวนการฆ่าจะทำในช่วงเวลาประมาณ 08.00 น.
4. การทำให้สลบ	1. ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการทำให้สลบโดยใช้ความเข้มข้นร้อยละ 85 2. โดยสุกรจะถูกต้อนลงไปในกระเช้า ซึ่งมีทั้งหมด 7 กระเช้า ระยะเวลาที่ใช้ระหว่าง 30 วินาที จนถึง 1.5 นาที
5. การฆ่า/การเอาเลือดออก	1. เมื่อสุกรสลบ จะถูกดันออกจากกระเช้า และถูกเกี่ยวบริเวณข้อขาหลัง และถูกชักด้วยรอก เลื่อนไปตามรางอัตโนมัติ 2. การแทงคอเอาเลือดออก โดยใช้มีดปลายแหลมแทงยาวประมาณ 5 – 8 นิ้ว ใช้เวลาประมาณ 3.5 – 4.0 วินาที โดยสุกรแขวนอยู่ในแนวดิ่ง (vertical bleeding) 3. มีการฉีดน้ำล้างทั่วลำตัวสุกร ภายหลังการแทงคอส่วนเลือดจะไหลลงสู่รางรองเลือดด้านล่าง 4. ระยะเวลาที่ทิ้งให้เลือดออกจากซากประมาณ 1.5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

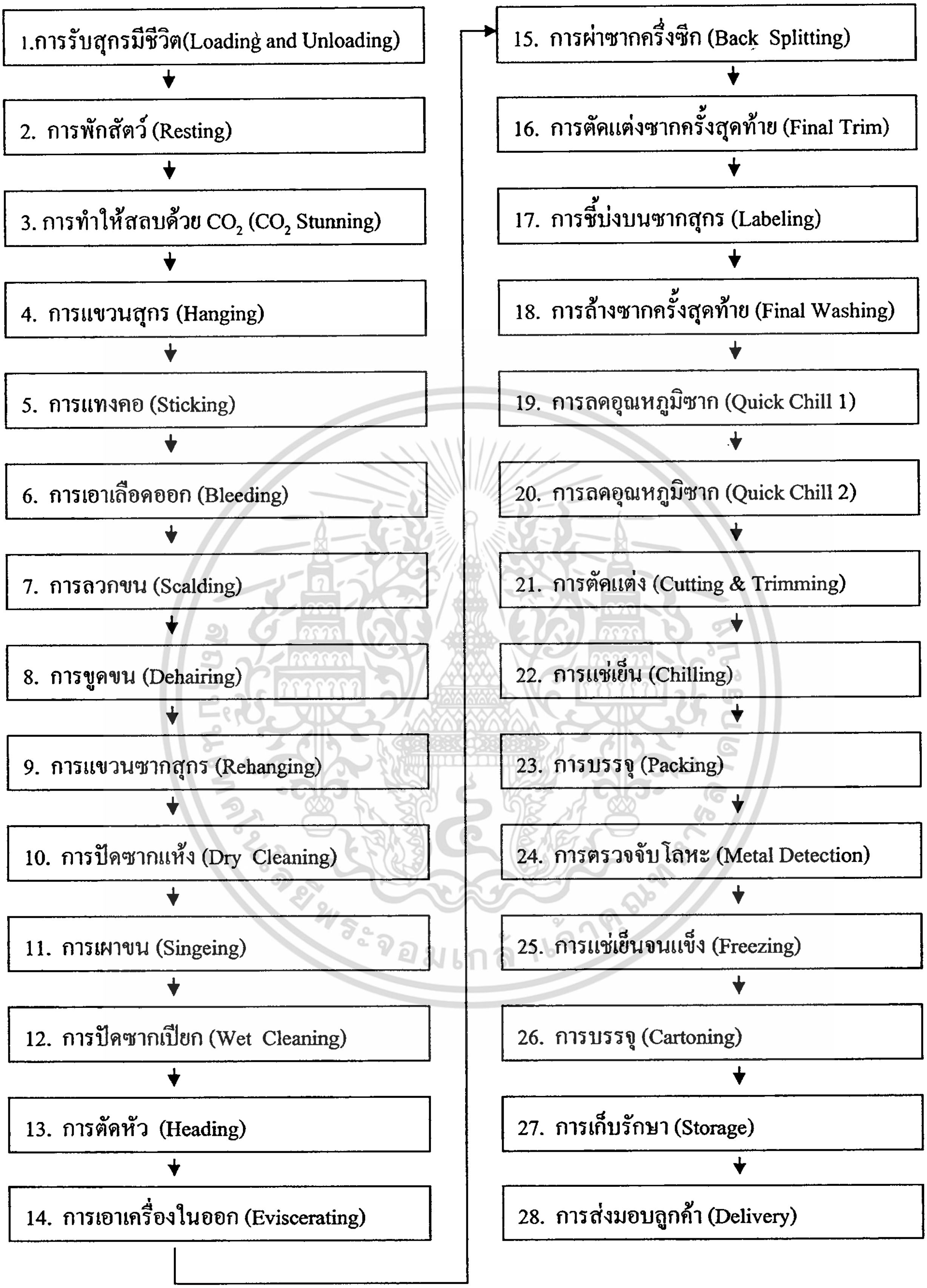
กระบวนการ	การจัดการ
6. การลวกซาก	1. ภายหลังการเอาเลือดออกแล้ว ซากเคลื่อนไปยังถังรวก ซึ่งเป็นถังน้ำร้อนสำหรับลวกซาก (scalding vat) ที่มีลักษณะเป็นรูปตัวยู 2 อุณหภูมิของน้ำในถังรวกประมาณ 59 – 60 องศาเซลเซียส 3. มีระบบฉีดพ่นน้ำร้อนอยู่ภายใน โดยสุกรจะหมุนวนออกมาอย่างช้าๆ 4. ระยะเวลาในการลวกซากประมาณ 6 นาที 5. น้ำที่ใช้ในการลวกซากเป็นระบบน้ำล้น 6. เมื่อทำงานประมาณ 3 ชั่วโมง จะมีการหยุดพัก โดยระหว่างการหยุดพักจะปล่อยน้ำในถังน้ำร้อนออกครึ่งหนึ่งแล้วเติมน้ำร้อนลงไปให้เต็มเหมือนเดิม
7. การขูดขน	1. ซากจะเคลื่อนเข้าสู่เครื่องขูดขน ที่มีแกน 2 แกนหมุนเข้าหากันเพื่อขูดขนบริเวณลำตัวและกีบ 2. หลังจากนั้นซากจะถูกปล่อยลงมาตามรางลงสู่โต๊ะขูดขน โดยมีพนักงานขูดขน 2 – 3 คน ต่อจำนวนสุกรที่ปล่อยลงมา 2 – 3 ตัว เพื่อขูดขนที่ยังติดอยู่ 3. มีการฉีดน้ำล้างตลอดเวลาของการขูดขน
8. การปัดซากแห้ง	1. ซากจะเลื่อนผ่านเครื่องปัดขนระยะทางประมาณ 2 เมตร
9. การเผาขน	1. ซากจะเคลื่อนเข้าสู่เครื่องเผาขน ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 1000 องศาเซลเซียส 2. ระยะเวลาประมาณ 1 – 2 วินาที
10. การปัดซากเปียก	1. ซากจะเลื่อนผ่านเครื่องปัดซากและมีน้ำฉีดพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

กระบวนการ	การจัดการ
11. การเอาเครื่องในออก	1. ซากจะถูกตัดหัวออกก่อน หลังจากนั้นจึงทำการผ่าแยกเอาเครื่องในออกและทำการแยกเครื่องในแดงและเครื่องในขาว 2. เครื่องในแดง และเครื่องในขาวจะถูกแยกใส่ภาชนะกลมที่แขวนหมุนไปตามรางเลื่อนไปยังห้องทำความสะอาดเครื่องใน
12. การผ่าซากครึ่งซีก	1. ใช้มีดเฉพาะที่ใช้ในการผ่าซาก 2. เป็นการผ่าซากโดยใช้แรงคน 3. มีการเอาส่วนของไขสันหลังและต่อมน้ำเหลืองบริเวณคอออก 4. ซากจะเลื่อนไปตามรางผ่านเครื่องชั่งน้ำหนัก และประเมินเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง โดยการวัด LSQ 5. ซากจะเลื่อนเข้าสู่การล้างซากด้วยระบบแรงดันน้ำฉีดพ่นบริเวณผิวซาก ซึ่งแรงดันและปริมาตรของน้ำจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดน้ำหนักของสุกร 6. ระยะเวลาทั้งหมดจากการทำให้สลบจนถึงการแบ่งซีกประมาณ 20 นาที
13. การลดอุณหภูมิซาก	1. ซากจะถูกนำไปลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิห้องประมาณ -7 องศาเซลเซียส 2. โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง 3. หลังจากนั้นซากสุกรจะถูกนำไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิปกติ คือ 0–4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 23 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 กระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

จากการสุ่ม swab คอกพักสุกรทั้งก่อนและหลังสุกรเข้าพัก ดังภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6 สุ่มเก็บน้ำพ่นในคอกพักสุกร ดังภาพที่ 4.7 และสุ่ม swab รถขนส่งสุกร ดังภาพที่ 4.8 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *E. coli* ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

ภาพที่ 4.5 คอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพัก

ภาพที่ 4.6 คอกพักสุกรหลังสุกรเข้าพัก

ภาพที่ 4.7 น้ำพ่นในคอกพักสุกร

ภาพที่ 4.8 รถขนส่งสุกร

ตารางที่ 4.2 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนรถขนส่งสุกร คอกพักและน้ำในคอกพักสุกร

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อ *E. coli*	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อ *E. coli*
รถขนส่งสุกร (MPN/100cm^2) (n =12)	1100 - >1100	> 1100
คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก (MPN/100cm^2) (n =12)	9 - 210	46 ± 65.06
คอกหลังสุกรเข้าพัก (MPN/100cm^2) (n = 12)	210 - >1100	>1100
น้ำคอกพักสุกร (MPN/ml) (n =12)	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่ารถขนส่งสุกรมีปริมาณเฉลี่ยของเชื้อ *E. coli* มากกว่า 1100 MPN/100 cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนมาจากมูลสัตว์ที่ตกค้างในรถขนส่งสุกร และทำให้เกิดการสะสม และเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อ *E. coli* ที่สำคัญไปยังซากสุกรในระหว่างการขนส่ง ดังนั้นจึงต้องมีการทำความสะอาด ฆ่าเชื้อ รถขนส่งสุกร ภายหลังการขนส่งสุกร หรือก่อนเริ่มการขนส่งครั้งต่อไป จากงานวิจัยของ Barham และคณะ (2002) สามารถแยกเชื้อ *E. coli* O157 : H7 ได้ร้อยละ 7.3 จากการswab รถขนส่งวัวที่ทำความสะอาดก่อนขนย้ายวัวขึ้นรถ ชี้ให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุในการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ Smulder และ Van Laack (1992) กล่าวว่าในการขนย้ายสัตว์จากฟาร์มสู่โรงฆ่า จัดว่าเป็นการนำเชื้อจุลินทรีย์แพร่กระจายสู่คน การนำสัตว์จำนวนมากจากแหล่งต่างๆมาอยู่รวมกัน จะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรค จากสัตว์ตัวหนึ่งไปยังสัตว์อีกตัวหนึ่ง และทำให้ความเข้มข้นของ CO_2 และ NH_3 เพิ่มขึ้น และมีผลต่อการเพิ่มการเคลื่อนตัวของสิ่งที่อยู่ในลำไส้สุกร ทำให้มีการขับถ่ายเพิ่มขึ้น และสามารถแยกเชื้อ *Salmonella* และ *E. coli* ได้จากมูลสัตว์ การคัดเลือกฝูงที่มีลักษณะที่ดี มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียน้อยที่สุด ก่อนการฆ่าสามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อไปยังซากได้ (Dickson, 1997)

ในส่วนของคอกพักพบว่า ก่อนนำสุกรเข้าพัก มีปริมาณเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 46 ± 65.06 MPN/100 cm^2 ซึ่งมีจำนวนไม่มาก ทั้งนี้เนื่องจากมีการล้างทำความสะอาดคอกพัก ก่อนสัตว์เข้าพัก แต่อย่างไรก็ตามผลการตรวจวิเคราะห์จากจำนวน 12 ตัวอย่าง มีปริมาณเชื้อต่ำสุดและสูงสุดอยู่ระหว่าง 9-210 MPN/100cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากการทำความสะอาดคอกพักไม่ดีพอ และไม่ทั่วถึงในบางครั้ง ทำให้ยังมีการตกค้างของสิ่งสกปรก ซึ่งจะทำให้เกิดการปนเปื้อนมายังผิวหนังสัตว์ที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่า ส่วนปริมาณของเชื้อตามผนังและพื้นคอกพัก ภายหลังสัตว์เข้าพักแล้วพบว่า มีปริมาณเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย มากกว่า 1100 MPN/100 cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากมีการปนเปื้อนมูลจากตัวสัตว์ ทำให้มีปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างมาก จึงต้องมีการทำความสะอาดคอกพักสัตว์ อย่างสม่ำเสมอทุกครั้งก่อนสัตว์เข้าพักและหลังสัตว์ออกจากคอกพักไปแล้ว ในขณะที่รายงานของ Morgan และคณะ (1987) พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มของสุกร ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 50 ในเวลา 24 ชั่วโมงของการพักสุกรในคอกพัก นอกจากนี้การสัมผัสระหว่างสุกรกันเอง และสุกรกับสิ่งแวดล้อมในคอกพักสัตว์ เป็นการเปิดโอกาสของการปนเปื้อนที่สำคัญ และความหนาแน่นของสุกรในคอกพักสัตว์ก็เป็นสาเหตุหนึ่งของการปนเปื้อน (Morrow *et al.,* 1999) เปรียบเทียบกับการศึกษาของ Small และคณะ (2002) ทำการ swab พื้นผิวคอกพักวัวในโรงฆ่าพบเชื้อ *E. coli* O157 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 50 และจากโรงฆ่าอื่นๆ พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* O157 บริเวณทางเดิน คอกพัก (ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า) และบริเวณทำให้สัตว์สลบ (Tutenel *et al.*, 2003)

ส่วนน้ำในคอกพักสุกรซึ่งเป็นน้ำสำหรับให้สัตว์กิน และใช้ฉีดล้างตัวสัตว์ที่อยู่ในคอกพัก และก่อนที่สัตว์จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละ ไม่พบเชื้อ *E. coli* ตามวิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ เนื่องจากน้ำที่ใช้ในคอกพักสุกรของโรงงาน เป็นน้ำที่ผ่านการกรอง และมีการฆ่า

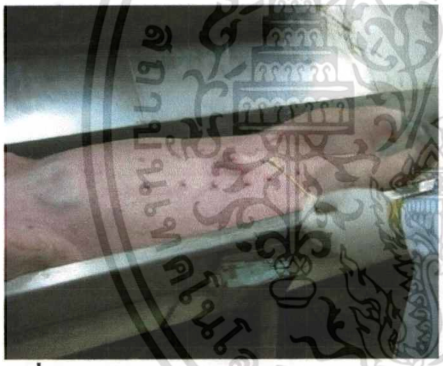
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อด้วยการเติมคลอรีน โดยมีปริมาณคลอรีนอิสระเหลือประมาณ 1 ppm (Parts per million) ทำให้น้ำมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำที่ใช้บริโภค ในขณะที่รายงานของ Schwartz (1999) ได้ทำการสำรวจน้ำในโรงฆ่าสัตว์ พบว่าน้ำที่ใช้สำหรับให้สัตว์บริโภค ที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำที่ใช้บริโภค ไม่น่าจะเป็นสาเหตุของการติดเชื้อ นอกจากจะมีการปนเปื้อนเข้ามาในกระบวนการ recycle น้ำ

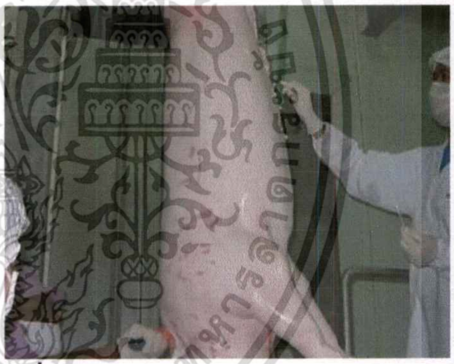
จะเห็นได้ว่ากระบวนการก่อนการฆ่า เป็นแหล่งสะสมเชื้อ *E. coli* ที่สำคัญ โดยมีแหล่งของการปนเปื้อนมาจากมูลของสุกร ทั้งจากรถขนส่งสุกร และในคอกพักสัตว์ ซึ่งจะเป็นแหล่งเริ่มต้นของการปนเปื้อนมายังซากสุกรในกระบวนการฆ่าและชำแหละ

4.4 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

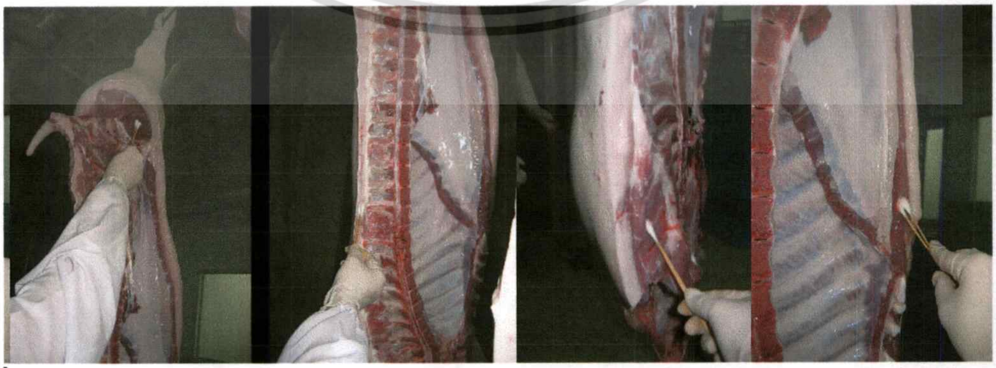
จากการสุ่ม Swab ซากสุกรก่อนลวก ดังภาพที่ 4.9 ซากสุกรหลังการลวก ดังภาพที่ 4.10 ซากสุกรผ่าซีก ดังภาพที่ 4.11 ซากสุกรก่อนแช่เย็น ดังภาพที่ 4.11 แผลแทงคอ ดังภาพที่ 4.12 สุ่มเก็บน้ำลวกซาก ดังภาพที่ 4.13 และ น้ำพ่นซาก ดังภาพที่ 4.14 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *E. coli* ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3



ภาพที่ 4.9 การ Swab ซากสุกรก่อนลวก



ภาพที่ 4.10 การ Swab ซากสุกรหลังลวก

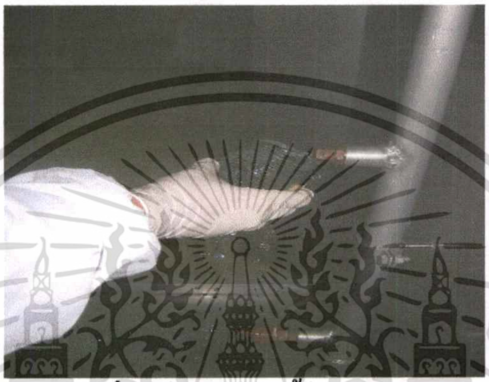


ภาพที่ 4.11 การ Swab ซากสุกรผ่าซีกและสุกรก่อนแช่เย็น บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.12 การ Swab แผลแทงคอ

ภาพที่ 4.13 การเก็บน้ำลวกซากจากถังลวก



ภาพที่ 4.14 การเก็บน้ำพ่นซาก

ตารางที่ 4.3 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าสุกรและชำแหละ

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อ *E. coli*	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อ *E. coli*
ซากสุกรก่อนลวก (MPN/100cm^2) (n = 36)	44 - > 1100	778 ± 377.67
ซากสุกรหลังลวก (MPN/100cm^2) (n = 36)	< 3 - 24	9 ± 6.54
ซากสุกรหลังผ่าซีก (MPN/100cm^2) (n = 36)	< 3 - 26	8 ± 6.22
ซากสุกรก่อนแช่เย็น (MPN/100cm^2) (n = 36)	< 3 - 9	3 ± 2.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าซากสุกรก่อนลวก มีการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* 778 ±377.67 MPN/100 cm^2 โดยการปนเปื้อนจะอยู่บริเวณผิวหนังและขนของสัตว์ ที่ปนเปื้อนด้วยสิ่งสกปรกและมูลสัตว์ ส่วนใหญ่ติดมาตั้งแต่จากฟาร์ม รถขนส่ง และจากคอกพักสัตว์ ซึ่งจากการศึกษาของ Bell (1997) ที่พบว่าร้อยละ 95 ของการปนเปื้อนบริเวณผิวหนังสุกรมาจากการสัมผัสโดยตรงจากมูลสัตว์ ซึ่งพบว่ามีเชื้อ *E. coli* มากกว่า 2 log CFU/cm^2 Troeger และ Woltersdorf (1989) ได้แนะนำว่าควรใช้น้ำสะอาดฉีดล้างตัวสัตว์ก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า จะช่วยควบคุมปริมาณจุลินทรีย์บนซากได้

ภายหลังจากที่ซากสุกรถูกลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป เป็นเวลา 2-3 นาที และผ่านการเผาขนด้วยเปลวไฟอุณหภูมิสูงถึง 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 วินาที พบเชื้อ *E. coli* บนผิวซากเฉลี่ยเพียง 9 ± 6.54 MPN/100 cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกและเปลวไฟสามารถทำลายเชื้อ *E. coli* ได้อย่างสมบูรณ์ แต่ที่ยังพบเชื้อดังกล่าวในบางตัวอย่างเนื่องจากในบางส่วนของผิวซากที่ยังมีขนที่เหลือปกคลุมอยู่ จะสามารถทำให้เชื้อเหลือรอดจากการถูกทำลาย หรืออาจเกิดจากการปนเปื้อนภายหลังการลวกและเผาขนแล้ว ขณะที่ซากเคลื่อนผ่านม่านพลาสติกที่ปนเปื้อน การลวกและเผาขนสามารถลดปริมาณเชื้อ *E. coli* บนผิวซากจากจำนวนระหว่าง 44 - >1100 MPN/100 cm^2 ให้เหลือเพียง 3 – 24 MPN/100 cm^2 ซึ่งเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Gill และ Bryant (1993) ที่พบว่าการเผาขนสามารถลดเชื้อ *E. coli* บนซากสุกรลง 2 log CFU/cm^2 และการลวกซากมีผลต่อการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนผิวซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญ (Sorqvist and Danielsson-Tham, 1986) ดังนั้นในการลวกซากจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อให้ขนนิ่มลงและหลุดร่วงเมื่อมีการปั่นด้วยเครื่องภายในถังลวกแล้ว ยังสามารถทำลายจุลินทรีย์ก่อโรคสำคัญๆ ด้วยและควบคุมระยะเวลาในการถ่ายเทลวกซากน้ำ และคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการลวกซากที่ต้องผ่านเกณฑ์ เรื่องคุณภาพน้ำใช้ที่กำหนดคุณสมบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

ส่วนซากสุกรหลังการผ่าซีกมีปริมาณเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 8 ± 6.22 MPN/100 cm^2 โดยมีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3- 26 MPN/100 cm^2 ซึ่งการปนเปื้อนนี้อาจมาจากมีดและมือพนักงานที่สัมผัสกับซาก หรืออาจเนื่องจากมีการฉีกขาดของท่อทางเดินอาหาร ในขณะทำการล้วงเอาอวัยวะภายในช่องท้อง ได้แก่ ลำไส้ออกจากซาก ในขณะที่รายงานของ Dickson (1997) ที่พบว่าเชื้อแบคทีเรีย Coliforms และ *E. coli* บนซากสุกรหลังการลวก จะมีค่าจุลินทรีย์บนซากเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหรือไม่เพิ่มขึ้นเลย หลังจากการเอาอวัยวะภายในออก Elder และคณะ (2000) ทำการศึกษาพบเชื้อ *E. coli* O157 ในซากวัวระหว่างการฆ่าและชำแหละสูงกว่าที่ข้อมูลที่ทำ ศึกษาถึง 87% จากตัวอย่างซากก่อนการเอาอวัยวะภายในออก และหลังเสร็จกระบวนการฆ่าและชำแหละพบเชื้อ *E. coli* O157 ลดลงเหลือเพียง 2% ชี้ให้เห็นถึงการลดลงของเชื้อ *E. coli* O157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากขั้นตอนก่อนการเอาอวัยวะภายในออกจนถึงหลังเสร็จกระบวนการฆ่าและชำแหละ เป็นสิ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของการสุขาภิบาลที่ดีภายในโรงฆ่า

ซากที่ผ่านการผ่าซีกแล้วจะถูกฉีดพ่นด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปลดอุณหภูมิซากที่มีอุณหภูมิห้องประมาณ -4 ถึง -10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อลดอุณหภูมิซาก ก่อนการนำมาชำแหละและตัดแต่งเป็นชิ้นเนื้อ พบว่าซากก่อนการลดอุณหภูมิมีปริมาณเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 3 ± 2.53 MPN/100 cm^2 เนื่องจากมีการตัดแต่งซากครั้งสุดท้ายร่วมกับการฉีดล้างซากก่อนเข้าห้องลดอุณหภูมิซาก จึงทำให้ปริมาณเชื้อไม่เพิ่มขึ้นและมีการลดลงของปริมาณเชื้อ *E. coli* จากการศึกษาของ Phebus และคณะ (1997) พบว่าการตัดแต่งซากจะช่วยลดเชื้อ *E. coli* 0157:H7 จากเชื้อเริ่มต้น5.14 logs ลงเหลือ 3.1 logs และการตัดแต่งซากร่วมกับการฉีดล้างด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 35° C หรือ 95° F จะช่วยลดเชื้อ *E. coli* 0157:H7 จากเชื้อเริ่มต้น5.19 logs ลงเหลือ 4.7 logs เช่นเดียวกับการผลการศึกษาของ Delazari และคณะ (1998) ที่พบว่าการล้างซากสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ 0-5 log CFU/cm2 ซึ่งขึ้นอยู่ระยะเวลาในการสเปรย์ อุณหภูมิของสารละลาย เช่น กรดอินทรีย์ คลอรีน และ/หรือไตรโซเดียมฟอสเฟต นอกจากนี้อุณหภูมิรอบๆ หรืออุณหภูมิของน้ำล้างประมาณ 35 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้น้อยกว่า 1 log CFU/cm2 ส่วนปริมาณเชื้อบนแผลแทงคอ น้ำลวกซากและน้ำพ่นซาก ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนแผลแทงคอ น้ำลวกซาก และน้ำพ่นซาก

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อ *E. coli*	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อ *E. coli*
แผลแทงคอ (MPN/25cm^2) (n=36)	< 3- 21	6 ± 5.88
น้ำก่อนการลวกซากสุกร (MPN/ml) (n=12)	0	0
น้ำหลังการลวกซากสุกร (MPN/ml) (n=12)	0	0
น้ำพ่นซากก่อนการแช่เย็น (MPN/ml) (n=12)	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการฆ่าสัตว์ของโรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า หลังจากทำให้สัตว์สลบด้วยก๊าซCO_2 แล้ว ทำการแขวนซากสุกรขึ้นด้วยระบบรอกที่ควบคุมด้วยไฟฟ้า และเคลื่อนซากไปตามรางเลื่อนเหนือศีรษะ ช่วยลดการปนเปื้อนของซากสุกรที่จะสัมผัสกับพื้นของโรงงาน โดยซากจะเคลื่อนไปยังขั้นตอนของการแทงคอ และขณะแทงคอสุกรไม่สัมผัสกับพื้น อุปกรณ์ที่ใช้ คือมีดแทงคอ ได้รับการทำความสะอาดก่อนเริ่มปฏิบัติงาน มีอ่างสำหรับเก็บเลือดอยู่ในตำแหน่งที่ซากสุกรถูกแขวนขึ้นด้วยรอกไฟฟ้า เพื่อรองรับเลือดสุกรที่ไหลหลังจากทำการแทงคอ และหลังการแทงคอ มีการใช้น้ำฉีดล้างบริเวณดังกล่าวและมีดเป็นระยะ พบว่าแผลแทงคอ มีปริมาณเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 6 ± 5.88 MPN/25 cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากมีการทำความสะอาดอุปกรณ์และฆ่าเชื้อก่อนการทำงาน และมีการฉีดน้ำล้างเป็นระยะๆ แต่อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* บนแผลแทงคอ อาจมาจากมีดที่ใช้แทงคอสัมผัสผิวหนังที่มีการปนเปื้อนของสุกรขณะแทงคอ ทั้งนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อ *E. coli* ในขั้นตอนก่อนหน้านี้คือ ซากสุกรก่อนลวกค่อนข้างสูงซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Labadie และคณะ (1997) ที่พบว่า ความไม่สะอาดของมีด สามารถทำให้เชื้อแบคทีเรียเข้าสู่กระแสเลือดในระหว่างการเอาเลือดออก และทำให้เกิดการปนเปื้อนบริเวณเนื้อเยื่อที่ลึกของแผลแทงคอและเลือด

ปัจจัยที่มีผลในการลดปริมาณเชื้อในกระบวนการฆ่าสุกรคือ การลวกซากสุกร โรงงานแปรรูปสุกรบางคล้า ทำการลวกซากสุกรในถังลวกซากขนาดใหญ่ ที่มีระบบการหมุนเวียนน้ำแบบ over flow อุณหภูมิน้ำที่ใช้ลวกซากคือ 60 องศาเซลเซียส และน้ำที่นำมาใส่ในถังลวกมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำบริโภค จึงพบว่าน้ำในถังลวกก่อนการลวกซากไม่พบเชื้อ *E. coli* ตามวิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ และอุณหภูมิของน้ำที่ไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้และจุลินทรีย์ก่อโรคอื่นๆได้ และแม้ว่าน้ำที่ผ่านการลวกซากแล้ว ก็ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* เปรียบเทียบกับรายงานของ Mafu และคณะ (1989) ว่าอุณหภูมิของน้ำลวกซากที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรียก่อโรคบางชนิด ได้แก่ *Salmonella, E.coli* และ *Campylobacter* ในน้ำลวก และบนซาก ระหว่างการลวกซาก คืออุณหภูมิ 60-62 องศาเซลเซียส ขั้นตอนของการลวกซากนี้ เป็นขั้นตอนที่สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวหนังและขนได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควรมีการถ่ายน้ำออกบางส่วน เมื่อทำการลวกซากไปแล้วเป็นจำนวนหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อกำจัดตะกอนสกปรกภายในถังลวก เช่น เศษขน จะทำให้น้ำลวกสัมผัสซากได้ดีโดยไม่มีสิ่งสกปรกมาขัดขวาง ซึ่งทำให้น้ำลวกไม่สามารถสัมผัสซากได้อย่างทั่วถึง

ส่วนน้ำที่ใช้พ่นซากสุกรที่ผ่าซีกแล้วก่อนนำไปแช่เย็นตรวจพบไม่พบเชื้อ *E. coli* ตามวิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้เช่นเดียวกัน เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นน้ำที่ผ่านกระบวนการกรองและฆ่าเชื้อ ซึ่งน้ำที่ใช้พ่นซากนี้ ต้องเป็นน้ำที่มีมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคเท่านั้น เพราะเป็นน้ำที่สัมผัสผิวเนื้อซากที่จะนำมาเป็นอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยของ ปรีดา ถาวรประดิษฐ์ และคณะ (2547) ทำการสำรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์น้ำใช้ในโรงฆ่าสุกร จากจำนวนตัวอย่างน้ำใช้ทั้งหมด 517 ตัวอย่าง มีตัวอย่างน้ำใช้ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 52 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10 และเมื่อคิดจากจำนวนโรงฆ่าสุกรทั้งหมด 85 แห่ง มีโรงฆ่าสุกรที่มีตัวอย่างน้ำใช้ผ่านเกณฑ์ มาตรฐานเพียง 23 แห่ง ซึ่งในจำนวนนี้มีโรงฆ่าสุกรเพียง 3 แห่ง ที่มีตัวอย่างน้ำใช้ผ่านทั้ง 3 กลุ่มตัวอย่าง(น้ำในคอกพักสัตว์ ,น้ำในบ่อลวก และ น้ำล้างซาก อุปกรณ์และเครื่องใน) โดยคิดเป็นเพียงร้อยละ 3.5 จากจำนวนโรงฆ่าทั้งหมด 85 แห่ง ซึ่งบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำใช้ในโรงฆ่าสุกรส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำใช้ โดยมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง และเมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลโรงฆ่าสุกรที่ทำการสำรวจจะพบว่าสามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท ประเภทแรกเป็นโรงฆ่าที่ฆ่าสุกรตามหลักสุขศาสตร์ที่ดีสำหรับการฆ่าสัตว์ ซึ่งมีจำนวนเพียง 4 แห่งเท่านั้นกับโรงฆ่าประเภทที่ 2 ที่การฆ่าสัตว์ไม่เป็นไปตามหลักสุขศาสตร์ที่ดี การฆ่าสุกรและซากจะวางบนพื้นตลอด น้ำใช้ในโรงฆ่าไม่ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำมาใช้ ซึ่งมีจำนวนถึง 81 แห่ง คิดเป็น ร้อยละ 95.2 จากตัวอย่างโรงฆ่าสุกรทั้งหมด 85 แห่ง บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำใช้ โดยสามารถ ปนเปื้อนจากแหล่งน้ำ ท่อส่งน้ำ การขาดวิธีการฆ่าเชื้อในน้ำใช้ก่อนนำมาใช้งาน การตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ ในน้ำใช้ในโรงผลิตอาหารเป็นสิ่งจำเป็นมากเนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์และเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่พบในน้ำใช้ในโรงงานจะมีผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ต่อผู้บริโภค ถึงแม้ว่าภายในโรงงานจะมีระบบการควบคุมคุณภาพในการผลิตที่ดี แต่หากน้ำใช้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูง ก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้ปนเปื้อนไปยังผลิตภัณฑ์ เป็นผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์สูงตามไปด้วย หรืออาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในผลิตภัณฑ์ เรื่องคุณภาพน้ำใช้ที่กำหนดคุณสมบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) โดยมีเกณฑ์มาตรฐานน้ำด้านแบคทีเรีย จึงควรจะมีการศึกษาการวางระบบมาตรฐานงานสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่าสัตว์ แต่เนื่องจากปัจจัยในเรื่องต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูง ควรเริ่มศึกษาจากการปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ในโรงฆ่าสัตว์ จะช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่จะติดมากับเนื้อสุกร เนื่องจากน้ำใช้มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนฆ่าสัตว์ ตั้งแต่น้ำในคอกพักน้ำในบ่อลวกและน้ำที่ใช้ล้างซาก อุปกรณ์ และเครื่องใน และวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำยังเป็นวิธีที่ง่าย ลงทุนต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปรับปรุงวิธีอื่น เช่น การปรับปรุงโครงสร้างอุปกรณ์ และเครื่องมือ ดังนั้นการปรับปรุงคุณภาพน้ำจึงน่าจะเป็นทางเลือกแรกสำหรับโรงฆ่าสุกรที่มีทุนทรัพย์ไม่มาก โดยเฉพาะโรงฆ่าสุกรที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง ในการที่จะลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่จะติดมากับเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การปนเปื้อนในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

จากการ swab จากตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง ได้แก่ ชิ้นส่วนสะโพก ดังภาพที่ 4.15 และชิ้นเนื้อหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ดังภาพที่ 4.15 มีดก่อนและหลังการตัดแต่ง ดังภาพที่ 4.16 มือพนักงานก่อนและหลังก่อนการตัดแต่ง ดังภาพที่ 4.17 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร ผลดังแสดงในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6

ภาพที่ 4.15 การSwab ชิ้นเนื้อสุกรภายหลังแต่งการตัดแต่งและชิ้นเนื้อหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ˚C ชั่วโมง

ภาพที่ 4.16 การ Swab มีดก่อนและหลังการตัด

ภาพที่ 4.17 การ Swab มือพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่ง

ภาพที่ 4.18 การ Swab โต๊ะก่อนและหลังการตัดแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนผิวชิ้นเนื้อสุกรตัดแต่งและชิ้นเนื้อแช่เย็น

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อ *E. coli*	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อ *E. coli*
ชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่ง (MPN/100cm^2) (n= 36)	< 3 – 9	3 ± 1.90
ชิ้นเนื้อแช่เย็น 48 ชั่วโมง (MPN/100cm^2) (n= 36)	< 3	< 3

จากปริมาณเชื้อบนผิวซากก่อนลดอุณหภูมิซากที่มีปริมาณเฉลี่ยของเชื้อ *E. coli* 3 ± 2.53 MPN/100 cm^2 หลังผ่านการลดอุณหภูมิซากครั้งที่ 1 และ 2 และทำการตัดแต่งซากจนได้เป็นชิ้นเนื้อ ทำการ Swab ชิ้นเนื้อสะโพกพบว่าปริมาณเฉลี่ยของเชื้อ *E . coli* บนผิวเนื้อสะโพกภายหลังการตัดแต่งมีค่า 3 ± 1.90 MPN/100 cm^2 ซึ่งปริมาณเฉลี่ยของเชื้อ *E. coli* ลดลงเพียงเล็กน้อย Ingram และ Roberts (1976) รายงานว่าจำนวนเชื้อ *Enterobacteriaceae* Coliforms และ *E. coli* บนซากมีจำนวนลดลงหลังการลดอุณหภูมิซากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการลดอุณหภูมิซาก และการฉีดพ่นล้างซากด้วยน้ำสะอาด ยังเป็นการล้างสิ่งสกปรกออกจากซากด้วย นอกจากนี้ Gill และ McGinnis (2000) ที่พบเชื้อ *E. coli* ร้อยละ 8.9 บนเนื้อสุกรระหว่างการตัดแต่ง อาจเกิดการปนเปื้อนจากเครื่องมือที่ทำความสะอาดไม่ดี และภายหลังการนำชิ้นเนื้อที่ตัดแต่งแล้วไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/ml ซึ่งอาจอาจกล่าวได้ว่าตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ตามวิธีการวิเคราะห์ในการศึกษานี้ เนื่องจากอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสของการแช่เย็น จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อดังกล่าว ทำให้ไม่สามารถตรวจพบได้ ในขณะที่ผลการทดลองของ Dorsa (1997) ที่พบว่าหลังการนำชิ้นเนื้อที่ตัดแต่งแล้ว ไปเก็บที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สามารถยับยั้งจำนวนของเชื้อ *E. coli* ลงได้ 1.2 log CFU/cm^2 การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในขั้นตอนการตัดแต่งชิ้นเนื้อ มักมาจากมีดที่ใช้ตัดแต่ง โต๊ะตัดแต่ง และมือพนักงาน จากการศึกษานี้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* บนมีด และมือพนักงานทั้งก่อนและหลังการตัดแต่ง ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ส่วนโต๊ะก่อนการตัดแต่งไม่พบการปนเปื้อน แต่ภายหลังการตัดแต่งแล้ว พบการปนเปื้อนเฉลี่ย 4 ±3.58 MPN/100 cm^2 ซึ่งอาจมาจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมในระหว่างการใช้งานเป็นระยะ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการผลิตได้เช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้จากการศึกษาพบว่าเมื่อพนักงานไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งแล้ว จะมีผลต่อการเกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกร เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ปี 2536 กำหนดค่าเชื้อ *E. coli* บนมือผู้สัมผัสอาหารไม่เกิน 7 CFU/25 cm^2 ซึ่งงานวิจัยของ Smulders และ Eikelenboom (1987) พบว่าเทคนิควิธีการและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานชำแหละซาก จะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อระดับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่ทำการชำแหละซากจะต้อง

พยามยามหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากการสัมผัส อาจจะมีการใช้ตะขอเกี่ยวเนื้อแทนที่จะมีการสัมผัสด้วยมือ นอกจากนี้มีดที่ใช้ในการตัดแต่งก็มีความสำคัญ จะพบว่าเมื่อทำการชำแหละซากอุ่นจะทำให้มีดนั้นทื่อได้ง่ายมีผลทำให้ยากต่อการตัดแต่ง นอกจากนี้เนื้อที่ยังอยู่ในสภาพที่ร้อนจะมีความลื่นมือยากต่อการจับ ดังนั้นจึงควรมีการใช้ถุงมือโลหะเพื่อทำให้จับเนื้อให้มั่นขึ้นและป้องกันอันตรายจากมีดได้ แต่การใช้ถุงมือโลหะนั้นจะต้องถูกสุขลักษณะไม่ควรให้คราบเลือดไขมัน และเศษเนื้อติดถุงมือ ควรทำความสะอาดทุกช่วงของการพักการปฏิบัติงานไม่ควรให้ aerobic colony count เกิน 10^9 cfu/g และ Enterobacteriacea colony count ต้องไม่เกิน 10^8 cfu/g การล้างถุงมือโลหะโดยวิธีการธรรมดาอาจจะไม่สะอาดพอ ดังนั้นจึงนำเอาวิธีการที่ทันสมัยมาทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคได้แก่ วิธีการ ultrasonic cavitation ซึ่งวิธีการนี้จะขจัดสิ่งสกปรกที่เกาะอยู่ออกหมด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ถุงมือในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการตัดแต่ง anaerobic colony count ไม่ควรเกิน 10^5 cfu/g และ Enterobacteriacea colony count ต้องไม่เกิน 10^4 cfu/g

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อ *E. coli* บนอุปกรณ์และมือพนักงานในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง

ตัวอย่าง	ปริมาณเชื้อ *E. coli*	ค่าเฉลี่ยของปริมาณเชื้อ *E. coli*
มีดก่อนการตัดแต่ง (MPN/มีด) (n=12)	< 3 - 3.6	< 3
มีดหลังการตัดแต่ง (MPN/มีด) (n=12)	< 3	< 3
มือพนักงานก่อนการตัดแต่ง (MPN/มือ) (n=12)	< 3	< 3
มือพนักงานหลังการตัดแต่ง (MPN/มือ) (n=12)	< 3	< 3
โต๊ะก่อนการตัดแต่ง (MPN/100cm^2) (n=12)	< 3 - 3.6	< 3
โต๊ะหลังการตัดแต่ง (MPN/100cm^2) (n=12)	< 3 - 12	4 ± 3.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษานี้ พบว่าการจัดการเกี่ยวกับสุขลักษณะส่วนบุคคลในโรงงานแปรรูปรูปสุกรบางคล้าดีมาก ได้แก่ มีสุขลักษณะการปฏิบัติงานที่ดี เช่น ณ จุดปฏิบัติงาน มีการติดตั้งอ่างล้างมือและมีการฆ่าเชื้อมือด้วยแอลกอฮอล์ ก่อนการเริ่มปฏิบัติงานและทุกๆ 2 ชั่วโมงในขณะปฏิบัติงาน พนักงานทุกคนสวมถุงมือในขณะปฏิบัติงาน มีการจัดแบ่งพนักงานในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจนโดยไม่ข้ามหน้าที่

การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อของโรงฆ่าสุกร มีปริมาณสูงหรือต่ำ สืบเนื่องมาจากกระบวนการก่อนการฆ่า แต่จากผลการทดลองทั้งหมดข้างต้น พบว่าการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่า มีแนวโน้มของการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ลดลงตามกระบวนการฆ่าตามลำดับ ในขณะที่รายงานของ Bouvet และคณะ (2002) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของกระบวนการฆ่า ต่อการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* และ *E. coli* O157:H7 บนซากสุกรพบว่าอุจจาระเป็นแหล่งปนเปื้อนที่สำคัญในการพบ VTEC ถึงร้อยละ 31 นอกจากนี้การปนเปื้อนของซากมีการลดลงตามกระบวนการฆ่าจาก จากร้อยละ 46 เหลือร้อยละ 15 ตรงกันข้ามกับการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมมีจำนวนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 7 เป็นร้อยละ 29 ประเทศอเมริกาได้ทำการศึกษาพบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157 บนซากสุกรลดลงตามลำดับของกระบวนการฆ่าและชำแหละโดยการปนเปื้อนในขั้นตอนก่อนการเอาเครื่องในออก, ขั้นตอนหลังการเอาเครื่องในออก และ หลังเสร็จสิ้นกระบวนการ พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157 87%, 57% และ 17% ตามลำดับ (Warren, 2002)

ดังนั้นในการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละควรปฏิบัติดังนี้

1) ใช้น้ำสะอาดฉีดล้างตัวสัตว์ก่อนทำการฆ่า

2) ควบคุมอุณหภูมิของน้ำในบ่อลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุมระยะเวลาในการเปลี่ยนถ่ายน้ำลวกซาก

3) ควบคุมให้พนักงานปฏิบัติตามคู่มือการปฏิบัติงานในการล้าง ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอและเคร่งครัด เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งสุกรหรือจากผู้ปฏิบัติงาน

4) ควบคุมคุณภาพน้ำใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล พบว่าปัจจัยสำคัญต่อการปนเปื้อนของ *E. coli* ในขั้นตอนก่อนการฆ่า และชำแหละ คือรถขนส่งสุกร ซึ่งมีปริมาณเชื้อสูงกว่า 1100 MPN/100 cm^2 เนื่องจากมูลสัตว์ที่ตกค้างในรถขนส่งสุกร รวมถึงคอกพักสุกร ซึ่งมีเชื้อสะสมก่อนสุกรเข้าพัก เฉลี่ย 46 ± 65.06 MPN/100 cm^2 และภายหลังสุกรเข้าพักมีปริมาณเชื้อสูงกว่า 1100 MPN/100 cm^2

ในกระบวนการฆ่า พบว่าปริมาณเชื้อ *E. coli* มีแนวโน้มลดลงตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการฆ่า โดยบนผิวซากก่อนการลวก จะมีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 778 ±377.67 MPN/100 cm^2 และปริมาณเชื้อจะลดลงภายหลังจากผ่านขั้นตอนการลวกซาก เผาขนและปัดขน พบเชื้อ *E. coli* บนผิวซากเฉลี่ยเพียง 9 ± 6.54 MPN/100 cm^2 เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกซาก 60 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิการเผาขน 1000 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อลงได้ แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการผ่าซีกซากสุกร สามารถพบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ได้ จากอวัยวะภายใน เช่น ลำไส้ โดยซากสุกรหลังการผ่าซีกมีปริมาณเชื้อ *E. coli* เฉลี่ย 8 ± 6.22 MPN/100 cm^2 แต่ภายหลังการตัดแต่งซากครั้งสุดท้ายและการฉีดน้ำล้างซาก ก่อนนำซากไปลดอุณหภูมิ สามารถลดปริมาณเชื้อบนผิวซากได้ดี โดยพบเชื้อบนผิวซากภายหลังการตัดแต่งซากครั้งสุดท้าย และการล้างมีปริมาณเฉลี่ยเชื้อ *E. coli* 3 ± 2.53 MPN/100 cm^2 ซึ่งการตัดแต่งซากครั้งสุดท้ายและการฉีดล้างซากด้วยน้ำสะอาดเป็นสิ่งจำเป็นในกระบวนการฆ่า ที่สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ก่อนการนำซากเข้าลดอุณหภูมิซาก

ในกระบวนการตัดแต่ง พบว่าปริมาณเชื้อ *E. coli* บนผิวซากภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/100cm^2 ปัจจัยการปนเปื้อนที่สำคัญในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร คือ สุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงาน และอุปกรณ์ในการตัดแต่งซาก ซึ่งผลการศึกษาจากโรงงานที่ได้มาตรฐานสากลนี้ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* บนมือพนักงานและ อุปกรณ์ โต๊ะ ก่อนการตัดแต่ง แต่พบการปนเปื้อนของเชื้อบนโต๊ะภายหลังการตัดแต่ง จึงจำเป็นที่จะต้องทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโต๊ะ อุปกรณ์ และมือพนักงานที่จะสัมผัสชิ้นเนื้อ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม

ส่วนในน้ำที่ใช้ในบริเวณการผลิต และใช้ในการฉีดล้างซาก ได้แก่ น้ำในคอกพักสุกร น้ำก่อนการลวกซากสุกร น้ำหลังการลวกซาก และ น้ำพ่นซากก่อนการแช่เย็น ตรวจไม่พบเชื้อ *E. coli* ทั้งนี้เนื่องจากมีการบำบัดและเติมสารคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อในน้ำก่อนนำมาใช้ และมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้สำหรับลวกซาก ไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อของโรงฆ่าสุกรปริมาณสูงหรือต่ำ มีผลสืบเนื่องมาจากกระบวนการก่อนการฆ่า ซึ่งจากผลการศึกษานี้พบว่าการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละมีแนวโน้มลดลง ตามลำดับขั้นตอน การป้องกันหรือลดการปนเปื้อนของตัวสัตว์ก่อนฆ่า และการจัดการขั้นต้น เช่น การขนส่งสัตว์ การพักสัตว์ การฆ่าและชำแหละ การตัดแต่ง เป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมตั้งแต่การจัดการฟาร์ม การขนส่งจนกระทั่งถึงโรงงาน จะต้องมีระบบการรับวัตถุดิบที่ดี เพื่อให้สามารถแน่ใจว่า ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในกระบวนการฆ่า และตัดแต่งเนื้อของโรงฆ่าและชำแหละสุกรที่ได้มาตรฐานสากลนี้ สามารถนำไปเป็นข้อมูล ในการทวนสอบระบบ GMP และ HACCP สำหรับโรงฆ่าและชำแหละสุกรนี้ และยังสามารถใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบ ในการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) สำหรับโรงฆ่าและชำแหละสุกรแห่งอื่นๆ และยังใช้เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อยืนยันความปลอดภัยของเนื้อสุกร ในการเจรจาทางการค้า

แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการเก็บตัวอย่างในช่วงเริ่มต้นของการฆ่าและชำแหละสุกรในแต่ละวัน จึงทำให้ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* ในระดับต่ำ จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติม โดยศึกษาการปนเปื้อนในช่วงกลาง และช่วงท้ายของการฆ่าและชำแหละสุกรในแต่ละวัน เพื่อให้ได้ข้อมูลในการนำมาแก้ไข ปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานในโรงฆ่าแห่งนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. "ข้อมูลจำนวนสุกรและเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรในประเทศปี 2548." สำนักควบคุมป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์. [Online]. Available : http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly48/book/stock/graph07.xls (Accessed : May 2006).

คมแข พิลาสสมบัติ. 2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลกติก และคลอรีน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย. 2545. **เอกสารแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์ อรุณี ส่าระยา และ มาลิน จุลศิริ. 2540. "การปนเปื้อนของ *E. coli* O157:H7 ในผลิตภัณฑ์อาหาร." หน้า 381-386. ใน **การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35.** กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุฑารัตน์ เลี่ยนกัตตวา. 2545. "ผลของกรดกลูโคนิค กรดแอสคอร์บิก และสารไนซินต่อการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella derby* และเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกร." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2536. คุณภาพเนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีการตัดแต่งและสุขศาสตร์เนื้อสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. น.1-12.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล คมแข พิลาสมบัติ และประภาพร ขอไพบูลย์. 2540. "การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน." หน้า 94-95. ใน **การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุไรรัตน์ รุ่งโรจนารักษ์ และ ศรีสิทธิ์ การุณยะวานิช. 2535. "ข้อกำหนดสุขลักษณะของอาหารทั่วไป." **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 34 : 47-52

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

นงคราญ เรืองประพันธ์. 2543. คุณลักษณะทางสุขศาสตร์ของเนื้อหมูและตับหมูของจังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิชาการสาธารณสุข** ปีที่ 10 ฉบับที่ 3. กรกฎาคม- กันยายน 2544. หน้า 548.

ปรีดา ถาวรประดิษฐ์ ไชยญา เจริญสวัสดิ์ และ สุชาดา สุสุทธิ. 2547. "การสำรวจคุณภาพน้ำด้านการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในโรงฆ่าสุกร." **วารสารสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 1.** ปีที่ 4 ฉบับที่ 3, ประจำเดือนกันยายน-ธันวาคม. [Online]. Available : http://www.dld.go.th/region7/research/standard_swine_killer.htm (Accessed : May 2006).

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2536. เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร และภาชนะสัมผัสอาหาร.

ศศิธร คณะรัตน์ และ กาญจณี ธรรมาพิพัฒนกุล. 2534. "การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์ในห้องปฏิบัติการ." **เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อฝ่ายสัตวแพทย์สาธารณสุข กรมปศุสัตว์.**

สถาบันคลังสมองของชาติ (Knowledge Network Institute of Thailand). 2548. โครงการศึกษาสถานการณ์และระบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหารของประเทศไทย. ปีที่ 2 ฉบับที่ 5 ประจำเดือน กันยายน-ตุลาคม. [Online]. Available : http://www.knit.or.th/foodsafety/docs/newsletter10.pdf (Accessed : May 2006).

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2544. **คู่มือความปลอดภัยของอาหาร.** หน้า 57-58

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. ปัญหาสภาพความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารด้านปศุสัตว์และสัตว์ปีก โครงการวิเคราะห์ปัญหาสภาพความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารที่มีต่อผู้บริโภค. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. สถานการณ์การผลิตสุกร ปี 2549. [Online]. Available : http://www.oae.go.th/mis/Forecast/MAR49/type/s_21.htm (Accessed : May 2006).

อุมาพร ศิริพินทุ์. 2538. สัตว์บกและผลิตภัณฑ์ ในวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น. สาขาวิชาคหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี. 408 น.

อุไม บิลหมัด และ ศุภลักษณ์ จันทร์อุดม. 2544. "Hemolytic *Escherichia coli* ในสุกรที่แสดงอาการท้องเสียและดื้อยาต้านจุลชีพในภาคใต้ของประเทศไทย." **วารสารสัตว์แพทย์.** 11(2) : 25-31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Acuff, G.R., A. Castillo and J.W. Savell. 1997. "Hot water rinses." Proc. Recipr. Meat Conf., **American Meat Science Association**, Chicago, IL. 49 : 125-128.

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

Avery, S.M., E. Liebana., M. Hutchison and S. Buncic. 2004. "Pulsed field gel electrophoresis of related *Escherichia coli* O157 isolates associated with beef cattle and comparison with unrelated isolates from animals, meats and humans." **Int. J. Food Microbiol.** 92 : 161-169.

Ayres, J.C. 1955. "Microbial implications in the handling, slaughtering and dressing of meat animals." **Advanced Food Res.** 6 : 109-161.

Bacon, D.,C.P. Ewing, D.H. Burr, D.M. Rollins and P. Guerry. 1999. "Differences in virulence between *Campylobacter jejuni* 81-176 and NCTC 11168." In 10th International Workshop on **CHRO *(Campylobacter, Helicobacter,* and Related Organisms),** 12–16 September, Baltimore, MD. p. 95.

Barkate, M.L., G.R. Acuff, L. Lucia and D.S. Hale. 1993. "Hot water decontamination of beef carcasses for reduction of initial bacterial numbers." **Meat Science.** 35 : 397-401.

Barham, A. R., B. L. Barham, A.K. Johnson, D.M. Allen, J.R. Blanton and M.F. Miller. 2002. "Effects of the transportation of beef cattle from the feedyard to the packing plant on prevalence levels of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* spp." **J. Food Prot.** 65 : 280-283.

Beach, J.C., E.A. Murano and G.R. Acuff. 2002. "Serotyping and antibiotic resistance profiling of Salmonella in feedlot and nonfeedlot beef cattle." **J. Food Prot.** 65 : 1694-1699.

Bell, R.G. 1997. "Distribution and sources of microbial contamination on beef carcass." **J. Appl. Microbiol.** 82 : 292-300.

Berends, B.R., F. Van Knapen, J.M.A. Smijders and D.A.A. Mossel. 1997. "Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses." **Int. J. Food Microbiol.** 36 : 199-206.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bolder, N. M. 1997. "Decontamination of meat and poultry carcasses." **Trends Food Sci. Technol.** 8 : 221-227.

Bolton, D., A. Doherty and J. Sheridan. 2001. "Beef HACCP: intervention and nonintervention systems." **Int. J. Food Microbiol.** 66 : 119-129.

Bouvet, J., C. Bavai, R. Rossel, A. Le Roux, M.P. Montet, S. Ray-Gueniot, C. Mazuy, C. Arquilliére and C. Vernozy-Rozand. 2001. "Prevalence of verotoxin-producing *Escherichia coli* and *E. coli* 0157:H7 in pig carcasses from three French slaughterhouses." **Int. J. Food Microbiol.** 71 : 249-255.

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

Castelo, M. M., M. Koohmaraie and E.D. Berry. 2001. "Microbial and quality attributes of ground pork prepared from commercial pork trim with combination intervention processes." **J. Food Prot.** 64 : 1981-1987.

Castillo, A., L. Lucia, K. Goodson, J. Savell and G. Acuff. 1998. "Use of hot water for beef carcass decontamination." **J. Food Prot.** 61: 19-25.

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

Chang, V.P., E.W. Mills and C.N. Cutter. 2003. "Reduction of bacteria on pork carcasses associated with chilling method." **J. Food Prot.** 66 : 1019-1024.

Cutter, C.N., W.J. Dorsa and G.R. Siragusa. 1997. "Parameters affecting the efficacy of spray washes against *Escherichia coli* O157:H7 and fecal contamination of beef." **J. Food Prot.** 60 : 614-618.

Davies, R.H.,I.M. McLaren and S. Bedford. 1999. "Distribution of *Salmonella* contamination in two pig abattoirs." In Proceedings of the 3rd International Symposium on **the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork.** Washington DC, USA. p. 267–272.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Dickson, J. S. 1997. Hot Water Rinses as a Bacteriological Intervention Strategy on Swine Carcasses. Proceedings of The Food Safety Consortium Annual Meeting, Kansas City, MO. [Online]. Available : http://www.extension.iastate.edu/Pages/ansci/swinereports/asl-1612.pdf (Accessed : August 2005).

Dickson, J.S. and M.E. Anderson. 1992. "Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems." **J. Food Prot.** 55 : 133-140.

Dorsa, W. J. 1997. "New and established carcass decontamination procedures commonly used 30 in the beef-processing industry." **J. Food Prot.** 60 : 1146-1151.

Doyle, M. P. and V. V. Padhye. 1989. "*Escherichia coli.*" In M. P. Doyle (ed.) , **Foodborne bacterial pathogens**. Marcel Dekker, New York. p. 235-281.

Eilert, S. J. 1997. **What quality controls are working in the plant?** In: Proc Pork Quality Summit. July 8-9. National Pork Producers Council. Des Moines, IA. p. 59-63.

Eisel, W.G., R.H. Linton and P.M. Muriana. 1997. "A survey of microbial levels for incoming raw beef, environmental sources and ground beef in a red meat processing plant." **Food microbiol.** 14 : 273-282

Elder, R. O., J.E. Keen, G.R. Siragusa, G.A. Barkocy-Gallagher, M. Koohmaraie and W.W. Laegreid. 2000. "Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in feces, hide, and carcasses of beef cattle during processing." *Proc.* **Natl. Acad. Sci.** USA. 97 : 2999-3003.

Ellerbroek, L. 1997. "Airborne microflora in poultry slaughtering establishments." **Food Microbiology.** 14(6) : 527-531.

European commission health & consumer protection directorate. 2001. Staff paper on the results of a series of missions to review the operations of control over verocytotoxigenic *Escherichia coli* in the food production sector with particular reference to red meat, meat products and milk/milk products. General directorate F-Food and venterinary Office. [Online]. Available : http://europa.eu.int/comm/food/fvo/specialreports/sr_rep_4320-2001_en.pdf. (Accessed : January 2006).

FDA (Food and Drug Administration) 1992. **Bacteriological Analytical Manual.** 7^{th} edition. AOAC International Arlington. VA.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fenlon, D.R., I.D. Ogden, A. Vinten and I. Svoboda. 2000. "The fate of *Escherichia coli* and *E. coli* O157 in cattle slurry after application to land." **J.Appl. Microbiol.** 88 : 149-156.

Food Safety and Inspection Service. 1996. "Achieving the zero tolerance performance standard for beef carcasses by knife trimming and vacuuming with hot water and steam; Use of acceptable carcass interventions for reducing carcass contamination without prior agency approval." Notice of Policy Change. Federal Register Washington, D.C. 61 : 15024-15027.

Food Safety Authority of Ireland. 1999. *E. coli* O157 Preventing the spread of infection in the abattoir. [Online]. Available : http://www.fsai.ie/publications/leaflets/EcoliO157_Leaflets/foodfactory.pdf (Accessed : December 2005).

Gerats, G.E., J.M.A. Snijders and J.G. van Logtestijn. 1981. "Slaughter techniques and bacterial contamination of pig carcasses." In Proceedings of the 27th European Meeting of **Meat Research Workers** Vienna, Austria. p. 198–200.

Gill, C. O. 1999. "HACCP by guesswork or by the numbers." **Food Quality,** January-February. 6 : 28-32.

Gill, C. O. 1998. "Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs." In :**The Microbiology of Meat and Poultry**, A. Davies and R. Board, Eds. Blackie Academic & Professional, London. p. 118-157.

Gill, C. O. 2000. Microbiological testing and safety of beef: Summary of the Task Force's conclusions. **International Livestock Congress** .Houston, Texas, USA. p. 1-4.

Gill, C.O., D. Bedard and T. Jones. 1997. "The decontaminating performance of a commercial apparatus, for pasteurizing polished pig carcasses." **Microbiol Ecology in Health and Disease.** 12 : 81-84.

Gill, C.O., D.S. McGinnis, J. Bryant and B. Chabot. 1995. "Decontamination of commercial, polished pig carcasses with hot water." **Int. J. Food Microbiol.** 12 : 143–149.

Gill C. O, F. Dussault, R.A. Holley, A. Houde, T. Jones, N. Rheault, A. Rosales and S. Quessy. 2000. "Evaluation of the hygienic performances of the processes for dressing and cooling pig carcasses at eight packing plants." **Int. J. Food Microbiol.** 58 : 65–72.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gill, C. O. and J. Bryant. 1992. "The presence of Escherichia coli, Salmonella and Campylobacter in pig carcass dehairing equipment." **Food Microbiol.** 10 : 337-344.

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

Gill, C. O. and J.G. McGinnis. 2000. "Contamination of beef trimmings with *Escherichia coli* during a carcass breaking process." **Food Res. Int.** 33 : 125-130.

Gill, C.O. and T. Jones. 1997. "Assessment of the hygienic characteristics of a process of dressing pasteurized pig carcasses." **Food Microbiol.** 14 : 81-91.

Gill, C. O. and T. Jones. 2000. "Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing." **J. Food Prot.** 63 : 167-173.

Gorman, B.M., J.B. Morgan, J.N. Sofos and G.C. Smith. 1995. "Microbiological and visual effects of trimming and/or spray-washing for removal of fecal material from beef." **J. Food Prot.** 58 : 984-992.

Grandin, T. 1998. "Objective scoring of animal handling and stunning practices in slaughter plants." **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 212 : 36-39.

Graves Delmore, L. R., J.N. Sofos, G.R. Schmidt and G.C. Smith. 1997. "Inactivation of pathogenic bacteria by the chemical dehairing process proponed for use on beef carcasses before slaughter." Proc. 50th **American Meat Science Assoc.** Reciprocal Meat Conf., June 29-July 2, Iowa State University, Ames, IA. p. 163-164.

Graves Delmore, L.R., J.N. Sofos, G.R. Schmidt and G.C. Smith. 1998. "Decontamination of inoculated beef tissue through application of sequential spraying treatments." **J. Food Science.** 63 : 890–893.

Grinffin, P. M. and R.V. Tauxe. 1991. "The epidemiology of infections caysed by *Escherichai coli* O157:H7, other enterohemorrhagic *E. coli* and the associated heamolytic uremic syndrom." **Epidemiol. Rev.** 13 : 60-98.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hansson, I.B. 2001. "Microbiological meat quality in high and low carpacity slaughterhouses in Sweden." **J. Food Prot.** 64 : 820-825.

Hilde,N., M. Tove and L. Per. 2001. "Survival and growth of *Escherichai coli* O157:H7, Yerinia enterocolitica and Salmonella enteritidis on decontaminated and untreated meat." **Meat Science.** 57 : 291-298.

Huffman, R.D. 2002. "Current and future technologies for the decontamination of carcasses and fresh meat." **Meat Sci.** 62 : 285-294.

Huis in't veld, J.H.J. Mulder and J.M.A. Snijders. 1994. "Impack of Animal Husbandry and Slaughter Technologies on Microbial Contamination of Meat : Monitoring and Control." **Meat Sci.** 36(1 and 2) : 123-153.

Ingram, M. and T. A. Roberts. 1976. "The microbiology of the red meat carcass and the slaughterhouse." **Roy. Soc. Health J.** 96 : 270-276.

Institute of Food Technologists. 1997. **Facts about *E. coli* O157:H7.** The Institute of Food Technologists, Chicago, IL. Mimeograph Report.

James, S.J. 1987. "Efficient systems for rapid cooling of carcasses and hot-boned meat." In Romita, A., C. Valin and A.A. taylor(eds). **Accelerate Processing of meat.** London : Elsevier Applied Science Publ.

Kim, J.W., S.J. Knabel and S. Doores. 1993. "Attachment of *Salmonella typhimurium* to skin of Turkey that had been defeathering through three difference system : scanding electron microscopic examination." **J. Food Prot.** 56(5) : 395-400.

Kochevar, S.L., J.N. Sofos, G.C. Smith and J.O Reagan. 1997. "Extent of microbial contamination on beef carcasses during slaughtering and after 24 hours of chilling." **IFT Book of Abstracts.**

Kroft D.H. and B.C. Breidenstein. 1975. Beef operation in the meat industry. American meat institute, Washington.

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

Legg, S.J., N. Khela, P. Madie, S.G. Fenwick, V. Quynh and D.I. Hedderley. 1999. "A comparison of bacterial adherence to bare hands and gloves following simulated contamination from a beef carcass." **Int. J. Food Microbiol.** 53 : 69-74.

Le Jeune, J. T., T. E. Besser and D. D. Hancock. 2001. "Cattle water troughs as reservoirs of *Escherichia coli* O157." **Appl. Environ. Microbiol.** 67 : 3053–3057.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Li, Q., J.S. Sherwood. and C.M. Logue. 2004. "The prevalence of *Listeria*, *Salmonella*, *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7 on bison carcasses during processing." **Food Microbiol.** 21 : 791–799.

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

Lou, Y. and A.E. Yousef. 1997. "Adaptation to sublethal environmental stresses protect *Listeria monocytogenes* against lethal preservation factors." **Appl. Environ. Microbiol.** 63 : 1252-1255.

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

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

McEvoy, J. M., A.M. Doherty, M. Finnerty, J.J. Sheridan, L. McGuire, S.I. Blair, D.A. McDowell and D. Harrington. 2000. "The relationship between hide cleanliness and bacterial numbers on beef carcasses at a commercial abbatoir." **J. Appl. Environ. Microbiology.** 30 : 390-395.

Mendonca, A.F., R.A. Molins, A.A. Kraft and H.W. Walke. 1989. "Effects of potassium sorbate, sodium acetate,phosphates and sodium chloride alone or in combination on shelf life of vacuum-packaged chop." **J. Food Sci.** 54(2) : 302-306.

Morgan, I.R., F.L. Krautil and J.A. Craven. 1987. "Effect of time in lairage on caecal and carcass *Salmonella* contamination of slaughter pigs." **Epidemiology and Infection.** 98 : 323-330.

Morgan, I.R., F.L. Krautil and J.A. Craven. 1989. "Bacterial populations on dressed pig carcasses." **Epidemiology and Infection.** 98 : 15–24.

Morris, C.A., L.M. Lucia, J W. Savell and G.R. Acuff. 1997. "Trisodium phosphate treatment of pork carcasses." **J. Food Sci.** 62 : 402-405.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Morrow, W.E.M., P.R. Davies, T. See, J. Eisemann, K. Zering, S. Kihlstrom and K. Karli. 1999. "Prevalence of *Salmonella spp.* in the feces on farm and ceca at slaughter for a cohort of finishing pigs." In: Proceedings of the 3rd International Symposium on **the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork.** Washington, DC. p. 155-157.

Nerbrink, E. and E. Borch. 1989. "Bacterial contamination during the pig slaughtering process." Proceedings of the 35th. **Int. Cong. Meat Sci. Technol.** 2 : 356-362.

Nutsch, A.L., R.K. Phebus, M.J. Riemann, D.E. Schafer, J.E. Boyer, R.C. Wilson, J.D. Leising and C.L. Kastner. 1997. "Evaluation of a steam pasteurization process in a commercial beef processing facility." **J. Food Prot.** 60 : 485-492.

Pearson, A.M. and T.R. Dutson. 1986. Advance in Meat Research vol.2 Meat and Poultry Microbiology. Avi, Connecticus.

Phebus, R. K., A.L. Nutsch, D.E. Schafer, R.C. Wilson, M.J. Riemann, J.D. Leising, C.L. Kastner, J.R. Wolf and R.K. Prasai. 1997. "Comparison of steam pasteurization and other methods for reduction of pathogens on surfaces of freshly slaughtered beef." **J. Food Prot.** 60 : 476-484.

Powell, V.H. and B.P. Cain. 1987. "A hot water decontamination system for beef sides." CSIRO Division Of Food Research, Cannon Hill, Queensland. **CSIRO Food Research Quarterly.** 47 : 79-84.

Prasai, R.K., G.H. Acuff, L.M. Lucia, J.B. Morgan, S.G. May and J.W. Savel. 1992. "Microbiological effect of acid decontamination of pork carcasses at various location in processing." **Meat Sci.** 32 : 413-423.

Quinn, P.R., M.R. Carter, B. Markey and G.R. Carter. 1998. "*Enterobacteriaceae*" In Grafos,S.A. **Clinical veterinary microbiology.** Arte sobre papel, London. p. 209-236.

Ramesh, N., S.W. Joseph, L.E. Carr, L.W. Douglass and F.W. Wheaton. 2003. "Serial Disinfection with Heat and Chlorine To Reduce Microorganism Populations on Poultry Transport Containers." **J. Food Prot.** 66 : 793-797.

Read, S.C., C.L. Gyles, R.C. Clarke, H. Lior and S. McEwen. 1990. "Prevalence of verocytotoxigenic *Escherichia coli* in ground beef, pork, and chicken in southwestern Ontario." **Epidemiology and Infection.** 105 : 11–20.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reagan, J. O., G.R. Acuff, D.R. Buege, M. J. Buyck, J.S. Dickson, C.L. Kastner, J.L. Marsden, J.B. Morgan, II, R. Nickelson, G. C. Smith and J. N. Sofos. 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., A. Small, S. Avery and S. Buncic. 2002. "Presence of food borne pathogen in cattle hides." **Food Control.** 13 : 411-415.

Rovira, A., M. Balasch and J. Segalés. 2002. "Experimental Inoculation of conventional pigs with porcine reproductive and respiratory syndrome virus and porcine circovirus 2." **J. Virology.** 76 : 3232-3239.

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

Schmidt, G.R., K.L. Hossner, R.S. Yemm and D.H. Gould. 1998. "Potential For Disruption Of Central Nervous System (CNS) Tissue In Beef Cattle By Different Types Of Captive Bolt Stunners." Final Report to **the National Cattlemen's Beef Association**. Center for Red Meat Safety, Department of Animal Sciences, Colorado State University, Fort Collins.

Schutte, A., A. Mergens, U. Pott and S. Venthien. 1996. "Effect of different kinds of showering in lairage on physiological and meat quality parameters, taking climatic circumstances into account." In: Proc. EU-Seminar : New information on welfare and meat quality of pigs as related to handling,transport and lairage conditions. p. 181-205.

Schwartz, K.J. 1999. "Salmonellosis." In: STRAW,B.E.; D'ALLAIRE, S.; MENGELING, W.L.; TAYLOR, D.J. **Diseases of Swine.** 8th edition, Iowa State University Press, Ames. p. 535-551.

Siragusa, G.R., W. J. Dorsa, C. N. Cutter, G.L. Bennett, J.E. Keen and M. Koohmaraie. 1998. "The incidence of *Escherichai coli* on beef carcasses and Its association with aerobic mesophilic plate count catagories during the slaughter process." **J. Food Prot.** 61 : 1269-1274.

Slader, J., G. Domingue, F. Joφrgensen, K. McAlpine, R.J. Owen, F.J. Bolton and T.J. Humphrey. 2002. "Impact of transport carte reuse and of catching and processing on *Campylobacter* and *Salmonella* contamination of broiler chickens." **Appl. Environ. Microbiol.** 68 : 713–719.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Small, A., C.A. Reid, S.M. Avery, N. Karabasil, C. Crowley and S. Buncic. 2002. "Potential for the spread of *Escherichia coli* O157, *Salmonella*, and *Campylobacter* in the lairage environment at abattoirs." **J. Food Prot.** 65 : 931-936.

Smith, G.C., J.N. Sofos, J.B. Morgan, J.O. Reagan, G.R. Acuff, D.R. Buege, J.S. Dickson, C.L. Kastner and R. Nickelson, II. 1995. "Fecal-Material Removal and Bacterial-Count Reduction by Trimming and/or Spray-Washing of Beef External-Fat Surfaces." Proceedings of the Conference On **New Technology to Improve Food Safety** (April 12; Chicago IL) Food Safety and Inspection Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.

Smulders, F.J.M. 1987. **Elimination of Pathogenic Organisms from Meat and Poultry.** 319-40.

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

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

Snijders, J.M.A. 1975. "Hygiene bei der Schlachtung von Schweinen. 1.Das Bruhen der Schlachtschweine." **Fleischwirtschaft**. 55 : 836–840.

Sofos, J.N. and G.C. Smith. 1995. "Preliminary studies to initiate development of a model with multiple hurdles for the reduction of the probability of contamination of beef carcasses with bacterial pathogens." **A Research Project being conducted by Center For Red Meat Safety,** Colorado State University, Fort Collins, CO.

Sofos, J.N. and G.C. Smith. 1997. "Meat decontamination technologies: model studies and commercial applications." Proceedings of the World Congress on **Food Hygiene.** The Hague, Netherlands. p. 269.

Sofos, J. N. and G.C. Smith. 1998. "Nonacid meat decontamination technologies: Model studies and commercial applications." **Intl. J. Food Microbiol.** 44 : 171-188.

Sofos, J.N., S.L. Kochever, G.R. Bellinger, D.R. Buegé, D.D. Hancock, S.C. Ingham, J.R. Morgan, J.O. Reagan and G. C. Smith. 1999. "Sources and extent of microbiological contamination of beef carcasses in seven united states slaughtering plans." **J. Food Prot.** 62 : 140-145.

Sorquist, S. and M.L. Danielsson-Tham. 1986. "Bacterial contamination of the Scalding water during vat scalding of pigs." **Fleischwirtschaft.** 66 : 1765-1768.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sorquist, S. and M.L. Danielsson-Tham. 1990. "Survival of *Campylobacter, Salmonella* and *Yersinia* spp. in scalding water used at pig slaughter." **Fleischwirtschaft.** 70(12) : 1451–1252.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 1965. 12th ed, Am. Pub. Hlth. Ass., Am. Wat. Poll. Control Fed., Oxygen Demand. p. 65.

Stopforth , J.D., J. Samelis, J.N. Sofos, P.A. Kemdall and G.C. Smith. 2003. "Influence of organic acid concentration on survival of *Listeria monoytogenes* and *Escherichia coli* O157 :H7 in beef caecass wash water and other model equipment surfaces." **Food microbiology**. 20 : 651-660.

Thomas C.J. and T.A. Mc Meekin. 1981. "Attachment of *Salmonella spp.* To chicken muscle surface." **J. Appl. And Environ. Microbial.** 42(1) : 130-134.

Troeger, K. and W. Woltersdorf. 1989. "Measuring stress in pigs during slaughter." **Fleischwirtschaft.** 69(3) : 373-376.

Tutenel, A. V., D. Pierard, J. Van Hoof, M. Cornelis and L. De Zutter. 2003. "Isolation and molecular characterization of *Escherichia coli* O157 isolated from cattle,pigs and chickens at slaughter." **Int. J. Food Microbiol.** 84 : 63-69.

USDA Agricultural Research Service . 2002. **A vision of safe meat.** [Online]. Available : http://www.ars.usda.gov/is/pr/2002/020805.htm. (Accessed : January 2006).

Vanderlinde, P.B., B. Shay. and J. Murray. 1998. "Microbiological quality of Australian beef carcass meat and frozen bulk packed beef." **J. Food Prot.** 61 : 437–443.

Walsh, L., D. Dooge, and C. Hill. 1997. "Screening of *Escherichia coli* O157:H7 in Irish ground beef using two commercial detection systems." **J. Irish Veterinary** 50 : 111-115.

Wang, G., T. Zhao and M.P. Doyle. 1996. "Fate of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in bovine feces." **J. Appl. Environ. Microbiol.** 62 : 2567-2570.

Warren, W. 2002. Characterization of E. coli O157 :H7 on subprimal beef cuts prior to mechanical tenderization. Project Summary. National Cattlemn's beef association center for research and knowledge management. [Online]. Available : http://www.beef.org/documents/E.%20coli%20Mech%20Tenderization_Warren_6_6_03.pdf (Accessed : May 2006).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warriner, K., T. G. ldsworth, S. Kaur and C.E.R. Dodd. 2002. "Crosscontamination of carcasses and equipment during pork processing." **J. Appl. Microbiol.** 93 : 69-177.

Weeding, C. M., H. J. Guise and R. H. C. Penny. 1993. "Factors influenceing the welfare and carcass and meat quality of pig: the use of water sprays in lairage." **Anim. Prod.** 56 : 393-397.

WHO. 1995. "Surveillance Programme." Sixth Report of WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe. FAO/WHO Collaborating Centre for Research and Training in Food Hygiene and Zoonoses, Berlin.

Whyte, P., J.D. Collins, K. McGill, C. Monahan and H. O'Mahony. 2001. "Quantitative investigation of the effects of chemical decontamination procedures on the microbiological status of broiler carcasses during processing." **J. Food Prot.** 62(2) : 179–183.

Wong, L.F., D., J. Dahl and J.S. Anderson. 2001. "A European longtitudinal study in *Salmonella* seronegative - and seropositive classified finishing pig herds." **Proceedings of the 4th International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella and Other Food Borne Pathogens in Pork.** Leipzig, Germany. p. 262-264.

Wong, L.F., D. M. A., T. Hald, P.J. Van der wolf and M. Swanenburg. 2002. "Epidemiology and control measures for *Salmonella* in pigs and pork." **Livestock Production Science.** 76 : 215-222.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยวิธี MPN (Most Probable Number)

1. การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์พื้นผิวจากตัวอย่าง อุปกรณ์และมือพนักงาน

1.1 การ Swab พื้นผิวโดยการ swab test

1.1.1 นำไม้swab (ไม้พันสำลีที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว)จุ่มลงในขวดแก้วที่มีสารละลาย 0.85% Nacl ปริมาตร 10 มิลลิลิตร

1.1.2 นำไม้ swab ออกจากขวดแก้วโดยหมุนหัวไม้ swabกดกับข้างขวดแก้วด้านในเพื่อรีดไม่ให้สารละลายชุ่มเกินไป

1.1.3 จรดปลายไม้ swab กับพื้นผิวหมุนหัวไม้จนทั่วบริเวณพื้นผิวที่ต้องการ

1.1.4 นำไม้ swabใส่กลับลงในขวดแก้วโดยหักปลายไม้ swabให้สำลีจุ่มลงในสารละลายแล้วปิดฝาขวดแก้ว

1.2 การเจือจางตัวอย่าง

1.2.1 ขวดแก้วที่บรรจุไม้ swab (ตัวอย่างเจือจางเป็นอัตราส่วน1:10)

1.2.2 ปิเปตตัวอย่างจากข้อ 1.2.1 ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย peptone water ปริมาตร 9 มิลลิลิตร(ตัวอย่างเจือจางเป็นอัตราส่วน 1:100)

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

2. การตรวจวิเคราะห์ *E. coli* โดยวิธี MPN (Most Probable Number) (FDA-BAM, 1992)

2.1 ปิเปต 1 มิลลิลิตร ของตัวอย่างอาหารที่เจืองจางที่ระดับ 1:10, 1:100 และ1:1000 ใส่ลงในหลอดแก้วที่มี Lauryl sulfate tryptose broth (มีหลอดDurham คว่ำอยู่ภายใน)ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

2.2 นำหลอดดังกล่าวไปบ่มเพาะเชื้อที่ตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลังจากบ่มครบ 24 ชั่วโมงให้อ่านผลของหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นใน Durham tube ถ้ายังไม่มีแก๊สเกิดขึ้นให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมงจึงนำมาอ่านผลอีกครั้งหนึ่ง

2.3.1 นำผลที่ได้จากข้อ 2.3 ไปเทียบหาค่า MPN ของจุลินทรีย์จากตารางภาคผนวกที่ ข.1 ในกรณีที่ทดสอบระดับความเจือจางละ 3 หลอด

2.4 ถ่ายเชื้อ 1 loopจากหลอด LST ที่มีแก๊สลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth

2.5 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 45.5±0.5 องศาเซลเซียสใน water bath นาน 48 ชั่วโมง

2.6 เขี่ยเชื้อ 1 loop จากหลอด EC broth ที่มีแก๊สแล้ว streak ลงบน eosin methylene blue (EMB) agar

2.7 บ่มเพาะเชื้อที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โคโลนีของ *E. coli* จะมีลักษณะ metallic sheen

2.8 เขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่มีลักษณะของ *E. coli* จากอาหาร EMB จานละอย่างน้อย 2 โคโลนี ลงใน plate count agar slant

2.9 นำไปทดสอบ IMViC test (Indole,MR,VP,Citrate)

2.10 ประเมินค่า MPN ของ *E. coli* จากจำนวนหลอดของ EC broth ที่มีโคโลนีที่ให้ผล IMViC test เป็น + + - - หรือ - + - -

3. การตรวจหาปริมาณ *E. coli* ในน้ำโดยวิธี MPN (Most Probable Number) (FDA-BAM, 1992)

3.1 ปิเปต 10, 1 และ 0.1 มิลลิลิตรตามลำดับของตัวอย่างน้ำ ใส่ลงในหลอดแก้วที่มี Lauryl sulfate tryptose broth ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า (มีหลอดDurham คว่ำอยู่ภายใน) ปริมาตร10 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด ส่วนตัวอย่างน้ำ 1 และ 0.1 มิลลิลิตรใส่ปริมาตรละ 1 หลอด

3.2 นำหลอดดังกล่าวไปบ่มเพาะเชื้อที่ตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48ชั่วโมง

3.3 หลังจากบ่มครบ 24 ชั่วโมงให้อ่านผลของหลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นใน Durham tube ถ้ายังไม่มีแก๊สเกิดขึ้นให้บ่มต่อจนครบ 48 ชั่วโมงจึงนำมาอ่านผลอีกครั้งหนึ่ง

3.3.1 นำผลที่ได้จากข้อ 3.3ไปเทียบหาค่า MPN ของจุลินทรีย์จากตารางภาคผนวกที่ ข.2 ในการอ่านเทียบค่า

3.4 ถ่ายเชื้อ 1 loopจากหลอด LST ที่มีแก๊สลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth

3.5 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ45.5±0.5องศาเซลเซียสใน water bath นาน 48 ชั่วโมง

3.6 เขี่ยเชื้อ 1 loop จากหลอด EC broth ที่มีแก๊สแล้ว streak ลงบน eosin methylene blue (EMB) agar

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 บ่มเพาะเชื้อที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง โคโลนีของ *E. coli* จะมีลักษณะ metallic sheen

3.8 เขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่มีลักษณะของ *E. coli* จากอาหาร EMB จานละอย่างน้อย 2 โคโลนี ลงใน plate count agar slant

3.9 นำไปทดสอบ IMViC test (Indole,MR,VP,Citrate)

3.10 ประเมินค่าMPNของ *E. coli* จากจำนวนหลอดของ EC broth ที่มีโคโลนีที่ให้ผล IMViC test เป็น + + - - หรือ - + - -

4. การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อ *E. coli*

การทดสอบ IMViC test

4.1 ทดสอบ Indole โดยถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptone broth แล้วบ่มไว้ที่ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากนั้นเติม 0.2-0.3 มิลลิลิตร ของสารละลาย Kovac ถ้าให้ผลบวกจะปรากฏสีแดงที่ส่วนบนของ Tryptone broth

4.2 ทดสอบ methyl red และ acetoin (MR-VP) ถ่ายเชื้อใส่ในอาหารMR-VPบ่มที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนใส่ในหลอดทดสอบ ดังนี้

4.2.1 สำหรับ MRให้เติมสารละลาย methyl red 2-3 หยด ลงในสารละลายเชื้อประมาณ 3 มิลลิลิตร ผลบวกจะให้สีแดง

4.2.2 สำหรับ VPให้ถ่ายเชื้อประมาณ 0.7 มิลลิลิตร ใส่ใน test tube แล้วเติม 0.1 มิลลิลิตรของ 5% α- naphthol ในสารละลาย alcohol และ 0.1% ของสารละลาย creatine KOHลงไป ผสมทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผลบวกจะให้สีชมพูแดง

4.2.3 ทดสอบ Citrate ถ่ายเชื้อใส่ในอาหาร simmon Citrate agar แล้วบ่มเพาะเชื้อที่ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ผลบวกจะให้สีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การเทียบหาค่า Most Probable Number

ตารางภาคผนวกที่ ข.1 ค่าMPN ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

หลอดที่ให้ผลบวก				หลอดที่ให้ผลบวก				หลอดที่ให้ผลบวก				หลอดที่ให้ผลบวก			
0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN	0.1	0.01	0.001	MPN
0	0	0	<3	1	0	0	3.6	2	0	0	9.1	3	0	0	23
0	0	1	3	1	0	1	7.2	2	0	1	14	3	0	1	39
0	0	2	6	1	0	2	11	2	0	2	20	3	0	2	64
0	0	3	9	1	0	3	16	2	0	3	26	3	0	3	95
0	1	0	3	1	1	0	7.3	2	1	0	15	3	1	0	43
0	1	1	6.1	1	1	1	11	2	1	1	20	3	1	1	75
0	1	2	9.2	1	1	2	15	2	1	2	27	3	1	2	120
0	2	2	12	1	1	3	19	2	1	3	34	3	1	3	160
0	2	0	6.2	1	2	0	11	2	2	0	21	3	2	0	93
0	2	1	9.3	1	2	1	15	2	2	1	28	3	2	1	150
0	2	2	12	1	2	2	20	2	2	2	35	3	2	2	210
0	2	3	16	1	2	3	24	2	2	3	42	3	2	3	290
0	3	0	9.4	1	3	0	16	2	3	0	29	3	3	0	240
0	3	1	13	1	3	1	20	2	3	1	36	3	3	1	460
0	3	2	16	1	3	2	24	2	3	2	44	3	3	2	1100
0	3	3	19	1	3	3	29	2	3	3	53	3	3	3	>1100

ที่มา : FDA-BAM (1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ข.2 ค่า MPN ของ Colifrom ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร โดยใช้ตัวอย่าง 3 ระดับดังนี้ 5x10 ml portions : 1x1 ml portions : 1x0.1 ml portions

หลอดที่ให้ผลบวก			ค่า MPN/100 ml	หลอดที่ให้ผลบวก			ค่า MPN/100 ml
10 ml	1ml	0.1ml		10 ml	1ml	0.1ml	
0	0	0	0.0	3	0	0	8.8
0	0	1	2.0	3	0	1	12.0
0	1	0	2.0	3	1	0	12.0
0	1	1	4.0	3	1	1	16.0
1	0	0	2.2	4	0	0	15.2
1	0	1	4.4	4	0	1	20.0
1	1	0	4.4	4	1	0	21.0
1	1	1	6.7	4	1	1	27.0
2	0	0	5.0	5	0	0	38.0
2	0	1	7.5	5	0	1	96.5
2	1	0	7.6	5	1	0	240.6
2	1	1	10.0	5	1	1	> 240.0

ที่มา : Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WPCF 12th ed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวระวีวรรณ วีระสถาวณีย์

วันเดือนปีที่เกิด 9 กรกฎาคม 2524

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2546 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)
สถาบันราชภัฏสวนดุสิต

พ.ศ.2542 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้