การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร ในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล

SALMONELLA CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSED OF AN INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

วริฏฐา เบญจพลากร

WARITTHA BENJAPALAKORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคนิคอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL-2008-AI-M-354-114

การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร ในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล

SALMONELLA CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSED OF AN INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

T 0 8 1 3 6 9

วริฏฐา เบญจพลากร

WARITTHA BENJAPALAKORN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 81369
วัน,เดือน,ปี..... 11 มิ.ย. 2551

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL – 2008 - AI – M – 054 - 114

SALMONELLA CONTAMINATION IN SLAUGHTERING AND CUTTING PROCESSED OF AN INTERNATIONAL STANDARD PIG ABATTOIR

WARITTHA BENJAPALAKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL – 2008 – AI – M – 054 - 114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรในโรงงานฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล

Salmonella Contamination in Slaughtering and Cutting Processed of an International Standard Pig Abattoir

ชื่อนักศึกษา นางสาววริฏฐา เบญจพลากร

รหัสประจำตัว 47067702

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สุขาภิบาลอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.อดิศร	เสวตวิวัฒน์	
ผศ.ดร.ประภาพร	ขอไพบูลย์	
ดร.กิตติชัย	บรรจง	
นางเพ็ญศรี	รอดมา	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 10 เมษายน 2551 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสัมมนา D 213 อาคารเจ้าคุณทหาร

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....๒๒.....**เดือน**.....กุมภาพันธ์.....**พ.ศ**.....๒๕๕๑.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล
นักศึกษา	นางสาววริฏฐา เบญจพลากร
รหัสประจำตัว	47067702
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.ประภาพร ขอไพบูลย์

บทคัดย่อ

ในการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการก่อนการฆ่า ในระหว่างกระบวนการฆ่าชำแหละและการตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล ที่มีกำลังการผลิตที่ 140 ตัว/ชั่วโมง พบว่ารถขนส่งสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามากที่สุด คือร้อยละ 50 มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยที่ 3 – 210 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบ ได้แก่ *S.* Kedougou, *S.* Panama, *S.* Rissen และ *S.* Give ส่วนการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาคอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพักร้อยละ 16.66 และภายหลังสุกรเขาพักพบการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 58.33 โดยมีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3 – 16 และ 3 – 11 MPN/100 cm^2 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบในคอกพักก่อนนำสัตว์เข้าพัก คือ *S.* Anatum และ *S.* Derby และภายหลังสัตว์เข้าพัก ได้แก่ *S.* Panama, *S.* Weltevreden และ *S.* Give

ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรพบว่าปริมาณและอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลามีแนวโน้มลดลงในแต่ละขั้นตอน โดยบนผิวซากสุกรก่อนลวกซากพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 22.22 มีปริมาณเฉลี่ยของเชื้อ 3.6 – 9.2 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Stanley, *S.* Anatum และ *S.* Kedougou โดยอาจปนเปื้อนมาจากรถขนส่งและคอกพัก มายังผิวหนังของสุกรซึ่งเป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญของซากที่ชำแหละ ส่วนบนแผลแทงคอเพื่อเอาเลือดออกไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา ภายหลังที่ซากถูกลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 60-63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.15 นาที อัตราการปนเปื้อนลดลงเหลือร้อยละ 11.11 มีปริมาณเชื้อเฉลี่ยเพียง 3 – 9.2 MPN/100 cm^2 และภายหลังจากที่ซากผ่านการเผาขนที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส อัตราการปนเปื้อนเชื้อลดลงเป็นร้อยละ 8.33 มีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3 MPN/100 cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกซาก และความร้อนจากการเผาขน สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนบริเวณผิวซากสุกรลง ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และมีการถ่ายเทน้ำลวก เพื่อกำจัดเศษขนและสิ่งสกปรกในน้ำออกไป ส่วนซากภายหลังการผ่าซีกและเอา

อวัยวะภายในออก พบอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือร้อยละ 13.89 โดยมีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3 – 7.2 MPN/100 cm^2 ทั้งนี้แม้ว่าก่อนการเอาท่อทางเดินอาหาร ซึ่งได้แก่ กระเพาะ และลำไส้ ออกจากซากได้มีการรัดทวาร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนซากจากสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ โดยเฉพาะจากบริเวณปลายลำไส้ใหญ่ ซึ่งพบเชื้อถึงร้อยละ 41.67 มีปริมาณเชื้อ 3 – 95 MPN/g ซีโรวาร์ที่พบในมูลสุกร ได้แก่ *S.* Stanley, *S.* Anatum และ *S.* Kedougou ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบบนผิวซากสุกรก่อนลวก ที่มีการปนเปื้อนมาจากมูลสุกร ดังนั้นการปนเปื้อนบนผิวซากภายหลังการผ่าซีกและเอาอวัยวะภายในออก อาจมาจากเลื่อยที่ใช้ในการผ่าซีกที่ไม่มีการล้างทำความสะอาดเมื่อเปลี่ยนซากใหม่ แต่อย่างไรก็ตามซากภายหลังการเอาอวัยวะภายในออกแล้ว และมีการฉีดพ่นด้วยน้ำสะอาด ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากก่อนนำไปแช่เย็นและภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รวมทั้งชิ้นเนื้อที่ตัดมาจากซากที่ผ่านการผ่าซีกแล้ว และจากซากภายหลังการล้างก็ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเช่นกัน

ในส่วนของกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร ไม่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาทั้งในชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง บนมือพนักงานตัดแต่ง มีดและโต๊ะตัดแต่งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน แต่พบการปนเปื้อนของเชื้อบนมือพนักงาน มีดและโต๊ะตัดแต่งภายหลังการปฏิบัติงาน ร้อยละ 16.67, 8.33 และ 8.33 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบ คือ *S.* Kedougou และ *S.* Derby ซึ่งไม่ใช่ซีโรวาร์ที่พบในมูลสัตว์ ดังนั้นจึงควรมีการล้างและฆ่าเชื้อบนมือ และอุปกรณ์ที่สัมผัสเนื้อทุกๆชั่วโมง เป็นอย่างน้อย เพื่อลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลามายังชิ้นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Salmonella contamination in slaughtering and cutting processed of an International standard pig abattoir.
Student	Miss. Warittha Benjapalakorn
Student ID.	47067702
Degree	Master of Science
Year	2008
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr.Prapaporn Khopaibool.

ABSTRACT

The contamination of *Salmonella* in slaughtering and cutting processed of an international standard pig abattoir, whose capacity was 140 pigs/hour, were studied. The results found that 50% of the pig transport trucks were positive with average 3 – 210 MPN/100 cm^2 of *Salmonella* and found serovar were *S.* Kedougou, *S.* Panama, *S.* Rissen and *S.* Give. The contamination of lairage pens before and after pig holding were 16.66% positive with average 3 – 16 MPN/100cm^2 *Salmonella* spp. and 58.33% with 3 – 11 MPN/100 cm^2 respectively. Found serovars in the lairages before pig keeping were *S.* Anatum and *S.* Derby, but after pig keeping were S. Panama, *S.* Weltevreden and *S.* Give. Therefore the cleaning and disinfecting of lairages for pigs before slaughtering is essential to control of Salmonella contamination from pig in slaughtering processed.

The trend of Salmonella contamination from step by step of slaughtering processes was decreasing. *Salmonella* spp. were found 22.22% of pig carcass surface before scalding, containing average number of 3.6 – 9.2 MPN/100 cm^2 and found serovars were *S.* Stanley, *S.* Anatum and *S.* Kedougou, which might be transferred from the transport trucks and lairages to the outer surface of animals. And the skin or hide was a significant source of Salmonella contamination on the carcasses subsequently produced. The sticking wound could not be detected for *Salmonella* spp. After scalding in warm water at 60 – 63 ºC for 2.15 minute, the Salmonella contamination on

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

carcass surface was reduced to 11.11% with average number of 3 – 9.2 MPN/100cm^2 and after sienging at 1000 °c the contamination was reduced to 8.33% (3 MPN/100 cm^2) The results indicated that high temperature of scalding and sienging process could destroy *Salmonella* spp. on the surface of carcass, thus the temperature of scalding water should be controlled at $\geq$ 60 °C and circulated water in the scalding tank. After splitting and eviscerating, Salmonella contamination on carcasses was slightly increasing to 13.89% with average number of 3 – 7.2 MPN/100 cm^2, respectively, although anus plugging before abdominal organs removing in order to avoid contamination of the carcass from intestinal content, which was found 41.67% of samples (3 – 95 MPN/g). Found serovars in the intestinal content were *S.* Stanley, *S.* Anatum and *S.* Kedougou, which were also found on the carcasses before scalding. The results indicated that *Salmonella* spp. on carcasses after splitting and eviscerating might be transfered from non cleaned splitting saw. But *Salmonella* spp. could not be found on the carcass surface after water spraying and chilling at 0-4°C for 24 hours and also cut meat samples.

In pork cutting processed, *Salmonella* spp. was not found on cut meats, personal hands, cutting knives and tables before operation but was found on 1.67% of personal hands, 8.33% of cutting knives and 8.33% tables after 1 hour operation. The found serovars in the cutting equipments were *S.* Kedougou and *S.* Derby, which were not found in the intestinal content. So the personal hands and cutting equipments have to be cleaned and disinfected every 1 hour to reduce Salmonella contamination risk on produced pork.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ขอบเขตการวิจัย 2

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ขั้นตอนการฆ่าและชำแหละสุกร 3

2.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ 7

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อซัลโมเนลลา 7

2.2.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในประเทศไทย 8

2.2.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสัตว์ 11

2.3 การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก 17

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ 21

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ 21

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 21

3.3 สถานที่ทำการทดลอง 21

3.4 วิธีการทดลอง 22

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณและจำแนกซีโรวาร์เชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง 24

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 26

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงฆ่าและตัดแต่งสุกร 26

4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร 26

4.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการก่อนการฆ่าและตัดแต่งสุกร 29

4.4 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร 31

4.5 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร 36

4.6 การวิเคราะห์ขั้นตอนที่ต้องควบคุมเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ในโรงฆ่าและตัดแต่งสุกร 39

4.7 การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร ที่มาจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไปและที่มาจากฟาร์ม ปลอดจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specific Pathogen Free : SPF) 42

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 43

ข้อเสนอแนะ 47

บรรณานุกรม 48

ภาคผนวก 56

ก. การเทียบหาค่า Most Probable Number 57

ข. เกณฑ์เสนอแนะและมาตรฐานน้ำบริโภค 58

ประวัติผู้เขียน 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงซีโรวาร์และสายพันธุ์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์เนื้อหมู 10

2.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และสัตว์ปีก ในโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่ใช้ระบบ HACCP โดยศึกษาข้อมูลตั้งแต่ เดือน 26 มกราคม ถึง 30 กรกฎาคม 1999 11

2.3 แสดงการกระจายตัวของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาใน สภาพแวดล้อมจากฟาร์มสุกรขุน 12

4.1 วิธีการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกร 26

4.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนรถขนส่งสุกร คอกพักสุกรก่อนและ หลังสุกรเข้าพักและน้ำในคอกพัก 29

4.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนการลวก แผลแทงคอ ซากสุกรหลังการลวกซากสุกรหลังการเผาขน ในน้ำลวกซากก่อนและหลังลวกซากสุกร 31

4.4 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกร บนผิวซากผ่าซีก ในชิ้นเนื้อจากซากก่อนและหลังการล้างด้วยน้ำ บนผิวซากก่อนแช่เย็น และน้ำล้างซาก 33

4.5 การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง บนมือพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่งเนื้อสุกร มีดและโต๊ะตัดแต่งก่อนและหลังการใช้งาน 37

4.6 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าชำแหละและ ตัดแต่งซากสุกรของโรงฆ่าและตัดแต่งสุกรที่เป็นกรณีศึกษา 40

4.7 การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร ที่มาจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไปและที่มาจากฟาร์ม ปลอดจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specific Pathogen Free : SPF) 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ในประเทศไทยมีการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างมาก เห็นได้จากปริมาณการบริโภคเนื้อสุกรที่เพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันการแข่งขันในธุรกิจเนื้อสัตว์ก็มีการตื่นตัวเป็นอย่างมาก ทำให้ผู้ผลิตตระหนักถึงคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อสุกรที่ผลิต จึงได้มีการปรับปรุงและพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆในการผลิต ซึ่งตามประกาศของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อสุกร ดังนี้ จุลินทรีย์รวม/กรัม ต้องมีปริมาณไม่เกิน 1 x 10^5 โคโลนี *Escherichia coli* ต้องน้อยกว่า 50 MPN /กรัม และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Staphylococcus aureus, Clostridium perfringens* และ *Bacillus cereus* ต้องน้อยกว่า 200 โคโลนี/กรัม และต้องไม่พบ *Salmonella, Listeria monocytogenes* ต่อ 25 กรัม แต่พบว่าเนื้อสุกรที่จำหน่ายในตลาดทั่วไป มักมีปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งแบคทีเรียก่อโรคที่มีบทบาทสำคัญต่ออุตสาหกรรมเนื้อสัตว์คือ เชื้อ *Salmonella* spp. โดย Padungtod และ Kaneene (2006) ได้ทำการสำรวจการระบาดของ *Salmonella* spp. ในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน ในระหว่างปี 2000-2003 พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในไก่ ที่ระดับฟาร์ม โรงฆ่า และผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปีกในตลาดสูงถึงร้อยละ 4 9 และ57 ตามลำดับ ส่วนในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกร มีการปนเปื้อนในระดับฟาร์ม โรงฆ่า และเนื้อสุกรในตลาด ร้อยละ 6 28 และ29 ตามลำดับ สาเหตุที่มักพบการปนเปื้อนของ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกร เนื่องจาก *Salmonella* เป็นแบคทีเรียที่มักพบในเนื้อเยื่อและลำไส้ของสุกรมีชีวิต โดยไม่ก่อให้เกิดโรคแก่สัตว์เหล่านั้น แต่ถ้าหากมีการปนเปื้อนของ *Salmonella* ในเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่มากพอ จะก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกโรค Salmonellosis แก่ผู้บริโภค ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อระบบเศรษฐกิจ เห็นได้จากในช่วงปี 1993 ถึง 2002 Kramer และคณะ (2005) ได้ทำการสำรวจการเรียกคืนผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์และสัตว์ปีก พบว่ามีอัตราการเรียกคืนผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้นมาก โดยพบว่าปัญหาการเรียกคืนผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp., *L.* monocytogene และ *E. coli* O157:H7

ดังนั้นเพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค จึงควรมีการศึกษาระดับการปนเปื้อนของ *Salmonella* ในกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งซากสุกร เพื่อบ่งชี้ถึงขั้นตอนที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของ *Salmonella* และขั้นตอนที่สามารถลดการปนเปื้อนลงได้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางด้านจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการฆ่าและการตัดแต่งซากสุกร ให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ต่อไป

1.2 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรของในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล

1.3 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาระดับการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล

1.3.2 เพื่อจำแนก ซีโรวาร์ (Serovar) ของ *Salmonella* spp.ที่ตรวจพบในระหว่างกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรจากโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล

1.3.3 เพื่อศึกษาความแตกต่างของระดับการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรที่มาจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไป และฟาร์มปลอดจากจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specific Pathogen Free)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ขั้นตอนการฆ่าและชำแหละสุกร

การจัดการกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร เพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค จะต้องเป็นการฆ่าที่ไม่ทรมานสัตว์ (humaness) ให้ความสะดวกและความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงานภายในโรงฆ่า และที่สำคัญคือต้องคำนึงถึงความสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในทุกขั้นตอน ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร (http://www.hyfoma.com , 2008 และ จุฑารัตน์, 2542) มี ดังนี้

2.1.1 การรับสุกร (Receiving)

สุกรจะถูกนำเข้าสู่โรงฆ่าเมื่อมีอายุได้ 4 – 7 เดือน ซึ่งจะทำการขนส่งสุกรมายังโรงฆ่าโดยใช้รถบรรทุกขนส่ง (โดยจะแยกสุกรในแต่ละกรง ให้มีกรงละ 12 – 15 ตัว) เพื่อนำสุกรมายังคอกพัก โดยสุกรจะถูกนำมาพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อลดความเครียดของสุกร (โดยจะต้องงดการให้อาหารแก่สุกร และมีน้ำให้สุกรกินตลอดเวลา)

2.1.2 การทำให้สัตว์สลบ (Stunning)

วิธีการฆ่าที่ทำให้สัตว์ได้รับความเจ็บปวดน้อยที่สุด และให้เลือดออกจากตัวสัตว์ให้มากที่สุด ก็คือ ฆ่าสัตว์ในขณะที่สัตว์ตกอยู่ในสภาวะหมดความรู้สึก หรือสลบ โดยที่หัวใจยังทำงานอยู่ ซึ่งจะทำให้สมองส่วน Cerebrum เท่านั้นที่ได้รับความกระทบกระเทือน และต้องระมัดระวังไม่ให้สมองส่วน Medulla oblongata ได้รับอันตราย เพราะเมื่อสมองส่วนนี้ได้รับอันตรายแล้ว จะทำให้การตอบสนองต่างๆ ของกล้ามเนื้อหยุดลง หัวใจหยุดทำงาน และการเอาเลือดออกจะไม่สมบูรณ์

วิธีการทำให้สัตว์สลบ ที่นิยมและไม่ทำให้สัตว์ได้รับความทรมาณ มีหลายวิธี ได้แก่ การใช้ปืนยิงด้วยปืนชนิด captive bolt pistol เครื่องยิงชนิดนี้จะใช้แท่งเหล็กซึ่งบรรจุไว้ในลำกล้องปืน แท่งเหล็กจะถูกขับออกมาด้วยแรงระเบิดของดินปืน และเมื่อแท่งเหล็กกระทบถูกตำแหน่งที่ยิงแล้วจะถูกดึงกลับเข้าลำกล้องโดยอัตโนมัติ ตำแหน่งที่เหมาะสมที่ใช้ปืนชนิดนี้ยิง คือที่หน้าผากตรงบริเวณเส้นทะแยงมุมระหว่างตาและเขาตัดกัน

การทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะมีผลทำให้ระบบประสาทหยุดการทำงาน ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดที่ใช้ได้คือ 70% ในโรงฆ่าของประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมใช้ระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ประมาณ 75% ระยะเวลาในการใช้ทำสลบขึ้นอยู่กับขนาดของสัตว์ และความเข้มข้นของก๊าซ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วก็

สามารถทำให้สัตว์สลบได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว และสามารถป้องกันไม่ให้เกิดจุดเลือดบนเนื้อสุกรได้

หรือการใช้เครื่องช็อตไฟฟ้า (Electrical Stunner) ซึ่งเป็นวิธีการทำให้สัตว์สลบโดยใช้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าสู่สมอง เป็นวิธีการที่สะดวก ทำให้สัตว์สลบได้เร็ว หลักการที่ทำให้สุกรสลบได้ เกิดจากการที่ในสมองได้รับพลังงานไฟฟ้าถึงระดับหนึ่ง ซึ่งในสัตว์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน ซึ่งสัตว์จะถูกทำให้สลบโดยการใช้ไฟฟ้าความถี่สูง (50 Hz) เช่น ในสุกรระบุว่า ระดับพลังงานไฟฟ้าประมาณ 196 Watts/second จะมีผลทำให้ศูนย์ประสาทของสมองหยุดทำงานได้ สำหรับเครื่องช็อคไฟฟ้าในปัจจุบัน นิยมใช้ขนาดแรงดันไฟฟ้าประมาณ 290-310 โวลต์ ซึ่งจะใช้เวลาเพียง 2-3 วินาที ในการทำให้สุกรสลบ ซึ่งช่วยลดปัญหาของการเกิดจุดเลือดในเนื้อ

2.1.3 การเอาเลือดออก (bleeding or sticking or exsanguination)

ภายหลังจากที่สัตว์สลบแล้ว จะทำการแทงคอเอาเลือดออกโดยใช้มีดที่เหมาะสมกับขนาดของสัตว์ ตำแหน่งที่จะแทงมีดในสุกร คือ จุดที่อยู่เหนือยอดอกเข้ามาทางแนวกลางของลำคอประมาณ 2-3 นิ้วของฝ่ามือคน มีดจะแทงเข้าไปในทิศทางพุ่งเข้าสู่ทางหาง เมื่อมีดเข้าไปลึกพอประมาณ ก็กระดกด้ามมีดเพื่อให้ปลายมีดตัดเส้นเลือดดำและแดงบริเวณเหนือขั้วหัวใจ (carotid artery and jugular vein)ให้ขาด ภายหลังที่เชือดเอาเลือดออก ควรปล่อยให้เลือดออกมากที่สุดประมาณ 5 นาที และเพื่อให้กล้ามเนื้อคลายตัวลง จะช่วยทำให้การขูดขนง่ายขึ้น Troeger (1994) ศึกษาพบว่า ความเร็วและประสิทธิภาพในการทำสลบ และการแทงคอเอาเลือดออกจะมีผลต่อการปนเปื้อนบนซากสุกร เมื่อเลือดออกจากตัวสุกรจนหมดได้ในเวลาที่รวดเร็วและมีศักยภาพ จะทำให้มีความเสี่ยงเพียงเล็กน้อยในการเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากบาดแผลไปยังส่วนเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของสัตว์ เมื่อเข้าสู่ขั้นตอนการลวกซาก

2.1.4 การลวกซาก (Scalding)

ซากสุกรเมื่อเอาเลือดออกดีแล้ว เนื่องจากซากสุกรจะไม่ถูกถลกหนังออกเหมือนกับซากโค ดังนั้นแล้วซากสุกรจะถูกลวกในถังน้ำร้อนสำหรับลวกซาก (scalding vat) อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ประมาณ 60-63 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้แช่ซากประมาณ 5 นาที ซึ่งน้ำที่ใช้ลวกซากจะต้องหมั่นเปลี่ยนอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะเมื่อทำการแช่ซากเป็นจำนวนมาก น้ำจะสกปรก มีโอกาสที่เชื้อโรคบางชนิดที่อยู่ในระยะสร้างสปอร์ ที่ติดอยู่บริเวณขนของสัตว์ สามารถเข้าสู่ปอดและกระจายเข้าสู่เนื้อได้ โดยผ่านทางบาดแผลที่ถูกแทง Richmond (1991) ได้แนะนำว่าควรมีการล้างตัวของสัตว์ก่อนทำการลวกซาก เพื่อลดจำนวนเศษดินที่ปนเปื้อนบนตัวสัตว์ปนเปื้อนลงสู่น้ำลวกซาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 การขูดขน (Dehairing)

หลังจากที่ซากถูกลวกในถังลวกซากแล้ว จะผ่านเข้าสู่เครื่องขูดขนด้วยไฟฟ้า (dehairing machine) ซึ่งประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแกนหมุน ซึ่งแกนจะเป็นแผ่นขูดขนทำด้วยยางค่อนข้างแข็ง แผ่นขูดขนจะขูดไปโดยกำลังไฟฟ้า ภายหลังการขูดขนด้วยเครื่อง ซากจะผ่านการขูดขนที่ยังหลงเหลืออยู่บ้าง เช่น บริเวณหน้าและใบหูของสุกร ด้วยมือคน มีข้อแนะนำว่า น้ำที่ใช้ในเครื่องขูดขน ควรมีอุณหภูมิอยู่ที่ 60 – 62 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการลดการปนเปื้อนภายในซาก (ICMSF, 1998) แต่ก็มีรายงานว่าการใช้น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในเครื่องขูดขน อาจเป็นสาเหตุทำให้ผิวหนังของซากสุกรอ่อนนิ่ม และมีแนวโน้มที่จะฉีกขาดได้ง่ายเนื่องจากเครื่องมือในการขูดขน (Gill และ Bryant, 1993)

2.1.6 การเผาขน (Singeing or Flaming) และ การล้างน้ำ (Washing)

ภายหลังการขูดขน ซากจะผ่านเข้าเครื่องลนไฟ ซึ่งมีเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงถึง 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานประมาณ 10 วินาที เพื่อขจัดขนที่เครื่องขูดขนไม่สามารถขูดออกไปได้หมด ทำให้ซากดูสะอาดขึ้น และยังเป็นการช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณผิวหนังของซาก

ก่อนที่จะทำการผ่าซาก จะต้องมีการฉีดน้ำเย็น เพื่อทำความสะอาดซาก ซึ่งน้ำเย็นจัดที่ใช้ฉีดซากนี้ จะเป็นการช่วยทำให้ผิวหนังหดตัวทันทีทำให้รูขุมขนตีบลง ซึ่งช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้อีก

2.1.7 การเอาอวัยวะภายในออก (Evisceration)

ในขั้นตอนนี้จะเริ่มจากการเปิดช่องกระดูกเชิงกรานและช่องท้อง โดยใช้มีดผ่ากลางระหว่างขาหลังทั้ง 2 ข้าง โดยผ่าตามรอยสีขาวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (white tissue) ซึ่งจุดนี้เป็นส่วนของกระดูกเชิงกราน (pelvic bone) 2 ข้างมาต่อกัน และเมื่อใช้มีดใหญ่กระแทกเข้าไปแรงๆ จะสามารถแยกกระดูกสะโพกออกเป็น 2 ซีกได้ ถ้าเป็นสัตว์ตัวผู้ จะต้องค่อยๆเลาะปาดเอาท่อปัสสาวะออกก่อน เพื่อป้องกันการฉีกขาดของท่อในระหว่างการเปิดซาก ส่วนบริเวณอกจะผ่ากลางตรงกระดูกอก (sternum) เริ่มจากกระดูกซี่โครงซี่แรกไปจนถึงช่องท้องได้

การผ่าเปิดท้องจะเริ่มจากบริเวณโคนในของขาหลังมาจนถึงอก เมื่อเปิดช่องท้องได้จึงค่อยๆ ตัดหนังท้องไปเรื่อย จนถึงจุดที่มีกล้ามเนื้อกระบังลมกั้นระหว่างระบบย่อยอาหารและระบบหายใจ แล้วจึงเลาะตัดเอาอวัยวะระบบย่อยอาหารออกจากช่องท้อง โดยให้ไตและมันเปลวติดอยู่กับซาก แล้วตัดพังผืดที่ยึดกล้ามเนื้อกระบังลมติดอยู่กับแผงกระดูกซี่โครงออก จากนั้นจึงตัดหัวใจ ปอด ขั้วปอด และหลอดลมออกจากซาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 การแบ่งซาก (Back splitting)

เมื่อเปิดช่องท้องเอาอวัยวะภายในออกแล้ว ใช้น้ำเย็นฉีดล้างซากให้สะอาด แล้วจึงผ่าซากโดยเลื่อยผ่าตั้งแต่โคนหาง (caudal vertebrae) ไปตามแนวกึ่งกลางของกระดูกก้นกบ (sacral vertebrae) ไปยังกระดูกสันหลังช่องท้อง (lumbar vertebrae) ลงมาถึงกระดูกอันแรก

2.1.9 ชั่งน้ำหนักและลดอุณหภูมิซาก (Weighing and Chilling)

เมื่อผ่าซากออกเป็น 2 ซีกแล้ว ควรดึงส่วนของไขสันหลังออก เพื่อลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ จากนั้นทำการล้างซากให้สะอาด แล้วทำการชั่งน้ำหนักซาก และนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าอุณหภูมิของเนื้อจะลดลงถึง 7 องศาเซลเซียส ซึ่งการลดอุณหภูมิซากจะทำให้การตัดแต่งเนื้อสัตว์สามารถทำได้ง่าย

สำหรับการลดอุณหภูมิซากทำได้หลายวิธี ถ้าเป็นวิธีการลดอุณหภูมิซากแบบดั้งเดิม (conventional chilling) กระทำโดยการเก็บซากในห้องเย็นที่อุณหภูมิระหว่าง 0 – 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิใจกลางเนื้ออยู่ระหว่าง 4 – 7 องศาเซลเซียส แต่ในปัจจุบันนิยมการลดอุณหภูมิซากแบบรวดเร็ว (blast/accelerated chilling) โดยเก็บซากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิของเนื้อลดลงถึง 4 – 7 องศาเซลเซียส จะนำไปเก็บในอุณหภูมิห้องเย็นปกตินิยมทำกัน 3 แบบ ดังนี้

1) Rapid chilling หมายถึง การลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยที่ซากหรือเนื้อจะถูกนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -1 ถึง +1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 90 ความเร็วลม 1 ถึง 4 เมตรต่อวินาที ซึ่งในสุกรจะใช้เวลาประมาณ 15 ถึง 18 ชั่วโมง

2) Shock chilling หรือ very rapid chilling หมายถึงการลดอุณหภูมิของเนื้อลงอย่างรวดเร็วมาก ทั้งนี้เพื่อให้อุณหภูมิภายในเนื้อลดลงถึง 7 องศาเซลเซียส ภายในเวลาที่รวดเร็ว ในการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วนี้มีโอกาสที่จะเกิด cold shortening ขึ้นได้มาก ดังนั้นในการลดอุณหภูมิโดยวิธีนี้ จึงกระทำเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรก นำซากไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -5 ถึง -8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 ความเร็วลม 1 ถึง 4 เมตรต่อวินาที ช่วงสอง นำซากไปเก็บในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 0 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธร้อยละ 90 ความเร็วลม 0.1 ถึง 0.3 เมตรต่อวินาที อีก 12 ถึง 13 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิภายในเนื้อสุกรลดลงต่ำกว่า 7 องศาเซลเซียส โดยจะใช้เวลารวมทั้ง 2 ช่วงน้อยกว่าวิธีแรก

3) Ultra – rapid chilling โดยนำซากเข้าไปเก็บไว้ในห้องเยือกแข็งที่อุณหภูมิ -20 ถึง -30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 100 ความเร็วลม 2 ถึง 4 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 1 ถึง 1.4 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิซากลดลงถึงระดับหนึ่ง จากนั้นนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ -5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 85 ถึง 100 ความเร็วลม 0.2 เมตรต่อวินาที เป็นเวลา 11 ถึง 13 ชั่วโมง

2.1.10 การตัดแต่งชิ้นเนื้อ (Cutting into smaller pieces)

ซากจะถูกตัดแต่งออกเป็น 3 ชิ้นส่วนหลัก คือ fore – end, middle และ hind leg ในขั้นตอนการตัดแต่งชิ้นเนื้อภายในโรงฆ่า ชิ้นเนื้อที่ถูกตัดแต่งควรจะถูกเคลื่อนย้ายโดยการใช้สายพาน และผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้ควรจะเก็บในบรรจุภัณฑ์ที่ดี และอยู่ในอุณหภูมิต่ำ ก่อนนำไปสู่กระบวนการอื่นต่อๆ ไป

ซึ่งเนื้อสุกรคุณภาพดีจะต้องได้มาจากสุกรที่ได้รับการเลี้ยงจากฟาร์มที่ดี ดังนั้นฟาร์มที่เลี้ยงสุกรจะต้องเป็นฟาร์มที่ได้มาตรฐานฟาร์มและได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์ นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการนำระบบการเลี้ยงแบบปลอดเชื้อโรคเข้ามาใช้ในระบบการเลี้ยงสุกร เรียกว่า SPF (Specific Pathogen Free) ซึ่งเป็นระบบการเลี้ยงที่สามารถควบคุมโรคและปรสิตต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อสุกรได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งรวมถึง โรคท้องร่วง หมัด *Actinobacillus pleuropneumoniae*, Aujeszky's disease, swine fever, *Lawsonia intracellularis*, *Brachyspira pilosicoli*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Haemophilus parasuis*, *E. coli*, *Streptococcus suis*, *Staphylococcus hyicus*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter jejuni* และ*Toxoplasma gondii* ซึ่งสุกรที่ได้รับการเลี้ยงแบบ SPF เมื่อนำตัวอย่างเลือดสุกรมาตรวจจะตรวจไม่พบ *E. coli*, *Streptococcus suis*, *Staphylococcus hyicus* หรือ *Brachyspira pilosicoli* (Jensen, 2004)

2.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella*) ในเนื้อสัตว์

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อซัลโมเนลลา

ซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียในสกุล Enterobacteriaceae ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ มีขนาด 0.7-1.5 micron ยาว 2.0-5.0 micron เจริญได้ดีทั้งที่มีและไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) ไม่สร้างแคปซูล เคลื่อนที่ด้วยแฟลกเจลล่า (flagella) ที่ยาวและมีอยู่รอบๆ เซลล์ (peritrichous flagella) ยกเว้น *S.* Pullorum, *S.* Gallinarum สมบัติทางชีวเคมีที่สำคัญและช่วยในการจำแนกเชื้อ ได้แก่ การผลิตไฮรโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) การมีเอนไซม์ไลซีนดีคาร์บอกซีเลส (lysine decarboxylase) และออร์นิทีนคาร์บอกซิเลส (ornithine decarboxylase) แต่ไม่ผลิตยูริเอส (urease) การหมักน้ำตาลกลูโคสได้กรดและอาจได้ก๊าซ แต่ไม่หมักแลคโตสและซูโครส ใช้ซิเตรทเป็นแหล่งคาร์บอนชนิดเดียวได้ เป็นต้น อุณหภูมิที่เจริญได้ดีคือ 37-43 องศาเซลเซียส และเจริญได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส สามารถเจริญได้ดีในช่วง pH 6.5-7.5 และสามารถเจริญได้ในช่วง pH 4.5-9.0 (สุมณฑา, 2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของ antigen ที่สำคัญของซัลโมเนลลา ซึ่งใช้เป็นคุณสมบัติในการทดสอบทางเซรุ่มวิทยา มี 3 ชนิด

1. O Antigen หรือ somatic antigen เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ประกอบด้วยสารประกอบ polysaccharide และ phospholipids มีคุณสมบัติทนความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียสได้นานถึง 2 ชั่วโมง 30 นาที และทนต่อ ethyl alcohol ที่ความเข้มข้นร้อยละ 95 และทนต่อกรดเจือจางได้

2. H Antigen หรือ Flagella antigen เป็นส่วนประกอบของสารประเภทโปรตีน ถูกทำลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ถูกทำลายได้ด้วย ethyl alcohol ความเข้มข้นร้อยละ 95 และกรดเจือจาง

3. Vi Antigen เป็น antigen ที่คลุมอยู่รอบนอก O antigen ถูกทำลายด้วยความร้อน กรด และ phenol โดยปรกติเชื้อซัลโมเนลลาที่มี Vi antigen จะทำให้เกิดอาการของโรครุนแรงกว่าเชื้อที่ไม่มี Vi antigen เชื้อที่มี Vi antigen ได้แก่ *S.* Typhi, *S.* Paratyphi, *S.* Dublin

ในทางระบาดวิทยา ได้จำแนกซัลโมเนลลา ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ (สุมณฑา, 2545)

1. กลุ่มที่อาศัยคนเป็นโฮสต์เพียงอย่างเดียว : ประกอบด้วย *S.* Typhi, *S.* Paratyphi *A*, *S.* Paratyphi *C* เป็นชนิดที่ทำให้เกิดโรคไข้ไทฟอยด์และไข้รากสาดน้อย จัดเป็นเชื้อซัลโมเนลลาที่มีความรุนแรงมากที่สุด และมีอัตราการตายสูงสุด

2. กลุ่มที่ปรับตัวตามโฮสต์ : เชื้อในกลุ่มนี้สามารถทำให้เกิดโรคกับคน โดยผ่านทางอาหาร ประกอบด้วย *S.* Enteritidis สายพันธุ์ PT4, *S.* Pullorum และ *S.* Gallinarum อาศัยเป็ด ไก่ เป็นโฮสต์ประจำ *S.* Dublin อาศัยแกะเป็นโฮสต์ประจำ และ *S.* Choleraesuis อาศัยห่านเป็นโฮสต์ประจำ

3. กลุ่มที่ไม่จำกัดโฮสต์ : ได้แก่เชื้อซัลโมเนลลาส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดโรคกับคนและสัตว์ ประกอบด้วยเชื้อซัลโมเนลลาที่เหลือทั้งหมดซึ่งทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (Salmonellosis)

แหล่งสำคัญของเชื้อซัลโมเนลลา คือ ลำไส้ของสัตว์ เช่น สัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มนุษย์ รวมทั้งแมลง จากแหล่งของเชื้อในลำไส้ เชื้อจะถูกขับออกมากับอุจจาระ อาศัยแมลง สัตว์ และน้ำ แพร่กระจายไปเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ ปุ๋ย ซากสัตว์ที่เน่าเปื่อย วนเวียนเข้าสู่วงจรของห่วงโซ่อาหาร สู่ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ วนเวียนเป็นวัฏจักร และทำให้เกิดการระบาดของโรค Salmonellosis พบว่าในปี 1985 เกิดการระบาดของโรคนี้ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ป่วยถึง 16,000 ราย สาเหตุเนื่องจากกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำนม และยังพบการระบาดของโรค Salmonellosis อีกเป็นจำนวนมากในแต่ละปี ซึ่งพบการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในผลิตภัณฑ์ทางด้านเนื้อสัตว์แทบทุกชนิด (http://www.cfsan.fda.gov/~mow/chap1.html, 2007)

2.2.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในประเทศไทย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น เว้นแต่ได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเท่านั้น

ซัลโมเนลลาเป็นเชื้อที่พบการระบาดทั่วไปในเนื้อสัตว์รวมทั้งผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ จากรายงานของอดิศร และคณะ (2537) พบว่าลูกชิ้นปลา ลูกชิ้นกุ้ง ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นเนื้อ ลูกชิ้นไก่ และ

ไส้กรอก จำนวน 123 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในตลาด และห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน พ.ศ. 2536 ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในทุกผลิตภัณฑ์ โดยมี *S.* Derby และ *S.* Panama เป็นซีโรไทป์ที่พบมากที่สุด ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมักเกิดจากสุขลักษณะของโรงงานผลิตที่ไม่ดี มีการปนเปื้อนระหว่างอาหารดิบและอาหารสุก นอกจากนี้ ผู้ผลิตหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตที่เป็นโรคหรือพาหะของโรคที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อลงสู่ผลิตภัณฑ์ในขณะจับต้องผลิตภัณฑ์ได้ และอดิศร และคณะ (2548) ยังได้ทำการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างหมูเนื้อสันสดที่จำหน่ายในตลาด และห้างสรรพสินค้าของบริเวณเขตลาดกระบัง นนทบุรี และปทุมธานี จำนวน 50 ตัวอย่าง ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 88 มีเชื้อรวม 19 ซีโรวาร์ โดยที่ *Salmonella* Anatum เป็นซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุด รองลงมาได้แก่ *S.* Rissen, *S.* Panama และ *S.* Stanley ตามลำดับ

ในขณะที่ สุมาลี และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาสายพันธุ์ที่สำคัญของเชื้อซัลโมเนลลาจากเนื้อไก่ในประเทศไทย ในปีพ.ศ. 2540 พบว่าเนื้อไก่ที่จำหน่ายในตลาดสด และซุปเปอร์มาร์เก็ต 10 แห่ง มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 72 ตรวจพบสายพันธุ์ต่างๆ 22 สายพันธุ์ สำหรับเนื้อไก่จากโรงงานเพื่อการส่งออก มีการปนเปื้อนของเชื้อร้อยละ 10 ตรวจพบสายพันธุ์ต่างๆ 6 สายพันธุ์ สายพันธุ์ที่สำคัญและพบมากที่สุดคือ *S.* Enteritidis ตรวจพบร้อยละ 28 จากเนื้อไก่ในตลาด และพบร้อยละ 4.5 ในเนื้อไก่จากโรงงานเพื่อการส่งออก ส่วนสายพันธุ์ที่พบรองลงมา ได้แก่ *S.* Muenchen, S. Blockley, S. Montevideo, S. Anatum และ S. Hadar สำหรับสาเหตุที่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จากตลาดสดมากกว่าเนื้อไก่จากโรงงานเพื่อการส่งออก อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้ในการหั่น เช่น มีด เขียง

นอกจากนี้ สุมาลี และคณะ (2540) ได้รายงานการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และผลิตภัณฑ์จากเนื้อหมู ได้แก่ ไส้กรอก ลูกชิ้น แหนม กุนเชียง ไก่ยอ และหมูยอ รวมทั้งสิ้น 200 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายตามห้างสรรพสินค้า และตลาดสดในเขตกรุงเทพมหานคร และนนทบุรี พบว่ามีเชื้อปนเปื้อนอยู่ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดร้อยละ 16 เป็นผลิตภัณฑ์ที่พบว่ามีการปนเปื้อนมากที่สุด คือ แหนมไก่ และแหนมหมู โดยผลิตภัณฑ์เนื้อหมูที่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา มีซีโรวาร์ที่แยกได้ดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงซีโรวาร์และสายพันธุ์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากผลิตภัณฑ์เนื้อหมู

Serovars	Strains
S. Anatum	10
S. Panama	4
S. Derby	3
S. Java	2
S. I.39:-:	2
S. Amsterdam	1
S. Rissen	1
S. Newport	1
S. London	1
S. Tennessee	1
S. Livington	1

ที่มา : สุมาลี และคณะ (2540)

Bangtrakulnonth และคณะ (1994) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรของภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของไทย พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในอุจจาระร้อยละ 12.34 ในลำไส้ร้อยละ 20 ในตับร้อยละ 56.25 สามารถจำแนกได้ 12 ซีโรวาร์ เช่น *S.* Choleraesuis, *S.* Anatum, *S.* Derby, *S.* Agona และ *S.* Typhimurium และเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากตลาดสด 50 แห่ง ในจังหวัดชลบุรี พบมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาถึงร้อยละ 90 แยกได้ 13 ซีโรวาร์ เช่น *S.* Anatum, *S.* Krefeld, *S.* Agona, *S.* Rissen และ *S.* Enteritidis แสดงถึงการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่เพิ่มขึ้นในเนื้อสุกร ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนมาจากการชำแหละเนื้อสัตว์ และระหว่างการขนส่งไปสู่ตลาด ส่วน วรรณาทิพย์ และคณะ (2549) ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ 30 ตัวอย่าง เป็นเนื้อหมู 17 ตัวอย่าง และเนื้อไก่ 13 ตัวอย่าง ที่ซื้อมาจากตลาดสดและห้างสรรพสินค้า ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานครและสมุทรปราการ ตรวจพบในอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD (Xylose Lysine Desoxycholate agar) 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 47 และตรวจพบในอาหารเลี้ยงเชื้อ HE (Hektone Enteric agar) 12 ตัวอย่าง แสดงว่าเชื้อกระจายตัวในอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD ได้ดีกว่าในอาหารเลี้ยงเชื้อ HE โดยพบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างจากตลาดสดมากกว่าตัวอย่างจากห้างสรรพสินค้า จำนวนที่ตรวจพบมีค่าระหว่าง 0.2-4 log CFU/g จำแนกได้ 30 สายพันธุ์ 9 ซีโรวาร์ คือ *S.* Enteritidis ร้อยละ 26.60 *S.* Anatum ร้อยละ 23.30 *S.* Rissen ร้อยละ 16.70 *S.* Blockley, *S.* Corvalis, *S.* Stanley, *S.* Tryphimurium อย่างละร้อยละ 6.70 *S.* Derby และ *S.* Agona อย่างละร้อยละ 3.30

ประภาส และคณะ (2546) ได้ทำการศึกษาการติดเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรก่อนฆ่าชำแหละ พบว่าความชุกของการติดเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรระดับฟาร์มอยู่ในช่วงระหว่างร้อยละ 50 – 83.3 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 69.5 และความชุกของการติดเชื้อแบคทีเรียซัลโมเนลลาของสุกรในโรงฆ่าสัตว์ เพิ่มขึ้นจากระดับฟาร์มโดยมีค่าอยู่ที่ระดับร้อยละ 80.5 ซึ่งเป็นผลจากการติดเชื้อข้ามในระหว่างการขนส่งและความเครียดในช่วงระหว่างก่อนฆ่า

2.2.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสัตว์

ในปี 1998 Food Safety and Inspection Service (FSIS) ได้รายงานถึงผลการตรวจเชื้อ ซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ขนาดใหญ่ แสดงให้เห็นว่า ปริมาณเชื้อซัลโมเนลลา ที่พบในวัตถุดิบเนื้อสัตว์มีอัตราการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อทำการสำรวจต่อในปี 1999 พบว่าเชื้อซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนในกลุ่มผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อโรงฆ่าได้มีการนำระบบ HACCP เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต(http://www.fsis.usda.gov/ophs/salmdata.htm, 2007) ซึ่งข้อมูลของการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ในโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่มีระบบ HACCP เป็นดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์และสัตว์ปีก ในโรงฆ่าขนาดใหญ่ที่ใช้ระบบ HACCP โดยศึกษาข้อมูลตั้งแต่เดือน 26 มกราคม ถึง 30 กรกฎาคม 1999

ชนิดของผลิตภัณฑ์	ค่ามาตรฐานที่สามารถตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา (%)	การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่า (%, n = จำนวนตัวอย่าง)
ไก่	20	9.3 (n= 3315)
สุกร	8.7	2.0 (n= 660)
เนื้อโคบด	7.5	2.6 (n= 530)

ที่มา : ดัดแปลงจาก http//:www.fsis.usda.gov/ophs/salmdata.htm

สุกรเป็นแหล่งสะสมเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญที่มีผลต่อมนุษย์ ซึ่งการติดเชื้อซัลโมเนลลามาสู่มนุษย์เป็นไปได้ทั้งการสัมผัสโดยตรง หรือการบริโภคเนื้อสุกรหรือผลิตภัณฑ์จากสุกร (Feddorka – Cray *et al.*, 2000) ซึ่งการติดเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรอาจเกิดมาจากการปรับปรุงพันธุ์ หรือจากในฟาร์มสุกรขุน (van der *Wolf et al.*, 1999) อย่างไรก็ตามเมื่อมีการเคลื่อนย้ายสุกรออกจากฟาร์ม อาจมีโอกาสที่ทำให้เกิดการติดเชื้อ หรือปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรได้ในระหว่างขนส่ง ช่วงการพักสัตว์ หรือในขั้นตอนกระบวนการฆ่า และยังพบว่า หนังสัตว์ กีบเท้า มูล และขนของสัตว์ที่มีชีวิตจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร มีดที่ใช้ในการแทงคอสัตว์ ถังลวกซาก อุปกรณ์ เครื่องมือต่างๆ ผนัง

อากาศ น้ำ เสื้อผ้า มือพนักงาน และรองเท้าบูท ถูกบ่งชี้ว่าเป็นแหล่งของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากสุกร และมีดตัดแต่ง ซึ่งแบคทีเรียจะปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ในระหว่างกระบวนการฆ่า การแทงคอ การถลกหนัง การลวกซาก การขูดขน การเอาอวัยวะภายในออก และการแบ่งซาก (Warriner *et al.*, 2002) ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในกระบวนการผลิตอาหาร คือ การทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอ (ร้อยละ 16) การปนเปื้อนข้าม (ร้อยละ 3.6) ห้องที่ใช้ในการผลิตหรือเก็บผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอ (ร้อยละ 4.25) อุปกรณ์ เครื่องมือมีการปนเปื้อน (ร้อยละ 5.7) และการปนเปื้อนจากพนักงาน (ร้อยละ 9.2) (WHO, 1995)

Rajic และ Keenliside (2001) ได้รายงานว่า เชื้อซัลโมเนลลาที่พบปนเปื้อนในเนื้อสุกร และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรนั้น ซีโรวาร์ที่ตรวจพบจะมีความเกี่ยวข้องกับกรณีที่เกิดการติดเชื้อซัลโมเนลลาในมนุษย์ร้อยละ 10 – 30 ซึ่งจากการทำการศึกษาในตัวอย่างจากสุกรขุน พบว่าจากตัวอย่างทั้งหมด พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกร และจากสภาพแวดล้อมร้อยละ 15.7 (แยกได้จากมูลสุกรร้อยละ 14.3 และ จากสภาพแวดล้อมร้อยละ 20.1) โดยซีโรวาร์ที่ตรวจพบส่วนใหญ่ในสภาพแวดล้อมคือ *S.* Derby, *S.* Infantis และ *S.* Typhimurium ซึ่งจากตัวอย่างจากสภาพแวดล้อม จะพบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาส่วนใหญ่จากตัวอย่างบูท น้ำทิ้ง ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงการกระจายตัวของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสภาพแวดล้อมจากฟาร์มสุกรขุน

ตัวอย่างจากสภาพแวดล้อม	จำนวนตัวอย่างที่ทำการสุ่มเก็บ	จำนวนตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา
น้ำทิ้ง (sludge)	85	27
คอกว่าง (empty pen)	154	18
เศษฝุ่นละออง (dust)	90	5
รองเท้าบูท (boot)	88	34

ที่มา : ดัดแปลงจาก Rajic และ Keenliside (2001)

นอกจากนี้ van der Wolf และคณะ (1999) สามารถแยกเชื้อซัลโมเนลลาจากฝูงสุกรขุนในทางใต้ของประเทศเนเธอร์แลนด์ พบว่ามีสุกรที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ร้อยละ 23 ส่วน Swanenburg และคณะ (2001) พบว่าจากตัวอย่างที่ได้จากลำไส้ส่วน rectal จากสุกรในโรงฆ่า พบมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Berends และคณะ(1997) ได้อธิบายถึงรูปแบบการระบาดของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร และปัจจัยการปนเปื้อนในซากสุกร ว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในมูลของสัตว์มีชีวิต และปริมาณการปนเปื้อนของซากใน

กระบวนการฆ่า โดยประมาณร้อยละ 70 ของซากที่มีการปนเปื้อน มาจากสุกรมีชีวิตมีการติดเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ก่อนแล้ว และอีกร้อยละ 30 เกิดจากการปนเปื้อนข้ามในระหว่างกระบวนการฆ่า ทำให้ประมาณได้ว่าระหว่างร้อยละ 5-30 ของซากที่ผลิตได้จะมีการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา ซึ่งทำให้คาดการณ์ได้ว่าปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของ *Enterobacteriaceae* และเชื้อซัลโมเนลลาในซาก เกิดจากการทำความสะอาดเครื่องจักรที่ไม่ดีพอ และกระบวนการในการเอาอวัยวะภายในออกไม่เหมาะสม และประมาณร้อยละ 5-15 ของการปนเปื้อนเชื้อนี้ในซาก เกิดขึ้นในระหว่างการทำความสะอาดซากหลังจากการเผาขน ส่วนที่เหลืออีกเล็กน้อยเกิดจากกระบวนการอื่น

Lazaro และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในสิ่งแวดล้อมของโรงฆ่าสุกรในประเทศบราซิล พบการปนเปื้อนของเชื้อนี้ในสิ่งแวดล้อมถึงร้อยละ 22.5 โดยสามารถแยกเชื้อได้จากโต๊ะที่ทำการเอาอวัยวะภายในออกร้อยละ 45.5 ในห้องฆ่าร้อยละ 30 บนตะขอเกี่ยวซากร้อยละ 20 บนมือของพนักงานขายเนื้อสุกรร้อยละ 20 และถังลวกซากร้อยละ 10 ซึ่ง serovars ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Muenster นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Bouvet และคณะ (2003) ที่ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกร โดยการสุ่มตัวอย่างซากสุกร และสภาพแวดล้อมภายในโรงฆ่า ใน 3 ช่วงของกระบวนการฆ่า พบว่าการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในระหว่างการเอาเลือดออก และการแช่เย็นซาก แต่ระดับความแปรปรวนในการปนเปื้อนในสภาพแวดล้อมขึ้นอยู่กับโรงฆ่าแต่ละแห่ง โดย serotypes ที่พบมากที่สุดคือ *S.* Derby และ *S.* Typhimurium และพบว่าซากสัตว์เป็นแหล่งสำคัญในการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นภายในโรงฆ่า

Kasbohrer และคณะ (2000) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกร ประเทศเยอรมัน โดยทำการสำรวจในโรงฆ่าท้องถิ่น 7 แห่ง ในแต่ละเมืองของประเทศ ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมิถุนายน 1996 ทำการสุ่มตัวอย่างสุกรทั้งหมด 11942 ตัว ผลที่ได้พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างมูลสุกรร้อยละ 3.7 ต่อมน้ำเหลือง (lymph nodes) ร้อยละ 3.3 และบนผิวซากร้อยละ 4.7 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาทั้งหมดภายในโรงฆ่าร้อยละ 6.2 และตัวอย่างที่ได้จากซากมีการปนเปื้อนซัลโมเนลลาร้อยละ 10.3

นอกจากนี้ Pearce และคณะ (2006) ได้ศึกษาการเกิดและการกระจายตัวของการปนเปื้อน *E. coli* และเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าสุกร พบว่าก่อนการเริ่มงาน ปริมาณ Aerobic mesophilic bacteria จะไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า แต่ภายหลังการเริ่มงานเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า Aerobic mesophilic bacteria ในห้องที่เปียกน้ำ (wet room) จะมีปริมาณสูงมากกว่าในห้องที่สะอาด (clean room) และห้องแช่เย็น อย่างมีนัยสำคัญ และพบเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนการขูดขน และการเอาอวัยวะภายในออก โดย serotype ที่พบคือ *S.* Enteritica, *S.* Typhimurium PT208, *S.* Typhimurium PT104 b ซึ่งการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในอากาศ บ่งชี้ให้เห็นว่า อากาศอาจเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนในซากสัตว์อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน McDowell และคณะ (2007) ได้ทำการสำรวจโรงฆ่าสุกรในประเทศไอร์แลนด์เหนือ โดยทำการสุ่มตัวอย่างสุกรจำนวน 513 ตัว จากโรงฆ่า 4 แห่ง สามารถแยกเชื้อซัลโมเนลลาจาก caecal content ได้ร้อยละ 31.4 และจากพื้นผิวซากสุกรก่อนเอาอวัยวะภายในออกได้ร้อยละ 40 โดยซีโรวาร์ที่แยกได้ คือ S. Typhimurium ร้อยละ 52 และ S. Derby ร้อยละ 35 เช่นเดียวกับรายงานของ Andrijana และ Julia (2001) ที่ได้ศึกษาเชื้อซัลโมเนลลาในสุกร โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากสุกรขุน พบเชื้อในมูลสุกรร้อยละ 15.7 และตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากมูลสุกรร้อยละ 14.3 และจากสิ่งแวดล้อมร้อยละ 20.1 แสดงให้เห็นว่าระดับของเชื้อซัลโมเนลลาที่ติดเชื้อในฟาร์มจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยซีโรไทป์ที่ตรวจพบได้ส่วนใหญ่ในสิ่งแวดล้อม คือ S. Derby, S. Infantis และ S. Typhimurium และซีโรไทป์ส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร จะมีความเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อในมนุษย์ร้อยละ 10 – 30 ในขณะที่ Oosterom และคณะ (1985) ได้รายงานการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ในระหว่างกระบวนการฆ่าสุกร พบว่าสุกรที่มีสุขภาพดีจากโรงฆ่า 3 แห่ง ในประเทศเนเธอร์แลนด์ มีการติดเชื้อซัลโมเนลลาภายในลำไส้ร้อยละ 21 โดยมีจำนวนของเชื้อเฉลี่ยประมาณ 40 cfu/g และหลังจากผ่านกระบวนการฆ่าแล้วเมื่อทำการ swab ซาก พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 13 ซึ่งจากข้อมูลนี้บ่งชี้ให้เห็นว่า การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรส่วนใหญ่ ไม่ได้เกิดโดยตรงจากการปนเปื้อนในทางเดินอาหารของสัตว์เอง แต่น่าจะเกิดจากผิวหนัง เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงฆ่าสัตว์ เช่นเดียวกับรายงานของ Claire และคณะ (2007) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาภายในสภาพแวดล้อมของคอกพักสุกรภายในโรงฆ่า พบว่าการขาดการประเมินผลในการทำความสะอาด และการฆ่าเชื้อภายในคอกพัก จะทำให้สุกรเกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากสภาพแวดล้อม ที่เป็นแหล่งการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ ดังนั้นแล้วจึงควรมีการควบคุมและประเมินการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในคอกพักสุกร เพื่อควบคุมการกระจายตัวของเชื้อซัลโมเนลลาในสภาพแวดล้อมก่อนการนำสุกรเข้าฆ่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hurd และคณะ (2001) ที่ได้ทำการสุ่มตรวจเชื้อซัลโมเนลลาจากมูลสุกรจากฟาร์ม และจากอวัยวะภายใน และซากสุกรจากโรงฆ่า พบ *Salmonella enterica* Derby ในตัวอย่างมูลจากฟาร์มร้อยละ 3.4 และตัวอย่างจากโรงฆ่าพบเชื้อซัลโมเนลลาใน Caecal contents ร้อยละ 21.2 ใน colon ร้อยละ 52 และใน ileocaecal ร้อยละ 43.6 ส่วนในคอกพักสุกรพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในปริมาณต่ำ บ่งชี้ให้เห็นว่า จะมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรหลังจากที่สุกรออกจากฟาร์ม ซึ่งเป็นไปได้ว่าเกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในช่วงที่ทำการพักสุกรภายในคอกพักและหลังจากพักสุกรเป็นเวลา 18 ชั่วโมง สอดคล้องกับการกล่าวของ Berends และคณะ (1996) ซึ่งกล่าวว่าปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาในมูลของสัตว์มีชีวิต มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนบนพื้นผิวซาก และในสัตว์มีชีวิตที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลาจะมีผลทำให้ผิวซากสัตว์มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้มากกว่าสัตว์มีชีวิตที่ปลอดเชื้อซัลโมเนลลา 3-4 เท่า และยังได้รายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มเติมว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสัตว์ เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนฆ่าและชำแหละสัตว์แล้ว อยู่ประมาณร้อยละ 15 ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนข้ามจากเครื่องมือที่ใช้ ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ และวิธีการปฏิบัติของพนักงานภายในโรงฆ่า และอีกร้อยละ 85 มีสาเหตุมาจากความผิดพลาดของพนักงานในระหว่างการเอาอวัยวะภายในออก นอกจากนี้ปัจจัยเสี่ยงองการปนเปื้อนเชื้อนี้คือ เครื่องที่ใช้ในการปัดขนมีความสกปรก โดยพบว่าร้อยละ 5 – 15 เกิดการปนเปื้อนหลังจากขั้นตอนการเผาขน และเกิดจากความผิดพลาดในระหว่างขั้นตอนการเอาอวัยวะภายในออกร้อยละ 60 – 90 และในขั้นตอนการตัดแต่งซากที่ใช้เวลานานเกินไปร้อยละ 5 – 35

สุกรอาจเกิดการติดเชื้อซัลโมเนลลาได้ในช่วงระหว่างที่มีการขนส่งสุกร และในระหว่างที่สุกรพักอยู่ในคอกพัก ซึ่งมีสาเหตุมาจากความเครียด (ทำให้มีเชื้อซัลโมเนลลาถูกขับถ่ายออกมาพร้อมกับมูลของสุกร) และทำให้เชื้อซัลโมเนลลาปนเปื้อนอยู่ภายในสภาพแวดล้อม และถ้าหากว่ารถบรรทุกที่ใช้ และคอกพักสัตว์ ไม่ได้มีการทำความสะอาด และฆ่าเชื้ออย่างเพียงพอ ก็จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสู่สุกรได้ (Isaacson *et al*., 1999) และ James และคณะ (2007) ได้รายงานว่าจากการศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้วยว่า การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเกิดมาจากสัตว์มีชีวิต และการปนเปื้อนข้ามหลักภายในโรงฆ่าสัตว์มาจากภายในคอกพักสัตว์ ถังลวกซาก และเครื่องปัดขน และการปนเปื้อนข้ามหลักในขั้นตอนการเอาอวัยวะภายในออก ถูกพิจารณาว่าเกิดจากการสัมผัสด้วยมือของพนักงาน และการไม่ระมัดระวังทำให้ทางเดินอาหารแตกออก และยังกล่าวได้ว่าแหล่งการปนเปื้อนหลักของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์เกิดจากตัวของสัตว์เอง จากการฆ่าสัตว์ กล้ามเนื้อของสัตว์จะปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ และจะเริ่มเกิดการปนเปื้อนขึ้นบนพื้นผิวที่สัมผัสกับอากาศ ซึ่งจากข้อมูล พบว่า 70% ของซากสุกรที่เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา เกิดจากสุกรที่เป็นพาหะของเชื้อ และอีก 30% เกิดจากการปนเปื้อนข้าม แหล่งการปนเปื้อนข้ามหลักคือ ผิวหนัง และกีบเท้าของสัตว์ มูลที่สัตว์ขับถ่ายออกมา แบคทีเรียจากทางเดินอาหารที่แตกออก และเศษดิน ฝุ่น อื่นๆ จะถูกนำมาสู่พื้นโรงฆ่า ซึ่ง 2 ทางหลักของการปนเปื้อนถูกบ่งชี้ไว้ดังนี้

1). การสะสมของแบคทีเรียที่กระจายอยู่ในอากาศ และมูลที่มีการปนเปื้อน เป็นต้น

2). การสัมผัสกับเครื่องมือ เสื้อผ้า มือพนักงานที่สกปรก เป็นต้น

Laubach และคณะ (1998) รายงานว่า บ่อยครั้งที่พบว่าสุกรที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลา แต่ไม่ได้แสดงอาการผิดปกติใดๆ และพบว่าความเครียดจากการขนส่ง และการพักสัตว์ก่อนนำเข้าฆ่าทำให้มีการหลั่งเชื้อจุลินทรีย์จากตัวสัตว์ เข้าสู่สภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ซากสุกรมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาถึงร้อยละ 8.7 ซึ่งซากสุกรที่มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจะมีผลทำให้เชื้ออาจปนเปื้อนลงสู่เนื้อสุกรที่ตัดแต่ง กระบวนการฆ่า และสภาพแวดล้อมสูงขึ้น ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะลดปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างซากสุกร จึงได้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการตัดแต่ง โดยจะใช้น้ำที่ใช้ทำความสะอาดโต๊ะตัดแต่ง และเครื่องมือ มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 60 องศาเซลเซียส เป็น 82 องศาเซลเซียส

เมื่อสัตว์ถูกขนส่งออกจากฟาร์ม สัตว์ปีกมักจะถูกขนส่งและบรรจุในกรง ซึ่งกรงที่ไม่ได้ทำความสะอาดจะเป็นแหล่งปนเปื้อนที่สำคัญ โดยสัตว์ปีกจะมีการกระพือปีก และมีมูลสัตว์ที่ตกค้าง ดังนั้นกรงและรถบรรทุกจึงเป็นแหล่งสะสมของจุลินทร์ที่ก่อให้เกิดโรคหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อซัลโมเนลลา และ *Campylobacter* (Ramesh *et al.*, 2003) สำหรับสัตว์ใหญ่ เช่น วัว และสุกรมีการขนส่งในลักษณะเดียวกัน โดยจุลินทรีย์อาจมาจากขน หนัง กีบเท้า และมูลสัตว์ (Reid *et al.*, 2002) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคส่วนใหญ่ คือ *E.coli* O157:H7, *Salmonella, Campylobacter, Yersinia* และ *L. monocytogenes* (Beach *et al.*, 2002; Chang *et al.*, 2003; Wong *et al.*, 2002) สำหรับบริเวณตรวจรับสัตว์ หรือตรวจรับวัตถุดิบ คือ เนื้อสัตว์สด ในกรณีที่ไม่ได้ทำการฆ่าสัตว์ในโรงงานเอง Ellerbroke (1997) รายงานว่าจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนมากับอากาศ ได้แก่ *Enterobacteriaceae* จะตรวจพบมากบริเวณรับสัตว์ก่อนนำเข้าสู่โรงฆ่า และส่วนของบริเวณชำแหละ รวมทั้งการปนเปื้อนจากซากสัตว์ตัวหนึ่งไปอีกซากหนึ่ง โดยจากการใช้เครื่องมือร่วมกัน หรือมือของพนักงานที่ไม่สะอาด (Legg *et al.*, 1999; Wong *et al.*, 2002)

Bolton และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาเพื่อกำหนดค่าวิกฤตของอุณหภูมิในระหว่างขั้นตอนการลวกซากเพื่อป้องกันการปนเปื้อนบนซากสุกร ซึ่งผลที่ได้พบว่าเวลา และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สามารถลดจำนวนเชื้อซัลโมเนลลาของน้ำภายในถังลวกซากใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 1.4 นาที หรืออุณหภูมิที่คาดการณ์ไว้คือ 65 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 0.18 นาที และ Woltersdorf และ Mintzlaff (1996) ได้รายงานว่า จากการทำความสะอาด ทฤษฎี และเทคโนโลยีที่ใช้ในกระบวนการลวกซากสุกรที่มีมาต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันนั้นไม่สามารถอธิบายปัญหาที่ทำให้สัตว์เกิดการปนเปื้อนจากน้ำได้ ไม่ใช่เฉพาะเพียงแต่การปนเปื้อนที่พื้นผิวซากเพียงอย่างเดียว แต่การลวกซากบางวิธีมีผลทำให้การปนเปื้อนในน้ำลวกซากที่สกปรกสามารถปนเปื้อนผ่านไปยังซากได้ ในการทำงานจึงต้องมีการหมุนเวียนอากาศที่ถูกทำให้มีความชื้นด้วยไอน้ำ และน้ำ ความชื้น (อากาศร้อนที่มีความชื้นมีอุณหภูมิ 60 – 61.5 องศาเซลเซียส) จะกลั่นตัวสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่พื้นผิวของซาก ด้วยเหตุนี้ผลผลิตจากการลวกซาก จึงมีผลต่อขั้นตอนการขูดขน

Boes และคณะ (2001) ได้ศึกษาว่าโรงฆ่าที่กระบวนการผลิตแบบทางตรง (direct slaughter line process) มีความน่าจะเป็นว่าจะมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งข้อมูลนี้ได้รับการสนับสนุนจาก Berend และคณะ(1997) ที่ได้รายงานว่าความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างจำนวนและระดับการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในสุกร ที่ระยะเวลาในการฆ่า และการเกิดขึ้นของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรสุดท้าย ซึ่งสาเหตุการปนเปื้อนสามารถเกิดได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1). Auto contamination เชื้อซัลโมเนลลาเข้าสู่โรงฆ่าสัตว์จากตัวสัตว์เข้าสู่ซากสัตว์

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2). Cross contamination เชื้อซัลโมเนลลาเข้าสู่โรงฆ่าสัตว์ไปยังสัตว์ ผ่านจากสัตว์ตัวหนึ่งที่เป็นพาหะของเชื้อไปยังสัตว์ที่ไม่ติดเชื้อ โดยการสัมผัสระหว่างกระบวนการฆ่าทั้งทางตรง และทางอ้อม

นอกจากนี้ Nel และคณะ (2004) ได้ทำการศึกษาปริมาณของเชื้อแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับเนื้อสัตว์ที่ถูกตัดแต่งในโรงฆ่าขนาดใหญ่ โดยมีเชื้อที่เกี่ยวข้องคือ *Bacillus cereus*, *Staph. aureus*, *Pseudomonas* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli* และ *Salmonella* spp. พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ที่ถูกตัดแต่งในโรงฆ่าที่ให้ผลเป็นบวก สูงถึงร้อยละ 60 ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากพนักงานที่ตัดแต่งไม่ได้รับการอบรมทางด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่เพียงพอ ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาลงสู่เนื้อสัตว์ได้ ในขณะที่ Bacon และคณะ (2002) ที่ได้ทำการศึกษาในทำนองเดียวกัน พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าสัตว์ของโรงฆ่า 8 แห่ง เพียงร้อยละ 1.3 เช่นเดียวกับรายงานของ Madden และคณะ (2001) ที่พบว่ามีระดับการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าร้อยละ 1.5

Swanenburg (2000) ได้เสนอแนะวิธีป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนเนื้อสุกรว่าควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสระหว่างฝูงสุกรที่มีความแตกต่างกันทั้งทางตรง และทางอ้อม โดยเฉพาะระหว่างฟาร์มสุกรที่ปลอดเชื้อซัลโมเนลลา และฟาร์มสุกรที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลา หลีกเลี่ยงสุกรไม่ให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะภายในคอกพักสุกร หลีกเลี่ยงสุกรไม่ให้เกิดความเครียดในระหว่างการขนส่งสุกร และภายในคอกพัก เพื่อป้องกันไม่ให้สุกรอ่อนแอ และลดการหลั่งเชื้อซัลโมเนลลาออกมาภายในมูลสุกร หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาภายในสภาพแวดล้อมจากสุกรที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลา และหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรจากจุลินทรีย์ที่มีการตกค้างอยู่ภายในโรงฆ่า

2.3 การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก

เนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และมีค่า water activity เหมาะสมกับการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด ดังนั้นการป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งควรมีการควบคุมตั้งแต่ฟาร์มเพื่อให้ถูกต้องตามสุขลักษณะ รวมถึงการขนส่งเข้าสู่โรงเชือดจนกระทั่งแปรรูป เนื่องจากจุลินทรีย์มีอยู่ตามธรรมชาติ ทั้งในดิน น้ำ รวมทั้งจากตัวสัตว์เองอันตรายที่ปนเปื้อนข้ามมาสู่มนุษย์ได้ ดังนั้นการปนเปื้อนจึงสามารถเกิดได้ทุกขั้นตอน ตั้งแต่การรับสัตว์ก่อนการฆ่า ในระหว่างการพักสัตว์ในคอกพัก ไปถึงการชำแหละและการตัดแต่งเนื้อสัตว์

การลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์บนผิวซาก ทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้น้ำฉีดล้างบนผิวซาก หรืออาจใช้วิธีการแช่ซากในน้ำ การปล่อยให้น้ำไหลผ่านซาก การสเปรย์น้ำบนผิวซาก เป็นต้น ซึ่งวิธีการเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดเศษสิ่งสกปรกต่างๆ รวมทั้งเศษขน เศษกระดูก และมูลสัตว์ที่อาจตกค้างอยู่บนซาก ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการข้างต้นในการลดการปนเปื้อน

81369

ของซากสัตว์คือ ความแรงของน้ำ อุณหภูมิน้ำ สารที่ใช้ในการยับยั้งจุลินทรีย์เวลาที่น้ำสัมผัสซาก สิ่งที่ควรระวังหากใช้วิธีการแช่ซากสัตว์ คือ อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนระหว่างซากสัตว์ และน้ำกับซากสัตว์ได้ ในขณะที่วิธีการสเปรย์น้ำ หรือการปล่อยให้น้ำไหลผ่านซากสัตว์อาจทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ เนื่องจากความแรงของน้ำ ดังนั้นการเลือกชนิดของหัวสเปรย์ มุมของการสเปรย์ ความดัน และขนาดของซากสัตว์ จึงเป็นปัจจัยร่วมในการลดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ การเติมโอโซนลงในน้ำทำเย็นจะช่วยลดการปนเปื้อนข้ามจากน้ำสู่เนื้อสัตว์ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามการน้ำล้างอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนมากยิ่งขึ้นก็ได้ Sofos และ Smith (1998) กล่าวว่าการทำความสะอาดผิวหนังของสัตว์ก่อนนำสัตว์เข้าสู่กระบวนการฆ่าจะช่วยให้ซากที่มีการปนเปื้อนสะอาดขึ้น ถือเป็นการลดการปนเปื้อนภายนอกตัวสัตว์ แต่ในการประยุกต์ใช้กระบวนการนี้ก็มีข้อจำกัดจากสภาพภูมิอากาศ ชนิดของสัตว์ และประสิทธิภาพของกระบวนการ และนอกจากนี้ Castelo และคณะ (2001) แนะนำให้ฉีดล้างเนื้อสุกรที่ตัดแต่งแล้วด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที แล้วฉีดล้างด้วยกรดแลคติกเข้มข้นร้อยละ 2 โดยปริมาตรที่อุณหภูมิเดียวกันเป็นเวลา 75 วินาที เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ผิว ซึ่งกระบวนการต่างๆ จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ อาจมีการนำกรดอินทรีย์หรือสารเคมีมาใช้ที่หลายความเข้มข้น ความดัน (2 – 20 บาร์) อุณหภูมิ (15 – 80 องศาเซลเซียส) และระยะเวลาที่แตกต่างกัน (5 – 20 วินาที) อาจใช้เพียงวิธีเดียวหรือหลายวิธีร่วมกัน

การใช้น้ำร้อนหรือไอน้ำ วิธีนี้จะสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้เกือบทั้งหมด ยกเว้นสปอร์แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ที่ทนร้อนบางชนิด การใช้น้ำร้อนโดยการลำเลียงซากสัตว์ผ่านหัวฉีดน้ำที่อุณหภูมิ 75 – 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาด การใช้น้ำร้อนจะสามารถควบคุมการทำงานได้ง่ายกว่าใช้ไอน้ำ โดยการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อและลักษณะปรากฏ (Gill and Jones, 1999)

Delmore และคณะ (1997) ได้รายงานว่าขั้นตอนการขูดขนจะช่วยลดการปนเปื้อนบนซากที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และได้มีการนำขั้นตอนการขูดขนมาประยุกต์ใช้ในตัวอย่างหนังสัตว์ที่ทำการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า ช่วยลดเชื้อ *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., *L. monocytogenes* ที่ถูกเพาะเชื้อลงไปได้อย่างมีนัยสำคัญ แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนการขูดขนก็มีผลเพียงแค่ทำให้เซลล์แบคทีเรียบาดเจ็บเพียงเท่านั้น และ Richmond (1991) กล่าวว่า ในขั้นตอนการขูดขนจะต้องให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นสำคัญ ถึงแม้ว่าขั้นตอนของกระบวนการจะเป็นไปเพียงเพื่อการกำจัดขนเท่านั้น และควรมีการรัดทวารเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของมูลสุกรลงสู่น้ำภายในถังลวกซาก หรือในระหว่างการขูดขน และการปัดขน การมัดหลอดอาหารทั่วๆ ไปเพื่อป้องกันเศษอาหารทะลักออกมาจากกระเพาะอาหาร เพื่อลดการปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการ โดยทั่วไปในขั้นตอนการลวกซากและการเผาขนสามารถลดจำนวนแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้อย่างเห็นได้ชัด แต่ในขั้นตอนการขูดขน และการปัดขนจะทำให้เกิดการปนเปื้อนซ้ำ และทำให้จำนวนแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้น (Gill and Bryant, 1993) อาจเนื่องมาจากว่าระบบการทำงานของเครื่องขูดขน และปัดขนทำความสะอาดได้ยาก หลังจากกระบวนการต่างๆ ของวันเสร็จสิ้น ดังนั้นเมื่อเริ่มกระบวนการในวันถัดมาจึงทำให้สามารถเกิดการเคลื่อนย้ายของเชื้อแบคทีเรียจำนวนมากไปยังพื้นผิวของซากได้ (James *et al.*, 2007) และในขั้นตอนการล้างซากก่อนนำเอาอวัยวะภายในออกโดยใช้น้ำร้อน พบว่าจะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิผล โดยมีรายงานว่าการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ล้างซากเป็นเวลา 20 วินาที จะช่วยลดระดับของเชื้อจุลินทรีย์ และ E.coli บนซากสุกรได้ถึง 2.5 log CFU/cm^2 (Gill *et al.*, 1995)

ดังนั้นแล้ว ในการป้องกันหรือลดการปนเปื้อนของตัวสัตว์ก่อนการฆ่า และการจัดการขั้นต้น เช่น การทำเย็น การชำแหละ และการตัดแต่ง เป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพ และความปลอดภัยของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการควบคุมตั้งแต่การจัดการฟาร์ม การขนส่ง จนกระทั่งถึงโรงงานจะต้องมีระบบรับวัตถุดิบที่ดี เพื่อให้สามารถแน่ใจได้ว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากลอย่างแท้จริง

ในส่วนของขั้นตอนในการตัดแต่ง ภาชนะอุปกรณ์ที่ใช้หากไม่เหมาะสมจะทำให้เนื้อสัตว์เกิดการปนเปื้อนมากขึ้น ดังนั้นทุกครั้งที่ใช้ภาชนะอุปกรณ์ควรล้างทำความสะอาด การทำความสะอาด และเก็บรักษาภาชนะอุปกรณ์แต่ละชนิด เช่น เขียง ควรทำความสะอาด โดยการล้างด้วยน้ำร้อนหรือน้ำเย็น และสารทำความสะอาด แล้วใช้แปรงขัดถูตามร่อง และผิวเขียงให้ทั่ว สุดท้ายล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปฆ่าเชื้อโดยการแช่ในน้ำร้อนที่สูงกว่า 80 องศาเซลเซียส หรือทำให้ปราศจากเชื้อโรคโดยใช้น้ำยาไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 200 ppm แช่ไม่ต่ำกว่า 30 นาที เก็บไว้ในที่แห้ง และลมผ่านได้ ส่วนมีดก็เช่นกัน ภายหลังการทำความสะอาดแล้ว ให้ทำการฆ่าเชื้อโดยการแช่ในน้ำร้อนที่สูงกว่า 80 องศาเซลเซียส และทำให้แห้งก่อนการเก็บ(http://webnotes.fda.moph.go.th/consumer, 2007)

Carney และคณะ (2006) กล่าวว่าการที่ชิ้นเนื้อตัดแต่งมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคน้อยกว่าบนซากสัตว์ บ่งชี้ให้เห็นว่า มีความจำเป็นที่จะต้องประเมินการควบคุมอย่างเคร่งครัดเพื่อลดการกระจายตัวของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคภายในโรงฆ่า อาจจะมีการนำกรดอินทรีย์มาใช้ร่วมกับสารตัวอื่นๆ เช่น ไอน้ำร้อน เพื่อลดระดับของเชื้อแบคทีเรียบนซากสัตว์ และ Conter และคณะ (2006) ได้ศึกษาจุลชีววิทยาของสภาพแวดล้อม และซากสุกรภายในโรงฆ่าสุกรทางการค้า พบว่าตัวอย่างทางสภาพแวดล้อมที่ถูกสุ่มเลือกมาในระหว่างกระบวนการฆ่า และหลังจากการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อ มีผลแสดงให้เห็นว่าการสุขาภิบาลไม่มีผลต่อการลดลงของจำนวนแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่าจำนวนแบคทีเรียบนพื้นผิวซากมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งสนับสนุนว่ามาตรฐานทางด้านความสะอาดทั่วไปเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้แน่ใจได้ว่าอาหารปลอดภัย จึงควรมีการประเมินผลถึงประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยไอน้ำ โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากซากสุกร 86 ซาก มาทำการทดลอง ผลที่ได้พบว่า จำนวน mesophilic bacteria บนซากสุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (สูงถึง 2.26 log CFU/cm^2) ซึ่งการศึกษานี้จะเป็นการทวนสอบว่าระบบการลดการปนเปื้อนทางการค้าจะต้องมีประสิทธิภาพในการลดระดับของจุลินทรีย์ทั่วไปตามธรรมชาติบนพื้นผิวของซากสุกรภายในโรงฆ่าทางการค้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.1.1 เครื่องชั่งอิเลคทรอนิค	Mettler Toledo	สวิตเซอร์แลนด์
3.1.2 อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ	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	LG	เกาหลี
3.1.8 Vortex mixer		

3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 Trypticase Soy Broth (TSB)	Merck
3.2.2 Rappaport Vassiliadis broth (RV broth)	Merck
3.2.3 Modified Semisolid Rappaport Vassiliadis (MSRV)	Merck
3.2.4 Triple Sugar Iron (TSI)	Merck
3.2.5 Lysine Indole Motility (LIM)	Merck
3.2.6 Trypticase Soy Broth agar (TSA)	Merck
3.2.7 Kovac's indole reagent	Merck
3.2.8 Antiserum A-I, B, C, D และ E	S&A Lab reagent

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

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

- ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการทดลอง

ในการศึกษาปัจจัยการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่

- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร
- ศึกษาการปนเปื้อน ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

ทำการเก็บตัวอย่างในโรงงานแปรรูปสุกรเบทาโกร เซฟตี้ มีท แพ็คกิ้ง จ.ลพบุรี สัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวม 12 ครั้ง

สำหรับการเก็บตัวอย่างซากสุกรจะทำการเก็บครั้งละ 3 ตัว โดยเก็บตัวอย่างจากซากชิ้นเดียวกัน

3.4.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานแปรรูปสุกรที่ได้มาตรฐานสากลที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

โดยการศึกษาข้อมูลของโรงงานดังนี้

- ที่ตั้งของโรงงาน
- กำลังการผลิต

3.4.2 ศึกษาการจัดการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรของโรงงานแปรรูปสุกร

โดยการสังเกตวิธีการปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนของการฆ่าและชำแหละสุกร ตั้งแต่การขนส่งสัตว์มีชีวิตจากฟาร์ม การรับสัตว์ การพักสัตว์ในคอกพัก การฆ่าและชำแหละ การตัดแต่ง และจากการสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในโรงงาน

3.4.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในกระบวนการก่อนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่างดังนี้

3.4.3.1 คอกพักสุกร : โดยการ swab บริเวณผนัง และพื้นคอก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ก่อนและหลังสุกรเข้าพัก

3.4.3.2 น้ำพ่นในคอกพักสุกร : สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำพ่นในคอกพักสุกร โดยใช้ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว รองจากหัวพ่นน้ำในคอกพักสุกร

3.4.3.3 รถขนส่งสุกร : โดยทำการ swab ผนังและพื้นรถขนส่งสุกร รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร ภายหลังการขนส่งสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ศึก[illegible]นเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

โดยทำการเก็บตัวอย่[illegible]

3.4[illegible]ากสุกรก่อนลวก : โดยการ swab บริเวณไหล่ สะโพก ท้อง และสันหลัง รวมพื้นที่ 100 [illegible]นติเมตร

3.4[illegible]วกซาก : โดยสุ่มเก็บน้ำลวกซากจากถังลวกซาก โดยทำการสุ่มตักน้ำในถังลวกซากลึกประ[illegible]กลางถัง

3.4[illegible]แทงคอ : โดยการ swab ตามรอยแผล รวมพื้นที่ 25 ตารางเซนติเมตร

3.4[illegible]กสุกรหลังการขูดขน : โดยการ swab ซากสุกรภายหลังการขูดขน บริเวณซอกขาหน้าท[illegible]สันหลังรวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4[illegible]กสุกรหลังการปัดขน : โดยการ swab ซากสุกรภายหลังการปัดขน บริเวณซอกขาหน้าท[illegible]สันหลังรวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4[illegible]สุกร : โดยเก็บตัวอย่างมูลสุกรจากลำไส้ใหญ่ภายหลังการผ่าซาก

3.4[illegible]ากสุกรผ่าซีก : โดยการ swab ซากสุกรหลังการนำเอาเครื่องในออกแล้ว บริเวณด้านในของสั[illegible]นอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4[illegible]หลังวัดคุณภาพซาก : โดยการ swab ซากสุกรหลังการวัดคุณภาพซากแล้วบริเวณด้านในข[illegible]สันนอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้นที่ 100 ตารางเซนติเมตร

3.4[illegible]กสุกรหลังจากแช่เย็น 24 ชั่วโมง : โดยการ swab ซากสุกรผ่าซีกภายหลังการแช่เย็น[illegible]แล้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บริเวณด้านในของสันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวมพื้น[illegible]ารางเซนติเมตร

3.4.5 ศึกษา[illegible]ปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

โดยทำการเ[illegible]างของซากสุกร ที่ผ่านการแช่ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง [illegible]รณ์ในห้องตัดแต่งซากสุกร ดังนี้

3.4[illegible]ัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มีดที่ใช้ตัดแต่งซากสุกร ก่อนและหลังทำการตัดแต่ง ที่หน้[illegible]ีดทั้ง 2 ด้าน

3.4[illegible]พนักงานที่ทำการตัดแต่งซากสุกร : โดยการ swab มือของพนักงานก่อนและหลังทำการ[illegible]ากสุกร ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของมือที่สัมผัสชิ้นเนื้อ

3.4[illegible]ะตัดแต่ง : โดยการ swab พื้นโต๊ะก่อนและหลังทำการตัดแต่งซากสุกร รวมพื้นที่ 100 ตารา[illegible]กร

3.4[illegible]นื้อ : โดยการสุ่มตัดแต่งชิ้นเนื้อจากก้อนเนื้อสะโพก สันหลัง สันคอ และพื้นท้อง รวมน้ำ[illegible]กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่[illegible]สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น[illegible]ห้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเก็บตัวอย่างลงในสารละลาย NaCl ความเข้มข้นร้อยละ 0.85 และนำมาเก็บในกล่องน้ำแข็ง เพื่อควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างในระหว่างการเดินทางมายังห้องปฏิบัติการ ซึ่งใช้เวลาในการเดินทางไม่เกิน 3 ชั่วโมง

3.5 การวิเคราะห์หาปริมาณและจำแนกซีโรวาร์ของเชื้อ *Salmonella* spp. ในตัวอย่าง

นำตัวอย่างจากข้อ 3.4.3 3.4.4 และ 3.4.5 มาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. โดยวิธี MPN (Most Probable Number) ตามวิธีของ FDA - BAM (1992) ดัดแปลงโดย อดิศร และคณะ (2548) ดังนี้

3.5.1 **Pre-enrichment** :ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากการเจือจางในระดับ 1:10 ลงในสารละลาย TSB (Trypticase Soy Broth) 9 มิลลิลิตร จำนวน 3 หลอด แล้วทำการเจือจางเป็น 1:100 และ 1:1000 อย่างละ 3 หลอด แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

3.5.2 **Selective enrichment** : ปิเปตสารละลายในข้อ 1 ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ลงในสารละลาย RV broth (Rappaport Vassiliadis broth) 10 มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

3.5.3 **Selective plating** : ปิเปตสารละลายใน RV broth 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ MSRV (Modified Semisolid Rappaport Vassiliadis) จำนวน 4 จุด (ประมาณจุดละ 0.025 มิลลิลิตร) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

3.5.4 **Biochemical screening test** : ใช้เข็มแตะโคโลนีเส้นใยสีขาวที่เกิดบนผิวหน้าอาหาร MSRV แล้ว streak ลงบนผิวหน้า slant ของอาหาร TSI (Triple sugar iron) แล้วทิ่มลงไปถึงก้นหลอดอาหาร จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเดิมจุ่มลงในหลอดอาหาร LIM (Lysine Indole Motility) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง ถ้าเป็นเชื้อซัลโมเนลลาจะให้ผลดังนี้

TSI : Slant จะเป็น Alkaline เปลี่ยนเป็นสีแดง

Butt จะเป็น acid เปลี่ยนเป็นสีเหลือง

Gas จะให้ผล + อาจมีฟองอากาศ หรือรอยแตก

H_2S จะให้ผล $\pm$ อาจมีสีดำที่ก้นหลอด

LIM : Lysine ให้ผล + อาหารไม่เปลี่ยนสี (สีม่วง)

Indole ให้ผล – คือเมื่อหยด Kovac's indole reagent จะเกิดวงแหวนสีเหลือง

Motile ให้ผล $\pm$ มีการเคลื่อนไหวของเชื้อที่มี Flagella ทำให้อาหารขุ่น

3.5.5 อ่านจำนวนของเชื้อซัลโมเนลลา โดยเทียบกับตาราง MPN โดยการนับหลอดที่ให้ผลบวกจากความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1:10 1:100 และ 1:1000

เอกสารนี้เป็น... ...ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.6 เลือกหลอดทดลองที่ให้ผลเป็นบวกทางชีวเคมี มาทำการทดสอบผลทางซีรัมวิทยา โดยการทำ slide agglutination test กับ Salmonellra Antiserum polyvalent (A-I) และ Vi : groups B, C, D และ E

3.5.7 ถ้าให้ผลบวก ให้ทำการยืนยันผลซีโรวาร์ โดยเก็บเชื้อที่ให้ผลบวกบน TSI ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA (Trypticase Soybroth Agar) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง เพื่อส่งตรวจยืนยันผลในระดับซีโรวาร์ที่ WHO Salmonella-Shigella Center สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1. บันทึกปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกร นำข้อมูลที่ได้ไปประมวลผลและนำเสนอเป็นร้อยละ

3.6.2. นำผลการตรวจยืนยันผลในระดับ serotypes หรือ serovar ที่ตรวจพบในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร นำมาคำนวณและเสนอเป็นร้อยละ

3.6.3. เปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนและ serotypes ของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่า และตัดแต่งสุกรมาวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของการแพร่กระจายภายในโรงฆ่าสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นของโรงฆ่าและตัดแต่งสุกร

บริษัท เบทาโกร เซฟตี้ มีท แพคกิ้ง จำกัด ตั้งอยู่ที่ 215 หมู่ 1 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ต. ช่องสาริกา อ. พัฒนานิคม จ. ลพบุรี 15220 เป็นบริษัทที่ดำเนินธุรกิจเพื่อผลิตและจำหน่ายเนื้อสุกรอนามัย โดยใช้สุกรขุนจากฟาร์มสุกรเอส พีเอฟ และฟาร์มสุกรในเครือเบทาโกร โดยผลิตภัณฑ์ของบริษัทจะเป็นเนื้อสุกรแช่เย็นและแช่แข็ง

ในส่วนของกำลังการผลิตสูงสุดที่ทำได้ในแต่ละวัน อยู่ที่ 2400 ตัว/ วัน หรือ 140 ตัว/ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามในการผลิตแต่ละวันขึ้นอยู่กับความต้องการของฝ่ายการตลาด โดยมีการผลิตอย่างน้อยวันละ 400 ตัว ขึ้นไป

4.2 ขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

สำหรับการจัดการในกระบวนการฆ่า ชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกร ของโรงงานแปรรูปสุกร เซฟตี้ มีท แพ็คกิ้ง แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 วิธีการในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่า ชำแหละและตัดแต่งเนื้อสุกร

ขั้นตอน	วิธีการ
1. สุกรมีชีวิต	รับสุกรมีชีวิตที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยอยู่ที่ 95-115 กิโลกรัม โดยสุกรเหล่านี้จะต้องผ่านการสุ่มตรวจปัสสาวะและซีรั่ม(Ante-mortem inspection) เพื่อหาค่าเบต้าอะโกนิสต์(ß-agonist) และสารซัลโฟนาไมด์ (Sulfonamide)
2. การขนส่ง (Transportation)	สุกรมีชีวิตจะถูกชั่งน้ำหนักรายตัวและถูกนำขึ้นรถขนส่ง โดยการขนส่งแต่ละครั้ง จะสามารถขนสุกรได้ประมาณ 60-80 ตัว
3. การพักสัตว์ (Lairage)	สุกรแต่ละตัวจะถูกลำเลียงจากรถขนส่งมายังคอกพักสัตว์ โดยแยกพักสุกรจากแต่ละฟาร์มออกจากกัน เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค และความเครียดที่อาจเกิดกับสุกร และสุกรได้รับการฉีดพ่นน้ำเพื่อทำความสะอาดระหว่างที่อยู่ในคอกพัก โดยที่สุกรจะถูกพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลา 2-6 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงว
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง
ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการ
4. การทำให้สัตว์สลบ (Stunning)	เมื่อสุกรถูกนำเข้าสู่กระบวนการฆ่า ขั้นตอนแรกคือ การทำให้สุกรสลบโดยใช้กระแสไฟฟ้า 550-650 Volt เป็นเวลา 3 วินาที
5. การเอาเลือดออก (Bleeding)	หลังจากสุกรสลบ จะถูกแทงคอทันทีภายในเวลาน้อยกว่า 8 วินาที โดยจะทำการแทงคอสุกรในขณะที่สุกรนอนอยู่ในแนวราบ (Horizontal bleeding) แล้วจึงแขวนสุกรขึ้นบนรอก เพื่อให้เลือดออกจากตัวสุกรให้มากที่สุด ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการเอาเลือดออกประมาณ 3 นาที
6. การลวกซาก (Scalding)	ซากสุกรจะถูกลำเลียงในลักษณะที่ถูกแขวนอยู่บนรอก มายังถังลวกซาก และจะมีการฉีดพ่นน้ำทำความสะอาดซากสุกรหลังจากเอาเลือดออกแล้วก่อนที่จะนำมาสู่ขั้นตอนการลวกซาก สำหรับอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการลวกซากคือ 60-63 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ใช้ในการลวกซากสุกรประมาณ 2.15 นาที โดยน้ำในถังลวกซากมีการเปลี่ยนน้ำหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา
7. การขูดขน (Dehairing)	ซากสุกรที่ผ่านขั้นตอนการลวกซากแล้ว จะถูกนำมาถอดเล็บออกก่อน และพนักงานจะใช้มีดทำการขูดขนบนซากสุกร ขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 50-60 วินาที
8. การเผาขน (Flamming)	ในขั้นตอนการเผาขน ซากสุกรจะถูกเผาขนด้วยไฟที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส ระยะเวลาประมาณ 10-15 วินาที เพื่อกำจัดขนอ่อน และเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์บริเวณผิวซากสุกร
9. การปัดขน (Polishing)	ซากสุกรจะถูกลำเลียงเข้าสู่เครื่องปัดขน เพื่อทำความสะอาดซาก ใช้เวลาประมาณ 30-40 วินาที
10. การตัดส่วนหัว (Head operation)	หลังจากผ่านขั้นตอนการปัดขนแล้ว ซากสุกรจะถูกตัดเอาส่วนหัวออก ส่วนหัวที่ถูกตัดออกจะถูกนำไปสุ่มตรวจ (post mortem) โดยสัตวแพทย์
11. การเอาอวัยวะภายในออก (Evisceration)	ซากสุกรจะถูกเปิดออกบริเวณผนังท้องและทำการรัดทวาร (Bunging) ก่อนที่จะนำเอาอวัยวะภายในออก เพื่อป้องกันการทะลักออกของสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ และปนเปื้อนมายังซาก แล้วดึงแยกอวัยวะภายใน คือ ส่วนที่เรียกว่า เครื่องในแดง (Red offal) ได้แก่ ปอด ตับ ม้าม หัวใจ และเครื่องในขาว (White offal) ได้แก่ ส่วนของทางเดินอาหาร ออกมาจากซาก และนำไปยังห้องทำความสะอาดเครื่องใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการ
12. การแบ่งซาก (Splitting)	เมื่อนำเอาอวัยวะภายในออกแล้ว ซากสุกรจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ซีก แยกไต และดึงมันเปลวออก และทำการตรวจซากหลังฆ่า (Post-mortem) หลังจากนั้นซากสุกรจะถูกลำเลียงมาเพื่อทำการวัดคุณภาพซาก โดยใช้วิธี LSQ (LSQ grading) แล้วจึงทำการแสตมป์ซาก (Carcass identification) เพื่อบ่งชี้ฟาร์มสุกรที่นำเข้า (farm code) เพื่อสามารถสอบกลับไปยังซากสุกรหากเกิดความผิดปกติหลังการตรวจซากภายหลังการฆ่า
13. การชั่งน้ำหนักซาก (Carcass weighing)	ซากสุกรจะถูกชั่งน้ำหนักก่อนที่จะถูกนำเข้าห้องแช่เย็น และจะทำการพ่นน้ำเพื่อทำความสะอาดซากสุกรอีกครั้ง โดยจะใช้น้ำปริมาณมากกว่า 16 ลิตร/ซาก
14. การแช่เย็นซาก (Chilling)	ซากสุกรจะถูกนำเข้าสู่ห้องแช่เย็น เพื่อทำให้อุณหภูมิของซากลดลง ด้วย 2 ขั้นตอนคือ 1. Quick chill : ซากสุกรจะถูกลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว โดยใช้อุณหภูมิ -2 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 นาที 2. Overnight chill : ซากสุกรจะถูกแช่เย็นภายในห้องแช่เย็นที่มีอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง
15. กระบวนการตัดแต่ง (Cutting process)	ภายหลังการแช่เย็นซากอจะนำซากมาทำการตัดแต่ง ซึ่งจะแบ่งเป็น Primary cutting และ Secondary cutting 1. Primary cutting โดยทำการตัดแต่งซากสุกรออกเป็น 7 ชิ้นส่วนใหญ่ ได้แก่ ไหล่ สะโพก สันคอ สันใน สันนอก สามชั้น และซี่โครง โดยจะต้องมีการตรวจสอบการปนเปื้อนทางกายภาพด้วยสายตา ได้แก่ กระดูกแข็ง และด้วยเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal detector) เช่น เข็ม ฉีดยา 2. Secondary cutting โดยการตัดแต่งชิ้นส่วนใหญ่ให้เป็นชิ้นส่วนย่อยๆ หลังจากนั้นจะนำชิ้นเนื้อที่ผ่านการตัดแต่งแล้วไปแช่แข็ง (Freezing) ที่อุณหภูมิ -35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 18 ชั่วโมง เพื่อให้อุณหภูมิกึ่งกลางของชิ้นเนื้ออยู่ที่ -18 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำชิ้นเนื้อเข้าสู่ห้องแช่เย็นอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเลลาในกระบวนการก่อนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

จากการสุ่ม swab คอกพักสุกรทั้งก่อนและหลังสุกรเข้าพัก น้ำในคอกพัก และรถขนส่งสุกร เมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อซัลโมเนลลา ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การปนเปื้อนซัลโมเนลลาบนรถขนส่งสุกร คอกพักสุกรก่อนและหลังสุกรเข้าพักและน้ำในคอกพัก

ตัวอย่าง	ปริมาณต่ำสุดและสูงสุดของของซัลโมเนลลาที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา
รถขนส่งสุกร(n=12)(MPN/100 cm^2)	3 - 210	50
คอกก่อนสุกรเข้าพัก(n=12)(MPN/100 cm^2)	3 - 16	16.66
คอกหลังสุกรเข้าพัก(n=12)(MPN/100 cm^2)	3 -11	58.33
น้ำในคอกพัก(n=12)(MPN/ml)	0	0

พบว่าบริเวณผนังรถขนส่งสุกรตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาถึงร้อยละ 50 โดยมีปริมาณอยู่ในระหว่าง 3 – 210 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบ คือ *S.* Panama, *S.* Rissen, *S.* Kedougou และ *S.* Give ส่วนคอกพักสุกรก่อนนำสุกรเข้าพัก พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 16.66 มีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 3 – 16 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบ คือ *S.* Anatum, *S.* Derby และ *S.* Panama ซึ่งซีโรวาร์ที่พบทั้งในคอกพักก่อนนำสัตว์เข้าพัก และบริเวณรถขนสัตว์ สอดคล้องกับรายงานของ Bangtrakulnonth และคณะ (1994) อดิศร และคณะ (2548) สุมาลี และคณะ (2542) ที่รายงานพบซีโรวาร์ดังกล่าวในเนื้อสุกรที่วางจำหน่ายทั่วไปในตลาด ซึ่งซัลโมเนลลาที่พบในคอกสัตว์ก่อนนำสัตว์เข้าพัก อาจมาจากเชื้อที่หลงเหลือจากสุกรชุดก่อนๆที่เข้าพัก รวมทั้งจากสภาพแวดล้อม แม้มีการทำความสะอาดคอกพักสุกรในแต่ละวัน ภายหลังจากเคลื่อนย้ายสุกรเข้าสู่กระบวนการฆ่าแล้ว และเตรียมคอกพักเพื่อรองรับสุกรชุดใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Small และคณะ (2006) ที่พบว่าเชื้อซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนอยู่จะมีความทนทานอยู่ในสภาพแวดล้อมของคอกพักในวันหนึ่งไปสู่อีกวันหนึ่งได้ โดยพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบริเวณคอกพักร้อยละ 6.5 และเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ภายในคอกพักอาจจะแพร่ไปสู่ผิวหนังของสัตว์ที่อยู่ในคอกพักได้ ดังนั้นการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อคอกพักจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในการลดระดับการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา เช่นเดียวกับการกล่าวของ Swanenburg และคณะ (2001) ว่าการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อภายในคอกพักของสุกรในโรงฆ่าเป็นประจำ จะสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรจากสภาพแวดล้อมในคอกพักจากร้อยละ 90 เหลือเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนคอกพักสุกรหลังนำสุกรเข้าพัก มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 58.33 โดยมีปริมาณของเชื้ออยู่ในช่วง 3 – 9.3 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Weltevreden และ *S.* Give ซึ่งการปนเปื้อนของทั้งรถขนส่งสุกรและคอกพัก มาจากมูลสุกรที่สุกรขับถ่ายในระหว่างการขนส่ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงาน Rostagno และคณะ (2002) ที่พบว่าการขนส่งและการพักสุกรก่อนการฆ่ามีส่วนทำให้การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้น โดยพบว่าในรถขนสุกรมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 83.3 และในคอกพักสุกรมีการปนเปื้อนร้อยละ 100 ทั้งนี้ความเครียดจากการขนส่ง จะทำให้สุกรมีการหลั่งเชื้อซัลโมเนลลาออกมากับมูลในปริมาณมาก แต่อย่างไรก็ตาม ถ้านำสุกรจำนวนมากพักอยู่ในคอกเดียวกัน และอยู่ในสภาพแวดล้อมเปิด ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการติดเชื้อซัลโมเนลลา นอกเหนือจากความเครียดจากการขนส่ง สอดคล้องกับรายงานของ Wong และคณะ (2002) ที่กล่าวว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการระบาดของเชื้อซัลโมเนลลา คือ การติดเชื้อภายในฝูงและระหว่างฝูง และความเครียดจากการขนส่งสุกรมีผลทำให้ปริมาณซัลโมเนลลาที่สุกรหลั่งออกมาพร้อมกับมูลเพิ่มมากขึ้น โดยสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลาจะพบการปนเปื้อนของเชื้อบริเวณผิวหนัง ผนังของระบบทางเดินอาหาร หรือภายในปาก นอกจากนี้ Mulder (1995) ได้กล่าวว่าความเครียดจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวสุกรเพิ่มสูงขึ้น และทำให้สุกรที่ปลอดเชื้อมีความไวต่อการรับเชื้อได้สูงขึ้น ซึ่งในระหว่างการขนส่งสุกร จะมีปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียดหลายปัจจัย เช่น เสียง กลิ่น การอยู่ร่วมกันของสุกรจากหลายฟาร์ม ปริมาณความหนาแน่นภายในฝูง ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่ง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงโดยทั่วไป ดังนั้นเพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการกระจายตัวของการติดเชื้อในช่วงการขนส่ง และภายในคอกพัก ควรหลีกเลี่ยงการนำสุกรต่างฝูงมาอยู่รวมกัน และควรจัดการให้สุกรพักอยู่ในสถานที่เงียบ และไม่ทำทารุณต่อสุกร (Animal welfare) เท่าที่เป็นไปได้ (Warriss *et al.*, 1992) และควรมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถขนส่งก่อนการขนส่งทุกครั้ง รวมไปถึงคอกพักก่อนและหลังนำสัตว์เข้าพักทุกครั้ง (Swanenburg *et al.*, 2001) และควรมีการตรวจติดตามการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อด้วย (Hald *et al.*, 2001)

ถึงแม้ว่าภายในคอกพักสุกรจะเป็นแหล่งของเชื้อซัลโมเนลลา ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนไปสู่บริเวณผิวหนังของสัตว์ได้ และอาจเกิดการปนเปื้อนข้ามเข้าสู่ซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่า แต่จากการศึกษาของ Davies และคณะ (1999) พบว่าอัตราส่วนในการแยกเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากสุกรที่ถูกพักในคอกพักเป็นเวลา 1 คืน จะมีค่าน้อยกว่าในสุกรที่ถูกนำเข้าฆ่าภายใน 2-3 ชั่วโมงหลังจากที่มาถึงโรงฆ่า ในขณะที่ Beloeil และคณะ (2004) กล่าวว่า ความเป็นไปได้ที่จะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจาก caecal content ของสุกร ที่ใช้เวลาอยู่ในคอกพักเป็นเวลา 3-6 ชั่วโมง จะมีมากกว่าในสุกรที่อยู่ในคอกพักน้อยกว่า 3 ชั่วโมง ถึง 3.3 เท่า ขณะที่สุกรที่อยู่ในคอกพักมากกว่า 6 ชั่วโมง จะมีโอกาสที่จะปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา 13.1 เท่า อย่างไรก็ตามเมื่อสุกรถูกขนส่งมายังโรงฆ่าแล้ว ควรจะให้สุกรได้พักอยู่ในคอกพักเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุกรเข้าฆ่า เพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพดี และเพื่อให้คงอัตราการนำสุกรเข้าสู่โรงฆ่าให้คงที่ (Fortin, 2002) สำหรับน้ำในคอกพักสุกร ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา เนื่องจากน้ำที่ใช้ภายในคอกพักสุกรจะเป็นน้ำที่ผ่านการกรอง และมีการฆ่าเชื้อด้วยการเติมคลอรีน จึงทำให้น้ำมีคุณภาพเทียบเท่ามาตรฐานของน้ำบริโภค ซึ่งการที่น้ำที่ใช้พ่นตัวสัตว์และทำความสะอาดคอกพักไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อซัลโมเนลลา นอกจากจะไม่เป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อแล้วยังสามารถลดจำนวนเชื้อที่ตกค้างบนผิวหนังสัตว์และในคอกได้อีกด้วย ดังนั้นคุณภาพของน้ำที่ใช้ในคอกพักจึงเป็นสิ่งสำคัญ

อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการก่อนการนำสุกรเข้าฆ่า จะเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนมายังซากสุกรในกระบวนการฆ่าได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rostagno และคณะ (2002) ที่พบว่า คอกพักสัตว์ในโรงฆ่าจะมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาหลายซีโรวาร์ ซึ่งสุกรที่มีการติดเชื้อในระหว่างที่ทำการขนส่ง และการพักอยู่ในคอกพักก่อนนำเข้าฆ่า จะทำให้เกิดการติดเชื้อและปนเปื้อนข้ามสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสภาพแวดล้อมของคอกพักสุกร มีความน่าจะเป็นที่จะเป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในสุกรก่อนนำเข้าฆ่า

4.4 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกร

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนลวก แผลแทงคอ ซากสุกรหลังการลวกซาก ซากสุกรหลังเผา และในน้ำลวกซากก่อนและหลังลวกซากสุกร ให้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนการลวก แผลแทงคอ ซากสุกรหลังการลวก ซากสุกรหลังการเผาขน ในน้ำลวกซากก่อนและหลังลวกซากสุกร

ตัวอย่าง	ปริมาณซัลโมเนลลา ที่พบปริมาณต่ำสุดและสูงสุดของของซัลโมเนลลาที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา
ซากก่อนลวก(n= 36)(MPN/100 cm^2)	3.6 - 9.2	22.22
แผลแทงคอ(n = 36)(MPN/100 cm^2)	0	0
ซากหลังลวก(n = 36)(MPN/ 100 cm^2)	3 - 9.2	11.11
ซากหลังเผาขน(n = 36)(MPN/ 100 cm^2)	3	8.33
น้ำลวกซากสุกรก่อนลวก(n=12)(MPN/ ml)	0	0
น้ำลวกซากสุกรหลังลวก(n= 12)(MPN/ml)	0	0

เอกสารนี้เป็นการเผยแพร่ผลงานที่ได้รับการคุ้มครองการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าบนผิวซากสุกรก่อนลวกซาก มีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 22.22 โดยปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3.6 – 9.2 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Stanley, *S.* Anatum และ *S.* Kedougou ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบทั้งในรถขนส่งสุกรและในคอกพักสัตว์ และในเนื้อสุกรที่วางจำหน่ายในตลาดสดทั่วไป (อดิศร และคณะ, 2548 ; สุมาลี และคณะ, 2542)แต่อย่างไรก็ตามอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากการศึกษาครั้งนี้ น้อยกว่าผลการศึกษาของ Rostagno และคณะ (2003) ที่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังสุกรมีชีวิตถึงร้อยละ 100 ทั้งนี้อาจเนื่องจากการฉีดพ่นน้ำสะอาดเพื่อล้างตัวสัตว์ในคอกพัก สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Alisarli และคณะ (2003) ที่สำรวจการปนเปื้อนของเชื้อ *L. monocytogenes* และซัลโมเนลลาในโรงฆ่าโคเนื้อ พบว่า หนังสัตว์เป็นแหล่งสำคัญที่สุดที่เกิดการปนเปื้อนของเชื้อที่ศึกษา โดยพบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวหนังของโคร้อยละ 4.6 เช่นเดียวกับ Wong และคณะ (2002) ที่พบว่าสุกรที่มีการติดเชื้อซัลโมเนลลาจะพบการปนเปื้อนของเชื้อตรงบริเวณผิวหนัง ผนังทางเดินอาหาร หรือภายในปาก

ส่วนบริเวณแผลแทงคอ ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ทั้งนี้อาจเนื่องเป็นการแทงคอในขณะที่สุกรนอนอยู่ในแนวราบ น้ำที่ใช้ในการล้างซากจึงไม่ถูกชะล้างมาตรงบริเวณแผล ทำให้เชื้อที่ปนเปื้อนตรงผิวหนังของสุกร ไม่ปนเปื้อนมายังบริเวณแผลแทงคอ นอกจากนี้พนักงานยังล้างทำความสะอาดมีดที่ใช้ในการแทงคอทุกครั้ง ซึ่งผลการศึกษานี้ดีกว่าผลการศึกษาของ Pearce และคณะ (2004) ที่ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา บนซากสุกรจำนวน 100 ตัวอย่าง ในโรงฆ่าแห่งหนึ่งของประเทศไอร์แลนด์ พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างซากสุกรภายหลังจากการแทงคอเอาเลือดออกสูงถึงร้อยละ 31

ส่วนการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากภายหลังการลวกซากในน้ำร้อน อุณหภูมิ 60-63 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2.15 นาที พบอัตราการปนเปื้อนลดลงเหลือร้อยละ 11.11 มีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 3 – 9.2 MPN/100 cm^2 ซึ่งน้อยกว่าอัตราการปนเปื้อนเชื้อบนผิวซากก่อนการลวก เนื่องจากการอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการลวกซากสุกรที่ 60-63 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนน้ำหมุนเวียนภายในถังลวกซาก จะสามารถลดปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาได้ อย่างไรก็ตาม ถ้าอุณหภูมิของน้ำลดต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส หรือมีปริมาณของสิ่งสกปรก เช่น เศษขน เลือด อยู่ในน้ำลวกมากเกินไป จะไปปกป้องจุลินทรีย์จากความร้อน ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการเหลือรอดของจุลินทรีย์ก่อโรค เช่น ซัลโมเนลลาได้ (Sorqvist and Danielsson-Tham, 1990)

ส่วนผิวซากภายหลังการเผาขนด้วยไฟที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 10-15 วินาที พบอัตราการปนเปื้อนของเชื้อร้อยละ 8.33 และมีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 3 MPN/100 cm^2 ซึ่งน้อยกว่าก่อนการเผาขนเล็กน้อย ทั้งนี้แม้ว่าการเผาขนจะใช้อุณหภูมิที่สูง แต่ด้วยเวลาที่สั้นมาก ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ใต้ขน หรือตามบริเวณซอกผิวหนังที่ความร้อนไปไม่ถึง จุลินทรีย์จึงอาจเหลือรอดได้ สำหรับซีโรวาร์ที่ตรวจพบในซากสุกรหลังลวกซาก คือ *S.* Derby และ *S.* Rissen และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การจำหน่าย จ่ายแจก หรือนำไปเผยแพร่ในรูปแบบอื่นๆ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีโรวาร์ที่ตรวจพบในซากสุกรหลังการเผาขน คือ *S.* Derby และ *S.* Panama ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบทั้งในรถขนส่งและในคอกพักสัตว์ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Berend และคณะ (1997) พบว่าการลวกซากและการเผาขน สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบริเวณผิวหนังได้อย่างสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามเชื้อที่ปนเปื้อนอยู่ในบางบริเวณ เช่น ใบหู หรือรูขุมขน อาจจะสามารถเหลือรอดได้ ในขณะที่ผลการศึกษาของ Davies และคณะ (1999) รายงานว่าบนผิวซากภายหลังการเอาเลือดออกก่อนการลวกซาก พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงถึงร้อยละ 82.9 และอัตราการการปนเปื้อนเชื้อลดลงเหลือร้อยละ 5.7 ภายหลังจากซากผ่านการขูดขน และเมื่อซากผ่านกระบวนการเผาขนแล้วไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา

สำหรับน้ำในถังลวกซาก ทั้งก่อนและหลังลวกซาก ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ทั้งนี้มีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในถังโดยใช้ระบบน้ำล้น ทำให้สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลา ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ไม่ทนความร้อน โดยเชื้อสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 42 องศาเซลเซียส ผลการศึกษานี้สอดคล้องรายงานของ Swanenberg และคณะ (2001) ที่ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำลวกซากของโรงฆ่า 2 แห่งในเนเธอร์แลนด์ ในขณะที่ผลการศึกษาของ Lazaro และคณะ (1997) ซึ่ง ได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากน้ำในถังลวกซากของโรงฆ่าสุกรในประเทศบราซิล พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 10 ซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Derby และ *S.* Typhimurium ซึ่งเป็นผลมาจากอุณหภูมิของน้ำที่ไม่คงที่ และมีปริมาณสารอินทรีย์ภายในน้ำมากเกินไป จนทำให้น้ำภายในถังลวกซากเป็นแหล่งสะสมของการปนเปื้อน

ส่วนปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างมูลสุกร บนผิวซากหลังผ่าซีก ชิ้นเนื้อสุกรที่ตัดมาจากซากผ่าซีกก่อนและภายหลังการล้างด้วยน้ำ บนผิวเนื้อซากก่อนการแช่เย็น และน้ำล้างซาก แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกร บนผิวซากผ่าซีก ในชิ้นเนื้อจากซากก่อนและหลังการล้างด้วยน้ำ บนผิวซากก่อนแช่เย็น และน้ำล้างซาก

ตัวอย่าง	ปริมาณซัลโมเนลลา ที่พบ ปริมาณต่ำสุดและสูงสุดของของซัลโมเนลลาที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา
มูลสุกร(n=36)(MPN/g)	3 - 95	41.67
ผิวซากผ่าซีก(n= 36)(MPN/100cm^2)	3 - 7.2	13.89
ชิ้นเนื้อจากซากก่อนการล้าง(n=36)(MPN/g)	0	0
ชิ้นเนื้อจากซากหลังการล้าง(n=36)(MPN/g)	0	0
น้ำล้างซาก(n=36)(MPN/ml)	0	0
ผิวซากก่อนแช่เย็น(n=36)(MPN/100 cm^2)	0	0
ผิวซากสุกรหลังแช่เย็น(n=36)(MPN/100cm^2)	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ... ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซากที่ผ่านการเผาและปัดขนแล้ว จะถูกนำมากรีดผ่าบริเวณผนังท้อง เพื่อเอาอวัยวะภายในออก ในขั้นตอนนี้โรงฆ่าที่ทำการศึกษาจะทำการรัดทวารของสุกร ก่อนที่จะดึงเอากระเพาะและลำไส้ออกจากช่องท้อง เพื่อป้องกันการรั่วไหลของสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ มิให้ปนเปื้อนมายังซาก ทั้งนี้เนื่องจากมูลภายในลำไส้เป็นแหล่งสะสมที่สำคัญของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคต่างๆ เช่น *E. coli* และซัลโมเนลลา จากตัวอย่างมูลสุกรที่เก็บจากลำไส้ของซากที่ทำการศึกษา พบเชื้อซัลโมเนลลาถึงร้อยละ 41.67 โดยมีปริมาณอยู่ระหว่าง 3 – 95 MPN/g ซีโรวาร์ที่ตรวจพบ คือ *S.* Kedougou, *S.* Stanley, *S.* Anatum, *S.* Rissen และ *S.* Panama ซึ่งสอดคล้องกับซีโรวาร์ที่พบในรถขนส่ง คอกพักสัตว์ รวมถึงผิวหนังสุกรก่อนฆ่าด้วย ทั้งนี้เนื่องจากในระหว่างการขนส่งสุกรจะถ่ายมูลออกมา รวมทั้งในระหว่างที่พักในคอก ทำให้ปนเปื้อนบริเวณผิวของสัตว์ก่อนฆ่า สอดคล้องกับการกล่าวของ Borch และ Arinder (2002) ว่า การปนเปื้อนข้ามจะเกี่ยวพันกับมูลสุกรและสิ่งแวดล้อม เชื้อสามารถปนเปื้อนจากซากหนึ่งไปยังซากอื่นๆได้ ซึ่งถ้าภายในมูลมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจะมีผลทำให้ซากมีโอกาสปนเปื้อนเชื้อสูงถึงร้อยละ 80 แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษานี้แตกต่างจากผลการศึกษาของ Kasbohrer และคณะ (2000) ที่ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกร 7 แห่ง ในประเทศเยอรมัน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มิถุนายน 1996 พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างมูลสุกรเพียงร้อยละ 3.7 และจากรายงานของ Davies และคณะ (2004) ที่ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาใน Caecal content ของสุกรจำนวน 2509 ตัว ประเทศอังกฤษ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 1999 ถึง มกราคม 2000 พบการปนเปื้อนเชื้อร้อยละ 23 และซีโรวาร์ที่สามารถแยกได้คือ *S.* Typhimurium และ *S.* Derby ร้อยละ 52 และ 35 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม Funk และคณะ (2000) ได้กล่าวว่าความไวของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของตัวอย่างมูลสุกรด้วย ทั้งนี้จากการสำรวจสุกร 126 ตัวภายในฟาร์ม พบว่าถ้าสุ่มตัวอย่างมูลสุกรจากการ swab บริเวณลำไส้ใหญ่ (rectum) จะพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพียงร้อยละ 1.6 ในขณะที่การสุ่มตัวอย่างมูลจากมูลสุกรปริมาณ 10 และ 25 กรัม จะพบการปนเปื้อนเชื้อร้อยละ 9.5 และ 14.3 ตามลำดับ ดังนั้นในวิธีการทดสอบตัวอย่างเพื่อตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลา จึงควรใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ตัวอย่างน้ำหนัก 25 กรัมเช่นกัน

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ McDowell และคณะ (2007) ซึ่งได้เก็บตัวอย่างมูลสุกรจำนวน 513 ตัวอย่าง จากโรงฆ่า 4 โรง ในประเทศไอร์แลนด์เหนือ พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 31.4 และพบหารปนเปื้อนของเชื้อนี้บนผิวซากก่อนผ่าซีกถึงร้อยละ 40 โดยซีโรวาร์ที่แยกได้คือ *S.* Typhimurium และ *S.* Derby ร้อยละ 52 และ 35 ตามลำดับ ซึ่งเขาได้กล่าวว่าการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรก่อนเอาอวัยวะภายในออกมีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อในลำไส้ของสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการศึกษานี้ในตารางที่ 4.4 พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากที่ผ่านการผ่าซีกก่อนฉีดน้ำล้างร้อยละ 13.89 มีปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 3 – 7.2 MPN/100 cm^2 ซึ่งมีอัตราการ

ปนเปื้อนน้อยกว่ารายงานของ McDowell และคณะ (2007) แต่สูงกว่าผลการศึกษาของ Kasbohrer และคณะ (2000) ที่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกร ในโรงฆ่าสุกรของประเทศเยอรมันเพียงร้อยละ 4.7 สำหรับซีโรวาร์ที่ตรวจพบในขั้นตอนนี้คือ *S.* Derby ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่ตรวจพบบนผิวซากเกือบทุกขั้นตอน โดยเฉพาะซากภายหลังการลวกและเผาขนแล้ว แหล่งการปนเปื้อนอาจมาจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการผ่าซาก เช่นเลื่อยที่ใช้ผ่าซาก ที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามไปสู่ซากสุกรได้ ดังนั้นการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมือด้วยน้ำร้อน หรือไอน้ำร้อน หลังจากการผ่าซากแต่ละครั้ง จะช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากได้ (Berend, 1997) จากการศึกษาของ Lazaro และ คณะ (1997) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนเลื่อยที่ใช้ผ่าซากสุกรร้อยละ 20 โดยซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Muenster และ *S.* Infantis ซึ่งเลื่อยที่ใช้ในการผ่าซากนี้อาจมีเชื้อซัลโมเนลลาฝังแน่นอยู่บนเครื่องมือ และเป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญกว่า การปนเปื้อนที่มาจากสุขลักษณะของพนักงานภายในโรงฆ่า (Hald *et al.*, 2001)

ถึงแม้จะพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนผิวซากหลังจากผ่าซีกแล้ว แต่เมื่อสุ่มชิ้นเนื้อบริเวณรอยผ่าซีกกลับไม่พบการปนเปื้อน ซึ่งพบว่าไม่มีการปนเปื้อนจากผิวซากมายังบริเวณกล้ามเนื้อ รวมทั้งชิ้นเนื้อที่ตัดมาจากบริเวณรอยผ่าภายหลังการฉีดพ่นซากด้วยน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาทั้งในน้ำที่ใช้ฉีดพ่น และบนผิวซากภายหลังการล้างด้วย ทั้งนี้น้ำที่ใช้เป็นน้ำที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อ มีมาตรฐานคุณภาพเทียบเท่ากับน้ำบริโภค และการฉีดพ่นน้ำด้วยแรงดันไม่น้อยกว่า 3.5 บาร์ จะสามารถชะล้างจุลินทรีย์ที่ติดบริเวณผิวซากออกไปด้วย

ซากสุกรผ่าซีกที่การฉีดพ่นล้างด้วยน้ำแล้ว ซากจะถูกนำไปแช่เย็นในห้องที่มีอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งในขั้นตอนนี้ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากก่อนนำไปแช่เย็น และภายหลังการแช่เย็นซากตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Thorberg และ Engvall (2001) ที่ทำการศึกษาสภาพแวดล้อม และตัวอย่างซากสุกรจำนวน 3388 ตัว จากโรงฆ่าสุกร 5 แห่งในประเทศสวีเดน ระหว่างเดือนสิงหาคม 1998 ถึง สิงหาคม 1999 ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง เช่นเดียวกับรายงานของ Bhandare และคณะ (2007) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนซากแพะและแกะ ในโรงฆ่า Deonar ประเทศมุมไบ จาก 96 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากน้ำที่ใช้ในโรงฆ่าเป็นน้ำที่ได้มาตรฐานน้ำบริโภค และซากที่ถูกแขวนอยู่จะถูกชะล้างโดยการสเปรย์น้ำภายใต้แรงดัน ทำให้การทำความสะอาดมีประสิทธิภาพ และช่วยลดระดับของเชื้อจุลินทรีย์ได้ และการเก็บซากที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส จะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวซากได้ แต่อย่างไรก็ตาม Bolton และคณะ (2002) ได้กล่าวว่าเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากจะเพิ่มมากขึ้นได้ จากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่มาจากลมเย็นของเครื่องทำความเย็น ของห้องเย็น ดังนั้นจึงควรมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแผ่นกรองอากาศของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ทำความเย็นของห้องเย็นเป็นระยะ รวมทั้งมีการตรวจสอบวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่แขวนลอดอยู่ในอากาศภายในห้องเย็นด้วย

Sinell และคณะ (1990) ได้ให้ความเห็นว่า เมื่อเนื้อสัตว์ถูกแช่เย็น เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนอาจจะเกิดความเครียด ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของจุลินทรีย์ก่อโรคเหล่านั้นได้ จึงอาจมีผลทำให้ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคลดลง และจากการศึกษาของ Escartin และคณะ (2000) เกี่ยวกับปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาที่รอดชีวิตในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่แข็งในเนื้อสุกร พบว่าถ้าเก็บเนื้อสุกรแบบแช่แข็งเป็นเวลาเกิน 22 สัปดาห์ ปริมาณเชื้อจะลดลงจาก 7-11 MPN/g เป็น 1.6 MPN/g และถ้าเก็บไว้เป็นระยะเวลาเกิน 42 สัปดาห์ ปริมาณของเชื้อจะลดลงจาก 1500-1900 MPN/g เป็น 2.5 MPN/g ส่วนซีโรวาร์ที่ตรวจพบคือ *S. agona, S. newbrunswick, S. drypool, S. anatum, S. derby, S. newlands, S. schwarzengrund, S. Dublin* และ *S. Newport* ซึ่งซีโรวาร์ส่วนใหญ่สามารถแยกได้จากผู้ป่วย และจากในเนื้อสัตว์ และในการตรวจพบซีโรวาร์หลายซีโรวาร์ อาจเป็นผลมาจากการปนเปื้อนข้ามจากแหล่งต่างๆ ทั้งในโรงฆ่าสัตว์ และสุขลักษณะที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการตัดแต่งเนื้อสัตว์ ซึ่งอัตราการแยกเชื้อซัลโมเนลลา และปริมาณซีโรวาร์ที่แยกได้จำนวนมาก ทำให้จำเป็นต้องมีการพัฒนาปรับปรุงการเก็บรักษาเนื้อภายในโรงฆ่า เพื่อป้องกันการเกิดปนเปื้อนข้าม เช่นเดียวกับการศึกษาของ Jensen และ Christensen (2000) รายงานว่าในระหว่างการแช่เย็นซากสุกร จะสามารถลดปริมาณการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และจำนวนของซากสุกรที่มีการปนเปื้อนก่อนแช่เย็นจากร้อยละ 33 เป็นร้อยละ 17 หลังจากซากสุกรแช่เย็นแล้ว และถ้าหากมีการใช้น้ำร้อนทำความสะอาดซากเพื่อลดการปนเปื้อนร่วมกับการแช่เย็นซาก จะมีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียลดลงมากกว่าการใช้น้ำร้อนเพื่อลดการปนเปื้อนบนซากเพียงวิธีเดียว ซึ่งการใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน จะช่วยลดปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาลงไปอยู่ในระดับที่ไม่สามารถนับได้ถึงร้อยละ 90

4.5 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร

จากการสุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง ซึ่งมาจากซากที่แช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีดที่ใช้สำหรับตัดแต่งเนื้อสุกรก่อนและหลังการใช้งาน มือพนักงานตัดแต่งก่อนและหลังการปฏิบัติงาน โต๊ะตัดแต่งก่อนและหลังการใช้งาน ผลแสดงดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง บนมือพนักงานก่อนและหลังการตัดแต่งเนื้อสุกร มีดและโต๊ะตัดแต่งก่อนและหลังการใช้งาน

ตัวอย่าง	ปริมาณซัลโมเนลลา ที่พบ ปริมาณต่ำสุดและสูงสุดของของซัลโมเนลลาที่พบ	ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา
ชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่ง(n=36)(MPN/g)	0	0
มือพนักงานก่อนตัดแต่ง(n=12)(MPN/100cm^2)	0	0
มือพนักงานหลังตัดแต่ง(n=12) (MPN/100cm^2)	3 - 7.4	16.67
มีดก่อนตัดแต่ง(n=12) (MPN/100cm^2)	0	0
มีดหลังตัดแต่ง(n=12) (MPN/100cm^2)	7.2	8.33
โต๊ะก่อนตัดแต่ง (n = 12) (MPN/100cm^2)	0	0
โต๊ะหลังตัดแต่ง (n = 12) (MPN/100cm^2)	7.2	8.33

ในการศึกษานี้ไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา ในตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรภายหลังการตัดแต่ง ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Prendergast และคณะ (2006) ที่ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร ที่ตัดแต่งจากโรงฆ่าในประเทศไอร์แลนด์เหนือ พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อในตัวอย่างร้อยละ 3.3 ปริมาณเฉลี่ยน้อยกว่า 0.3 MPN/g และจากรายงานของ Nel และคณะ (2004) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ ภายหลังการตัดแต่งในโรงฆ่าขนาดใหญ่ พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ภายหลังการตัดแต่งในโรงฆ่าสูงถึงร้อยละ 60 เช่นเดียวกับมือพนักงานตัดแต่งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน มีดและโต๊ะตัดแต่งก่อนเริ่มการปฏิบัติงาน ไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา ซึ่งแสดงถึงสุขลักษณะที่ดีของพนักงาน การทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ คุณภาพและความปลอดภัยของซากที่นำมาตัดแต่ง แต่อย่างไรก็ตามภายหลังการปฏิบัติงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบการเปื้อนของซัลโมเนลลาร้อยละ16.67 ปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3 – 7.4 MPN/100cm^2 ซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Kedougou ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบในมูลสุกรและบนผิวซากก่อนลวก ซึ่งแสดงถึงการปนเปื้อนข้ามจากซากสุกรมายังมือพนักงานตัดแต่ง และอาจปนเปื้อนข้ามไปยังชิ้นเนื้อที่ตัดแต่งได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมสุขลักษณะของพนักงานที่สัมผัสเนื้อ ในระหว่างการปฏิบัติงาน โดยต้องมีการล้างมือและฆ่าเชื้อมือด้วยการฉีดพ่นแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 เป็นระยะ เช่น ทุกชั่วโมง เช่นเดียวกับมีดและโต๊ะที่ใช้ในการตัดแต่ง พบว่าภายหลังการทำงานเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง เกิดการปนเปื้อนของเชื้อบนมีดร้อยละ 8.33 บนโต๊ะตัดแต่งร้อยละ 8.33 ปริมาณเชื้ออยู่ในช่วง 7.2 และ 7.2 MPN/100cm^2 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่ตรวจพบ คือ *S.* Derby ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบบนผิวซากภายหลังการลวก ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนจากผิวซากมายังอุปกรณ์ที่สัมผัส เป็นซีโรวาร์ที่พบมากที่สุดในสุกรทั่วโลก และทำให้เกิดโรคทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารได้เช่นกัน ซึ่ง Nel และคณะ (2004) ได้กล่าวว่าการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ภายหลังการตัดแต่ง มีสาเหตุสำคัญมาจากพนักงานตัดแต่งไม่มีความชำนาญ และไม่ได้รับการอบรมทางด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลที่เพียงพอ จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามายังเนื้อสัตว์ได้ รวมทั้งการกล่าวของ Lawrie (1998) ว่า สุขลักษณะส่วนบุคคลของพนักงานที่ไม่ดี เช่น การที่พนักงานไม่ล้างมือหลังจากเข้าห้องน้ำ มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่บริเวณนิ้วมือปนเปื้อนลงสู่เนื้อสัตว์ได้ถึง 10^7 cfu

ซึ่ง Berends และคณะ (1998) ได้กล่าวว่า ซากสุกรที่นำเข้ามาในกระบวนการตัดแต่งจะเป็นแหล่งของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ ซึ่งในระหว่างกระบวนการฆ่าสุกร จำนวนของพื้นผิวซากที่มีการปนเปื้อนเชื้อจะมีค่าเพิ่มขึ้น ทั้งนี้จากการปนเปื้อนของเชื้อทั้งทางตรงและทางอ้อม และการที่พบว่าจำนวนโคโลนี/ตารางเซนติเมตร ในปริมาณที่ต่ำจนไม่สามารถนับค่าได้ในบางครั้ง อาจเกิดจากการ swab พื้นผิวซากเป็นบริเวณจำกัด ซึ่งการที่ปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาปนเปื้อนในเนื้อสุกรมีระดับต่ำนั้นไม่ได้หมายถึงว่าไม่มีเชื้อซัลโมเนลลาปนเปื้อนอยู่ ดังนั้นแม้จะไม่พบการปนเปื้อนในซากสุกรที่เข้าสู่กระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร แต่เชื้อซัลโมเนลลาก็สามารถจะปนเปื้อนไปยังพื้นผิวสิ่งอื่น และเนื้อสัตว์ได้ ซึ่งปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้ามคือ การฆ่าเชื้อและการทำความสะอาดที่ไม่เหมาะสม การใช้วัตถุดิบที่มีการปนเปื้อน และการปนเปื้อนที่พื้นผิวต่างๆ โดยพบว่าการปนเปื้อนข้ามในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรประมาณร้อยละ 90 จะเกิดในช่วงกระบวนการตัดแต่ง ดังนั้นจึงควรมีการนำ GMP และ HACCP เข้ามาใช้เพื่อควบคุมการเกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกรได้

เช่นเดียวกับที่ Gill และ Jones (1999) พบว่า โรงฆ่าที่มีกำลังผลิตสูงหลายแห่ง จะมีส่วนของห้องตัดแต่งอยู่ภายในโรงฆ่า ซึ่งในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง เนื้อสัตว์จะถูกจัดเก็บโดยที่ไม่มีสิ่งใดปกคลุมพื้นผิวของซาก จึงทำให้เนื้อสัตว์เกิดการปนเปื้อนเชื้อได้อย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามการเกิดการปนเปื้อนก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ปริมาณเนื้อที่ตัดแต่ง อุณหภูมิ และความสะอาดของเครื่องมือ เช่น โต๊ะ สายพาน และมีด ส่วนระดับปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนซากสุกรหลังจากซากสุกรผ่านกระบวนต่างๆ แล้ว ขึ้นอยู่กับสุขลักษณะในการจัดการกระบวนการ กับการปนเปื้อนของเชื้อเริ่มต้นบริเวณผิวหน้าของเนื้อ นอกจากนี้ในระหว่างการตัดแต่งและการเก็บรักษาเนื้อสุกร จำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นมาจากการปนเปื้อนจากแหล่งอื่นๆ เช่น มีด โต๊ะตัดแต่ง และมือพนักงาน ซึ่งเชื้อซัลโมเนลลาจะสามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนมากขึ้น เมื่อเนื้อสุกรถูกจัดเก็บไว้เป็นเวลานานภายใต้อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม (Andrew *et al.*, 1992)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์ขั้นตอนที่ต้องควบคุมเพื่อลดการปนปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าและตัดแต่งสุกร

ปริมาณและจำนวนตัวอย่างการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนการการฆ่า มีแนวโน้มลดลงตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการฆ่า ชำแหละ และตัดแต่ง ดังตารางที่ 4.6 โดยในขั้นตอนภายหลังการลวกและเผาขน พบจำนวนการปนเปื้อนเชื้อลดลงจากขั้นตอนก่อนการลวก ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกซากที่ 60 องศาเซลเซียสขึ้นไป สามารถทำลายเชื้อลงได้ และภายหลังการเผาขนสามารถลดปริมาณเชื้อที่ตกค้างอยู่บริเวณผิวหนังและขนลงได้อีกเล็กน้อย ดังนั้นขั้นตอนที่สามารถลดปริมาณการปนเปื้อนและต้องต้องควบคุม คือ ขั้นตอนการลวกซาก โดยต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องสาเซลเซียส และต้องมีการถ่ายเทน้ำเป็นระยะเพื่อกำจัดตะกอนของขนและสิ่งสกปรกออกไป ทั้งนี้เศษสิ่งสกปรกจะสามารถปกคลุมเชื้อให้เหลือรอดจากการถูกทำลายด้วยน้ำร้อนได้ และการใช้น้ำฉีดพ่นซากก่อนนำซากเข้าแช่เย็น มีผลทำให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวซากถูกกำจัดออกไป ดังนั้นจึงควรควบคุมความสะอาดของน้ำที่ใช้ฉีดพ่น รวมทั้งแรงดันน้ำที่ไม่ต่ำกว่า 30 บาร์ สามารถดันให้เชื้อจุลินทรีย์ที่เกาะบนผิวซากหลุดออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่า ชำแหละและตัดแต่งซากสุกรของโรงฆ่าและตัดแต่งสุกรที่เป็นกรณีศึกษา

ตัวอย่าง	ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา		ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา	ซีโรวาร์ที่ตรวจพบ
	ช่วงของการปนเปื้อน	หน่วย		
รถขนส่งสุกร (n = 12)	3 - 210	MPN/100cm^2	50	Kedougou, Panama, Rissen, Give
คอกพักก่อนสุกรเข้าพัก (n = 12)	3 - 16	MPN/100cm^2	16.66	Anatum, Derby
คอกพักหลังสุกรเข้าพัก (n = 12)	3 - 11	MPN/100cm^2	58.33	Panama, Weltevreden, Give
ซากก่อนลวก (n = 36)	3.6 – 9.2	MPN/100cm^2	22.22	Stanley, Anatum, Kedougou
แผลแทงคอ (n = 36)	0	MPN/100cm^2	0	-
ซากหลังลวก (n = 36)	3 – 9.2	MPN/100cm^2	11.11	Derby, Rissen
ซากหลังเผา (n = 36)	3	MPN/100cm^2	8.33	Derby, Panama
มูลสุกร (n = 36)	3 - 95	MPN/ g	41.67	Stanley, Anatum, Kedougou
ซากผ่าซีก (n = 36)	3 – 7.2	MPN/100cm^2	13.89	Derby
ซากสุกรก่อนแช่เย็น (n = 36)	0	MPN/100cm^2	0	-
ซากสุกรหลังแช่เย็น 24 ชั่วโมง	0	MPN/100cm^2	0	-
ชิ้นเนื้อหลังการผ่าซาก (n = 36)	0	MPN/g	0	-
ชิ้นเนื้อหลังการล้างซาก (n = 36)	0	MPN/ g	0	-
ชิ้นเนื้อหลังการตัดแต่ง	0	MPN/ g	0	-
มือ มีด โต๊ะ ก่อนการตัดแต่ง (n= 12)	0	MPN/100cm^2	0	-
มือพนักงานหลังการตัดแต่ง (n= 12)	3 - 7.4	MPN/100cm^2	16.67	Kedougou
มีดหลังการตัดแต่ง (n= 12)	7.2	MPN/100cm^2	8.33	Derby
โต๊ะหลังการตัดแต่ง (n= 12)	7.2	MPN/100cm^2	8.33	Derby

เมื่อพิจารณาถึงซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบ ในขั้นตอนก่อนการลวกซาก จะสอดคล้องกับซีโรวาร์ที่พบรถขนส่งและคอกพัก รวมทั้งในมูลสุกรเอง คือ *S.* Stanley, *S.* Anatum, *S.* Kedougou แต่เมื่อผ่านขั้นตอนการลวกซากแล้ว ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามีจำนวนลดลง และซีโรวาร์ที่ตรวจพบ ทั้งบนผิวซากและบนอุปกรณ์เครื่องมือ คือ *S.* Kedougou และ *S.* Derby ที่อาจจะเกิดจากการปนเปื้อนข้ามจากผิวซากสุกรมายังเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งชิ้นเนื้อสุกร ทั้งนี้ถ้าไม่มีการควบคุมความสะอาดของอุปกรณ์และมือพนักงานในระหว่างการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามไปยังชิ้นเนื้อที่ตัดแต่งได้ สอดคล้องกับรายงานของ Escartin และคณะ (1995) ที่กล่าวว่าการที่จำนวนซีโรวาร์ที่ตรวจพบได้จากเนื้อสุกรนั้นมีหลากหลาย อาจเป็นผลมาจากการปนเปื้อนข้ามจากแหล่งต่างๆ ทั้งในโรงฆ่าสัตว์ และสุขลักษณะที่ไม่เหมาะสมในระหว่างการตัดแต่งเนื้อสัตว์ จึงควรมีการพัฒนาปรับปรุงการเก็บรักษาเนื้อภายในโรงฆ่า เพื่อป้องกันการเกิดการปนเปื้อนข้าม

ดังนั้นมาตรการในการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร ควรปฏิบัติ ดังนี้

4.6.1 ควรมีการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อคอกพักสุกรทุกครั้งหลังจากมีการนำสุกรออกไปแล้ว เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนอยู่ในคอกพักสุกรอาจสามารถปนเปื้อนข้ามไปยังสุกรที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าได้

4.6.2 ก่อนนำสุกรเข้าสู่กระบวนการฆ่า ควรมีการฉีดพ่นน้ำเพื่อทำความสะอาดตัวสุกรก่อน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์จากผิวหนังของสุกร ไปยังสภาพแวดล้อมภายในโรงฆ่า และซากสุกร เมื่อสุกรเข้าสู่ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่า

4.6.3 ขั้นตอนการลวกซาก จะต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังลวกไม่ต่ำให้กว่า 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 2.15 นาที และจะต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในถัง อาจใช้ระบบน้ำล้นตลอดเวลา

4.6.4 ขั้นตอนการเผาซาก เป็นขั้นตอนที่สำคัญอีกขั้นตอนหนึ่งในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ รวมถึงเชื้อซัลโมเนลลาที่หลงเหลือบนผิวซาก โดยอุณหภูมิในการเผาซากคือประมาณ 1000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 – 15 วินาที แต่เป็นขั้นตอนที่ควบคุมทั้งอุณหภูมิและเวลาได้ยาก เนื่องจากใช้เวลาสั้นมาก ดังนั้นจึงควรควบคุมขั้นตอนการลวกซากแทน (James *et al.*, 2007)

4.6.5 ขั้นตอนการรัดทวาร สามารถป้องกันการปนเปื้อนของสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ มายังผิวซากและกล้ามเนื้อ ในระหว่างการเอาอวัยวะภายในออก ซึ่งผู้ปฏิบัติงานควรได้รับการอบรมวิธีการรัดทวารที่ถูกต้อง และต้องมีความชำนาญในการปฏิบัติงาน

4.6.6 ขั้นตอนการล้างซากสุกรก่อนการนำซากสุกรเข้าแช่เย็น น้ำที่ใช้ในการฉีดล้างซากต้องมีคุณภาพเทียบเท่าน้ำบริโภค และควรใช้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่า 30 บาร์ เพื่อทำให้จุลินทรีย์ที่เกาะอยู่บริเวณผิวซากหลุดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.6.7 ขั้นตอนการตัดแต่งชิ้นเนื้อสุกร อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในขั้นตอนนี้ อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อซัลโมเนลลามายังชิ้นเนื้อสุกรที่ทำการตัดแต่งได้ ดังนั้นควรควบคุมให้พนักงานล้างมือ และทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตัดแต่ง อย่างน้อยทุกๆชั่วโมง เพื่อลดการปนเปื้อนของจากมือพนักงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งมายังชิ้นเนื้อ

4.7 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรที่มาจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไปและสุกรที่มาจากฟาร์มปลอดจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specific Pathogen Free : SPF Farms)

ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา และจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ (ร้อยละ) ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าของสุกรที่มาจากฟาร์ปลอดจากเชื้อก่อโรคบางชนิด (SPF) และสุกรจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไป ผลแสดงดังตารางที่ 4.7

ในกระบวนการก่อนการฆ่า พบว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของรถขนส่งสุกรที่มาจากฟาร์ม SPF พบร้อยละ 50 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3 - 210 MPN/ 100 cm^2 ในขณะที่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในรถขนส่งสุกรจากฟาร์มมาตรฐานร้อยละ 33.33 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3 - 9.2 MPN/ 100 cm^2 ทั้งนี้อาจเนื่องจากไม่มีการแบ่งรถขนส่งสำหรับสุกรจากฟาร์ม SPF ไว้โดยเฉพาะ แม้ในแต่ละครั้งของการขนส่งจะทำการขนส่งเฉพาะสุกรจาก SPF ก็ตาม แต่การปนเปื้อนเชื้อในรถขนส่งที่มาจากการขนส่งครั้งก่อนๆ ยังคงมีอยู่ภายในรถ และเป็นแหล่งปนเปื้อนมายังสุกรที่ทำการขนส่งเข้าสู่โรงฆ่าได้ ส่วนการปนเปื้อนในคอกพักภายหลังสุกรจากฟาร์ม SPF เข้าพักคือ ร้อยละ 50 ซึ่งน้อยกว่าในคอกพักสุกรจากฟาร์มมาตรฐานที่พบร้อยละ 83.33 ทั้งนี้เมื่อพิจารณาจากการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกรจากฟารม์ SPF ซึ่งพบเพียงร้อยละ 4.44 ในขณะที่มูลสุกรจากฟาร์มมาตรฐานพบเชื้อร้อยละ 38.89 จะเห็นได้ว่าสุกรจากฟาร์ม SPF มีปริมาณเชื้อต่ำกว่า ดังนั้นเมื่อสุกรเข้าพักในคอกพัก แม้สัตว์จะขับถ่ายมูลออกมาไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณเชื้อที่ปนเปื้อนมากับมูลจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ระบบการเลี้ยงสุกรของฟาร์ม SPF สามารถควบคุมจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด รวมถึง *Salmonella* spp. และ *E.coli* (Jensen, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งสุกรที่มาจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไป และที่มาจากฟาร์มปลอดจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specific Pathogen Free : SPF)

ตัวอย่างที่เก็บ	ซัลโมเนลลาที่พบในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง			
	สุกรจากฟาร์ม SPF		สุกรจากฟาร์มมาตรฐาน	
	ปริมาณการปนเปื้อน	ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบ	ปริมาณการปนเปื้อน	ร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบ
รถขนส่งสุกร(n=6)(MPN/100 cm2)	3 - 210	50	3 - 9.2	33.33
คอกก่อนสุกรเข้าพัก(n=6)(MPN/100 cm^2)	3	16.67	16	16.67
คอกหลังสุกรเข้าพัก(n=6)(MPN/100 cm^2)	6.1 - 9.3	50	3 - 9.2	83.33
น้ำในคอกพัก(n=6)(MPN/ml)	0	0	0	0
ซากก่อนลวก(n=18)(MPN/100 cm^2)	3.6 - 9.2	22.22	3 - 7.4	16.67
แผลแทงคอ(n=18)(MPN/100 cm^2)	0	0	0	0
ซากหลังลวก(n=18)(MPN/100 cm^2)	9.2	5.56	3 - 3.6	16.67
ซากหลังเผาขน(n=18)(MPN/100 cm^2)	3	11.11	3	5.56
น้ำลวกซากสุกรก่อนลวก(n=6)(MPN/ml)	0	0	0	0
น้ำลวกซากสุกรหลังลวก(n=6)(MPN/ml)	0	0	0	0
มูลสุกร(n=18)(MPN/g)	3 - 95	4.44	3 - 27	38.89
ผิวซากผ่าซีก(n=18)(MPN/100 cm^2)	3 - 7.2	27.78	0	0
ชิ้นเนื้อจากซากก่อนล้าง(n=18)(MPN/g)	0	0	0	0
ชิ้นเนื้อจากซากหลังล้าง(n=18)(MPN/g)	0	0	0	0
น้ำล้างซาก(n=6)(MPN/ml)	0	0	0	0
ผิวซากก่อนแช่เย็น(n=18)(MPN/100 cm^2)	0	0	0	0
ผิวซากหลังแช่เย็น(n=18)(MPN/100 cm^2)	0	0	0	0
ชิ้นเนื้อหลังตัดแต่ง(n=18)(MPN/g)	0	0	0	0
มือพนักงานก่อนตัดแต่ง(n=6)(MPN/100 cm^2)	0	0	0	0
มือพนักงานหลังตัดแต่ง(n=6)(MPN/100 cm^2)	3	16.67	7.4	16.67
มีดก่อนตัดแต่ง(n=6)(MPN/100 cm^2)	0	0	0	0
มีดหลังตัดแต่ง(n=6)(MPN/100 cm^2)	7.2	16.67	0	0
โต๊ะก่อนตัดแต่ง(n=6)(MPN/100 cm^2)	0	0	0	0
โต๊ะหลังตัดแต่ง(n=6)(MPN/100 cm^2)	7.2	16.67	0	0

แต่ภายหลังจากสุกรเข้าสู่กระบวนการฆ่า ปริมาณการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรจากทั้ง 2 ฟาร์ม ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากเป็นการปนเปื้อนจากกระบวนการฆ่าและตัดแต่งภายในโรงฆ่าเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของธงชัย (2544) ที่ได้ศึกษาการเฝ้าระวังการดื้อยาของซัลโมเนลลาในสุกร พบว่าจากการตรวจตัวอย่างมูลสุกรของเกษตรกรรายย่อยที่เลี้ยงแบบหลังบ้านในชนบท จำนวน 114 ตัวอย่าง ตัวอย่างมูลสุกรฟาร์มที่เลี้ยงในระบบอุตสาหกรรม จำนวน 772 ตัวอย่าง ตัวอย่างเนื้อสุกรจากซุปเปอร์มาร์เก็ต (เนื้อสุกรธรรมดา) จำนวน 154 ตัวอย่าง และ ตัวอย่างเนื้อสุกรที่ได้มาจากการเลี้ยงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรือนปลอดเชื้อและจำหน่ายในซุปเปอร์มาร์เก็ต (เนื้อสุกรอนามัย, SPF) จำนวน 39 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลล่าร้อยละ 6.1, 3.1, 77.9 และ 82.1 ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงการปนเปื้อนของซัลโมเนลล่าในเนื้อสุกรมาจากกระบวนการฆ่า การขนส่ง และการตัดแต่งมากกว่าจะมาจากฟาร์ม ดังนั้นจึงต้องควบคุมสุขลักษณะในระหว่างการฆ่า ชำแหละ และการตัดแต่ง จนถึงการจำหน่ายในตลาดและซุปเปอร์มาร์เก็ต ทั้งนี้ซีโรวาร์ที่พบบ่อยได้แก่ *S.* Anatum, *S.* Rissen, *S.* Panama, *S.* Derby, *S.* Agona, *S.* Typhimurium, *S.* Worthington, *S.* Schwarzengrund, *S.* Hadar, *S.* Stanley และ *S.* Albany

ดังนั้นเพื่อลดการติดเชื้อในระหว่างการขนส่งสุกรไปยังโรงฆ่า และระหว่างอยู่ในคอกพัก จึงควรงดให้อาหารสัตว์ 3 – 6 ชั่วโมง ก่อนการขนส่งเพื่อลดการขับถ่าย และจำกัดระยะเวลาในการขนส่ง และการพักสัตว์ เพื่อลดการกระจายการติดเชื้อของ entero – pathogen เช่น เชื้อซัลโมเนลลา (Galland, 1998) และนอกจากนี้ในกระบวนการฆ่า ควรจะมีการแยกสุกรที่มาจากฟาร์มที่ปลอดเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่สามารถติดต่อไปยังสัตว์อื่นได้ (Bacteria Zoonoses) ภายในกระบวนการฆ่าได้ และหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนข้ามระหว่างฝูงในระหว่างการฆ่า (Swanenburg *et al.*, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการก่อนการฆ่า ในระหว่างกระบวนการฆ่าชำแหละและการตัดแต่งเนื้อสุกรของโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากล ที่มีกำลังการผลิตที่ 140 ตัว/ชั่วโมง พบว่ารถขนส่งสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามากที่สุด คือร้อยละ 50 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3 - 210 MPN/100 cm^2 ซึ่งอาจมีสาเหตุจากความเครียดที่สุกรได้รับ ในระหว่างการขนส่ง จึงทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของเชื้อซัลโมเนลลาที่อยู่ภายในระบบทางเดินอาหารของสุกร เมื่อสุกรถ่ายมูลออกมาจึงทำให้ปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาอยู่มาก และปนเปื้อนในรถขนส่งสุกร ซึ่งซีโรวาร์ที่พบ ได้แก่ *S.* Kedougou, *S.* Panama, *S.* Rissen และ *S.* Give ในขณะที่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาคอกพักสุกรก่อนสุกรเข้าพักร้อยละ 16.66 และภายหลังสุกรเขาพักพบการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 58.33 โดยมีปริมาณเชื้อระหว่าง 3 - 16 และ 3 - 11 MPN/100 cm^2 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบในคอกพักก่อนนำสัตว์เข้าพัก คือ *S.* Anatum และ *S.* Derby และภายหลังสัตว์เข้าพัก พบซีโรวาร์ *S.* Panama, *S.* Weltevreden และ *S.* Give ดังนั้นการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อคอกพักสัตว์ก่อนนำสัตว์เข้าฆ่าจึงมีความสำคัญต่อการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามายังตัวสัตว์ที่จะเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละ

ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรพบว่าปริมาณและอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลามีแนวโน้มลดลงในแต่ละขั้นตอน โดยบนผิวซากสุกรก่อนลวกซากพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 22.22 มีปริมาณของเชื้ออยู่ระหว่าง 3.6 – 9.2 MPN/100 cm^2 ซีโรวาร์ที่พบคือ *S.* Stanley, *S.* Anatum และ *S.* Kedougou ซึ่งบางซีโรวาร์ที่พบนี้เป็นซีโรวาร์เดียวกับที่พบในรถขนส่งและในคอกพักสัตว์ ส่วนบนแผลแทงคอเพื่อเอาเลือดออกไม่พบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา ภายหลังที่ซากถูกลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 60-63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2.15 นาที อัตราการปนเปื้อนลดลงเหลือร้อยละ 11.11 มีปริมาณเชื้อเพียง 3 – 9.2 MPN/100 cm^2 และภายหลังจากที่ซากผ่านการเผาขนที่อุณหภูมิ 1000 องศาเซลเซียส อัตราการปนเปื้อนเชื้อลดลงเป็นร้อยละ 8.33 มีปริมาณเชื้อ 3 MPN/100 cm^2 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำลวกซาก และความร้อนจากการเผาขนสามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาที่ปนเปื้อนบริเวณผิวซากสุกรลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกซากไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และมีการถ่ายเทน้ำลวก เพื่อกำจัดเศษขนและสิ่งสกปรกในน้ำออกไป เมื่อซากผ่านการผ่าซีกเพื่อเอาอวัยวะภายในออก พบอัตราการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือร้อยละ 13.89 โดยมีปริมาณเชื้อเฉลี่ย 3 – 7.2 MPN/100 cm^2 ทั้งนี้แม้ว่าก่อนการเอาท่อทางเดินอาหาร ซึ่งได้แก่ กระเพาะ และลำไส้ ออกจากซากได้มีการรัดทวาร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนซากจากสิ่งที่อยู่ภายในลำไส้ โดยเฉพาะจากบริเวณปลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำไส้ใหญ่ ซึ่งพบเชื้อถึงร้อยละ 41.67 มีปริมาณเชื้อ 3 - 95 MPN/g ซีโรวาร์ที่พบในมูลสุกร ได้แก่ *S.* Stanley, *S.* Anatum และ *S.* Kedougou ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบบนผิวซากสุกรก่อนลวก ที่มีการปนเปื้อนมาจากมูลสุกร ดังนั้นการปนเปื้อนบนผิวซากภายหลังการผ่าซีกและเอาอวัยวะภายในออกอาจมาจากเลื่อยที่ใช้ในการผ่าซีกที่ไม่มีการล้างทำความสะอาด เมื่อเปลี่ยนซากใหม่ แต่อย่างไรก็ตามซากภายหลังการเอาอวัยวะภายในออกแล้ว และมีการฉีดพ่นด้วยน้ำสะอาด ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากก่อนนำไปแช่เย็นและภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทั้งนี้อาจเนื่องจากการฉีดพ่นน้ำสะอาดลงบนผิวซากก่อนการแช่เย็นนั้น สามารถกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนลงได้ แต่น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำที่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคเท่านั้น มิฉะนั้นจะเป็นการเพิ่มการปนเปื้อนของเชื้อจากน้ำที่ไม่สะอาด รวมทั้งภายในห้องเย็นที่เก็บซาก ต้องมีการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแผ่นกรองอากาศ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจากอากาศที่เป่าลงมายังซาก นอกจากนี้ชิ้นเนื้อที่ตัดมาจากซากที่ผ่านการผ่าซีกแล้ว และจากซากภายหลังการล้างก็ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเช่นกัน

ในส่วนของกระบวนการตัดแต่งเนื้อสุกร ไม่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาทั้งในชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง รวมทั้งบนมือพนักงานตัดแต่ง มีดและโต๊ะตัดแต่งก่อนเริ่มปฏิบัติงาน แต่พบการปนเปื้อนของเชื้อบนมือพนักงาน มีดและโต๊ะตัดแต่งภายหลังการปฏิบัติงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ร้อยละ 16.67, 8.33 และ 8.33 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบ คือ *S.* Kedougou และ *S.* Derby ซึ่งเป็นซีโรวาร์ที่พบบนผิวซากภายหลังการลวกและเผาขนและ ภายหลังการผ่าซีก แต่ไม่พบในมูลสัตว์ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า มือพนักงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่งจะเป็นแหล่งการปนเปื้อนมายังชิ้นเนื้อได้ จึงควรมีการล้างและฆ่าเชื้อบนมือ และอุปกรณ์ที่สัมผัสเนื้อทุกๆชั่วโมงเป็นอย่างน้อย เพื่อลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลามายังชิ้นเนื้อ

สำหรับการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการและตัดแต่งสุกรจากฟาร์มปลอดจากจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด (Specific Pathogen Free : SPF) และสุกรจากฟาร์มมาตรฐานทั่วไป พบว่าไม่แตกต่างกัน แม้ว่าจะพบการปนเปื้อนเชื้อในมูลสุกรจากฟาร์มมาตรฐานมากกว่าสุกรจากฟาร์ม SPF ก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากการปนเปื้อนข้ามในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาการปนเปื้อนของซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกรในโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานสากลในครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างในช่วงเริ่มต้นของการทำงาน ทำให้ปริมาณที่พบซัลโมเนลลาอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยควรมีการเก็บตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งเนื้อสุกร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม และสามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขวิธีการปฏิบัติงานของโรงฆ่าสุกรได้

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

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

ธงชัย เฉลิมชัยกิจ. 2544. "รายงานการวิจัยการเฝ้าระวังการดื้อยาของซัลโมเนลลาในสุกร." กรุงเทพฯ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 104 น.

ประภาส พัชนี, K.H. Zessin, C. Staak, เลิศรัก ศรีกิจการ, ประสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล, เทอด เทศประทีป. 2546. "การติดเชื้อ *Salmonella* spp. ในสุกรก่อนฆ่าชำแหละ และการพิจารณาความเป็นไปได้ในการใช้ DANISH MIX - ELISA® สำหรับการตรวจติดตามภาวะการติดเชื้อ *Salmonella* spp. ของสุกร." **เชียงใหม่สัตวแพทยศาสตร์.** 1: 33 – 38.

วรรณาทิพย์ เติมมหาวงษ์, ฆรณี ตุ้ยเต็มวงษ์, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงษ์ และ อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2549. "การตรวจนับเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์". การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 เล่มที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549." 485 – 492.

สุมณฑา วัฒณสินธุ์. 2545. "จุลชีววิทยาทางอาหาร". กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 454 น.

สุมาลี บุญมา นพรัตน์ หมานริม ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และ อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2540. "การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อหมู." **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์.** 31(4) : 413 – 418.

อดิศร เสวตวิวัฒน์ ปรีชา จึงสมานุกูล มัณฑนา พันธ์บัวหลวง และ อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2537. "การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร." **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.** 12(2) : 15 – 24.

อดิศร เสวตวิวัฒน์ วราวุฒิ ครูส่ง ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และ อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 2548. "เปรียบเทียบอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อในขั้นตอน selective enrichment และ isolation ในการตรวจหาซัลโมเนลลาในเนื้อหมูสดจำหน่ายปลีก." **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.** 23(1) : 1 – 13.

Alisarli, M., L. Akkaya and S. Alemdar. 2003. "An investigation on the prevalence of *L. monocytogenes* and *Salmonella* spp. in a cattle slaughterhouse." **Flerschwirtschaft International.** 3: 41 – 44.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Andrew, W.H., V.R. Bruce, G. June, F. Satchell and P. Sherrod. 1992. *Salmonella* in Bacteriological Analytical Manaul 7th edn, pp. 51 – 69. Washington, D.C., Food and Drug Administration, AOAC International.

Andrijana, R. and K. Julia. 2001. "*Salmonella* in swine." **Advances in pork production**. 12: 35 – 41.

Bacon, R.T., J.N. Sofos, K.E. Belk, D.R. hyatt and G.C. Smith. 2002. "Prevalence and antibiotic susceptibikity of Samonella isolated from beef animal hides and carcasses. **Journal of Food Protection.** 65(2): 284 – 290.

Bangtrakulnonth, A., S. Pornrugwong, M. Kusum, T. Damrongwatanapokin and K. Saitanu. 1994. "Prevalence of Salmonella in human during 1988 - 1993." [Online Available] http://www.dmsc.moph.go.th [OnlineAvailable : 7 November 2007]

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

Beloeil, P.A., C. Chauvin, K. Proux, F. Madec, P. Fravalo and A. Alioum. 2004. "Impact of the *Salmonella* status of market-age pigs and the pre-slaughter process on *Salmonella* caecal contamination at slaughter." **Veterinary Research.** 35: 513 – 530.

Berends, B.R., H.A.P. Urlings, J.M.A. Snijders, F. van Knapen. 1996. "Identification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp. in pig." **International of Food Microbiology**. 30: 37 – 53.

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." **International Journal of Food Microbiology**. 36 : 199 – 206.

Berends, B.R., F. van Knapen, D.A.A. Mossel, S.A. Burt and J.M.A. Snijders. 1998. "*Salmonella* spp. on pork at cutting plant and at the retail level and the influence of particular risk factors." **International Journal of Food Microbiology**. 44: 207 – 212.

Bhandare, S.G., A.T. Sherikar, A.M. Paturkar, V.S. Waskar and R.J. Zende. 2007. "A comparison of microbial contamination on sheep/goat carcasses in a modern Indian abattoir and traditional meat shops." **Food Control**. 18: 854 – 858.

Boes, J., J. Dahl, B. Neilson and H.H. Krog. 2001. "Effect of separate transport, lairage and slaughter on occurrence of *Salmonella* Typhimurium on slaughter carcasses." **Berliner und Munchener Tieraztliche Wochenschrift.** 114: 363 – 365.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือเผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆ

Bolton, D.J., R.A. Pearce, J.J.Sheridan, I.S. Blair and D.A. Mcdowell. 2002. "Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. **Journal of Applied Microbiolgy**. 92, 893 – 902.

Bolton, D.J., R. Pearce, J.J. Sheridan, D.A. McDowell and I.S. Blair. 2003. "Decontaminayion of pork carcasses during scalding and the prevention of Salmonella cross contaminatuion." **Journal of Applied Microbiology.** 94: 1036 – 1042.

Borch, E. and P. Arinder. 2002. "Bacteriogical safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures. **Meat Science**. 62: 381 – 390.

Bouvet, J., C. Bavai, R. Rossel, A. Le Roux, M.P. Montet, C. Mazuy and C. Vernozy-Rozand. 2003. "Evolution of Pig Carcass and Slaughterhouse Environment Contamination by *Salmonella*." **Revue. Medicine Veterinary**. 12: 775-779.

Carney, E., S.B.O. Brien, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I.S. Blair and G. Duffy. 2006. "Prevalence and level of Escherichia coli O157 on beef trimmings, carcasses and boned head meat at a beef slaughter plant." **Journal of Food Microbiology.** 23:52 – 59.

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." **Journal of Food Protection**. 64: 1981 – 1987.

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

Claire, B., E. John, K. Garbrielle, M. Bryan and L. Nola. 2007. "Quantitative examination of *Salmonella* spp. the lairage environment of a pif abattoir." **Foodborne Pathogens and Disease**. [Online Available : 1 Mar 2008] http://www.liebertonline.com

Davies, R.H., I.M. McLaren and S. Bedford. 1999. "Observtion on the distribution of *Salmonella* in pig abattoir." **Veterinary record.** 145: 656 – 661

Davies, R.H., R. Dalziel, J.C. Gibbens, J.W. Wielsmith, J.M. Ryan, S.J. Evans, C. Byrne, G.A. Paiba, S.J. Pascoe and C.J. Teale. 2004. "National survey for *Salmonella* in pigs, cattle and sheep at slaughter in Great Britain (1999 – 2000)." **Journal of Applied Microbiology**. 96: 750 – 760.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delmore, G.L.R., J.N. Sofos, G.R. Schmidt and G.C. Smith. 1997. "Inactivation of pathogenic bacterioa by the chemical dehairing process proposed for use on beef carcasses before

slaughter." Presented at the 50th Reciprocal. **American Meat Science Association**. USA.

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

Escartin, E.F., J.S. Lozano, O. Rodriguez, N.M. Gonzales and J.A. Torres. 1995. "Incidence and level of *Salmonella* serovars in raw pork obtained from Mexican butcher shops." **Journal of Food Microbiology**. 12: 435 – 439.

Escartin, E.F., J.S. Lozano, O.R. Garcia. 2000. Quantitative survival of native *Salmonella* serovars during storage of frozen raw pork." **International Journal of Food Microbiology.** 54: 19 – 25.

FDA (Food and Drug Administration) 1992. "Bacteriological Analytical Manaul." 7th

Fedorka-Cray,P., J.T. Gray, C. Wray. 2000. " *Salmonella* Infections in Pigs." **CABI Publishing, Wallingford**, 463.

Fortin, A. 2002. "The effect of transport time from the assembly yard to the abattoir and resting time at the abattoir on pork quality." **Canada Journal of Animal Science**. 82: 142 – 150.

Funk, J.A., P.R. Davies and M.A. Nicholas. 2000. "The effect of fecal sample weight on detection of salmonella enterica in swine feces." **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.** 12: 412 – 418.

Galland, J.C. 1998. "Prevention of contamination during slaughter. Revue Scientifique et Technique de I'Office Internationale des Epizooties. 16(2) : 395 – 402.

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

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

Gill, C.O. and T. Jones. 1999. "The microbiological effects of breaking operations on hanging beef carcass sides." **Food Research International**. 32: 453 – 459.

Hald, T., T. Brondsted, A. Dresling and S. Ethelberg. 2001. "Annual report on zoonoses in Denmark." Ministry of food, Agriculture and Fisheries. 1-28.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hurd, H.S., J.D. McKean, I.V. Wesley and L.A. Karriker. 2001. "The effect of Lairage on *Salmonella* isolation from market swine." **Journal of Food Protection**. 64: 993 – 944.

ICMSF. 1998. "Microorganisms in Foods 6: Microbial Ecology of Food Commodities. Blackie Academic and Professional. London.

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

Jensen, J.C.E. 2004. "A new SPF system." Dansk Veterinærtidsskrift. 87 : 16 – 18.

Jensen, T. and H. Christensen. 2000. "Documentation of the effect of carcass contamination based on investigations on the slaughter line." Danish Meat Research Institute, Ref. No. 18, 361.

Kasbohrer, A., D. Protz, R. Helmuth, K. Nockler, T. blaha, F.J. Conraths and L. Geue. 2000. "Salmonella in slaughter pigs of German origin: An epidemiological study." **European Journal of Epidemiology**. Vol.16 No.2.

Kramer, M.N., D. Coto and D.J. Weidner. 2005. "The Science of Recalls." **Journal of Meat Science.** 71: 158-163.

Laubach, C., J. Rathgeber, A. Oser and S. Palumbo. 1998. "Microbiology of the swine head meat deboning process." **Journal of Food Protection**. 61: 249 – 252.

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

Lazaro, N.S., A. Tibana and E. Hofer. 1997. "*Salmonella* spp. In Healthy Swine and in Abattoir Environments in Brazil." **Journal of Food Protection.** 60: 1029-1033.

Legg, S.J., N. Khela, P. Madie, S.G. Fenwick, V. Quynh and D.I. Hedderley. 1999. "Acomparison of bacterial adherence to bare hands and gloves following simulated contamination from a beef carcass." **International Journal of Food Microbiology**. 53: 69 – 74.

Madden, R.H., W.E. Espie, L. Moran, J. McBride and P. Scates. 2001. " Occurrence of *Escherichia coli* o157:H7, *Listeria Monocytogenes*, *Salmonella* and *Campylobacter* spp. on beef carcasses in Northern Ireland. **Meat Science**. 58: 343 – 346.

Mcdowell, S.W.J., R. Porter, R. Madden, B. Cooper and S.D. Neill. 2007. "*Salmonella* in slaughter pigs in Northern Ireland: prevalence and use of statistical modeling to

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

investigate sample and abattoir effects." **International Journal of Food Microbiology.** 118 : 116 – 125.

Mulder, R. W. 1995. " Impact of transport and related stresses on the incidence and extent of human pathogens in pig meat and poultry." **Journal of Food Safety**. 15:239–246.

Nel, S., J.F.R. Lues, E.M. Buys and P. Venter. 2004. "Bacterial populations associated with meat from the deboning room of a high throughput red meat abattoir." **Journal of Meat Science.** 66: 667 – 674.

Oosterom, J., R. Dekker, G.J. de Wilde, F. van Kempen-de Troye and G.B. Engels. 1985. "Prevalence of *Campylobacter jejuni* and *Salmonella* during pig slaughtering." **Veterinary Q.** 7(1): 31 – 34.

Padungtod, P. and J.B. Kaneene. 2006. "*Salmonella* in Food Animals and Humans in Northern Thailand." **Journal of Food Microbiology**. 108: 346-354.

Pearce, R.A., D.J. Bolton, J.J. Sheridan, D.A. Mcdowell, I.S. Blair and D. Harrington. 2004. "Studies to determine the critical control point in pork slaughter hazard analysis and critical control point system." **International Journal of Food Microbiology.** 90: 331 – 339.

Pearce R.A., J.J. Sheridan and D.J. Bolton. 2006. "Distribution of Airborne Microorganisms in Commercial Pork Slaughter Processes." **Journal of Food Microbiology**. 107: 186-191.

Prendergast, D.M., S.J. Duggan and G. Duffy. 2007. "Risk analysis based control of *Salmonella* on pork on the island of Ireland." Ashtown Food Research Center.

Rajic, A. and J. Keenliside. 2001. "Salmonella in swine." **Advances in Pork Production."** 12: 35 – 41.

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." **Journal of Food Protection.** 66: 793 – 797.

Reid, C.A., A. Small, S. Avery and S. Buncic. 2002. "Presence of food borne pathogen in cattle hides." **Food Control.** 13: 411 – 415.

Richmond, M. 1991. "The microbiological safety of food – *Part II.*" **Report of The Committee on the Microbiological Safety of Food**. HMSO. London.

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rostagno, M.H., H.S. Hurd, J.D. Mckean, C. Ziemer, J.K. Gailey and R.C. Leite. 2002. "*Salmonella* infection in market swine during pre-slaughter holding." **Congress of The Pig Veterinary Society.** 319.

Sinell, H.J., O. Pietch, H. Klingbell and M. Benner. 1990. "Estimation of Most Probable Number in retail samples of minced pork." **International Journal of Food Microbiology**. 11: 135 – 142.

Small, A., C. James, S. James, R. Davies, E. Liebana, M. Howell, M. Hutchison and S. Buncic. 2006. "Presence of *Salmonella* in the red meat abattoir lairage after routine cleansing and disinfection and on carcasses." **Journal of Food Protection.** 69(10): 2342 – 2351.

Sofos, J.N. and G.C. Smith. 1998. "Non-acid meat decontamination technologies: Model studies and commercial applications." **International Journal of Food Microbiology**. 44: 171 – 188.

Sorquist, S., M.L. Danielsson – Tham. 1990. "Survived of Campylobacter, Salmonella and Yersinia spp. in scalding water used at pig slaughter." **Fleischwirtsch**. 70.1451 – 1454.

Swanenburg, M. 2000. "*Salmonella* in the pork production chain: sources of *Salmonella* on pork. Proefschrift, Universiteit Utrecht.

Swanenburg, M., H.A.P. Urling, D.A. Keuzenkamp and J.M.A. Snijders. 2001. "*Salmonella* in the lairage pig slaughterhouse." **Journal of Food Protection.** 64: 12 – 16.

Thorberg, B.M. and A. Engvall. 2001. "Incidence of *Salmonella* in five Swedish slaughterhouses." **Journal of Food Protection**. 64: 542 – 545.

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

Van der Wolf , P.J., J.H. Bongers, A.R.W. Elbers, M.C. Franssen, W.A. Hunneman, A.C.A. Van Exsel and M.J.T. Tielen. 1999. "Salmonella infections in finish pigs in the Netherlands :bacteriological herd prevalence, serogroup and antibiotic resistance of isolates and risk factors for infection." **Veterinary Microbiology**. 67:263-275.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warriner, K., T.G. Aldsworth, S. Kaur and C.E.R. Dodd. 2002. "Cross-contamination of carcasses and equipment during pork processing." **Journal of Applied Microbilogy**. 93, 169 – 177.

Warriss,P.D., S.N. Brown, J.E. Edwards, M.H. Anil and D.P. Fordham. 1992. "Time in lairage needed by pigs to recover from the stress of transport." **Veterinary Record**.131 : 194-196.

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

Woltersdorf, W. and H.J. Mintzlaff. 1996. "Condensation scalding of pigs : a practicable method. 1. Scalding effect and surface bacterial count." **Fleischwirtschaft**. 76: 274 – 277.

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

http://www.cfsan.fda.gov/~mow/chap1.html [Online Available : 9 Dec 2006]

http://webnotes.fda.moph.go.th [Online Available : 2 Nov 2007]

http://www.fsis.usda.gov/ophs/salmdata.htm [Online Available : 2 Nov 2007]

http://www.hyfoma.com [Online Available : 1 Mar 2008]

http://www.dtep.go.th [Online Available : 1 Mar 2008]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การเทียบหาค่า Most Probable Number

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่า MPN 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	1	3	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

ภาคผนวก ข.

เกณฑ์เสนอแนะและมาตรฐานน้ำบริโภค

1. เกณฑ์คุณภาพน้ำประปากรมอนามัย พ.ศ. 2543

ข้อมูลที่ตรวจวิเคราะห์	ค่ามาตรฐานที่กำหนด	หน่วยวัด
1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ		
- ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	6.5 – 8.5 (Field Test)	
- ความขุ่น (Turbidity)	ไม่เกิน 10	เอ็นทียู
- สี (Color)	ไม่เกิน 15	แพลตตินัมโคบอลท์
2. คุณภาพน้ำทางเคมีทั่วไป		
- สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS)	ไม่เกิน 1,000	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ความกระด้าง (Hardness)	ไม่เกิน 500	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ซัลเฟต ($SO_4^{=}$)	ไม่เกิน 250	มิลลิกรัมต่อลิตร
- คลอไรด์ (Cl^-)	ไม่เกิน 250	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ไนเตรท (NO_3^- as NO_3^-)	ไม่เกิน 50	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ฟลูออไรด์ (F^-)	ไม่เกิน 0.7	มิลลิกรัมต่อลิตร
3. คุณภาพน้ำทางโลหะหนักทั่วไป		
- เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	มิลลิกรัมต่อลิตร
- แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
- สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 3.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4. คุณภาพน้ำทางโลหะหนัก สารเป็นพิษ		
- ตะกั่ว (Pb)	ไม่เกิน 0.03	มิลลิกรัมต่อลิตร
- โครเมียม (Cr)	ไม่เกิน 0.05	มิลลิกรัมต่อลิตร
- แคดเมียม (Cd)	ไม่เกิน 0.003	มิลลิกรัมต่อลิตร
- สารหนู (As)	ไม่เกิน 0.01	มิลลิกรัมต่อลิตร
- ปรอท (Hg)	ไม่เกิน 0.001	มิลลิกรัมต่อลิตร
5. คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย		
- โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)	0	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม
- ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Faecal coliform bacteria)	0	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม

หมายเหตุ

1. คลอรีนอิสระคงเหลือ (Residual Free Chlorine) กำหนดให้มีปลายเส้นท่อ 0.2-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้ในระบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปา
2. วิธีการตรวจวิเคราะห์เป็นไปตามวิธีการในหนังสือ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 20th ed.
3. ประกาศกรมอนามัย (29 กุมภาพันธ์ 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภค โดยองค์การอนามัยโลก พ.ศ. 2539

Guidelines for drinking – water quality (WHO , 1996)

ข้อมูล	หน่วยวัด	เกณฑ์ที่กำหนด
ความเป็นกรด-ด่าง	-	-
สี	แพลตตินัมโคบอลท์	ไม่เกิน 15
ความขุ่น	เอ็นทียู	ไม่เกิน 5
สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1,000
ความกระด้าง	มิลลิกรัมต่อลิตร	-
เหล็ก	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.3
แมงกานีส	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.1
ทองแดง	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
สังกะสี	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 3
ตะกั่ว	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.01
โครเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.05
แคดเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.003
สารหนู	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.01
ปรอท	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.001
ซัลเฟต	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 250
คลอไรด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 250
ไนเตรท	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 50
ฟลูออไรด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.5
คลอรีนอิสระคงเหลือ	มิลลิกรัมต่อลิตร	-
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม	ไม่พบ
อี.โคไลหรือเทอร์โมโธเลอแรนท์โคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม	ไม่พบ
แบคทีเรีย		
แบเรียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.7
ฟีนอล	มิลลิกรัมต่อลิตร	-
ซิลิเนียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.01
เงิน	มิลลิกรัมต่อลิตร	-
อลูมิเนียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.2
เอ บี เอส (Alkylbenzene Sulfonate)	มิลลิกรัมต่อลิตร	-
ไซยาไนด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.07
นิเกิล	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คุณภาพหรือมาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 256) พ.ศ. 2545 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4)

ข้อมูล	หน่วยวัด	เกณฑ์ที่กำหนด
ความเป็นกรด-ด่าง	-	6.5-8.5
สี	แพลตตินัมโคบอลท์	ไม่เกิน 20
ความขุ่น	เอ็นทียู	ไม่เกิน 5.0
ปริมาณสารทั้งหมด	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 500
ความกระด้างทั้งหมด	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 100
เหล็ก	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.3
แมงกานีส	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.05
ทองแดง	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.0
สังกะสี	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 5.0
ตะกั่ว	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.05
โครเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.05
แคดเมียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.005
สารหนู	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.05
ปรอท	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.002
ซัลเฟต	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 250
คลอไรด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 250
ไนเตรท	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 4.0 (asN)
ฟลูออไรด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1.5
คลอรีนอิสระคงเหลือ	มิลลิกรัมต่อลิตร	-
แบคทีเรียประเภทโคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม	น้อยกว่า 2.2
อี.โคไลหรือเทอร์โมโธเลอแรนท์โคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม	ไม่พบ
แบคทีเรีย		
แบเรียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 1
ฟีนอล	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.001
ซิลิเนียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.01
เงิน	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.05
อลูมิเนียม	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.2
เอ บี เอส (Alkylbenzene Sulfonate)	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.2
ไซยาไนด์	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 0.1
นิเกิล	มิลลิกรัมต่อลิตร	-

ที่มา : http://www.dtep.go.th [Online Available : 1 Mar 2008]

ไฟล์นี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาววริฏฐา เบญจพลากร เกิดวันที่ 19 พฤษภาคม 2525 ที่จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท. บ.) ในสาขาเทคโนโลยีการเกษตร (การผลิตสัตว์) จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2546 และศึกษาต่อในระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในสาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร ในปี พ.ศ. 2547 และสำเร็จการศึกษาในปีพ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้