ประสิทธิผลของจุดควบคุมซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

นายบัณฑูรย์ ตระการวีระเดช

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวแพทยสาธารณสุข ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFICACY OF *SALMONELLA* CONTROL POINTS IN SLAUGHTER PROCESSING OF HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) CERTIFIED PIG SLAUGHTER HOUSE

Mr. Banthun Trakanwiradet

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Veterinary Public Health

Department of Veterinary Public Health
Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ประสิทธิผลของจุดควบคุมซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม
โดย	นายบัณฑูรย์ ตระการวีระเดช
สาขาวิชา	สัตวแพทยสาธารณสุข
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ฐานิสร์ ดำรงค์วัฒนโภคิน

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. มงคล เตชะกำพุ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. อลงกร อมรศิลป์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ฐานิสร์ ดำรงค์วัฒนโภคิน)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ชาญชุติ จรรยาสัณห์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑูรย์ ตระการวีระเดช : ประสิทธิผลของจุดควบคุมซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม. (EFFICACY OF *SALMONELLA* CONTROL POINTS IN SLAUGHTER PROCESSING OF HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) CERTIFIED PIG SLAUGHTER HOUSE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.นสพ.ดร. ฐานิสร์ ดำรงค์วัฒนโภคิน, 77 หน้า.

การควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาไม่ให้ปนเปื้อนข้ามในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการควบคุมเชื้อในกระบวนการผลิตเนื้อสุกร จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรหลักๆประกอบด้วย ทำให้สลบ แทงคอ ลวกซาก ถอนขน ผ่าซีก และเก็บในห้องเย็น กระบวนการเหล่านี้ในโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตจะมีรายละเอียดในแต่ละกระบวนการแตกต่างกันในแต่ละโรงงาน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาประสิทธิผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของกระบวนการฆ่าและชำแหละในการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาของโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต และระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม การศึกษาประกอบด้วยการเก็บตัวอย่างจากโรงงาน 3 แห่งๆ ละ 2 ครั้ง เพาะแยกเชื้อเพื่อหาปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อ การเก็บตัวอย่างในแต่ละโรงงาน ประกอบด้วยการเก็บ swab จากซากสุกรที่ก่อนและหลังจุดควบคุมของกระบวนการผลิต และน้ำใช้ในโรงงาน คิดเป็นจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 252 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรทั้งหมดหลังผ่านขั้นตอนทำให้สลบที่เก็บจากทุกโรงงานพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 44.40 ซีโรวาร์ที่ตรวจพบคือ *S.* Rissen (ร้อยละ 4.76) *S.* Weltevreden (ร้อยละ 2.38) *S.* Kedougou (ร้อยละ 0.79) และตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการอื่นๆ สรุปว่าแม้โรงงานจะมีกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่แตกต่างกันแต่ก็สามารถควบคุมการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้อย่างมีประสิทธิผลไม่แตกต่างกัน

ภาควิชา สัตวแพทยสาธารณสุข ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา สัตวแพทยสาธารณสุข ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2552

4975564031 : MAJOR VETERINARY PUBLIC HEALTH

KEYWORDS : *SALMONELLA* / *SALMONELLA* CONTROL / SLAUGHTER PROCESSESING / GMP AND HACCP CERTIFIED PIG SLAUGHTER HOUSE

BANTHUN TRAKANWIRADET: EFFICACY OF *SALMONELLA* CONTROL POINTS IN SLAUGHTER PROCESSING OF HAZARD ANALYSIS AND CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) CERTIFIED PIG SLAUGHTER HOUSE. THESIS ADVISOR: ASSISTANT PROFESSOR THANIS DAMRONGWATANAPOKIN, DVM. Ph.D., 77 pp.

Control of *Salmonella* cross contamination in slaughter processing plant is one of the main factors in pig meat production process. From pig slaughter house processing flow, major slaughter processes are consisting of stunning, bleeding, scalding, dehairing, carcass cutting, and chilling. Although the major processes are the same in good manufacturing practice (GMP) certified slaughter house, details of work in each major step are different in each slaughter. Therefore, the study was aimed at comparing efficacy of *Salmonella* control on different slaughter process in GMP and hazard analysis and critical control point (HACCP) certified pig slaughter houses. Study was conducted in 3 pig slaughter houses and each slaughter houses were visited twice to collect swab and water samples at before and after each control point on major processing step. Water sample was also collected at critical control point. It was found that the average numbers of *Salmonella* on skin swab samples after stunning process were accounted for 44.40% of total samples. *Salmonella* serovar isolates were *S.* Rissen (4.76%), *S.* Weltevreden (2.38%) and *S.* Kedougou (0.79%). *Salmonella* was not detected on any other samples. In conclusion, different slaughter process in GMP and HACCP certified pig slaughters can be used to effectively control *Salmonella* cross contamination.

Department : Veterinary Public Health Student's signature .....

Field of Study : Veterinary Public Health Advisor's signature .....

Academic Year : 2009

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงโดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ฐานิสร์ ดำรงค์วัฒนโภคิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. อลงกร อมรศิลป์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ และรองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. ชาญชุติ จรรยาสัณห์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้คำแนะนำในการทำการวิจัย ตรวจทาน และแก้ไขวิทยานิพนธ์

ขอบคุณ นายสัตวแพทย์ มาโนช เฟื่องฟูพงศ์ และนายสัตวแพทย์ นิพนธ์ ตันติพิริยะพงศ์ ผู้บังคับบัญชาที่สนับสนุนโดยการให้ศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา ผู้จัดการทั่วไป และทีมงานโรงงานฆ่าสุกรที่ให้คำปรึกษาด้านโรงฆ่าสุกรและสนับสนุนการเก็บตัวอย่าง นางสาว มยุรฉัตร เบี้ยกลาง ที่ให้คำปรึกษาในการทำงานด้านแบคทีเรีย

สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัว เพื่อนร่วมงาน รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านของภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข และของคณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลืองานด้านต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7

2.1 ข้อมูลทั่วไปของเชื้อซัลโมเนลลา..... 7

2.2 หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตกับโรงงานฆ่าสุกร..... 14

2.3 หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตกับกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 16

2.4 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์..... 18

2.5 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์..... 23

2.6 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมกับความปลอดภัยเนื้อสัตว์... 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 34

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... 34

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ..... 37

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 40

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 41

4.1 ผลการวิเคราะห์กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร..... 41

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา..... 46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปายผล และข้อเสนอแนะ..... 50
5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปายผล..... 50
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 53

รายการอ้างอิง..... 56

ภาคผนวก..... 64
ภาคผนวก ก..... 65
ภาคผนวก ข..... 66
ภาคผนวก ค..... 70
ภาคผนวก ง..... 73
ภาคผนวก จ..... 76

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อุบัติการณ์ของโรคซัลโมเนลโลซิสในประเทศต่างๆ	2
2	การแบ่งกลุ่มเชื้อซัลโมเนลลา.....	9
3	ปริมาณการเก็บตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรและน้ำใช้จากโรงงานฆ่าสุกร.....	35
4	จำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรและน้ำใช้ที่เก็บจากโรงงานฆ่าสุกร.....	36
5	เปรียบเทียบความแตกต่างของการปฏิบัติงานในขั้นตอนลวกซาก ขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย และขั้นตอนแช่เย็นซากของโรงงานฆ่าสุกร 3 แห่ง.....	42
6	สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร.....	47
7	สรุปผลชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร.....	48
8	สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างน้ำใช้ของโรงงานฆ่าสุกร 3 แห่ง.....	48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะ TSI agar และ MIL medium ที่ให้ผลบวกต่อเชื้อซัลโมเนลลา……	40
2	กระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1……	43
3	กระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2……....	44
4	กระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3……....	45

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาหารที่ปลอดภัยต่อการบริโภคต้องสะอาดและปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค หนึ่งในมาตรฐานความปลอดภัยอาหาร คือ การปลอดจากเชื้อจุลินทรีย์ และ / หรือสารพิษที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ (foodborne illnesses) โรคอาหารเป็นพิษในคนส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในประเทศต่างๆ ทั่วโลก ในปี ค.ศ.1997 ทางองค์การอนามัยโลก (World Health Organization; WHO) ได้คาดการณ์ไว้ว่าจะมีผู้ป่วยด้วยอาการอุจจาระร่วงที่มีสาเหตุมาจากการบริโภคอาหาร และ / หรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ และ / หรือสารพิษที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษอยู่ในประเทศต่างๆ ทั่วโลก ประมาณ 1.5 พันล้านคน และเสียชีวิตมากกว่า 3 ล้านคน โดยผู้เสียชีวิตส่วนใหญ่เป็นเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี นอกจากโรคอาหารเป็นพิษจะมีผลต่อสุขภาพของคนแล้วยังส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศด้วย ตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษจำนวนหลายล้านคนและเสียชีวิตหลายพันคน สร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจ ประมาณ 5 พันล้านดอลลาร์ต่อปี (CAST, 1994 ; Mead et al., 1999) ในผู้ป่วยจำนวนหลายล้านคนนี้เป็นการป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา ประมาณ 1.4 ล้านคน (Brenner et al., 2000) และต้องสูญเสียเงิน ประมาณ 0.1-0.2 พันล้านดอลลาร์ต่อปี ในการดูแลผู้ป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษจากการบริโภคเนื้อสุกรที่ปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา (Frenzen et al., 1999) เชื้อจุลินทรีย์กลุ่มแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษมีหลายชนิด เช่น *Staphylococcus aureus, Escherichia coli O157:H7, Bacillus cereus, Campylobacter jejuni, Campylobacter coli*, *Yersinia enterocolitica, Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringers, Clostridium botulinum, Vibrio cholerae* และ *Salmonella spp.* การบริโภคอาหาร และ / หรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า โรคซัลโมเนลโลซิส (salmonellosis) ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขที่พบได้เกือบทุกแห่งทั่วโลก (ตารางที่ 1) จากการศึกษาทางระบาดวิทยาของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดขึ้นจากการบริโภคอาหาร และ / หรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในประเทศต่างๆ พบว่า ประเทศเนเธอร์แลนด์ มีอุบัติการณ์เฉลี่ยของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา 450 รายต่อประชากรแสนคน และเสียชีวิต 0.4 รายต่อประชากรแสนคน โดยร้อยละ 15 ของอุบัติการณ์โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลามีสาเหตุมาจากการบริโภคเนื้อสุกร (Berends et al., 1998) ร้อยละ 6-9 ของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาที่พบใน

ประเทศสหรัฐอเมริกา มีความสัมพันธ์กับการบริโภคเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสุกร หรือมีเนื้อสุกรเป็นส่วนประกอบ (Frenzen et al., 1999) และร้อยละ 15-20 ของอุบัติการณ์โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาที่พบในประเทศเดนมาร์ค มีความสัมพันธ์กับการบริโภคเนื้อสุกร ในปี ค.ศ.1997 ประเทศเยอรมนี เดนมาร์ค และเนเธอร์แลนด์ มีอุบัติการณ์เฉลี่ยของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 128.4 ราย 95 ราย และ 17 รายต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ซึ่งประมาณร้อยละ 10-15 มีสาเหตุจากการบริโภคเนื้อสุกร (Hald and Wegener, 1999)

ตารางที่ 1 อุบัติการณ์ของโรคซัลโมเนลโลซิสในประเทศต่างๆ

ประเทศ	ปี (ค.ศ.)	จำนวนผู้ป่วย (ต่อประชากรแสนคน)	เอกสารอ้างอิง
แคนาดา	1995	24.7	Public Health Agency of Canada, 1998
สหรัฐอเมริกา	1998	13.9	USDA, 1999
เดนมาร์ค	1999	62	Statens Veterinaere Serumlaboratorium, 2000
สาธารณรัฐเช็ค	2002	272	National Institute of Public Health, 2003
ออสเตรเลีย	2003	39	Australia National Agency for Health and Welfare Statistics, 2004
ไทย	2003	64.25	สุมณฑาและคณะ, 2005

จากข้อมูลปริมาณการบริโภคเนื้อสุกรต่อคนต่อปีในระหว่างปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2548 จากประเทศต่างๆ ทั่วโลก พบว่า ผู้บริโภคมีความต้องการเนื้อสุกรเพิ่มมากขึ้น (สมาคมผู้ผลิตและแปรรูปสุกรเพื่อการส่งออก, 2005) ดังนั้น ผู้บริโภคจึงมีโอกาสเสี่ยงจากการป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากการใช้เนื้อสุกรที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มาเป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารเพิ่มมากขึ้น สำหรับประเทศไทย ปริมาณเนื้อสุกรที่บริโภคต่อคนต่อปีก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นเดียวกัน ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากการบริโภคเนื้อสุกรที่ปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น จากสรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค พ.ศ.2549 ของกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ที่ได้รับข้อมูลจากเครือข่ายทั้งในและนอกกระทรวงสาธารณสุข พบว่า โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดขึ้นในระหว่างปี พ.ศ.2539 ถึง พ.ศ.2548 มีเชื้อซัลโมเนลลาเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วย และ / หรือเสียชีวิตร่วมอยู่ด้วยเสมอ ซึ่งส่วนหนึ่งมีสาเหตุมาจากการบริโภคเนื้อสุกรที่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (สำนักระบาดวิทยา, 2006) จากการสำรวจ

ตัวอย่างเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสุกรหรือมีเนื้อสุกรเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ไส้กรอก ลูกชิ้น แหนม กุนเชียง และหมูยอ ที่จำหน่ายตามตลาดสดและห้างสรรพสินค้า พบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 6.25-24.0 (อดิศรและคณะ, 1994 ; สุมาลีและคณะ, 1997 ; อรุณและคณะ, 1999 ; นงคราญ เรืองประพันธ์, 2000) โดยเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสุกรหรือมีเนื้อสุกรเป็นส่วนประกอบที่นำมาบริโภคนั้น ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะซื้อมาจากตลาดสดซึ่งรับเนื้อสุกรมาจากโรงงานฆ่าสุกรขนาดกลางและขนาดเล็กที่มีการจัดการในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ในขณะที่เนื้อสุกรอีกส่วนหนึ่งมาจากโรงงานฆ่าสุกรขนาดใหญ่ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานเพื่อการส่งออกซึ่งได้นำเนื้อสุกรส่วนที่เหลือจากการสั่งซื้อของประเทศผู้นำเข้ามาจัดจำหน่ายในตลาดภายในประเทศ เนื้อสุกรเหล่านี้สามารถเกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้ในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิตสุกร เริ่มตั้งแต่ระดับฟาร์ม การขนส่ง การฆ่าและชำแหละ การแปรรูป และการจัดจำหน่าย ดังนั้น ทางหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมการผลิตสุกรจำเป็นต้องมีการจัดการร่วมกันในการลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร โดยการใช้มาตรการทางระบบการจัดการเข้าควบคุมการผลิตสุกรแบบครบวงจรนับตั้งแต่ฟาร์มสุกรพ่อแม่พันธุ์ ฟาร์มสุกรขุน การขนส่ง โรงงานฆ่าสุกร โรงแปรรูป ตลอดจนการจัดจำหน่าย ด้วยการควบคุมปัจจัยเสี่ยง 3 ประการที่เป็นสาเหตุหลักของการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร คือ 1.ควบคุมสุกรที่มีชีวิตในฟาร์มสุกร 2.ควบคุมการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร เช่น การปนเปื้อนระหว่างตัวสุกรที่มีชีวิต และ / หรือซากสุกร ปนเปื้อนจากเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต พนักงาน และน้ำใช้ในโรงงานฆ่าสุกร 3.ควบคุมการเก็บรักษาซาก และ / หรือเนื้อสุกรไว้ในอุณหภูมิที่เหมาะสม เนื้อสุกรที่ได้จากการควบคุมปัจจัยเสี่ยงทั้ง 3 ประการ จะมีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค รวมทั้งยังเป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้าด้วย (กรมปศุสัตว์, 2001)

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตสุกรทั่วโลกให้ความสนใจกับการผลิตเนื้อสุกรที่มีความปลอดภัยจากเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มมากขึ้น (Cravens, 2000) สำหรับประเทศไทย ทางหน่วยงานของรัฐและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมการผลิตสุกรได้ตระหนักถึงความสำคัญของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาจึงได้ร่วมมือกันยกระดับการผลิตสุกรให้ได้มาตรฐาน ตั้งแต่ฟาร์มสุกร โรงงานฆ่าสุกร โรงแปรรูป และสถานที่จัดจำหน่าย ด้วยการส่งเสริมให้ฟาร์มสุกรเป็นฟาร์มมาตรฐาน และ / หรือฟาร์มปลอดโรคที่มีระบบควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosecurity) มีระบบการจัดการที่มีคุณภาพ (quality management) เพื่อลดการใช้ยาต้านจุลชีพ งดการใช้สารต้องห้ามในการเลี้ยงสุกร และส่งเสริมให้ฟาร์มนำสุกรเข้าโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองมาตรฐานหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต (Good

Manufacturing Practices; GMP) และ / หรือระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (Hazard Analysis and Critical Control Point; HACCP) รวมทั้งสนับสนุนให้จัดจำหน่ายเนื้อสุกรในตู้แช่เย็นที่สามารถควบคุมให้เนื้อสุกรมีอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพและปลอดภัยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อสุกรสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร ประเทศไทยมีโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP จำนวน 5 แห่ง (กรมปศุสัตว์, 2009) เนื้อสุกรที่ผลิตจากโรงงานฆ่าสุกรเหล่านี้จะประกันความปลอดภัยจากอันตรายกายภาพ อันตรายสารเคมีตกค้าง และอันตรายชีวภาพจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ดังนั้นทางโรงงานฆ่าสุกรจึงต้องมีแนวทางในการปฏิบัติงานที่จะสามารถควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ตลอดกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรได้ เช่น ทำความสะอาดตัวสุกรที่มีชีวิตในระหว่างที่พักอยู่ในคอกพักก่อนส่งไปยังขั้นตอนทำให้สลบ ลวกซากสุกรในบ่อลวกที่มีน้ำลวกอุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เผาขนอ่อนที่อุณหภูมิ 1,300-1,500 องศาเซลเซียส (Wong et al., 2001) ล้างซากสุกรหลังเอาเครื่องในออกด้วยน้ำสะอาด และลดอุณหภูมิซากสุกรด้วยการแช่เย็นเพื่อไม่ให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนได้ แม้ว่าโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP จะมีการกำหนดเป้าหมายในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในซาก และ / หรือเนื้อสุกรที่เหมือนๆ กัน แต่ทางโรงงานฆ่าสุกรแต่ละแห่งก็อาจจะมีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต หรือการปฏิบัติงานในบางขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ลวกซากสุกรโดยวิธีจุ่มซากสุกรลงในบ่อลวกที่น้ำลวกมีอุณหภูมิ 59-62 องศาเซลเซียส นาน 3-5 นาที หรือจุ่มซากสุกรลงในบ่อลวกที่น้ำลวกมีอุณหภูมิ 62±1 องศาเซลเซียส นาน 2-3 นาที หรือลวกซากสุกรโดยวิธีพ่นด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 59±2 องศาเซลเซียส นาน 4-6 นาที ล้างซากสุกรหลังเอาเครื่องในออกด้วยน้ำสะอาดที่มีแรงดันน้ำไม่น้อยกว่า 3.5 psi (pound / square inch) ปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 12 ลิตรต่อซาก หรือใช้น้ำที่มีแรงดันน้ำไม่น้อยกว่า 3.5 bar ปริมาณน้ำมากกว่า 15 ลิตรต่อซาก หรือใช้น้ำที่มีแรงดันน้ำ 1.8-2.0 kg/cm^2 ปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 16 ลิตรต่อซาก ความแตกต่างกันของการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต หรือการปฏิบัติงานในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรดังกล่าวอาจจะทำให้ประสิทธิผลในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรแต่ละแห่งแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามเท่าที่ผ่านมาการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซาก และ / หรือเนื้อสุกรของประเทศไทยส่วนใหญ่จะรายงานในรูปแบบของการสำรวจความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละทั้งในโรงงานฆ่าสุกรแบบที่ได้รับ และ / หรือไม่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP โดยวิธีการเก็บตัวอย่างเป็นแบบสุ่มในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและ

ชำแหละสุกร แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาที่เปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิผลการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่เกิดจากความแตกต่างกันของขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิผลการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรที่จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายชีวภาพของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP ที่มีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต หรือการปฏิบัติงานในบางขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลให้กับทางโรงงานฆ่าสุกรได้นำไปประยุกต์ใช้ในการช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากและ / หรือเนื้อสุกรให้มีประสิทธิผลมากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละที่แตกต่างกันของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP

สมมุติฐานของการวิจัย

การปฏิบัติที่แตกต่างกัน ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP สามารถควบคุมอันตรายจากการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรได้

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนา (descriptive study) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละที่แตกต่างกันของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP ด้วยการสำรวจปริมาณเชื้อและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา โดยการเพาะแยกเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างต่างๆ ที่เก็บมาจากโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

เชื้อซัลโมเนลลา จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลา กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร โรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ด้านองค์ความรู้ใหม่

1.1 ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP

1.2 ทราบถึงประสิทธิผลของมาตรการควบคุมการปนเปื้อนของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาที่มีการใช้เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิต หรือขั้นตอนการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP

2. ด้านการนำไปใช้

2.1 นำข้อมูลประสิทธิผลการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาของมาตรการควบคุมการปนเปื้อนของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาที่ได้ไปใช้ปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร เช่น น้ำ หรือเชื้อเพลิงให้เหมาะสม เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิต

2.2 นำข้อมูลซีโรไทป์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบบนผิวซากสุกรไปใช้ตรวจย้อนกลับไปยังฟาร์มสุกร เพื่อการวางแผนควบคุมและป้องกันการติดเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกรให้มีประสิทธิผล ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปของเชื้อซัลโมเนลลา

เชื้อซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่เป็นจีนัส (genus) หนึ่งในแฟมิลี่ (family) Enterobacteriaceae เชื้อซัลโมเนลลามีรูปร่างลักษณะเป็นแท่งขนาดประมาณ 0.7-1.5 ไมครอน x 2.0-5.0 ไมครอน ไม่สร้างสปอร์ เจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) สามารถหมักน้ำตาลกลูโคสและแมนโนส แต่ไม่หมักน้ำตาลแลกโตสและซูโครส ส่วนมากเคลื่อนที่ด้วยหนวดหรือแส้ที่มีอยู่โดยรอบเซลล์ (peritrichous flagella) และสร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ยกเว้น บางสายพันธุ์ที่ไม่เคลื่อนที่และไม่สร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ตัวอย่าง เช่น *Salmonella* Pullorum และ *Salmonella* Gallinarum ในทางการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะทางชีวเคมี เชื้อซัลโมเนลลาให้ปฏิกิริยาแตกต่างกันตามสปีชีส์และซับสปีชีส์ (ภาคผนวก ก) เชื้อซัลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ เช่น ในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดNutrient agar เชื้อซัลโมเนลลาจะมีลักษณะโคโลนีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-4 มิลลิเมตร ขอบเรียบ ผิวมัน ไม่มีสี ส่วนในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด XLD (Xylose Lysine Desoxycholate) agar ถ้าเป็นเชื้อซัลโมเนนลาสายพันธุ์ที่สร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โคโลนีจะมีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร สีแดงชมพู และมีสีดำตรงกลาง แต่ถ้าเป็นเชื้อซัลโมเนลลาสายพันธุ์ที่ไม่สร้างก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะไม่มีสีดำตรงกลาง (ISO, 2002) สำหรับในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด BG (Brilliant Green) agar เชื้อซัลโมเนลลาจะมีโคโลนีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร สีชมพูอมขาวทึบแสง และอาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ โคโลนีจะเป็นสีแดง

2.1.1 การจัดแบ่งและเรียกชื่อเชื้อซัลโมเนลลา

เชื้อซัลโมเนลลามีจำนวนมากมายหลายชนิด จากข้อมูลปี ค.ศ. 2004 ของ WHO พบว่า มีเชื้อซัลโมเนลลามากถึง 2,501 ซีโรวาร์ (ตารางที่ 2) และจากการพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวิเคราะห์คุณลักษณะของเชื้อซัลโมเนลลาด้วยวิธีต่างๆ เช่น antibiograms, biotyping, phage typing, plasmid profile analysis, pulsed field gel electrophoresis (PFGE) และ molecular epidemiological technique ทำให้มีการเสนอวิธีการจัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลาแบบใหม่ๆ อยู่เสมอ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีระบบการจัดแบ่งและเรียกชื่อเชื้อซัลโมเนลลาเพื่อลดความสับสนในการสื่อสารข้อมูล โดยนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่จะยอมรับและนิยมใช้วิธีการจัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลาตามแบบ World Health Organization Collaborating Center of Reference

and Research on Salmonella (Institute Pasteur, Paris) ที่จัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลาออกเป็น 2 สปีชีส์ คือ *Salmonella* Bongori (Group V) จำนวน 21 ซีโรวาร์ และ *Salmonella* Enterica ซึ่งแบ่งแยกย่อยออกได้อีก 6 ซับสปีชีส์ ปัจจุบันการจัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลาจะระบุตามชนิดของซีโรวาร์ที่เฉพาะเจาะจงซึ่งได้จากการทดสอบทางซีรั่มวิทยา (serology) โดยอาศัยหลักการตกตะกอนของโปรตีนจากแอนติเจน (antigen agglutination) บนเซลล์ของเชื้อซัลโมเนลลาด้วยแอนติบอดี (antibody) ที่มีความสัมพันธ์กัน ทำให้สามารถจำแนกแอนติเจนบนเซลล์ของเชื้อซัลโมเนลลาออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. แอนติเจนที่ผิวเซลล์ เรียกว่า โอแอนติเจน หรือโซมาติกแอนติเจน (O or somatic antigen) มีสารประกอบชนิด lipopolysaccharide (LPS) อยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทนความร้อน (heat stable)
2. แอนติเจนที่แส้หรือหนวด (H or flagella antigen) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ทนความร้อน (heat labile)
3. แอนติเจนที่เปลือกหุ้มเซลล์หรือแคปซูล (Vi or capsular antigen) มีอยู่ในเชื้อซัลโมเนลลาบางซีโรวาร์เท่านั้น ได้แก่ *Salmonella* Typhi, *Salmonella* Paratyphi และ *Salmonella* Dubin ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาเหล่านี้ก่อโรคที่รุนแรง

นอกจากการจัดแบ่งโดยอาศัยการทดสอบคุณลักษณะของเชื้อซัลโมเนลลาแล้ว ยังสามารถจัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลาตามการก่อโรคในคนและสัตว์ หรือจัดแบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัย เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มเชื้อซัลโมเนลลาที่อาศัยคนเป็นเจ้าบ้าน (host) เพียงอย่างเดียว จึงก่อโรคเฉพาะในคนเท่านั้น ประกอบด้วย *Salmonella* Typhi ที่มีอันตรายรุนแรงมากที่สุด ทำให้เกิดโรคไข้รากสาดน้อย หรือไข้ไทฟอยด์ (typhoid fever) ลักษณะอาการป่วยที่สำคัญ คือ มีไข้เรื้อรัง เบื่ออาหาร ตับ และม้ามโต ส่วน *Salmonella* Paratyphi ทำให้เกิดโรคไข้รากสาดเทียม (paratyphoid fever) มีลักษณะอาการป่วยที่คล้ายคลึงกันกับโรคไข้ไทฟอยด์แต่มีความรุนแรงน้อยกว่า
2. กลุ่มเชื้อซัลโมเนลลาที่ปรับตัวเข้ากับชนิดของเจ้าบ้าน (host-adapted serovars) พบจำเพาะในสัตว์แต่ละชนิด เช่น *Salmonella* Pollorum และ *Salmonella* Gallinarum พบในไก่ *Salmonella* Choleraesuis พบในสุกร *Salmonella* Dubin พบในวัว *Salmonella* Abortus-equi พบในม้า และ *Salmonella* Abortus-ovis พบในแกะ เชื้อซัลโมเนลลากลุ่มนี้สามารถติดต่อจากสัตว์สู่คนได้ด้วยการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา

3. กลุ่มเชื้อซัลโมเนลลาที่มิได้จำกัดต่อชนิดของเจ้าบ้าน (unadapted serovars) เชื้อซัลโมเนลลาอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์ ปนเปื้อนในอาหาร น้ำ และสิ่งแวดล้อม เป็นสาเหตุของโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (gastroenteritis or intestinal salmonellosis) ได้แก่ เชื้อซัลโมเนลลาที่อยู่นอกเหนือจาก 2 กลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น เช่น *Salmonella* Typhimumurium และ *Salmonella* Enteritidis

ตารางที่ 2 การแบ่งกลุ่มเชื้อซัลโมเนลลา

Group	Species และ Subspecies ของเชื้อซัลโมเนลลา	จำนวน serovars
Group I	Salmonella enterica subspecies.enterica	1,478
Group II	Salmonella enterica subspecies salamae	489
Group III a	Salmonella enterica subspecies arizonae	94
Group III b	Salmonella enterica subspecies diarizonae	327
Group IV	Salmonella enterica subspecies houtenae	71
Group VI	Salmonella enterica subspecies indica	12
Group V	Salmonella bongori	21
Total		2,501

การเรียกชื่อเชื้อซัลโมเนลลาตามการจัดแบ่งของ WHO จะมีชื่อเรียกที่ยาว เช่น *Salmonella* Typhimurium จะมีชื่อเรียกว่า Salmonella enterica subspecies enteritica serovar typhimurium แต่ในปัจจุบันนิยมเรียกชื่อเชื้อซัลโมเนลลาให้สั้นลงโดยใช้ระบบที่กำหนดให้ใช้ชื่อจีนัสเป็นตัวเอน (italic) และต่อท้ายด้วยชื่อซีโรวาร์ซึ่งจะไม่เป็นตัวเอนรวมทั้งตัวอักษรแรกต้องเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เช่น *Salmonella* Typhimurium และ *Salmonella* Enteritidis เป็นต้น ในบางกรณีเรียกชื่อตามสถานที่ที่ค้นพบเชื้อซัลโมเนลลาเป็นครั้งแรก เช่น *Salmonella* London, *Salmonella* Miami, *Salmonella* Richmond, *Salmonella* Bangkok และ *Salmonella* Rachaburi เป็นต้น

2.1.2 แหล่งที่พบเชื้อซัลโมเนลลา

เชื้อซัลโมเนลลามีหลากหลายซีโรไทป์ (serotype) และสามารถพบได้เกือบทุกแห่งทั่วโลก แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติลำดับแรกของเชื้อซัลโมเนลลา คือ ลำไส้ของคน สัตว์ปีก สุกร โค สัตว์เลื้อยคลาน เช่น เต่าและหอยทาก สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัขและแมว รวมทั้งแมลง เช่น แมลงสาบ นอกจากนี้ยังพบเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกายคนและสัตว์ด้วย เช่น ที่ผิวหนังของสัตว์เลื้อยคลาน สุกร และขนไก่ (Zamri-Saad and Hair-Bejo, 2006)

เชื้อซัลโมเนลลาสามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีสารอินทรีย์ที่เหมาะสมได้นานเป็นสัปดาห์ เป็นเดือน หรือเป็นปี (Schwartz, 1999) และเชื้อซัลโมเนลลายังสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีอีกด้วย Gray และ Fedorka-Cray (1995) รายงานว่า *Salmonella* Choleraesuis มีชีวิตอยู่ในมูลสุกรที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็นและแห้งได้อย่างน้อย 13 เดือน ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องล้างทำความสะอาดมูลสุกรให้หมดไปจากคอกหรือโรงเรือนเลี้ยงสุกร

2.1.3 การติดต่อของเชื้อซัลโมเนลลา

การติดต่อเริ่มจากเชื้อซัลโมเนลลาในลำไส้ของคนและสัตว์ที่ป่วยเป็นโรคซัลโมเนลโลซิส (salmonellosis) หรือในลำไส้ของคนและสัตว์ที่มีสุขภาพดีแต่เป็นพาหะของโรค (carrier) ปนออกมากับอุจจาระของคนหรือมูลสัตว์ คนและสัตว์ที่ปกติจะติดเชื้อด้วยการกินอาหาร และ / หรือน้ำที่มีเชื้อซัลโมเนลลาปะปนอยู่ หรือสัมผัสกับอุปกรณ์การเลี้ยงสัตว์ที่ปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา จากนั้นเชื้อซัลโมเนลลาจะแพร่กระจายสู่วงจรห่วงโซ่อาหาร (food chain) แล้วกลับสู่ลำไส้ของคนและสัตว์อีกวนเวียนเป็นวัฏจักร (cycle) นอกจากนี้เชื้อซัลโมเนลลายังสามารถติดต่อสู่คนและสัตว์ได้ด้วยการสัมผัสกันโดยตรง (direct contact) และติดต่อทางอากาศ (airborne) ได้ การติดต่อทางอากาศจะเริ่มต้นที่ทางเดินหายใจส่วนบน เชื้อซัลโมเนลลาจะกระจายไปที่ปอดกับต่อมทอนซิล หลังจากนั้นเชื้อจะแพร่กระจายไปยังลำไส้ และต่อมน้ำเหลืองบริเวณลำไส้

2.1.4 การก่อโรคและอาการในคนที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา

โดยทั่วไปอาการของโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาจะเกิดขึ้นหลังจากที่บริโภคอาหาร และ / หรือน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อเข้าไปประมาณ 12-24 ชั่วโมง เชื้อซัลโมเนลลาที่เข้าสู่ร่างกายจะจับเกาะเซลล์เยื่อบุผนังลำไส้และรุกเข้าเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวน และจะอยู่ภายในกระเปาะที่เซลล์ผนังลำไส้ ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยให้เชื้อซัลโมเนลลารอดตายจากการถูกเก็บกิน (phagocytosis) ผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และถ่ายเหลว ผู้ที่หายป่วยประมาณร้อยละ 5 จะยังคงมีเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ในร่างกายและเป็นพาหะแพร่กระจายโรคซัลโมเนลโลซิสต่อไป อาการป่วยรุนแรงแตกต่างกันไปตามชนิดและปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาที่ได้รับ รวมทั้งความต้านทานของผู้บริโภค สำหรับผู้ป่วยในกลุ่มที่เรียกว่า YOPI ได้แก่ ผู้ป่วยที่เป็นเด็กเล็ก (young) ผู้ป่วยที่สูงอายุ (old) ผู้ป่วยที่ตั้งครรภ์ (pregnant) และผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางภูมิคุ้มกัน (immune deficient) จะมีอาการป่วยที่รุนแรงจนอาจเสียชีวิตได้ (ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ, 2006) อาการของโรคอาหารเป็นพิษในคนที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. อาการแบบกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ มีสาเหตุจากเชื้อซัลโมเนลลาสายพันธุ์ที่ไม่ทำให้เกิดโรคไข้ไทฟอยด์ เช่น *Salmonella* Typhimumurium และ *Salmonella* Enteritidis มีระยะฟักตัวประมาณ 4-48 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีไข้ขึ้นสูง ปานกลาง (38-39 องศาเซลเซียส) หนาวสั่น คลื่นไส้ อาเจียน เจ็บปวดบริเวณท้อง ท้องเสียไม่มีเลือดปน ถ้าเชื้อผ่านเข้าสู่กระแสเลือดและแพร่กระจายไปตามอวัยวะต่างๆ ของคนหรือสัตว์ที่ด้อยภูมิคุ้มกันจะทำให้เกิดการอักเสบที่สมอง หัวใจ ปอด ตับ ม้าม ไต กระดูก และทางเดินปัสสาวะ โดยพบผู้ป่วยประมาณร้อยละ 2 ที่เสียชีวิตจากอาการขาดน้ำ (dehydrate) ติดเชื้อในกระแสเลือด ไตวาย และช๊อค
2. อาการแบบไข้ไทฟอยด์ มีสาเหตุจาก *Salmonella* Typhi และ *Salmonella* Paratyphi มีระยะฟักตัวประมาณ 3-35 วัน โดยทั่วไปเชื้อจะใช้เวลาฟักตัวประมาณ 7-14 วัน อาการแบบไข้ไทฟอยด์จะมีระยะเวลาป่วยค่อนข้างนาน อาจเป็นเวลาหลายสัปดาห์ ผู้ป่วยจะมีไข้ขึ้นสูงมาก (39-40 องศาเซลเซียส) และนานต่อเนื่องหลายวัน นอกจากนี้ผู้ป่วยยังมีอาการหนาวสั่น ปวดท้อง ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ท้องเสียอาจมีเลือดปนมูกและมีกลิ่นเหม็นมาก ผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาจนถึงสัปดาห์ที่ 2-3 จะเกิดจุดสีแดงขนาดประมาณ 2-5 มิลลิเมตร ตามผิวหนัง เนื่องจากเชื้อได้แพร่กระจายไปอยู่ตามเส้นเลือดฝอยจำนวนมาก และอาจจะมีอาการสมองเลอะเลือน และปวดคออย่างรุนแรง รวมทั้งชีพจรเต้นเร็ว

2.1.5 การก่อโรคและอาการในสุกรที่เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลา

เชื้อซัลโมเนลลาก่อโรคในสุกร แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ (กิจจา อุไรรงค์, 1992)

1. ลักษณะภาวะเลือดเป็นพิษแบบปัจจุบัน มีสาเหตุจาก *Salmonella. Choleraesuis* อาการป่วยส่วนใหญ่เป็นผลจากเอนโดทอกซิน (endotoxin) ที่เชื้อปล่อยออกมาในขณะที่เชื้อตายหรือถูกทำลาย แล้ว endotoxin จะแพร่กระจายไปทั่วร่างกาย ทำให้สุกรป่วย มีไข้ ไม่กินอาหาร นอนสุมกันตามมุมคอก และเกิดภาวะทอกซีเมีย (toxemia) ที่มีลักษณะไซยาโนซิส (cyanosis) ที่ค่อนข้างรุนแรง และรวดเร็วที่ใบหู หาง ส่วนปลายของขา ด้านล่างของท้อง และอาจเกิดการช๊อคได้ (endotoxic shock) นอกจากนี้ยังอาจ เกิดอาการทางประสาทร่วมด้วย เช่น เปลี้ยหมดแรง (prostration) สั่นกระตุก (tremor) ชักเป็นช่วง (clonic convulsion) ซึ่งเป็นผลมาจากการอักเสบของเยื่อหุ้มสมอง

2. ลักษณะการอักเสบและตายเฉพาะส่วนของลำไส้ มีสาเหตุจาก *Salmonella* Typhisuis และ *Salmonella* Typhimurium ลักษณะเด่นที่พบ คือ สุกรป่วยแต่ละตัวจะมีอาการท้องร่วงเป็นระยะๆ ติดต่อกัน 2-3 เที่ยว ทำให้ระยะการเกิดโรคกินเวลานานหลายสัปดาห์ มูลสุกรมีสีเหลืองหรือสีเหลืองแกมเทา และมักพบเศษเนื้อตายสีขาวแกมเทาที่เกิดจากการลอกหลุดของเยื่อบุลำไส้ที่เกิดการตายเฉพาะส่วน (necrotic epithelium) ปะปนออกมา สุกรป่วยจะมีไข้เป็นระยะ (intermittent fever) ไม่กินอาหาร ซูบผอม อัตราการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ หรือแกร็น และมีอาการขาดน้ำ สุกรที่หายป่วยจะเป็นพาหะของโรคที่แพร่กระจายเชื้อออกมากับมูลสุกรเป็นช่วงๆ นานหลายเดือน

2.1.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของเชื้อซัลโมเนลลา

1. อุณหภูมิ (temperature)

เชื้อซัลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 5.5-45.0 องศาเซลเซียส แต่เชื้อจะเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิร่างกายของคนหรือสัตว์ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส เชื้อจะหยุดการเจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -2 ถึง -5 องศาเซลเซียส และจะเริ่มตายเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นถึง 54 องศาเซลเซียส (ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ, 2006) เพราะเซลล์ไม่สามารถรักษาสภาวะสมดุลที่เป็นสภาวะปกติไว้ได้ เนื่องจากเกิดความเสียหายของไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์และโปรตีนโดยเฉพาะเอนไซม์ของเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์รั่วและการสังเคราะห์โปรตีนต้องหยุดชะงัก (Doyle and Mazzotta, 2000)

อรุณ บ่าง ตระกูลนนท์ (1997) รายงานว่าอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง หรือที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 15-20 นาที หรือที่ 62 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ ส่วนอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาได้ และที่อุณหภูมิ 2 องศา เซลเซียส เชื้อจะเจริญเติบโตได้ช้ามากและมีชีวิตอยู่ได้เพียง 2 วัน เท่านั้น (สุมณฑา วัฒนสินธุ์, 2006)

2. ความเป็นกรดด่าง (pH)

เชื้อซัลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ในช่วง pH ที่เป็นกลาง คือ 6.6-8.2 แต่เชื้อจะเจริญเติบโตได้ดีที่ pH 6.5-7.5 และเชื้อจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ pH มากกว่า 9 ส่วน pH ต่ำสุดที่เชื้อจะเจริญเติบโตได้ขึ้นอยู่กับชนิดของกรดที่ใช้ปรับ pH เช่น ถ้าใช้กรดเกลือและกรดซิตริกเป็นตัวปรับ pH ค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อจะ

เจริญเติบโตได้อยู่ที่ 4.05 แต่ถ้าใช้กรดน้ำส้มและกรดแลกติก ค่า pH ต่ำสุดที่เชื้อจะเจริญเติบโตได้อยู่ที่ 5.5 ถ้าสภาวะ pH ไม่เหมาะสม เช่น สิ่งแวดล้อมภายนอกเซลล์มี pH ต่ำกว่าที่เชื้อจะเจริญเติบโตได้ก็จะเหนี่ยวนำให้เชื้อปรับตัวให้ทนต่อกรดในสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดปัญหาโรคอาหารเป็นพิษในอาหารที่เป็นกรดขึ้น

3. ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร (water activity; a_w)

ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ที่ประมาณ 0.93-0.95 เชื้อจะไม่เจริญเติบโตในอาหารที่มีเกลือแกงเข้มข้นร้อยละ 9 และในสภาวะที่ pH ลดลงจะทำให้เกลือไนไตรท์มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้มากขึ้น

4. ออกซิเจน (oxygen)

เชื้อซัลโมเนลลาสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน ในสภาวะที่มีออกซิเจนเชื้อซัลโมเนลลาจะใช้เอนไซม์ซุบเปอร์ออกไซด์ ดิสมูเทส (superoxide dismutase) และคาทาเลส (catalase) เปลี่ยนออกซิเจนที่เป็นพิษ คือ ซุบเปอร์ออกไซด์ เรดิคอล (superoxide radical; O_2^-) ให้เป็นไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide; H_2O_2) แล้วเปลี่ยน H_2O_2 เป็นออกซิเจนและน้ำ นอกจากนี้เชื้อซัลโมเนลลายังอาศัยออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย (final electron acceptor) ในกระบวนการถ่ายอิเล็กตรอนเพื่อสร้างสารที่ให้พลังงานสูงแก่เซลล์ ที่เรียกว่า adenosine triphosphate; ATP แต่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจนเชื้อซัลโมเนลลาจะสร้างพลังงานโดยอาศัยการหมัก (fermentation) การที่เชื้อซัลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ทั้งในสภาพที่มีและไม่มีออกซิเจน ทำให้สามารถเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในเนื้อสัตว์ที่แม้ว่าจะบรรจุอยู่ในสภาวะสุญญากาศ (vacuum packing) หรือบรรจุอยู่ในภาวะปรับบรรยากาศ (modified atmosphere) ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซไนโตรเจนในสัดส่วนเท่าใดก็ตาม ดังนั้น หากนำเนื้อสัตว์ที่บรรจุอยู่ในสภาวะสุญญากาศ หรือภาวะปรับบรรยากาศ ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเชื้อซัลโมเนลลา เช่น เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เชื้อซัลโมเนลลาก็จะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อีกครั้ง

2.1.7 แนวทางการควบคุมและป้องกันเชื้อซัลโมเนลลา

สำหรับผู้บริโภคให้เน้นการปรุงอาหารให้สุกอย่างทั่วถึงและเพียงพอ รวมทั้งระวังการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) จากอาหารดิบสู่อาหารสุก ส่วนแนวทางการควบคุมและป้องกันที่ระดับฟาร์มสุกร โรงงานฆ่าสุกร โรงแปรรูป และที่จัดจำหน่าย ให้เน้นที่การมีระบบการจัดการที่ดี เช่น มีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ดีด้านสุขลักษณะและสุขาภิบาล (hygiene and sanitation) มี GMP ร่วมกับระบบ HACCP เพื่อควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสัตว์ หรือมีเนื้อสัตว์เป็นส่วนประกอบ

2.2 **หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตกับโรงฆ่าสุกร**

GMP เป็นระบบคุณภาพพื้นฐานที่ผู้ผลิตอาหารจำเป็นต้องปฏิบัติตาม เพื่อควบคุมอาหารให้มีคุณภาพ และปลอดภัยเหมาะสมสำหรับการบริโภค สำหรับ GMP ในโรงงานฆ่าสุกรจะครอบคลุมเนื้อหาใน 8 หัวข้อ คือ (จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์, 2006)

2.2.1 ทำเลที่ตั้งและอาคารผลิต

โรงงานฆ่าสุกรต้องตั้งอยู่ในทำเลที่น้ำท่วมไม่ถึง มีถนนเข้า-ออกที่อยู่ในสภาพดี ไม่อยู่ใกล้บริเวณหรือสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ซาก และ / หรือเนื้อสุกรที่ผลิตได้เกิดการปนเปื้อนด้านกลิ่น ควัน ฝุ่นละออง ได้ง่าย เช่น ไม่ตั้งอยู่ใกล้ฟาร์มสุกร โรงงานต่างๆ แหล่งชุมชน กองขยะ หรือสิ่งปฏิกูล ส่วนอาคารผลิตในโรงงานฆ่าสุกรต้องออกแบบและก่อสร้างโดยคำนึงถึงกระบวนการไหลของงาน (work flow) และจัดแบ่งพื้นที่ออกเป็นสัดเป็นส่วนแยกกันชัดเจน

2.2.2 เครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการผลิต

ต้องจัดวาง และ / หรือติดตั้งเครื่องจักร เครื่องมือในการผลิตให้ห่างจากผนังอย่างน้อย 12 นิ้ว และสูงจากพื้นอย่างน้อย 12 นิ้ว ยกเว้น สิ่งของที่วางบนแผ่นรองพื้น (pallet) ซึ่งเคลื่อนย้ายได้ที่อาจจะจัดวางให้สูงจากพื้นต่ำกว่า 12 นิ้ว ได้ เพื่อให้การล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ รวมทั้งการตรวจบำรุงรักษาทำได้อย่างสะดวกและทั่วถึงทุกส่วน สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมการผลิตและตรวจสอบอาหาร (food control and monitoring equipments) ต้องติดตั้งไว้ในจุดที่อ่านค่าได้สะดวก และสามารถที่จะปรับลดหรือเพิ่มค่าได้ตามระดับที่ต้องการโดยรวดเร็วเมื่อมีความจำเป็น รวมทั้งต้องได้รับการสอบเทียบจากหน่วยงานที่สามารถสอบกลับไปยังสถาบันระดับชาติตรงตามกำหนดของแผนการสอบเทียบเครื่องมือ สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตต้องมีปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งาน ต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทั้งก่อนและหลังการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ต้องไม่นำอุปกรณ์ที่ใช้กับซาก และ / หรือเนื้อสุกรที่ยืดไว้

ทำลายไปใช้กับซาก และ / หรือเนื้อสุกรที่ใช้สำหรับบริโภค และต้องไม่นำอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องฆ่าสุกรและตัดแต่งซากสุกรเข้าไปใช้ในห้องตัดแต่งเนื้อสุกร

2.2.3 การควบคุมการปฏิบัติงาน

ต้องจัดให้มีความปลอดภัยในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิตนับตั้งแต่ขั้นตอนแรกที่รับสุกรที่มีชีวิตจากฟาร์มสุกรไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายที่ขนส่งซาก และ / หรือเนื้อสุกรไปยังสถานที่จัดจำหน่ายปลายทาง เช่น ตลาดสดและห้างสรรพสินค้า

2.2.4 สุขาภิบาล

ต้องตรวจวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้ในโรงงานฆ่าสุกรให้มีคุณภาพได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) ต้องจัดให้มีโรงอาหาร ห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งตัว ห้องน้ำ ห้องส้วม อุปกรณ์ที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดมือและทำให้มือแห้ง เช่น อ่างล้างมือ สบู่ ยาฆ่าเชื้อ ผ้าเช็ดมือ ที่สะอาด อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ และเพียงพอสำหรับพนักงาน ต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน เครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิตอย่างสม่ำเสมอ และบำรุงรักษาให้อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งานได้ ต้องกำจัดขยะออกจากบริเวณผลิตทุกวันหลังปฏิบัติงาน ต้องมีมาตรการควบคุมสัตว์พาหะ แมลง หนู ต้องมีระบบระบายน้ำทิ้งที่สามารถระบายน้ำได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ไม่มีน้ำขัง ทิศทางของน้ำไหลจากส่วนที่สะอาดไปยังส่วนที่สะอาดน้อยกว่า และต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียที่สามารถปรับปรุงน้ำเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539)

2.2.5 สุขลักษณะส่วนบุคคล

พนักงานและผู้เยี่ยมชม (visitor) ต้องปฏิบัติตามหลักสุขลักษณะและการปฏิบัติงานที่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น แต่งกายสะอาด ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อมือให้สะอาดก่อนเริ่มปฏิบัติงาน ไม่ไอ จาม ลงบนซาก และ / หรือเนื้อสุกรที่ผลิตได้ ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่ทำให้ซาก และ / หรือเนื้อสุกรเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

2.2.6 การเก็บรักษาและขนส่ง

ต้องมีการป้องกันการปนเปื้อนระหว่างจัดเก็บสินค้าและขนส่ง โดยจัดให้มีสภาพแวดล้อมที่มีประสิทธิผลในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างเก็บรักษาและขนส่งซาก และ / หรือเนื้อสุกรจากโรงงานฆ่าสุกรสู่สถานที่ปลายทาง เช่น มีห้องเก็บชิ้นส่วน ห้องบรรจุภัณฑ์ ห้องเก็บอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ที่แยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะเกิดขึ้นกับซาก และ / หรือเนื้อสุกรที่ผลิตได้

2.2.7 ข้อมูลผลิตภัณฑ์ และการสร้างความเข้าใจให้ผู้บริโภค

ต้องระบุข้อมูลผลิตภัณฑ์บนฉลากให้ผู้บริโภคทราบ เพื่อที่ผู้บริโภคจะได้เก็บรักษา แปรรูป จัดเตรียมได้อย่างปลอดภัยและถูกต้อง รวมทั้งต้องสามารถบ่งชี้ และเรียกคืนรุ่นหรือชุดของผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.8 การฝึกอบรม

ต้องจัดให้มีโปรแกรมฝึกอบรมพนักงานเกี่ยวกับสุขลักษณะ สุขาภิบาล การปฏิบัติงานในหน้าที่ (on the job training) และบทบาทของตนเองต่องานที่ปฏิบัติ รวมทั้งจิตสำนึกรับผิดชอบต่ออันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับผู้บริโภค เพื่อให้พนักงานมีความรู้ และสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง

2.3 **หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตกับกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร**

การปฏิบัติที่ดีในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้ (ภาคผนวก ข)

2.3.1 ขั้นตอนรับสุกรเข้าคอกพักสุกร (reception of pigs to lairage)

ก่อนการรับสุกรที่มีชีวิตที่ขนส่งมาจากฟาร์มสุกรเข้าคอกพักสุกรในโรงงานฆ่าสุกร ต้องตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขนย้ายสุกร ตัวอย่างเช่น แบบคำขออนุญาตนำ หรือย้ายสัตว์ หรือซากสัตว์ ภายในราชอาณาจักร (แบบ ร.1) แบบรายงานการออกสุกรที่ฟาร์ม (แบบ สพส.001) แบบรายงานการแจ้งวันเก็บตัวอย่างปัสสาวะและเลือดสุกรที่ฟาร์ม (แบบ สพส.002) และแบบรายงานการเก็บตัวอย่างปัสสาวะและเลือดสุกรที่ฟาร์ม (แบบ สพส.003) จากนั้นทำการชั่งน้ำหนัก ตรวจนับจำนวนสุกร เคลื่อนย้ายสุกรเข้าคอกพัก และตรวจสภาพสุกรก่อนฆ่า (ante-mortem) ต้องจัดให้สุกรมีน้ำกินตลอดเวลาที่พักอยู่ในคอกพัก พ่นน้ำบนตัวสุกรในระหว่างที่พักอยู่ในคอกพักเพื่อให้สุกรผ่อนคลายความเครียดจากการขนส่ง ล้างทำความสะอาดสุกรทุกตัวก่อนส่งเข้าขั้นตอนทำให้สลบ และต้อนสุกรเข้าสู่ขั้นตอนทำให้สลบด้วยความนุ่มนวล การต้อนสุกรที่รุนแรงจะทำให้เลือดไปคั่งตามเนื้อเยื่อต่างๆ ซึ่งจะเป็นแหล่งที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้เจิญเติบโตและเพิ่มจำนวน ทำให้ระยะเวลาในการเก็บรักษาสั้นลง

2.3.2 ขั้นตอนทำให้สลบ (stunning)

วิธีที่นิยมใช้กันมากในขั้นตอนทำให้สลบ ได้แก่ (1) วิธีใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 stunning) ที่ทำให้ระบบประสาทหยุดทำงาน ระยะเวลาที่สลบขึ้นอยู่กับขนาดของสุกร และความเข้มข้นของ CO_2 ที่ใช้ โดยทั่วไปทางโรงงานฆ่าสุกรจะใช้ CO_2 ที่ระดับความเข้มข้นประมาณ

ร้อยละ 60-70 ซึ่งทำให้สุกรสลบภายในเวลา 45-60 วินาที (2) วิธีใช้กระแสไฟฟ้า (electrical stunning) โดยใช้เครื่องช๊อตไฟฟ้าแตะที่บริเวณโคนหลังหูแล้วผ่านแรงดันไฟฟ้าขนาดประมาณ 290-310 โวลต์ เข้าสู่สมอง ทำให้ศูนย์ประสาทของสมองหยุดทำงาน สุกรจะสลบภายในเวลาเพียง 2-3 วินาที ความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้น หลอดเลือดหดตัวอย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องนำเลือดออกโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากที่สุกรสลบ ไม่เช่นนั้นจะเกิดจุดเลือดในเนื้อสุกรจากการแตกของเส้นเลือดฝอย

2.3.3 ขั้นตอนนำเลือดออกโดยการแทงคอ (sticking and bleeding)

หลังจากที่สุกรสลบแล้วให้แขวนสุกรในแนวดิ่ง (vertical) ด้วยการคล้องโซ่ไว้กับข้อเท้าข้างหนึ่งแล้วดึงขึ้นให้หัวห้อยลงมา หรือให้สุกรนอนราบบนแคร่ (horizontal) จากนั้นใช้มีดปลายแหลมเปิดแผลบริเวณคอ โดยแทงให้ปลายมีดเฉียงไปทางโคนหางเพื่อตัดเส้นเลือดดำใหญ่ (jugular vein) และเส้นเลือดแดงใหญ่ (carotid artery) ที่คอ ให้เลือดไหลออกโดยเร็วที่สุด ต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อมีดแทงคอด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 82 องศาเซลเซียส หลังการใช้งานทุกครั้ง

2.3.4 ขั้นตอนลวก-ขูดขน-ดึงกีบ (scalding-dehairing-toenails removal)

ลำเลียงซากสุกรที่เลือดไหลออกหมดแล้วลงในบ่อลวกเพื่อช่วยทำให้เส้นขนนิ่มลงหลุดได้ง่ายเมื่อขูดขน และช่วยทำลายเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรด้วย โดยทั่วไปน้ำลวกซากในบ่อลวกจะมีอุณหภูมิอยู่ที่ 60-63 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาในการลวกประมาณ 5 นาที สิ่งที่ต้องระมัดระวังในขั้นตอนลวก คือ อย่าให้น้ำลวกซากมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป เพราะน้ำลวกซากที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลต่อการตกตะกอนและแข็งตัวของโปรตีนที่บริเวณรูขุมขนของผิวซากสุกร ทำให้ขนยึดติดกับผิวซากสุกรจึงขูดขนออกได้ยาก ส่วนน้ำลวกซากที่มีอุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำลายเชื้อจุลลินทรีย์ได้ไม่ดี เมื่อซากสุกรออกจากบ่อลวกจะเข้าสู่ขั้นตอนขูดขนด้วยเครื่องขูดขน (dehairing machine) หรือขูดขนด้วยมือ (manual dehairing) หลังจากขูดขนแล้วให้พนักงานดึงกีบขาหน้าและขาหลังออก แล้วใช้มีดปลายแหลมแทงเปิดที่บริเวณเอ็นร้อยหวายของข้อขาหลังทั้ง 2 ข้าง สำหรับสอดเหล็กถ่างขา (gambrel) เพื่อแขวนซากสุกรขึ้นใหม่อีกครั้งก่อนนำเข้าขั้นตอนเผาขนอ่อนต่อไป

2.3.5 ขั้นตอนเผาขนอ่อน-ล้างน้ำ (singeing and washing)

ใช้เปลวไฟที่มีอุณหภูมิมากกว่า 1,000 องศาเซลเซียส นาน 15-30 วินาที กำจัดขนอ่อนที่ขูดออกได้ไม่หมด และช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร จากนั้นจึงล้างซากสุกร

ด้วยน้ำเย็นที่สะอาด เพื่อให้รูขุมขนบนผิวซากสุกรหดตัวเล็กลงทันที ซึ่งจะช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์

2.3.6 ขั้นตอนตัดหัว-เปิดท้อง-แยกเครื่องในออก (head removal-eviscerating)

ใช้มีดตัดหัวสุกรบริเวณท้ายทอยแล้ววางหัวสุกรที่ตัดได้ในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ จากนั้นใช้มีดผ่ากลางระหว่างโคนขาหลังทั้ง 2 ข้าง เพื่อเปิดช่องท้องลงมาถึงช่องอก ดึงเครื่องในขาวออกมาจากช่องท้องอย่างระมัดระวังอย่าให้แตกเปื้อนซากสุกร แล้ววางเครื่องในขาวใส่ในถาดที่จัดเตรียมไว้ ส่วนเครื่องในแดงให้ดึงออกจากช่องอกมาแขวนไว้ในที่จัดเตรียมไว้ แล้วตรวจสภาพซากสุกรหลังฆ่า (post-mortem) และล้างซากสุกรด้วยน้ำเย็นที่สะอาด

2.3.7 ขั้นตอนผ่าซีก-ล้างน้ำครั้งสุดท้าย (carcass splitting-final washing)

หลังเสร็จจากการแยกเครื่องในขาวและแดงออกจากซากสุกรแล้วให้ใช้มีดหรือเลื่อยไฟฟ้าผ่าครึ่งซากสุกร ดึงเส้นไขสันหลังออกจากซากผ่าซีก ตัดแต่งซากผ่าซีก และล้างทั้งด้านนอกและในของซากผ่าซีกด้วยน้ำเย็นที่สะอาดเป็นครั้งสุดท้าย แล้วชั่งน้ำหนักและแบ่งชั้นคุณภาพซากผ่าซีก

2.3.8 ขั้นตอนแช่เย็น (chilling)

นำซากผ่าซีกเข้าสู่ห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส จัดให้มีอากาศเย็นไหลเวียนได้อย่างทั่วถึงตลอดทั้งซากผ่าซีก นานประมาณ 18-24 ชั่วโมง เพื่อลดอุณหภูมิซากผ่าซีกให้มีอุณหภูมิศูนย์กลาง (core temperature) อยู่ที่ 4-7 องศาเซลเซียส ก่อนที่จะนำซากผ่าซีกไปตัดแต่ง

2.4 การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสียและเสื่อมคุณภาพในเวลาต่อมา และเป็นสาเหตุที่ทำให้ผู้ที่บริโภคเกิดการเจ็บป่วย และ / หรือ เสียชีวิตด้วยโรคอาหารเป็นพิษ (อุมาพร ศิริพินทุ์, 1995) นอกจากนี้เนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ยังสร้างความเสียหายให้กับเศรษฐกิจการส่งออกด้วย ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ ได้แก่ (1) สุขภาพของสัตว์ คือ สัตว์ที่มีสุขภาพแข็งแรงจะมีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในตัวน้อยส่งผลให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในเนื้อสัตว์น้อยด้วย (2) กระบวนการฆ่าและชำแหละ คือ กระบวนการฆ่าและ

ชำแหละที่มีระบบการจัดการที่ดีจะช่วยให้โอกาสเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ระหว่างการฆ่าและชำแหละลดน้อยลงด้วยเช่นกัน การตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา และ *Escherichia coli* ในเนื้อสัตว์ เป็นตัวบ่งชี้ถึงกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ที่มีระบบการจัดการด้านสุขลักษณะ และสุขาภิบาลที่ไม่ถูกต้องหรือยังไม่ดีพอ ตัวอย่างเช่น การขนส่งสัตว์ที่มีชีวิตจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ไปยังโรงงานฆ่าสัตว์ไม่ถูกต้อง การฆ่าและชำแหละอย่างไม่ถูกสุขลักษณะ หรือขาดการสุขาภิบาลที่ดีพอ การขนส่งเนื้อสัตว์ไปยังจุดจำหน่ายอย่างไม่ถูกต้อง และการวางจำหน่ายเนื้อสัตว์ที่ไม่ถูกต้องทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นกับเนื้อสัตว์ WHO (1995) สำรวจกระบวนการแปรรูปอาหารในยุโรป พบว่า สาเหตุสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ได้แก่ มีสุขลักษณะที่ไม่ดี ร้อยละ 25 เก็บรักษาไม่ดี ร้อยละ 4.25 ปนเปื้อนจากเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ในการผลิต ร้อยละ 1.6 และปนเปื้อนจากพนักงาน ร้อยละ 9.2 Warriner และคณะ (2002) รายงานว่า มูล หนัง ขน กีบเท้า เครื่องใน เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ในการผลิต เช่น บ่อลวก มีด ถาด โต๊ะ เสื้อผ้า รองเท้าบู๊ต และพนักงาน เป็นแหล่งของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก และ / หรือเนื้อสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร Frenzen และคณะ (1999) ตรวจพบว่าซากสุกรในโรงงานฆ่าสุกรขนาดใหญ่ของประเทศสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี ค.ศ.1995 ถึง ปี ค.ศ.1996 ร้อยละ 9 ของซากสุกรที่ตรวจมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา พิทักษ์และคณะ (2005) ตรวจพบว่าเนื้อสุกรในโรงงานฆ่าสุกรของเทศบาลนครขอนแก่นที่วางซากสุกรบนพื้น ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 41 ส่วนโรงงานฆ่าสุกรของเทศบาลเมืองเลยที่ใช้ระบบราวในการแขวนซากสุกร ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 7 แสดงว่าการใช้ระบบราวแขวนซากสุกรในโรงงานฆ่าสุกรเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2006) รายงานว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์เกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ โดยอาจจะเกิดขึ้นในขณะที่สัตว์มีชีวิต และ / หรือเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ การแปรรูป การขนส่ง การเก็บรักษา และการจัดจำหน่าย (ภาคผนวก ข)

2.4.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร

แหล่งปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญๆ ในฟาร์มสุกร ได้แก่ (1) ตัวสุกรที่ป่วยเป็นโรค salmonellosis และสุกรที่มีสุขภาพดีแต่เป็นพาหะของโรค (carrier) ซึ่งจะแพร่กระจายเชื้อไปยังสุกรตัวอื่นๆ ในคอกเดียวกัน หรือที่เลี้ยงอยู่ในโรงเรือนเดียวกัน (Weigel et al., 1999 ; Hurd et al. ,2001a ;Hurd et al., 2002) (2) การสัมผัสกันโดยตรงระหว่างสุกรใหม่ที่นำเข้าฟาร์มซึ่งเป็นพาหะของโรค salmonellosis กับสุกรที่มีอยู่เดิมในฟาร์ม (Friendship, 1992) (3) การรับลูกสุกรจากฝูงสุกรพ่อแม่พันธุ์หลายๆ แหล่งที่อาจจะเป็นพาหะของโรค salmonellosis มาเลี้ยงรวมกันใน

ฟาร์มสุกรขุน (Berends et al., 1996) (4) พื้นผิวคอก เครื่องมือ และ / หรืออุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงสุกรที่มีมูลสุกรซึ่งมีเชื้อซัลโมเนลลาปะปนอยู่ Berends และคณะ (1997) รายงานการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในมูลสุกร เครื่องมือ และ / หรืออุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงสุกรของฟาร์มจำนวน 12 แห่ง ในปริมาณที่แตกต่างกัน Smulders และ Van Laack (1992) รายงานว่าการขนส่งสุกรที่มีชีวิตจากฟาร์มสุกรไปยังโรงงานฆ่าสุกรเป็นแหล่งหนึ่งของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาย้อนกลับเข้ามาในฟาร์มสุกร (5) การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในระหว่างที่สุกรรออยู่ในคอกที่ใช้รอขนส่งไปยังโรงงานฆ่าสุกร (holding pen) โดยระยะเวลาที่สุกรรออยู่ใน holding pen มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา (6) การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากสัตว์อื่นๆ ที่เป็นตัวกักเก็บของเชื้อ (reservoir) เช่น ไก่ หนู วัว แมลงวัน แมลงสาบ แมลงปีกแข็ง (beetle) แมว นก และสัตว์อื่นๆ รวมทั้งคนที่เลี้ยงสุกรด้วย (Clark and Gyles, 1993 ; Khalil et al., 1994 ; Davies and Wray, 1997 ; Humphrey, 2000 ; Olsen and Hammack, 2000) (7) การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากอาหารสัตว์ วัตถุดิบอาหารสัตว์ และรถขนส่งอาหารสัตว์ Harris และคณะ (1997) สำรวจโรงงานผลิตโปรตีนจากสัตว์และพืช จำนวน 124 แห่ง พบว่า โปรตีนจากสัตว์และพืชให้ผลบวกต่อเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 56.4 และ 36.0 ตามลำดับ (8) การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากรองเท้าบู๊ตที่ใส่ปฏิบัติงานในฟาร์มสุกร (9) การใช้น้ำผิวดินมาเลี้ยงสุกร และการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้อีก (recycle lagoon water) เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาภายในฝูงสุกร Jones และ Bradshaw (1996) รายงานว่าการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาไปกับน้ำเกิดขึ้นได้ง่าย เพราะเชื้อซัลโมเนลลาสามารถอยู่ในรูปไบโอฟิลม์ (biofilm) ตามท่อน้ำพลาสติกแบบพีวีซี (chlorinated polyvinyl chloride; CPVC) ที่ใช้กันอยู่ในฟาร์มสุกร

2.4.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงงานฆ่าสุกร

การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละภายในโรงงานฆ่าสุกรเกิดขึ้นได้ ดังนี้

2.4.2.1 การปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนขนส่ง-รับสุกรเข้าคอกพักสุกร

แหล่งปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญๆ ได้แก่ (1) มูลสุกรที่หลงเหลืออยู่บนพื้นผิวรถขนส่งสุกรที่ไม่ได้ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทั้งก่อนการขนส่งสุกรออกจากฟาร์มสุกร และ / หรือภายหลังเสร็จสิ้นการลงสุกรที่โรงงานฆ่าสุกรในแต่ละเที่ยว มีรายงานการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในลำไส้และต่อมน้ำเหลืองบริเวณลำไส้ของสุกรจำนวนมากที่ขนส่งเข้าโรงงานฆ่าสุกร ซึ่งสุกรเหล่านี้จะเป็นพาหะของโรค salmonellosis ที่แพร่กระจายเชื้อไปกับมูลสุกร ทำให้ซาก และ / หรือเนื้อสุกรเกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้ (Widders et al., 1996) (2) ตัวสุกรที่ป่วยเป็นโรค salmonellosis และสุกรที่มีสุขภาพดีแต่เป็นพาหะของโรค salmonellosis ที่

ขนส่งจากฟาร์มสุกรมายังโรงงานฆ่าสุกร (3) การไม่คัดสุกรป่วยหรือสงสัยว่าป่วยออกในขั้นตอนรับสุกรเข้าคอกพัก (ante-mortem) มีผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาไปยังซาก และ / หรือเนื้อสุกรในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร (4) ความเครียดจากการบรรทุกสุกรแน่นเกินไป ขนส่งสุกรในช่วงเวลาที่อากาศร้อน ขนส่งสุกรในระยะไกลๆ อดอาหารสุกรก่อนส่งโรงงานฆ่าสุกรที่นานเกินไป ใส่สุกรในคอกพักแน่นเกินไป ในคอกพักมีน้ำกินไม่เพียงพอ ไม่มีการพ่นน้ำบนตัวสุกรที่อยู่ในคอกพัก และไล่ต้อนสุกรในคอกพักแบบรุนแรง ทำให้มีจำนวนสุกรที่จะแพร่กระจายเชื้อ และสุกรที่มีความไวต่อการติดเชื้อใหม่เพิ่มมากขึ้น Isaacson และคณะ (1999) รายงานว่าสุกรที่ได้รับ *Salmonella* Typhimurium มีการแพร่กระจายของเชื้อเพิ่มมากขึ้นภายหลังจากอดอาหารสุกร และขนส่งมายังโรงงานฆ่าสุกร จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (1993) รายงานว่าการอดอาหารสุกรที่สั้นเกินไปทำให้เชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารแพร่กระจายไปปนเปื้อนบนผิวซากสุกรได้ ถ้าสุกรเกิดอาการสำรอกของเหลวในกระเพาะอาหารออกมาขณะผ่านขั้นตอนทำให้สลบ ดังนั้น จึงควรอดอาหารสุกรก่อนนำเข้าโรงงานฆ่าสุกรในระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อลดการปนเปื้อนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร Morrow และคณะ (1999) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่สุกรพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลา 18, 24 และ 66 ชั่วโมง กับ การตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาใน caecum และบนผิวซากสุกร จำนวน 450 ตัว ในโรงงานฆ่าสุกร 2 แห่ง ที่เป็นของผู้ผลิตรายเดียวกัน พบว่าอัตราการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาใน caecum และบนผิวซากสุกรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตามระยะเวลาที่สุกรพักอยู่ในคอกพักนานมากขึ้น คือ หลังจากพักสุกรในคอกพักเป็นเวลา 18, 24 และ 66 ชั่วโมง ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาใน caecum ร้อยละ 18.5, 24.1 และ 47.7 ตามลำดับ และตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกร ร้อยละ 9.3, 12.8 และ 27.3 ตามลำดับ แต่จากการเปรียบเทียบการตรวจเชื้อซัลโมเนลลาระหว่างกลุ่มสุกรที่เข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละโดยไม่พักในคอกพักเลย กับ กลุ่มสุกรที่ได้พักในคอกพักที่ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเป็นระยะเวลา 18 ชั่วโมง ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนทำให้สลบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของอัตราการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรของทั้ง 2 กลุ่ม (Hurd et al., 2001b)

2.4.2.2 การปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนแทงคอ-นำเลือดออก

การใช้มีดแทงคอเปิดบาดแผลที่กว้างมากเกินไปทำให้เชื้อซัลโมเนลลาที่อยู่บนผิวหนังบริเวณคอเข้าสู่กระแสเลือดแล้วแพร่กระจายไปยังอวัยวะภายในต่างๆ Dickson (1997) ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 50 ของตัวอย่างซากสุกรบนราวแขวนในขั้นตอนแทงคอ-นำเลือดออก (bleeding rail) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่มีมาจากฟาร์มสุกรก่อนหน้าแล้ว

2.4.2.3 การปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนลวก-ขูดขน

การลวกซากในบ่อลวกที่มีน้ำลวกที่อุณหภูมิต่ำเกินไปจะทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้ไม่ดี การสะสมมากขึ้นของเศษดิน มูล และเลือดสุกร ภายในบ่อลวกที่ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำลวกจะช่วยให้เชื้อซัลโมเนลลามีโอกาสรอดชีวิตมากขึ้น ส่งผลให้มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามากขึ้นในขั้นตอนอื่นๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ส่วนเครื่องขูดขนที่ไม่สะอาดจะเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาสู่ซากสุกรตามรอยขีดข่วนบนผิวซากสุกร

2.4.2.4 การปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนเอาเครื่องในออก

การเอาเครื่องในออกอย่างไม่ระมัดระวังจนเกิดการฉีกขาดทำให้เชื้อจุลินทรีย์ในของเหลวภายในเครื่องใน เช่น ลำไส้ ไหลออกมาปนเปื้อนช่องท้อง ช่องอก เนื้อสุกร และสิ่งแวดล้อม Berends และคณะ (1997) ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 2 ของซากสุกรที่ผ่านขั้นตอนลวกซาก และตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มมากขึ้นเป็นร้อยละ 6.7 เมื่อซากสุกรผ่านขั้นตอนการเอาเครื่องในออก Longdell (1994) รายงานว่าการเอาเครื่องในออกโดยใช้คนมักจะพบปัญหาเครื่องในฉีกขาดได้ง่าย ดังนั้น การพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติให้เปิดซากสุกร และเอาเครื่องในออกจะช่วยลดปัญหาการฉีกขาดของเครื่องในได้

2.4.2.5 การปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย-แช่เย็นซาก

การใช้น้ำที่ไม่สะอาดมาล้างซากผ่าซีก และการลดอุณหภูมิซากผ่าซีกที่ใช้อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม และ / หรือใช้เวลานานเกินไปในการลดอุณหภูมิให้ได้ตามที่กำหนด ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้

2.4.2.6 การปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนตัดแต่งซาก

การตัดแต่งซากผ่าซีกด้วยอุปกรณ์ที่ไม่สะอาด หรืออุณหภูมิภายในห้องตัดแต่งซากผ่าซีกไม่เหมาะสมจะทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น เนื้อสุกรที่ได้จากการตัดแต่งซากอุ่นมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้สูง เนื่องจากการตัดแต่งซากในขณะที่อุณหภูมิภายในเนื้อยังสูง และที่ผิวของเนื้อมีความชื้น ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์สามารถจะเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้ และเมื่อซาก และ / หรือเนื้อสุกรดังกล่าวไปสัมผัสกับมือพนักงาน อุปกรณ์ที่ใช้ตัดแต่งซากก็จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ข้ามมายังเนื้อสุกรชิ้นอื่นๆ ได้

2.4.2.7 การปนเปื้อนเชื้อจากอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละ

การล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมือ และ / หรืออุปกรณ์ที่ใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร เช่น ซองบังคับสุกรให้เข้าสู่ขั้นตอนทำให้สลบ มีดแทงคอ มีดขูดขน มีดตัดหัว อย่างไม่ถูกต้อง และ / หรือไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ข้ามจากเครื่องมือ และ / หรืออุปกรณ์มาสู่เนื้อสุกรได้

2.4.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาภายหลังการฆ่าและชำแหละ

มีรายงานการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรภายหลังกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรในต่างประเทศ เช่น ประเทศเบลเยี่ยมตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 27 (Korsak et al., 1998) สำหรับประเทศไทย เนตรนภิสและคณะ (2005) ได้ศึกษาสถานการณ์ รูปแบบการขนส่งของรถขนส่งซากสุกรจากโรงงานฆ่าสุกร และการวางจำหน่ายในตลาดสดจังหวัดราชบุรี และนครปฐม พบว่าการวางจำหน่ายเนื้อสุกรและเครื่องในบนแผงจำหน่ายในตลาดสดที่ไม่ถูกต้อง เช่น วางเครื่องในปนกับเนื้อสุกร มีเครื่องในที่อยู่ในสภาพแตกวางอยู่บนแผงจำหน่าย และตัดแบ่งเครื่องในด้วยมีดหรือเขียงอันเดียวกันกับที่ใช้กับเนื้อสุกร รวมทั้งขนส่งซาก เนื้อ และเครื่องในสุกรที่ไม่ถูกต้อง เช่น รถขนส่งมีสภาพพื้นรถที่เป็นรอนไม่เรียบทำให้มีการหมักหมมของสิ่งสกปรก วางซากเนื้อ และเครื่องในสุกรบนพื้นรถขนส่งที่ไม่มีวัสดุรอง นั่งทับบนซากสุกรขณะขนส่ง และขนส่งซากเนื้อ และเครื่องในสุกรพร้อมกันในรถขนส่งคันเดียวกัน รวมทั้งขนส่งซาก เนื้อ และเครื่องในสุกรโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น สุมาลีและคณะ (1997) ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร ได้แก่ ไส้กรอก ลูกชิ้น แหนม กุนเชียง และหมูยอ ที่จำหน่ายตามตลาดสดและห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานครและนนทบุรี 100 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร 24 ตัวอย่าง (ร้อยละ 24.0) อรุณและคณะ (1999) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรที่จำหน่ายตามตลาดสดแลห้างสรรพสินค้าในเขตกรุงเทพมหานคร และนนทบุรี พบว่ามีผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกร 9 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาจากจำนวนผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรที่ตรวจทั้งหมด 71 ตัวอย่าง (ร้อยละ 12.67) นงคราญ เรืองประพันธ์ (2000) ศึกษาคุณลักษณะทางสุขศาสตร์ของเนื้อและตับสุกรที่จำหน่ายในตลาดสดและห้างสรรพสินค้าในจังหวัดเชียงใหม่ 14 แห่ง พบว่าเนื้อและตับสุกรมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 2.8 และ 9.8 ตามลำดับ

2.5 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

สิ่งสำคัญในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ให้ได้ผล คือ ต้องควบคุมปัจจัยเสี่ยงในทุกๆ ขั้นตอนของกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ที่เป็นสาเหตุการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งมีอยู่ 3 ประการหลัก คือ (1) ควบคุมสัตว์ที่มีชีวิตในฟาร์ม เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในตัวสัตว์ (2) ควบคุมการปนเปื้อนข้ามในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละทั้งจากระหว่างซากสัตว์ด้วยกันเอง หรือจากเครื่องมือและอุปกรณ์ น้ำที่ใช้ รวมทั้งพนักงานที่สัมผัสซาก และ / หรือเนื้อสัตว์ (3) ควบคุมการเก็บรักษาซาก และ / หรือเนื้อสัตว์ ไว้ในอุณหภูมิที่

เหมาะสม โดยใช้ hygiene and sanitation, GMP ร่วมกับระบบ HACCP เป็นเครื่องมือในการควบคุมปัจจัยเสี่ยงทั้ง 3 ประการ สำหรับการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรสามาถทำได้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิตสุกร ดังนี้

2.5.1 การควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร

สิ่งสำคัญในการป้องกันไม่ให้เชื้อซัลโมเนลลาเข้ามาภายในฟาร์มสุกร คือ (1) ควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดจากเชื้อซัลโมเนลลาด้วยการใช้ความร้อนฆ่าเชื้อ หรือเติมสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงสุกร Anderson และคณะ (2001) รายงานว่าการเติมสารโซเดียม คลอเรท (sodium chlorate) ในอาหารสุกรช่วงก่อนส่งโรงงานฆ่าสุกร (pre-slaughter feed) ช่วยยับยั้งการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร (2) มีการจัดการฟาร์มที่ดี เช่น ไม่นำสุกรใหม่ที่เป็นพาหะของโรค salmonellosis เข้าฟาร์ม ผลิตสุกรแบบเข้า-ออกพร้อมกัน (all in-all out) ทำความสะอาดร่างกายก่อนเข้าฟาร์ม ควบคุมสัตว์พาหะนำโรค ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถขนส่งสุกร โรงเรือน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตสุกรอย่างสม่ำเสมอด้วยน้ำผสมสารทำความสะอาด (cleaning agent) ก่อนแล้วล้างตามด้วยน้ำสะอาดและพ่นยาฆ่าเชื้อ มีการศึกษาที่สนับสนุนว่าการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาได้เป็นอย่างดี คือ การย้ายลูกสุกรที่ตรวจไม่พบ *Salmonella* Typhimurium ทั้งทางซีรั่มวิทยาและแบคทีเรียวิทยาออกจากฟาร์มที่มี *Salmonella* Typhimurium มาเลี้ยงในโรงเรือนที่ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเป็นอย่างดี พบว่าตรวจไม่พบ *Salmonella* Typhimurium ตั้งแต่ย้ายสุกรเข้าเลี้ยงจนถึงส่งโรงงานฆ่าสุกร ในเวลาเดียวกันมีการนำลูกสุกรอีกส่วนหนึ่งไปเลี้ยงในฟาร์มที่มี *Salmonella* Typhimurium และเลี้ยงในโรงเรือนแบบต่อเนื่อง พบว่าตรวจพบ *Salmonella* Typhimurium ในระหว่างการเลี้ยง (Dahl et al., 1997) (3) การใช้โปรไบโอติก (probiotics) วัคซีนเชื้อตาย (killed or inactivated vaccine) หรือวัคซีนเชื้อเป็นชนิดอ่อนแรง (attenuated vaccine) จะช่วยลดอุบัติการณ์ของเชื้อซัลโมเนลลาได้ Davies และ Wary (1997) รายงานว่าฟาร์มสุกรพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้วัคซีนเชื้อตายที่ประกอบด้วย *Salmonella* Typhimurium และ *Salmonella* Dublin สามารถลดอุบัติการณ์ของเชื้อซัลโมเนลลาในลูกสุกรหย่านมจากร้อยละ 67 เหลือร้อยละ 12 และอุบัติการณ์ของเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรขุนลดลงจากร้อยละ 52 เหลือร้อยละ 5 Dahl และคณะ (1997a) รายงานว่ามีการใช้วัคซีนเชื้อเป็นชนิดอ่อนแรงในฟาร์มสุกรของประเทศเดนมาร์ค เพื่อลดอุบัติการณ์ของ *Salmonella* Typhimurium

2.5.2 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงงานฆ่าสุกร

โรงงานฆ่าสุกรต้องมีสุขลักษณะที่ดี เข้มงวดกับสุขาภิบาลและมีวิธีการปฏิบัติที่ดีในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร เช่น ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างถูกต้องจะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากซากสุกรหนึ่งไปยังซากสุกรอื่นๆ สำหรับการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรทำได้ ดังนี้

2.5.2.1 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนรับสุกรเข้าคอกพักสุกร

ต้องตรวจสภาพสุกรก่อนฆ่า (ante-mortem) หากพบว่าสุกรป่วยหรือสงสัยว่าป่วยให้แยกกักไว้ในคอกสุกรป่วย และฆ่าสุกรนั้นในห้องฉุกเฉินหลังเสร็จสิ้นการฆ่าตามปกติ เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนอื่นๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร แต่หากพบว่าสุกรป่วยด้วยโรคติดต่อให้ทำลายโดยเผาในเตา หรือฝัง และแจ้งให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ ต้องควบคุมการพักสุกรในคอกพักให้เป็นไปตามหลักการปฏิบัติที่ดีเพื่อให้สุกรเกิดความเครียดน้อยที่สุด เช่น ล้างทำความสะอาดตัวสุกรก่อนส่งเข้าขั้นตอนทำให้สลบ ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อคอกพัก เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในคอกพักทุกครั้งหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละวัน Bolton และคณะ (2002) รายงานการตรวจพบอุบัติการณ์ของเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 27 ในสุกรที่มีชีวิตที่มาจากฟาร์มสุกร แต่ภายหลังจากล้างทำความสะอาดตัวสุกรด้วยน้ำสะอาดที่มีอุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 1030 kPa พบว่าอุบัติการณ์ของเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น

2.5.2.2 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนลวก-ขูดขน

ต้องควบคุมน้ำลวกซากในบ่อลวกให้มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุมความถี่ของการเปลี่ยนถ่ายน้ำลวกซากให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ การลวกซากสุกรด้วยน้ำลวกที่มีอุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส ก่อนขูดขนจะช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้ แต่ก็อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์กลับเข้ามาใหม่ในขั้นตอนขูดขนซึ่งอาจเกิดจากความไม่สะอาดของเครื่องขูดขน หรือมือพนักงาน ดังนั้น การล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อเครื่องขูดขนอย่างถูกต้องจะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้ เครื่องขูดขนที่ดีจึงต้องออกแบบให้สามารถล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อได้ทั่วทุกพื้นที่ของเครื่องขูดขน (Rivas et al., 2000)

2.5.2.3 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนเผาขนอ่อน

การเผาขนด้วยเปลวไฟที่มีอุณหภูมิ 1,300-1,500 องศาเซลเซียส จะช่วยลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้เป็นอย่างมาก Wong และคณะ (2001) พบว่าการเผาขน

ด้วยเปลวไฟที่มีอุณหภูมิ 1,200-1,400 องศาเซลเซียส นาน 15-30 วินาที จะช่วยลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียกลุ่มมีโซไฟล์ที่ปนเปื้อนมาจากขั้นตอนที่ผ่านมาก่อนหน้าได้ถึง 2 เท่า

2.5.2.4 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย

มีหลายวิธีที่นิยมใช้ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรหลังจากที่ซากสุกรผ่านขั้นตอนเอาเครื่องในออก ซึ่งในทางปฏิบัติอาจเลือกใช้เพียงวิธีเดียว หรือเลือกใช้หลายๆ วิธีร่วมกันก็ได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิผลในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ วิธีการหรือสารฆ่าเชื้อที่นิยมใช้กันมากในขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้ายเพื่อควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ การใช้น้ำเย็น น้ำร้อน ไอน้ำ สารคลอรีนที่ความเข้มข้น 20-50 พีพีเอ็ม (parts per million; ppm) สารไตรโซเดียม ฟอสเฟต (trisodium phosphate) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 12 และกรดอินทรีย์ต่างๆ เช่น กรดแลกติค กรดอะซิตริก และกรดซิตริกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1.5-2.5 หน่วยงาน Food Safety and Inspection Service (FSIS) ได้รับรองให้สารฆ่าเชื้อดังกล่าวสามารถใช้ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบนผิวซากสัตว์ได้ ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิผลการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสัตว์ในการล้างทำความสะอาดซากสัตว์ด้วยวิธีการหรือสารฆ่าเชื้อต่างๆ ได้แก่ แรงดันน้ำ อุณหภูมิน้ำ ระยะเวลาที่น้ำสัมผัสซากสัตว์ และชนิดของสารฆ่าเชื้อที่ใช้ สิ่งที่ควรระมัดระวังสำหรับการล้างทำความสะอาดซากสัตว์ด้วยวิธีพ่นน้ำสะอาดใส่ซากสัตว์ คือ การใช้แรงดันน้ำที่มากเกินไปซึ่งอาจจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นการเลือกชนิดของหัวพ่นน้ำ มุมในการพ่นน้ำ และแรงดันน้ำที่ใช้พ่นซากสัตว์ให้เหมาะสมเป็นปัจจัยร่วมกันที่มีผลต่อการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสัตว์ Van Netten และคณะ (1995) รายงานว่าการล้างซากสัตว์ด้วยการพ่นน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า นาน 15-20 วินาที ในขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้ายช่วยควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิผลดี

2.5.2.5 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อในขั้นตอนแช่เย็น

ต้องลำเลียงซากผ่าซีกที่ผ่านการล้างน้ำครั้งสุดท้ายแล้วเข้าห้องเย็นทันที อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้ซากผ่าซีกเย็นลงอ้างอิงมาจากอุณหภูมิต่ำสุดที่เชื้อแบคทีเรียกลุ่มมีโซไฟล์ที่ก่อโรคในคน เช่น เชื้อซัลโมเนลลา และ *E. coli* จะสามารถเจริญเติบโตได้ คือ 7 องศาเซลเซียส ดังนั้น อุณหภูมิ ณ จุดที่เย็นช้าที่สุดของซากผ่าซีกจะต้องวัดได้ 7 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น โดยระยะเวลาในการแช่เย็นที่เหมาะสม คือ 18-36 ชั่วโมง หรือแช่เย็นไว้ข้ามคืน (overnight chilling) เพื่อชะลอการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อนนำซากผ่าซีกไปตัดแต่ง ขั้นตอนแช่เย็นอาจทำให้ซากผ่าซีกสูญเสียน้ำหนัก ดังนั้นในประเทศสหรัฐอเมริกาจึงใช้

น้ำเย็นพ่นบนผิวซากผ่าซีกในช่วงแรกของขั้นตอนแช่เย็นเพื่อป้องกันไม่ให้ผิวซากผ่าซีกสูญเสียความชื้นจนแห้งซึ่งจะช่วยป้องกันปัญหาซากผ่าซีกสูญเสียน้ำหนักได้ (Gill, 1998)

2.5.3 การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาภายหลังการฆ่าและชำแหละ

2.5.3.1. มีมาตรการขนส่งที่ชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติ

รถที่ใช้ขนส่งซากสุกรควรมีลักษณะปิด สภาพพื้นรถขนส่งต้องเรียบ วาง ซาก และ / หรือเนื้อสุกรบนวัสดุรองพื้นแทนการวางบนพื้นรถขนส่งโดยตรง ไม่นั่งทับบนซาก และ / หรือเนื้อสุกรในขณะขนส่ง ไม่กองรวมเครื่องในปนกับซาก และ / หรือเนื้อสุกร แยกวางเครื่องในขาวและเครื่องในแดงออกจากกัน แยกวางเครื่องในขาวและเครื่องในแดงออกจากซาก และ / หรือเนื้อสุกร ควบคุมอุณหภูมิซาก เนื้อ และเครื่องในสุกรให้เย็นอย่างต่อเนื่องโดยเก็บรักษาด้วยน้ำแข็งในถังแช่เย็น หรือมีระบบทำความเย็น รวมทั้งล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถขนส่งทุกวัน

2.5.3.2 ให้ความใส่ใจต่อความสะอาด

จัดให้มีโปรแกรมการล้างทำความสะอาดและกำจัดขยะ รวมทั้งสัตว์รบกวน เช่น นก หนู แมลงวัน แมลงสาบ และสุนัข ที่บริเวณจัดจำหน่าย จัดแยกเขียงที่ใช้หั่นเนื้อสุกรออกจากเครื่องใน ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการจำหน่าย เช่น มีด เขียง ถังใส่น้ำแข็ง ตู้แช่ และแผงจำหน่ายด้วยสารคลอรีนหรือลวกด้วยน้ำร้อน เนตรนภิสและคณะ (2005) รายงานว่าการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อตู้แช่ด้วยสารคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm นาน 30 นาที สามารถกำจัดเชื้อซัลโมเนลลาได้ สำหรับตัวผู้จำหน่ายต้องปฏิบัติเกี่ยวกับสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ถูกต้องอย่างเคร่งครัด เช่น สวมใส่ผ้ากันเปื้อนและล้างทำความสะอาดมือในระหว่างการจำหน่าย และยังได้ศึกษาถึงประสิทธิผลของการล้างทำความสะอาดมือด้วยน้ำยาทำความสะอาดและให้น้ำสะอาดไหลผ่านมือ กับ การล้างมีดด้วยแผ่นขัดทำความสะอาดพร้อมน้ำยาทำความสะอาดและให้น้ำสะอาดไหลผ่านมีด พบว่าสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่มือและมีดได้ร้อยละ 80 และ 40 ตามลำดับ

2.5.3.3 ปรับเปลี่ยนความเชื่อและทัศนคติของผู้บริโภคให้ถูกต้อง

ผู้บริโภคส่วนใหญ่ยังมีความเชื่อและทัศนคติว่าเนื้อสุกรแช่เย็นเป็นเนื้อที่ไม่สดเหลือค้างจากการจำหน่าย ดังนั้นจึงควรช่วยกันรณรงค์ให้ความรู้เกี่ยวกับการเลือกซื้อเนื้อสุกรที่ถูกต้องแก่ผู้บริโภคเพื่อปรับเปลี่ยนความเชื่อและทัศนคติของผู้บริโภคให้ถูกต้อง

2.6 การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมกับความปลอดภัยเนื้อสัตว์

จากความต้องการเนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยของผู้บริโภคและการทำธุรกิจส่งออกสินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมการเกษตรกับต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป แคนนาดา ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ สิงคโปร์ ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ที่ประกาศใช้มาตรการควบคุมการส่งเข้าของผลิตภัณฑ์ด้านอาหารอย่างเข้มงวด ตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดการบังคับใช้ระบบ HACCP ไว้ในหัวข้อ 9 CFR part 417 ที่กำหนดให้โรงงานทุกขนาดต้องใช้ระบบ HACCP ในการผลิต และต้องมีวิธีมาตรฐานในการปฏิบัติงาน (Standard Operating Procedure; SOP) สำหรับลดปัญหาเชื้อซัลโมเนลลาด้วย ประเทศญี่ปุ่นประกาศให้ใช้ระบบ HACCP ในการผลิตเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ โดยประกาศฉบับนี้เป็นมาตรการตามความสมัครใจในบทแก้ไขของ Food Sanitation Law คณะกรรมาธิการประชาคมยุโรป หรืออียู (EU) ประกาศมาตรการบังคับให้ผลิตภัณฑ์อาหารที่จะนำเข้าสู่ประเทศสมาชิก EU ต้องผลิตภายใต้ระบบ HACCP และต้องมีโปรแกรมตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาด้วย ส่วนประเทศเกาหลีใต้และประเทศสิงคโปร์ ประกาศการใช้ระบบ HACCP เป็นมาตรการบังคับสำหรับเนื้อสัตว์ที่จะนำเข้าประเทศเมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 (ค.ศ.1997) คณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission; CAC) ได้รับรองระบบ HACCP ให้เป็นระบบการประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหารที่เป็นที่ยอมรับกันว่าสามารถป้องกันอันตราย หรือสิ่งปนเปื้อนทางด้านชีวภาพ เคมี และกายภาพ ได้อย่างมีประสิทธิผล ซึ่งจะเน้นการควบคุมกระบวนการผลิต (process control) ในจุดหรือขั้นตอนที่ได้รับการวิเคราะห์แล้วว่าเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม ด้วยการประยุกต์วิธีการหรือมาตรการที่เหมาะสมเข้าไปควบคุมกระบวนการผลิตในจุดหรือขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม โดยพิจารณาตั้งแต่วัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งจนถึงผู้บริโภค ระบบ HACCP จึงเน้นที่การป้องกันในกระบวนการผลิตมากกว่าการทดสอบที่ผลิตภัณฑ์สุดท้าย ดังนั้นผู้ผลิตเนื้อสัตว์ที่นำระบบ HACCP มาใช้ในการผลิตจะมีหลักประกันความปลอดภัยของเนื้อสัตว์ให้แก่ผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากปริมาณของเสียจากสินค้าที่ผลิตไม่ได้มาตรฐานจะมีปริมาณลดลง รวมทั้งยังช่วยยกระดับมาตรฐานการผลิตให้ได้เปรียบคู่แข่งเป็นการส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ สำหรับแนวทางปฏิบัติในการประยุกต์ใช้ระบบ HACCP มีทั้งหมด 12 ขั้นตอน (สุวิมล กีรติพิบูล, 2003) โดย 5 ขั้นตอนแรกเป็นการเตรียมการเพื่อนำเข้าสู่หลักการของระบบ HACCP ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การจัดตั้งคณะทำงานการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (assemble the HACCP team)

ขั้นตอนที่ 2 การบรรยายลักษณะและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์
(describe product identify)

ขั้นตอนที่ 3 การระบุวิธีการนำไปใช้ (intended use)

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแผนภูมิการผลิต (construct flow diagram)

ขั้นตอนที่ 5 การยืนยันแผนภูมิการผลิตในสายการผลิตจริง
(on-site confirmation of flow diagram)

ส่วนขั้นตอนที่ 6-12 ของระบบ HACCP เป็นหลักการสำคัญ 7 ประการ ได้แก่

ขั้นตอนที่ 6 เป็นหลักการที่ 1 ขั้นตอนนี้จะระบุอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นพร้อมทั้งพิจารณามาตรการควบคุม (conduct a hazard analysis) สำหรับอันตรายทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นจริงในทุกขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละที่มีผลต่อผู้บริโภค แบ่งออกได้เป็นกลุ่มๆ คือ (1) อันตรายชีวภาพ (biological hazard) หมายถึงเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค (2) อันตรายเคมี (chemical hazard) หมายถึงสารเคมีที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ สารเคมีที่เติมลงไปโดยเจตนา สารเคมีที่อาจจะปนเปื้อนมาโดยไม่เจตนา หรือสารเคมีที่ใช้ในโรงฆ่า เช่น ยาฆ่าแมลง สารหล่อลื่น และสารฆ่าเชื้อ เป็นต้น ที่สามารถทำอันตรายต่อผู้บริโภค ทั้งในระยะเฉียบพลันและในระยะยาว (3) อันตรายกายภาพ (physical hazard) หมายถึงสิ่งปลอมปนหรือสิ่งแปลกปลอมซึ่งปกติจะไม่พบในอาหารนั้นๆ เช่น เข็มฉีดยา เศษโลหะ เศษแก้ว เศษพลาสติก เศษกระดูก เศษไม้ และเศษหิน เป็นต้น เมื่อผู้บริโภคกินสิ่งเหล่านี้เข้าไปจะก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ขั้นตอนที่ 7 เป็นหลักการที่ 2 ขั้นตอนนี้จะกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (determine the critical control points ; CCP) ทาง Codex Alimentarius Commission; CAC ได้ให้คำนิยามของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมไว้ว่า “ขั้นตอนในกระบวนการผลิตหนึ่งๆ ที่จำเป็นต้องมีการควบคุมเพื่อป้องกันหรือขจัดอันตรายที่มีต่อความปลอดภัยของอาหารหรือลดอันตรายจนถึงระดับที่ยอมรับได้ ถ้าหากสูญเสียขั้นตอนการควบคุมในกระบวนการผลิตแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาทางด้านความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคได้” สำหรับโรงงานฆ่าสุกรต้องกำหนดขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่

เป็นจุด CCP ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกร ซึ่งทาง CAC ได้แนะนำให้ใช้ผังการตัดสินใจ (decision tree) ที่เป็นกลุ่มของคำถาม 4 คำถามที่เป็นเหตุเป็นผลตามหลักตรรกวิทยาในการช่วยกำหนดจุด CCP (ภาคผนวก ข)

ขั้นตอนที่ 8 เป็นหลักการที่ 3 ขั้นตอนนี้จะกำหนดค่าวิกฤตสำหรับจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมแต่ละจุด (establish critical limits) ค่าวิกฤต คือ ค่าที่เป็นเกณฑ์แบ่งแยกระหว่างการยอมรับได้และยอมรับไม่ได้ทางด้านความปลอดภัยของอาหาร หรือเป็นค่าที่ใช้ตัดสินว่าการควบคุมการผลิต ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมสามารถผลิตอาหารที่ปลอดภัยได้หรือไม่ ซึ่งอาจกำหนดค่าวิกฤตเป็นค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดที่ยอมรับได้ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมหนึ่งๆ อาจจะมีค่าวิกฤตเพียงค่าเดียวหรือหลายค่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อความปลอดภัยของอาหารในขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมนั้นๆ เกณฑ์ที่มักนิยมใช้กำหนดเป็นค่าวิกฤต ได้แก่ อุณหภูมิ เวลา ปริมาณน้ำอิสระในอาหาร และความเป็นกรดด่าง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 9 เป็นหลักการที่ 4 ขั้นตอนนี้จะกำหนดระบบตรวจติดตามเพื่อควบคุมจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (establish a system to monitor control of critical control point) การตรวจติดตามจัดเป็นกิจกรรมที่สังเกตหรือตรวจวัดมาตรการควบคุมที่มีอยู่หรือตรวจวัดค่าวิกฤตเพื่อเสริมให้มาตรการควบคุมมีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้นหรือเพื่อประเมินว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมยังอยู่ภายใต้สภาวะควบคุมที่เป็นไปตามที่ระบุในแผน HACCP หรือไม่

ขั้นตอนที่ 10 เป็นหลักการที่ 5 ขั้นตอนนี้จะกำหนดวิธีการแก้ไข (establish corrective action) วิธีการแก้ไขจัดเป็นมาตรการที่จะต้องดำเนินการเมื่อพบว่าเกิดการสูญเสียการควบคุมกระบวนการผลิตหรือเกิดความไม่สอดคล้องขึ้น ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมหรือเกิดการเบี่ยงเบนไปจากค่าวิกฤต

ขั้นตอนที่ 11 เป็นหลักการที่ 6 ขั้นตอนนี้จะกำหนดกระบวนการทวนสอบ (establish procedures for verification) การทวนสอบจัดเป็นกิจกรรมที่ทำขึ้นเพื่อยืนยันว่าระบบ HACCP ที่จัดทำขึ้นมีการดำเนินไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิผลในการควบคุมการผลิตอาหารให้ปลอดภัยอย่างสม่ำเสมอ

ขั้นตอนที่ 12 เป็นหลักการที่ 7 ขั้นตอนนี้จะกำหนดให้จัดทำระบบเอกสารและจัดเก็บบันทึก (establish documentation and record keeping)

สำหรับประเทศไทยโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP จะมีสัตวแพทย์จากกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ให้คำปรึกษาแนวทางปฏิบัติสำหรับการประยุกต์ใช้ระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (hazard analysis critical control point system and guidelines for its application) ที่เป็นข้อกำหนดของ codex alimentarius supplement to volume 1B-1997; annex to CAC / RCP-1 (1969), rev.3 (1997) ดังนั้นการนำระบบ HACCP มาประยุกต์ใช้ในโรงงานฆ่าสุกรก็มีแนวทางการปฏิบัติทั้ง 12 ขั้นตอน (หลักการ 7 ประการ) เช่นเดียวกัน โดยมาตรการการควบคุมอันตรายชีวภาพในเนื้อสุกรไม่ให้มีเชื้อจุลินทรีย์ หรือมีแต่อยู่ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค สามารถทำได้โดยการลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการมีระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัย เช่น มี SSOPs, GMP และระบบ HACCP เข้ามาควบคุมตลอดทุกขั้นตอนในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ซึ่งการใช้ระบบ HACCP จะช่วยกำหนดมาตรการจัดการ ณ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุม เพื่อป้องกันไม่ให้มีอันตรายชีวภาพ เคมี และกายภาพในเนื้อสุกรปนเปื้อนไปสู่ผู้บริโภค โดยทั่วไปโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองระบบ HACCP จะกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายต่างๆ ในเนื้อสุกรไว้ 3 แห่ง ได้แก่ จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายเคมีเป็นจุดวิกฤตที่ 1; CCP1 ที่กำหนดไว้ ณ ขั้นตอนรับสุกรเข้าคอกพักสุกร โดยกำหนดให้สุกรที่มีชีวิตจากฟาร์มสุกรที่จะรับเข้าโรงงานฆ่าสุกรต้องตรวจไม่พบสารเร่งเนื้อแดงในตัวอย่างปัสสาวะ และไม่พบกลุ่มยาซัลฟาในตัวอย่างเลือด ซึ่งทางโรงงานฆ่าสุกรสามารถตรวจสอบผลการตรวจสารเร่งเนื้อแดงและกลุ่มยาซัลฟาได้จากแบบรายงานการเก็บตัวอย่างปัสสาวะและเลือดสุกรที่ฟาร์ม (แบบ สพส.003) สำหรับจุดวิกฤตที่ 2; CCP2 เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายชีวภาพที่กำหนดไว้ ณ ขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย โดยกำหนดเกณฑ์ความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ตามคู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย (กรมปศุสัตว์, 2002) ที่กำหนดให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์โดยรวมในเนื้อสัตว์ที่ 30 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 5.0 X 10^6 cfu/g มีปริมาณเชื้อสตาฟฟิลโลคอคคัส ออเรียส ในเนื้อสัตว์ที่ 30 องศาเซลเซียสไม่เกิน 1.0 X 10^2 cfu/g และต้องปราศจาก *S.* Typhimurim, *S.* Paratyphimurim และ *S.* Enteritidis ส่วนจุดวิกฤตที่ 3; CCP3 เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายกายภาพที่กำหนดไว้ ณ ขั้นตอนตัดแต่งซากและ / หรือเนื้อสุกร โดยการตรวจหาสิ่งปลอมปนหรือสิ่งแปลกปลอม เช่น เข็มฉีดยา เศษโลหะด้วยเครื่องตรวจจับโลหะ (metal detector)

จากรายงานทางระบาดวิทยาและการเฝ้าระวังโรคอาหารเป็นพิษทั้งจากในประเทศไทยและต่างประเทศที่พบว่ามีผู้บริโภคซึ่งเจ็บป่วย และ / หรือเสียชีวิตด้วยโรคซัลโมเนลโลซิส (salmonellosis) ที่มีสาเหตุจากการบริโภคเนื้อสุกรที่ปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา และมีรายงานการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาปนเปื้อนอยู่ในเนื้อสุกรทั้งที่ระดับโรงงานฆ่าสุกร และที่จัดจำหน่ายในตลาดสดและห้างสรรพสินค้า การที่มีอุบัติการณ์ของโรคซัลโมเนลโลซิสเกิดขึ้นในคน และมีการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อสุกร หรือมีเนื้อสุกรเป็นส่วนประกอบ เป็นสิ่งบ่งชี้ถึงความไม่ปลอดภัยของเนื้อสุกรที่นำมาใช้บริโภค เนื้อสุกรที่เป็นสาเหตุของปัญหาโรคซัลโมเนลโลซิสส่วนใหญ่มาจากโรงงานฆ่าสุกรที่มีการจัดการในกระบวนการฆ่าและชำแหละที่ไม่ถูกสุขลักษณะทำให้มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาขึ้นในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ในทางตรงกันข้ามเนื้อสุกรที่ได้มาจากโรงงานฆ่าสุกรที่มีการปฏิบัติที่ดีตามระบบคุณภาพพื้นฐาน ได้แก่ GMP และ / หรือระบบคุณภาพอื่นๆ ที่สูงกว่า เช่น HACCP เนื้อสุกรที่ได้จากโรงงานฆ่าสุกรที่มี GMP และระบบ HACCP จะสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคได้ว่ามีคุณภาพและปลอดภัยต่อการบริโภค ทั้งนี้เพราะโรงงานฆ่าสุกรที่มีการปฏิบัติตามเกณฑ์ หรือข้อกำหนดพื้นฐานต่างๆ ของ GMP อย่างเคร่งครัด เช่น มีทำเลที่ตั้ง เครื่องจักร เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิต การควบคุมขั้นตอนต่างๆ ระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละ การปฏิบัติตามสุขลักษณะและสุขาภิบาลที่เป็นไปอย่างถูกต้องจะสามารถผลิตเนื้อสุกรที่ปลอดภัยต่อการนำไปบริโภคด้วยการมีการป้องกันและขจัดความเสี่ยงต่างๆ ที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ส่วนการปฏิบัติตามระบบ HACCP จะช่วยยกระดับมาตรฐานการผลิตเนื้อสุกร และมาตรฐานความปลอดภัยจากอันตรายหรือสิ่งปนเปื้อนทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพราะระบบ HACCP ไม่ได้เน้นการทดสอบเนื้อสุกรที่จะนำไปจัดจำหน่ายที่ปลายทางเท่านั้น แต่จะเน้นการควบคุมขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่สามารถประยุกต์วิธีการควบคุมเข้าไปใช้ได้ โดยพิจารณาตั้งแต่วัตถุดิบที่เป็นสุกรที่มีชีวิตที่รับเข้าโรงงานฆ่าสุกร กระบวนการฆ่าและชำแหละ การเก็บรักษา การขนส่งจนถึงผู้บริโภค ทำให้เนื้อสุกรที่ผลิตได้เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้าในตลาดโลก และผู้บริโภคมั่นใจว่าได้เนื้อสุกรที่นำมาสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหารที่ผลิตมาจากกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่มีความปลอดภัยมากขึ้น

ปัจจุบันผู้บริโภคมีพฤติกรรมการบริโภคที่ใส่ใจในเรื่องสุขภาพและความปลอดภัย (food safety) มากขึ้น ทางโรงงานฆ่าสุกรจึงจำเป็นต้องมีการผลิตเนื้อสุกรด้วยกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่มี GMP และ / หรือระบบ HACCP รองรับ เพื่อประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยในการป้องกันอันตรายกายภาพ เคมี และชีวภาพจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษซึ่งมีผลต่อคุณภาพเนื้อสุกรด้านจุลชีววิทยาและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ในทาง

ปฏิบัติโรงงานฆ่าสุกรจะป้องกันและขจัดความเสี่ยงต่างๆ ด้วยการควบคุมการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ ระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรให้เป็นไปตาม GMP ซึ่งนับได้ว่าเป็นก้าวแรกของการป้องและขจัดความเสี่ยงจากอันตรายต่างๆ ตัวอย่างเช่น GMP ได้กำหนดให้ต้องแขวนซากสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ของซากสุกรจากการสัมผัสกับพื้นที่มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ สำหรับการปฏิบัติงานภายใต้ระบบ HACCP ทางโรงงานฆ่าสุกรมีแนวทางการป้องกันและลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษด้วยการกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นมา โดยทั่วไปทางโรงงานฆ่าสุกรจะกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ไว้ ณ ขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้ายโดยใช้น้ำสะอาดที่ผ่านการพ่นด้วยแรงดันเป็นตัวล้างผิวซากและเนื้อสุกรให้ปลอดจากเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งการล้างซากสุกรด้วยน้ำสะอาดครั้งสุดท้ายเป็นวิธีการที่ยอมรับกันว่าสามารถป้องกันและลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิผล ดังนั้นถ้าทางโรงงานฆ่าสุกรมีการใช้ทั้ง GMP และระบบ HACC ในการผลิตเนื้อสุกรและมีการปฏิบัติตามตามข้อกำหนดต่างๆ ได้อย่างถูกต้องก็จะช่วยให้เนื้อสุกรที่ผลิตได้ปลอดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ทำในโรงงานฆ่าสุกรจำนวน 3 แห่ง ที่ตั้งอยู่ในจังหวัดฉะเชิงเทรา นครปฐม และลพบุรี ซึ่งกรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้รับรองให้เป็นโรงงานฆ่าสุกรที่มี GMPและระบบ HACCP เพื่อตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธีการเพาะแยกเชื้อทางห้องปฏิบัติการจากตัวอย่าง swab ผิวซาก และน้ำที่ใช้ในโรงงานฆ่าสุกร และเพื่อศึกษาประสิทธิผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายจากเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละที่แตกต่างกันของโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรต้องมีการทำความเข้าใจให้ดีกับขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรแต่ละแห่งที่ศึกษา ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาข้อมูลวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรด้วยวิธีการสังเกตการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร และใช้วิธีสอบถามจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในโรงงานฆ่าสุกร โดยพบว่าโรงงานฆ่าสุกรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้มีวิธีการปฏิบัติ ณ ขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย (final washing) ซึ่งเป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายชีวภาพที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงดำเนินการหาปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรแต่ละแห่งที่มีการปฏิบัติงานในบางขั้นตอนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิผลในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างและการสุ่มตัวอย่าง

จากสูตร $n = 15.70\ \sigma^2 / D^2$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

σ = ค่าความแปรปรวนของหน่วยทดลอง

D = ค่าคาดหมายที่ Treatment จะต่างไปจากค่าของ Control

ในกรณีที่ไม่ทราบข้อระบุของประสิทธิภาพ Treatment เลือกใช้ค่า Large effect size

Large effect size ซึ่ง $D = 0.8\ \sigma$

ดังนั้น $n = 15.70\ \sigma^2 / 0.64\ \sigma^2 = 25$ ตัวอย่าง

สรุป ขนาดของกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ใช้ คือ ไม่น้อยกว่า 25 ตัวอย่าง / การเก็บตัวอย่าง

1 ครั้ง และสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบมีระบบ (systematic sampling) โดยกำหนดช่วงห่างของการสุ่มเก็บตัวอย่างไว้ที่ทุกๆ สุกร 5 ตัว

3.1.2 การเก็บรวบรวมตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างต้องสวมถุงมือยางและพ่นด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ทั้ง 2 ข้าง ก่อนการเก็บตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม จากนั้นเก็บเชื้อจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนก่อนลวกซาก หลังลวกซาก ขั้นตอนละ 6 ตัวอย่าง ส่วนขั้นตอนการเก็บเชื้อหลังจากแยกเครื่องในออกจะเก็บตัวอย่างที่ขั้นตอนการผ่าซีก ขั้นตอนหลังล้างซากครั้งสุดท้าย และหลังลดอุณหภูมิซากผ่าซีกในห้องแช่เย็นข้ามคืน ขั้นตอนละ 9 ตัวอย่าง ซึ่งหลังจากที่ซากสุกรผ่านการผ่าซีกแล้วก็ให้แยกการเก็บตัวอย่างซากสุกรออกเป็นซีกซ้ายและซีกขวา รวมจำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกร 39 ตัวอย่างต่อโรงงานฆ่าสุกร เก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในโรงงานฆ่าสุกรที่ตำแหน่งก่อนใช้ลวกซาก หลังใช้ลวกซาก และที่หัวพ่นน้ำล้างซากครั้งสุดท้าย ตำแหน่งละ 1 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างน้ำใช้ 3 ตัวอย่างต่อโรงงานฆ่าสุกร (ตารางที่ 3 และ 4) จากนั้นเก็บหลอดตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรทั้งหมดใส่ในภาชนะปลอดเชื้อ ส่วนตัวอย่างน้ำใช้ให้เก็บในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 3 ปริมาณการเก็บตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรและน้ำใช้จากโรงงานฆ่าสุกร

ขั้นตอนที่เก็บตัวอย่าง	ประเภทของตัวอย่างที่เก็บ	ปริมาณของตัวอย่างที่เก็บ
ก่อนลวกซาก	Swab ผิวซาก	150 ตารางเซนติเมตร
	น้ำก่อนใช้ลวกซาก	400 มิลลิลิตร
หลังลวกซาก	Swab ผิวซาก	150 ตารางเซนติเมตร
	น้ำในบ่อลวก	400 มิลลิลิตร
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	Swab ผิวซาก	150 ตารางเซนติเมตร
ล้างน้ำครั้งสุดท้าย	Swab ผิวซาก	150 ตารางเซนติเมตร
	น้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย	400 มิลลิลิตร
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	Swab ผิวซาก	150 ตารางเซนติเมตร

ตารางที่ 4 จำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรและน้ำใช้ที่เก็บจากโรงงานฆ่าสุกร

โรงงานฆ่าสุกร	จำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรที่เก็บ			จำนวนตัวอย่างน้ำใช้ที่เก็บ		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	รวม	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	รวม
1	39	39	78	3	3	6
2	39	39	78	3	3	6
3	39	39	78	3	3	6
จำนวนรวม			234			18

3.1.3 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.3.1 ใช้วิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique)

3.1.3.2 ใช้อุปกรณ์ตักน้ำที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว ตักน้ำก่อนใช้ลวกซาก น้ำหลังใช้ลวกซาก ใส่ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่สะอาดผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

3.1.3.3 ใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่สะอาดผ่านการฆ่าเชื้อแล้วรองรับน้ำจากหัวพ่นน้ำล้างซากครั้งสุดท้าย

3.1.3.4 เหลือช่วงอากาศในขวดเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร สำหรับให้สามารถเขย่าขวดเพื่อผสมตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ได้

3.1.3.5 เก็บตัวอย่างน้ำใส่ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการ

3.1.4 วิธีการเก็บตัวอย่าง Swab ผิวซากสุกรมีรายละเอียด ดังนี้

3.1.4.1 ใช้วิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique)

3.1.4.2 ใช้ก้านสำลีที่มากับชุด Cary-Blair transport medium ป้ายที่ผิวซากสุกรบริเวณสะโพก (ham) ท้อง (belly) และคอ (neck) จุดละ 50 ตารางเซนติเมตร รวมพื้นที่ผิวทั้งหมดที่ป้าย คือ 150 ตารางเซนติเมตรต่อซากสุกร โดยเก็บตัวอย่าง swab ผิวซากที่ขั้นตอนก่อนลวกซาก หลังลวกซาก หลังแยกเครื่องในออก (ผ่าซีกแล้ว) หลังล้างซากครั้งสุดท้าย และหลังลดอุณหภูมิซากผ่าซีกในห้องแช่เย็นข้ามคืน

3.1.4.3 จุ่มก้านสำลีที่ป้ายผิวซากสุกรแล้วลงในหลอด transport medium

3.1.4.4 นำหลอดตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรส่งห้องปฏิบัติการ

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ

ทางห้องปฏิบัติการจะดำเนินการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาด้วยวิธีการเพาะแยกเชื้อโดยตรวจหาปริมาณของเชื้อซัลโมเนลลาด้วยวิธีการคาดประมาณ (most propable number; MPN) ตามวิธี ISO 2002 มีหน่วยเป็น MPN/กรัม หรือ MPN/มิลลิลิตร และคำนวณหาร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาหารด้วยจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด คูณด้วย 100 มีหน่วยเป็น ร้อยละ ตามวิธี ISO 6579: 4th edition 2002 การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธีการเพาะแยกเชื้อมีรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนจัดเตรียมบริเวณพื้นผิวปฏิบัติงาน

บนพื้นผิวภายในตู้ปราศจากเชื้อให้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 และเช็ดให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู จากนั้นเปิด ultra violet lamp นาน 10 นาที ทุกครั้งก่อนการใช้เครื่อง สำหรับพื้นผิวปฏิบัติงานบริเวณอื่นๆ ให้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโดยการเช็ดด้วยสำลีจุ่มเอทิลแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ให้ทั่วและปล่อยให้แห้งทุกครั้งก่อนการเริ่มปฏิบัติงาน

3.2.2 ขั้นตอนจัดเตรียมกลุ่มควบคุม

3.2.2.1 จัดเตรียมตัวควบคุมบวก (positive control) โดยนำเชื้อซัลโมเนลลาใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มต้น และดำเนินการตรวจสอบตามวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบตัวอย่างจริง เพื่อเป็นการควบคุมอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.2.2.2 จัดเตรียมตัวควบคุมลบ (negative control) โดยนำน้ำกลั่นใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มต้น และดำเนินการตรวจสอบพร้อมกับตัวอย่างอื่นๆ

3.2.3 ขั้นตอนเตรียมตัวอย่าง

3.2.3.1 นำตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรใน transport media ใส่ในหลอดทดลองที่มี Buffer Peptone Water (BPW) ปริมาณ 9 มิลลิลิตร (สัดส่วน 1:9)

3.2.3.2 ใช้ปิเปตตวงตัวอย่างน้ำปริมาณ 25 มิลลิลิตรใส่ในถุงพลาสติกร้อนขนาด 8x12 นิ้ว ที่มี BPW ปริมาณ 225 มิลลิลิตร (สัดส่วน 1:9)

3.2.4 ขั้นตอนก่อนการกระตุ้นเพิ่ม (pre-enrichment)

3.2.4.1 ใช้ปิเปตอัตโนมัติดูด BPW จากตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.3.1 (เตรียมจาก swab ผิวซากสุกร) ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่ 1 ที่มี BPW ปริมาณ 9 มิลลิลิตร และเขย่าด้วยเครื่องผสมสาร (vortex mixer) จะได้ตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1} (dilution 10^{-1}) และใช้ปิเปต

อัตโนมัติดูด BPW จากหลอดทดลองที่ 1 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่ 2 ที่มี BPW ปริมาณ 9 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสาร จะได้ตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-2} (dilution 10^{-2}) และใช้ปิเปตอัตโนมัติดูด BPW จากหลอดทดลองที่ 2 ปริมาณ 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่ 3 ที่มี BPW ปริมาณ 9 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสาร จะได้ตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-3} (dilution 10^{-3}) เรียกการเจือจางตัวอย่างแบบนี้ว่า serial ten-fold dilution เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ

3.2.4.2 ตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 3.2.3.2 (เตรียมจากตัวอย่างน้ำที่ใช้ในโรงงานฆ่าสุกร) ไม่ต้องทำการเจือจาง เนื่องจากมีโอกาสตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างน้ำน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างชนิดอื่นๆ

3.2.4.3 นำตัวอย่างที่ได้จากข้อ 3.2.4.1 และ 3.2.4.2 เข้าตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3.2.5 ขั้นตอนกระตุ้นเพิ่มแบบเลือก (selective enrichment)

3.2.5.1 ใช้ปิเปตอัตโนมัติดูด BPW ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร จากตัวอย่างที่ผ่านการบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ใส่ในหลอดทดลองที่บรรจุ selective enrichment broth คือ Rappaport-Vassiliadis (RV) broth ปริมาณ 10 มิลลิลิตร (สัดส่วน 1:100) จำนวน 3 หลอด ทำซ้ำเช่นเดียวกันนี้ในตัวอย่างที่ระดับเจือจาง 10^{-2} และ 10^{-3} ตามลำดับ

3.2.5.2 นำหลอด RV broth ทั้งหมดเข้าตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง

3.2.5.3 บันทึกผลการเจริญของเชื้อในแต่ละระดับเจือจางทั้ง 3 หลอด ได้ค่าเป็น MPN index โดยแต่ละระดับเจือจางจะมีค่า MPN index สูงสุดเท่ากับ 3 ตัวอย่างเช่น ที่ระดับเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} มีลักษณะขุ่นซึ่งบอกถึงมีการเจริญของเชื้อจำนวน 3, 2 และ 1 หลอด ตามลำดับ จะอ่านค่า MPN index ได้ 3-2-1 แล้วจึงนำค่า MPN index ที่อ่านได้ไปเทียบกับตาราง MPN เพื่อหาความเข้มข้นของเชื้อซัลโมเนลลา (ภาคผนวก จ) อย่างไรก็ตามต้องทำการตรวจยืนยันทางชีวเคมีและทางซีรั่มวิทยาก่อนว่าผลการเจริญของเชื้อในแต่ละหลอดเกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาจริง จึงจะ

นำค่า MPN indexที่ได้มาอ่านค่าความเข้มข้นของเชื้อซัลโมเนลล จากตาราง MPN

3.2.6 ขั้นตอนเลือกเชื้อที่จานเพาะ (selective plating)

3.2.6.1 จุ่มปลายลูปเขี่ยเชื้อขนาด 100 ไมโครลิตร ลงใน RV broth แล้วนำมาปาด (streak) บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) และ Brilliant Green Agar (BGA) เพื่อให้ได้กลุ่มเชื้อเดี่ยวๆ (single colony)

3.2.6.2 นำจานอาหารเลี้งเชื้อ XLD และ BGA เข้าตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3.2.6.3 ลักษณะกลุ่มเชื้อเดี่ยวๆ ของเชื้อซัลโมเนลลาที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD จะมีรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร สีแดงชมพู และมีสีดำตรงกลาง ส่วนเชื้อซัลโมเนลลาที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ BGA จะมีลักษณะรูปร่างกลม ขนาดปานกลาง เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2 มิลลิเมตร สีชมพูอมขาวทึบแสง และอาหารเลี้ยงเชื้อรอบๆ โคโลนีจะเป็นสีแดง

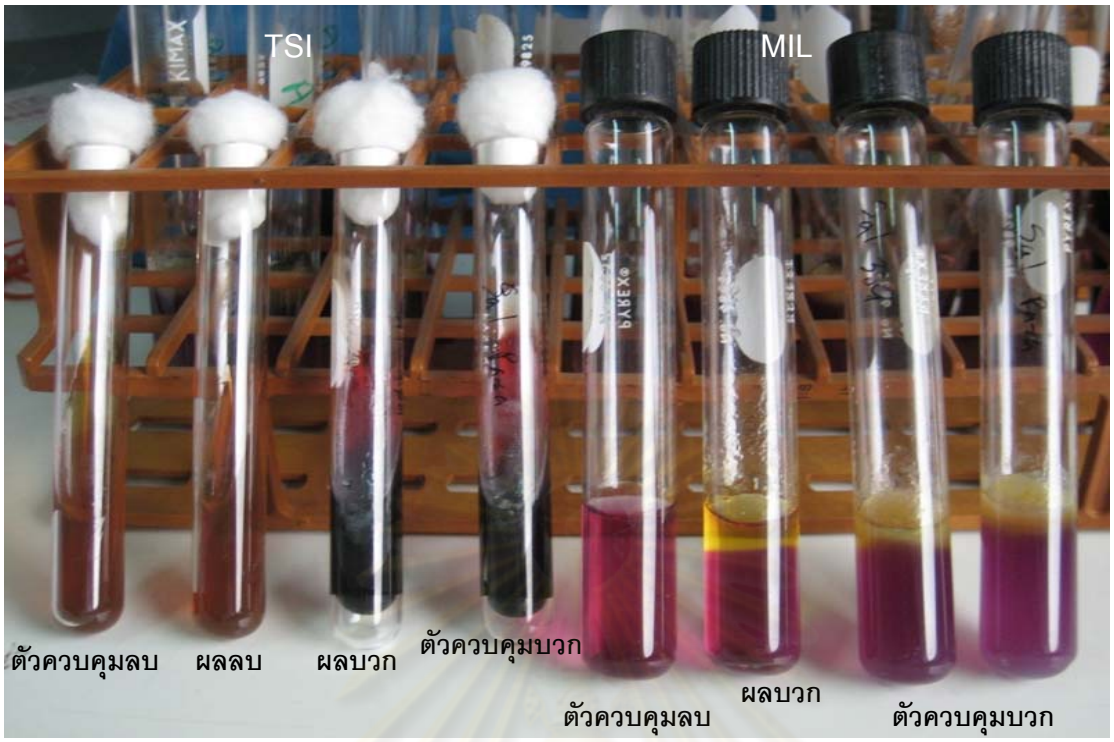
3.2.7 ขั้นตอนตรวจยืนยันทางชีวเคมี (biochemical confirmation)

3.2.7.1 ใช้เข็มเขี่ยเชื้อแตะที่กลุ่มเชื้อเดี่ยวๆ ของเชื้อซัลโมเนลลา หรือที่สงสัยว่าจะเป็นเชื้อซัลโมเนลลา แล้วนำมาเขี่ยและแทงตรงลงไปในหลอดทดลองที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ Triple Sugar Iron (TSI) agar และ Motile Indole Lysine (MIL) medium ตามลำดับ

3.2.7.2 นำหลอด TSI agar และ MIL medium เข้าตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

3.2.7.3 อ่านผลบวกต่อเชื้อซัลโมเนลลา เมื่อหลอด TSI agar มีสีแดงที่บริเวณผิวเอียงด้านบน (slant) และมีสีเหลืองที่ก้นหลอด ซึ่งอาจจะมีหรือไม่มีสีดำจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ก็ได้ (รูปที่ 1)

3.2.7.4 อ่านผลบวกต่อเชื้อซัลโมเนลลา เมื่อหลอด MIL medium มีสีม่วงขุ่นที่แสดงถึงการเคลื่อนไหวของเชื้อ และเมื่อเติม Kovac's reagent ลงในหลอดที่ขุ่น จำนวน 3 หยด ก็จะเกิดวงแหวนสีเหลืองที่มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ที่ชั้นบนสุดของหลอด (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ลักษณะ TSI agar และ MIL medium ที่ให้ผลบวกเชื้อซัลโมเนลลา

3.2.7.5 การอ่านผลต้องอ่านควบคู่กันไปทั้ง 2 หลอด ถ้าหลอดใดหลอดหนึ่งมีลักษณะที่ไม่เข้าเกณฑ์ที่ผลเป็นบวกก็จะตัดสินว่าไม่ใช่เชื้อซัลโมเนลลา (ต้องอ่านผลหลอด TSI agar และ หลอด MIL medium เป็นบวกทั้งคู่ ถึงจะแสดงว่าเป็นเชื้อซัลโมเนลลา)

3.2.7.6 ใช้เข็มเขี่ยเชื้อแตะเชื้อจากหลอด TSI agar มาปาดในอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar แล้วนำเข้าตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปส่งตรวจทางซีรั่มวิทยาที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อตรวจยืนยันหาซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำผลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (mean) และนำมาทดสอบทางสถิติด้วยวิธี One-way ANOVA โดยค่า p-value ที่น้อยกว่า หรือเท่ากับ 0.05 ถือว่าข้อมูลมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร

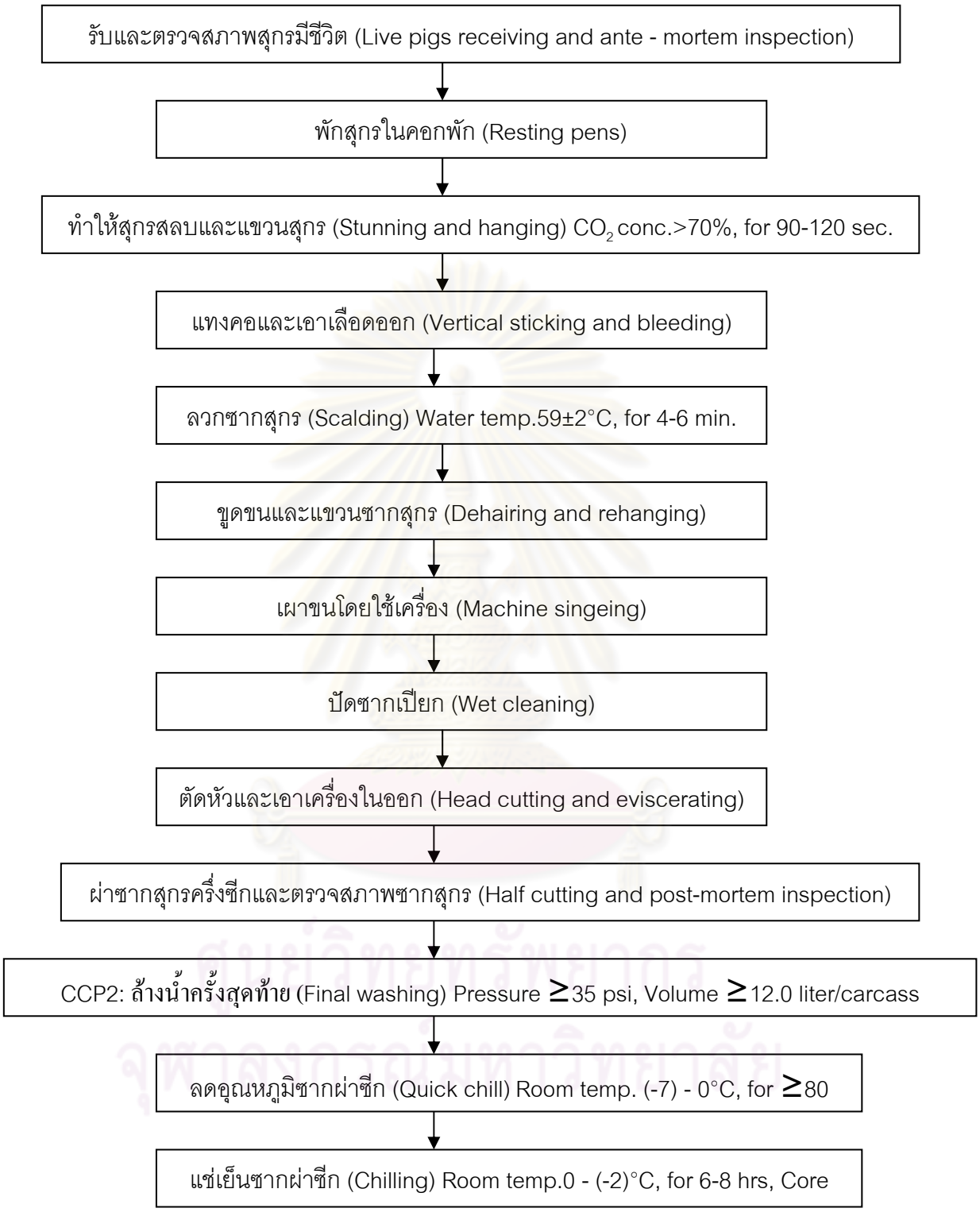
จากการศึกษากระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่งที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ พบว่า โรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง มีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เป็นไปตามข้อกำหนดของ GMP แต่จะมีการปฏิบัติงานในบางขั้นตอนที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น (1) ขั้นตอนทำให้สลบ ทางโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 ใช้ก๊าซคาร์บอนไดอ๊อกไซด์ที่ความเข้มเข้นมากกว่าร้อยละ 70 นาน 90-120 วินาที โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้าขนาด 240-250 โวลต์ นาน 16-22 วินาที และโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3 ใช้กระแสไฟฟ้าขนาด 550-600 โวลต์ นาน 3-8 วินาที (2) ขั้นตอนแทงคอและเอาเลือดออก ทางโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 นำเลือดออกโดยการแทงคอสุกรในแนวดิ่ง (vertical sticking and bleeding) ส่วนโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 และ 3 นำเลือดออกโดยการแทงคอขณะที่สุกรนอนสลบอยู่บนแคร่ (horizontal sticking and bleeding) (3) ขั้นตอนลวกซาก ทางโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 ใช้วิธีพ่น (spraying) ซากสุกรด้วยน้ำลวกที่มีอุณหภูมิ 59±2 องศาเซลเซียส นาน 4-6 นาที โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 ใช้วิธีจุ่ม (dipping) ซากสุกรลงในน้ำลวกที่มีอุณหภูมิ 59-62 องศาเซลเซียส นาน 3-5 นาที และโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3 ใช้วิธีจุ่มซากสุกรลงในน้ำลวกที่มีอุณหภูมิ 62±1 องศาเซลเซียส นาน 2.30 นาที (4) ขั้นตอนเผาขน ทางโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 เผาขนโดยใช้เครื่องเผา (machine singeing) ส่วนโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 และ 3 ใช้แรงงานคนในการเผาขน (manual singeing) (5) ขั้นตอนแช่เย็นซาก ทางโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 ลดอุณหภูมิของซากผ่าซีกให้บริเวณใจกลางเนื้อสุกรมีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยการแช่เย็นในห้องที่มีอุณหภูมิ 0 - (-2) องศาเซลเซียส นาน 6-8 ชั่วโมง โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 ลดอุณหภูมิของซากผ่าซีกให้บริเวณใจกลางเนื้อสุกรมีอุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ด้วยการแช่เย็นในห้องที่มีอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 18 ชั่วโมง และโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3 ลดอุณหภูมิของซากผ่าซีกให้บริเวณใจกลางเนื้อสุกรมีอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ด้วยการแช่เย็นในห้องที่มีอุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 16 ชั่วโมง (รูปที่ 2, 3 และ 4) ส่วนขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย ทางโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่งที่ศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายชีวภาพเหมือนกัน ซึ่งจุดนี้มีความสำคัญต่อการควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซาก และ / หรือเนื้อสุกร แต่ทางโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่งมีการกำหนดให้การใช้ปริมาณน้ำในการล้างน้ำครั้งสุดท้ายที่ไม่เท่ากัน โดยทางโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 ใช้ปริมาณน้ำในการล้างน้ำครั้งสุดท้ายไม่น้อยกว่า 12 ลิตรต่อซาก โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 ใช้ปริมาณน้ำมากกว่า 15 ลิตรต่อซาก และโรงงานฆ่า

สุกรแห่งที่ 3 ใช้ปริมาณน้ำไม่น้อยกว่า 16 ลิตรต่อซาก (ตารางที่ 5) ซึ่งน้ำใช้ที่ทางโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง ใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร เช่น น้ำใช้ที่ให้สุกรกินและพ่นตัวสุกรในระหว่างที่พักสุกรในคอกพัก น้ำใช้ที่ใช้ในบ่อลวก และน้ำใช้ที่ใช้ล้างน้ำครั้งสุดท้าย เป็นน้ำสะอาดที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าน้ำดื่ม (potable water) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534)

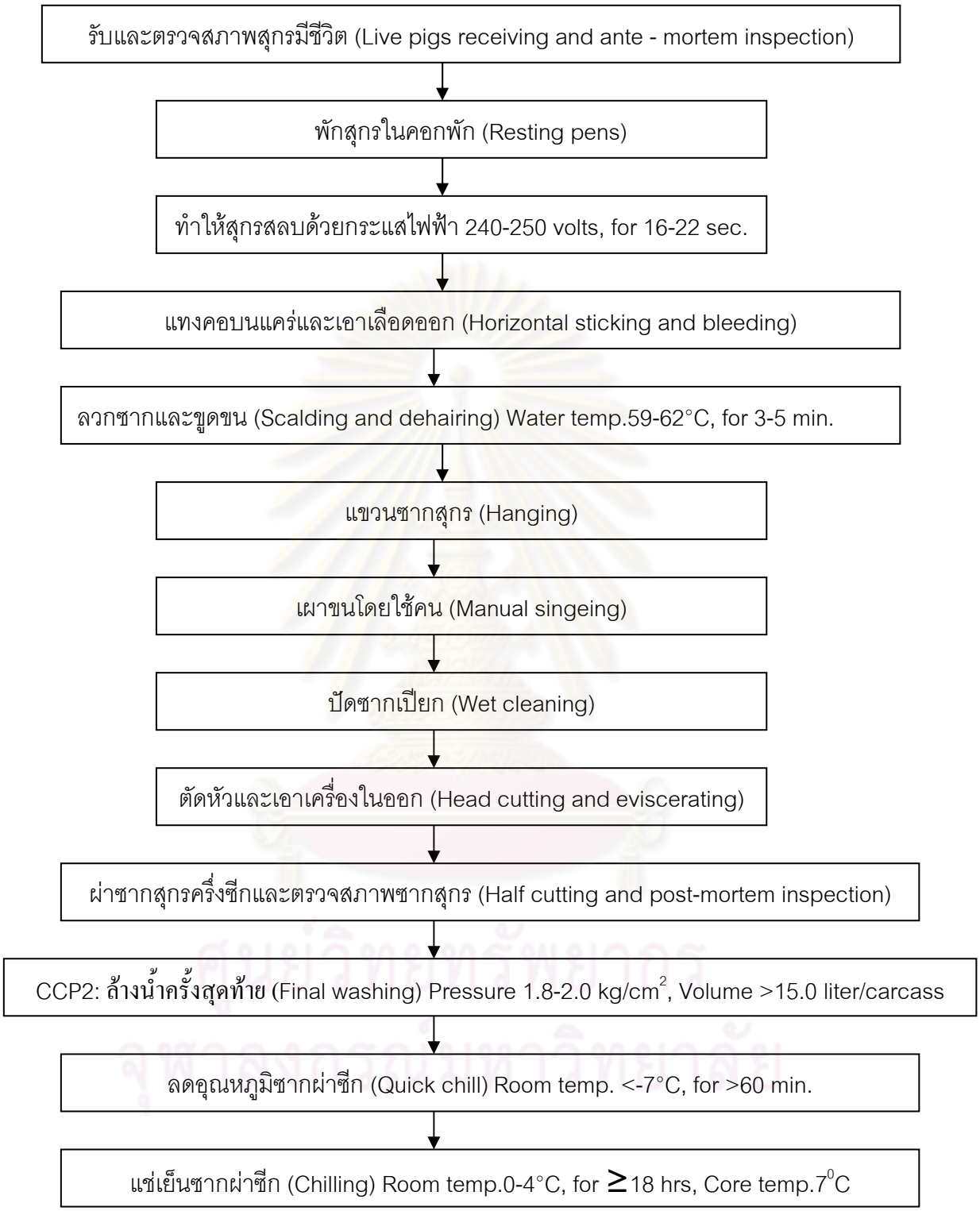
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความแตกต่างของการปฏิบัติงานในขั้นตอนลวกซาก ขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้าย และขั้นตอนแช่เย็นซากของโรงงานฆ่าสุกร 3 แห่ง

ขั้นตอน	โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1	โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2	โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3
ลวกซาก	อุณหภูมิน้ำลวก 59±2°C เป็นเวลา 4-6 นาที	อุณหภูมิน้ำลวก 59-62 °C เป็นเวลา 3-5 นาที	อุณหภูมิน้ำลวก 62±1°C เป็นเวลา 2-3 นาที
ล้างน้ำครั้งสุดท้าย	ความดัน ≥35 psi ปริมาณ ≥12.0 ลิตร/ซาก	ความดัน 1.8-2.0 kg/cm^2 ปริมาณ >15 ลิตร/ซาก	ความดัน ≥35 bar ปริมาณ ≥16.0 ลิตร/ซาก
แช่เย็นซาก	อุณหภูมิห้องเย็น 0-(-2)°C เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง อุณหภูมิใจกลาง ≤4°C	อุณหภูมิห้องเย็น 0-4°C เป็นเวลา ≥18 ชั่วโมง อุณหภูมิใจกลาง 7°C	อุณหภูมิห้องเย็น 0-4°C เป็นเวลา ≥16 ชั่วโมง อุณหภูมิใจกลาง 4°C

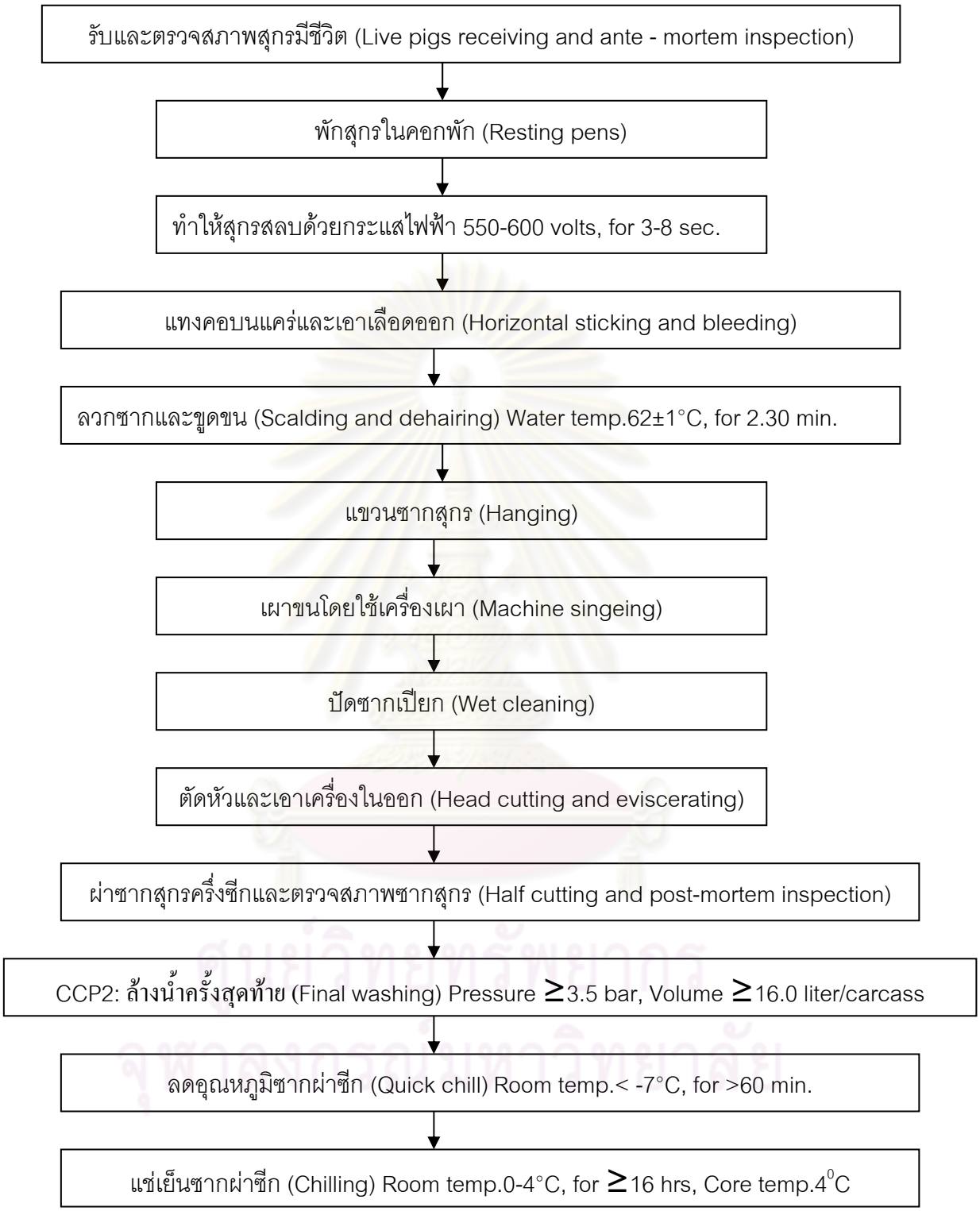
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 กระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงฆ่าสุกรแห่งที่ 1



รูปที่ 3 กระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงฆ่าสุกรแห่งที่ 2



รูปที่ 4 กระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงฆ่าสุกรแห่งที่ 3

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาทางห้องปฏิบัติการในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกร และน้ำใช้ที่เก็บจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง มีดังนี้ (ตารางที่ 6, 7 และ 8)

4.2.1 โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1

4.2.1.1 ตรวจพบปริมาณเฉลี่ยของเชื้อซัลโมเนลลา เท่ากับ 61.67 MPN/cm^2 ในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรก่อนลวกซาก และตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรอีกหลังจากที่ผ่านขั้นตอนลวกซาก ล้างน้ำครั้งสุดท้าย และแช่เย็นซากข้ามคืน

4.2.1.2 ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา 8 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรก่อนลวกซากที่ตรวจทั้งหมด 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.67) ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบมี 2 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Kedougou จำนวน 2 ตัวอย่าง และ *S.* Rissen จำนวน 6 ตัวอย่าง

4.2.1.3 ตัวอย่างน้ำก่อนใช้ลวกซาก น้ำในบ่อลวก และน้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา

4.2.2 โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2

4.2.2.1 ตรวจพบปริมาณเฉลี่ยของเชื้อซัลโมเนลลา เท่ากับ 1.52 MPN/cm^2 ในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรก่อนลวกซาก และตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรอีกหลังจากที่ผ่านขั้นตอนลวกซาก ล้างน้ำครั้งสุดท้าย และแช่เย็นซากข้ามคืน

4.2.2.2 ตรวจพบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา 2 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรก่อนลวกซากที่ตรวจทั้งหมด 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 16.67) ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบมีเพียง 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Weltevreden

4.2.2.3 ตัวอย่างน้ำก่อนใช้ลวกซาก น้ำในบ่อลวก และน้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา

4.2.3 โรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3

4.2.3.1 ตรวจพบปริมาณเฉลี่ยของเชื้อซัลโมเนลลา เท่ากับ 9.18 MPN/cm^2 ในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรก่อนลวกซาก และตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรอีกหลังจากที่ผ่านขั้นตอนลวกซาก ล้างน้ำครั้งสุดท้าย และแช่เย็นซากข้ามคืน

4.2.3.2 ตรวจพบการปนเปื้อนของซัลโมเนลลา 6 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรก่อนลวกซากที่ตรวจทั้งหมด 12 ตัวอย่าง (ร้อยละ 50.0) ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบมีเพียง 1 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Rissen

4.2.3.3 ตัวอย่างน้ำก่อนใช้ลวกซาก น้ำในบ่อลวก และน้ำจากหัวพ่นล้างซากน้ำสุดท้าย ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา

ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร

ขั้นตอน	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อซัลโมเนลลา MPN/cm^2 (%การปนเปื้อน)		
	โรงฆ่าแห่งที่ 1	โรงฆ่าแห่งที่ 2	โรงฆ่าแห่งที่ 3
ก่อนลวกซาก	61.67 (66.67%)*	1.52 (16.67%)*	9.18 (50.0%)*
หลังลวกซาก	<3 (0%)	<3 (0%)	<3 (0%)
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	<3 (0%)	<3 (0%)	<3 (0%)
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3 (0%)	<3 (0%)	<3 (0%)
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	<3 (0%)	<3 (0%)	<3 (0%)

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรในขั้นตอนก่อนลวกซากสุกรของแต่ละโรงงานฆ่าสุกร นอกจากนี้เมื่อเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ หลังลวกซากเป็นต้นไป ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรของแต่ละโรงฆ่าสุกร

ตารางที่ 7 สรุปผลชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร

ขั้นตอน	ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบ (จำนวนที่พบ)		
	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 1	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 2	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 3
ก่อนลวกซาก	*S.* Kedougou (2) *S.* Rissen (6)	*S.* Weltevreden (2)	*S.* Rissen (6)
หลังลวกซาก	not found	not found	not found
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	not found	not found	not found
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	not found	not found	not found
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	not found	not found	not found

ตารางที่ 8 สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างน้ำใช้ของโรงงานฆ่าสุกร 3 แห่ง

ตำแหน่งที่เก็บ	ปริมาณเฉลี่ยของเชื้อซัลโมเนลลา (MPN/cc)			การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา (%)		
	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 1	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 2	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 3	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 1	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 2	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 3
น้ำก่อนใช้ลวกซาก	<3	<3	<3	0	0	0
น้ำในบ่อลวก	<3	<3	<3	0	0	0
น้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3	<3	<3	0	0	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรุปผลการวิเคราะห์ปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาทางห้องปฏิบัติการในตัวอย่าง swab ผิวซากสุกร และน้ำใช้ที่เก็บจากขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง ได้ว่า ตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรทั้งหมดหลังผ่านขั้นตอนทำให้สลบที่เก็บจากทุกโรงงานฆ่าสุกรมีปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ที่ 25.79 MPN ต่อตารางเซนติเมตร และมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างทั้งหมดร้อยละ 44.40 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบมี 3 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S.* Kedougou, *S.* Rissen และ *S.* Weltevreden สำหรับตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรทั้งหมดที่เก็บจากทุกโรงงานฆ่าสุกรหลังผ่านขั้นตอนลวกซาก ล้างน้ำครั้งสุดท้าย และลดอุณหภูมิซาก ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา ส่วนตัวอย่างน้ำใช้ทั้งหมดที่เก็บจากทุกโรงงานฆ่าสุกร ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปายผล

ในการศึกษาครั้งนี้ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนเข้าขั้นตอนลวกซาก สอดคล้องกับงานของ Bolton และคณะ (2002a) ที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังของสุกรที่มีชีวิตที่ขนส่งจากฟาร์มสุกรมายังโรงงานฆ่าสุกร และบนผิวซากสุกรหลังผ่านขั้นตอนทำให้สลบและนำเลือดออกโดยการแทงคอ (ก่อนลวกซาก) ปัจจัยสำคัญของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังของสุกรที่มีชีวิต และ / หรือบนผิวซากสุกรมาจากการสัมผัสสุกรที่ป่วยเป็นโรค salmonellosis สัมผัสสุกรที่มีสุขภาพดีแต่เป็น carrier และ / หรือสัมผัสกับมูลสุกรที่มีเชื้อซัลโมเนลลาปะปนอยู่ในระหว่างการขนส่งสุกรที่มีชีวิตจากฟาร์มสุกรมายังโรงงานฆ่าสุกร หรือในระหว่างที่พักสุกรในคอกพัก สอดคล้องกับการศึกษาของ Berends และคณะ (1998) ที่พบว่าสุกรที่มีชีวิตที่ขนส่งจากฟาร์มสุกรมายังโรงงานฆ่าสุกรในประเทศเนเธอร์แลนด์มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ซึ่งสุกรที่มีชีวิตเหล่านี้จัดเป็นพาหะของโรค salmonellosis ที่จะแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ทำให้ซากสุกร และ / หรือเนื้อสุกรเกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา Widders และคณะ (1996) ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรที่มาจากสุกรที่มีชีวิตที่เป็นพาหะของโรค salmonellosis ประมาณ 3-4 เท่า ของซากสุกรที่มาจากสุกรที่มีชีวิตที่ปลอดจากเชื้อซัลโมเนลลา Berends และคณะ (1997) ตรวจพบว่าร้อยละ 70 ของซากสุกรที่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามาจากสุกรที่มีชีวิตที่เป็นพาหะของโรค salmonellosis ส่วนอีกร้อยละ 30 เกิดจากการปนเปื้อนข้ามจากซากสุกรที่มาจากสุกรที่มีชีวิตที่เป็นพาหะของโรค salmonellosis ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ดังนั้นการคัดเลือกฝูง และ / หรือฟาร์มสุกรที่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาน้อยที่สุดเพื่อส่งเข้าโรงงานฆ่าสุกรสามารถช่วยลดการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาไปยังซาก และ / หรือเนื้อสุกร

การศึกษาในครั้งนี้ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนเข้าขั้นตอนลวกซาก แม้ว่าทางโรงงานฆ่าสุกรจะได้พยายามใช้น้ำสะอาดล้างทำความสะอาดตัวสุกรที่พักอยู่ในคอกพักก่อนนำสุกรเข้าสู่กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร แต่ก็ไม่ได้ช่วยให้เชื้อซัลโมเนลลาหมดไปจากตัวสุกรเพียงแต่ช่วยลดเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังของสุกรเท่านั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Bolton และคณะ (2002a) ที่พบว่าการล้างทำความสะอาดตัวสุกรก่อนนำสุกรเข้าขั้นตอนทำให้สลบช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังของสุกรจากร้อยละ 27 เหลือร้อยละ 10 ดังนั้นการควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังของสุกรให้มีประสิทธิผล

จำเป็นที่ทางฟาร์มสุกรต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อรถขนส่งสุกรทั้งก่อนการขนส่งสุกรออกจากฟาร์มสุกร และภายหลังเสร็จสิ้นการนำสุกรลงจากรถขนส่งที่โรงงานฆ่าสุกรในแต่ละเที่ยว และเพื่อให้การควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรก่อนนำเข้าขั้นตอนลวกซากเป็นไปอย่างมีประสิทธิผล ทางโรงงานฆ่าสุกรต้องล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อคอกพักสุกรทุกครั้งก่อนนำสุกรเข้าพัก และหลังจากเอาสุกรออกจากคอกพักไปแล้ว

นอกจากตัวสุกรและมูลสุกรที่มีเชื้อซัลโมเนลลาปะปนอยู่จะเป็นปัจจัยสำคัญของการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังของสุกรที่มีชีวิต และ / หรือบนผิวซากสุกรก่อนนำเข้าขั้นตอนลวกซาก ยังมีปัจจัยความเครียดจากการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสมซึ่งมีผลให้จำนวนสุกรที่จะแพร่เชื้อและจำนวนสุกรที่มีความไวต่อการติดเชื้อใหม่เพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น (1) ความเครียดจากการขนส่งสุกรที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ บรรทุกสุกรแน่นเกินไป ขนส่งสุกรในช่วงเวลาที่อากาศร้อน ขนส่งสุกรระยะไกลๆ (2) ความเครียดจากการอดอาหารสุกรก่อนส่งโรงงานฆ่าสุกรที่นานเกินไป แต่จากการศึกษาของ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (1993) พบว่าการอดอาหารสุกรก่อนส่งโรงงานฆ่าสุกรที่สั้นเกินไปก็อาจจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารไปปนเปื้อนบนผิวซากสุกรตัวอื่นๆ ได้ ถ้าสุกรเกิดอาการสำรอกของเหลวในกระเพาะอาหารออกมาในขณะสลบ ดังนั้นจึงควรอดอาหารสุกรก่อนนำเข้าโรงงานฆ่าสุกรในระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร (3) ความเครียดจากการบรรจุสุกรในคอกพักที่แน่นเกินไป น้ำในคอกพักมีไม่เพียงพอให้สุกรกิน ไม่มีการพ่นน้ำบนตัวสุกรในระหว่างที่สุกรพักในคอกพัก และต้อนสุกรอย่างรุนแรงในการเคลื่อนย้ายสุกรเข้าซองบังคับเพื่อเข้าขั้นตอนทำให้สลบ สอดคล้องกับงานของ Isaacson และคณะ (1999) ที่พบว่าสุกรที่ได้รับ *Salmonella* Typhimurium จะแพร่กระจายเชื้อเพิ่มมากขึ้นหลังจากผ่านขั้นตอนขนส่งสุกรที่มีชีวิตจากฟาร์มสุกรมายังโรงงานฆ่าสุกร

ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบบนผิวซากสุกรในขั้นตอนก่อนลวกซากจากการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ *S.* Kedougou *S.* Weltevreden และ *S.* Rissen ซึ่งแตกต่างจากการทดลองที่ศึกษาโดย Bolton และคณะ (2002a) ที่ตรวจพบ *S.* Agona, และ *S.* Typhimurium บนผิวซากสุกรในขั้นตอนก่อนลวกซาก การตรวจพบ *S.* Rissen บนผิวซากสุกรจากการศึกษาในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานของ สุมาลีและคณะ, (2540) ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของ *S.* Rissen ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรที่วางจำหน่ายตามห้างสรรพสินค้าและตลาดสดในเขตกรุงเทพมหานครและนนทบุรี ซึ่งการปนเปื้อน *S.* Rissen ที่ตรวจพบในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรไม่น่าจะมีสาเหตุของการปนเปื้อนที่มาจากตัวสุกร เพราะยังไม่เคยมีรายงานว่า *S.* Rissen ทำให้เกิดภาวะเลือดเป็นพิษ (septicemia) ในสุกรซึ่งเชื้อจะไม่แพร่กระจายไปยังเนื้อสุกรในขณะที่สุกรยังมีชีวิตอยู่ ดังนั้นการ

ปนเปื้อน *S.* Rissen ที่พบในผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรน่าจะมีสาเหตุมาจากซาก และ / หรือเนื้อสุกรเกิดการปนเปื้อน *S.* Rissen ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร

การศึกษาในครั้งนี้ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรในขั้นตอนก่อนลวกซากของแต่ละโรงงานฆ่าสุกรในปริมาณไม่เท่ากัน แต่หลังขั้นตอนลวกซากตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรซึ่งแตกต่างจากการทดลองอื่นที่ศึกษาโดย Bolton และคณะ (2002a) ที่ตรวจพบว่ามีการปนเปื้อนของ *S.* Agona ขึ้นมาใหม่บนผิวซากสุกรในขั้นตอนล้างทำความสะอาดซากสุกรหลังเผาขนอ่อน แม้ว่าขั้นตอนต่างๆ ก่อนหน้าจะตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกร ส่วนขั้นตอนลวกซากในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรถึงแม้ว่าจะไม่ได้รับการกำหนดให้เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายชีวภาพในระบบ HACCP ของโรงงานฆ่าสุกรก็ตาม แต่ขั้นตอนลวกซากในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่เป็นจุดควบคุมปกติก็มีความสำคัญในการช่วยลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ได้เป็นอย่างดี การลวกซากสุกรนอกจากจะช่วยทำลายเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญๆ แล้ว ยังช่วยทำให้ขนนิ่มลงและหลุดร่วงง่ายเมื่อซากสุกรผ่านขั้นตอนขูดขน การลวกซากสุกรในบ่อลวกที่มีน้ำลวกอุณหภูมิประมาณ 60-62 องศาเซลเซียส นาน 2-6 นาที สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวหนังและขนได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนการลวกซากสุกรในน้ำลวกที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์บนผิวหนังและขนได้ไม่ดี แต่ถ้าน้ำลวกมีอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำลายผิวหนังชั้นกำพร้าของซากสุกรทำให้เชื้อจุลินทรีย์แทรกตัวเข้าไปเกาะกับผิวซากสุกรได้ง่าย (Sorquist and Danielsson-Tham 1990 ; Hald and Wegener, 1999 ; Davies et al. 1999; Bolton et al. 2002a) การสะสมมากขึ้นของตะกอนต่างๆ เช่น เศษดิน มูล ขน และเลือดสุกรภายในบ่อลวก หรือการไม่ถ่ายเทน้ำลวกจะช่วยให้เชื้อจุลินทรีย์มีโอกาสรอดชีวิตมากขึ้น ทำให้โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรมีมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้การทำลายเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรเป็นไปอย่างมีประสิทธิผลจึงจำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำลวกไม่ให้ต่ำกว่า 60 องศาเซลเซียส และควบคุมการถ่ายเทน้ำลวก เพราะเมื่อได้ลวกซากสุกรไปแล้วระยะหนึ่ง น้ำลวกจะมีตะกอนสกปรกและเชื้อจุลินทรีย์สูงขึ้น ทำให้น้ำลวกไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์บนผิงซากสุกรได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องควบคุมน้ำที่ใช้ลวกซากให้มีคุณภาพมาตรฐานตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) ด้วย การศึกษาในครั้งนี้ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรที่ผ่านขั้นตอนการเผาขนอ่อนด้วยเปลวไฟที่มีอุณหภูมิสูงทั้งในรูปแบบการเผาโดยใช้เครื่องเผา (machine singeing) หรือเผาแบบใช้แรงงานคน (manual singeing) แต่ก็ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนว่าการเผาขนอ่อนช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกร เพราะการศึกษาในครั้งนี้ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาตั้งแต่ขั้นตอนลวกซากแล้ว แต่ที่ทางโรงงานฆ่าสุกรยังคงขั้นตอนเผาขนอ่อนเอาไว้ในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรก็เพื่อให้เปลวไฟช่วยกำจัดขนอ่อนที่ติดค้างอยู่บนผิวซากสุกรจากการที่ขูดออกได้ไม่

หมดในขั้นตอนขูดขน สำหรับผิวซากสุกรภายหลังจากผ่านขั้นตอนผ่าซีกเอาเครื่องในออก หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย และหลังแช่เย็นซากข้ามคืน ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา ทั้งนี้เพราะโรงงานฆ่าสุกรที่ศึกษาในครั้งนี้มีการปฏิบัติที่ดีในการเอาเครื่องในออกอย่างระมัดระวังไม่ให้เกิดการฉีกขาด จึงทำให้ซาก และ / หรือเนื้อสุกรไม่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์จากของเหลวที่มีอยู่ในลำไส้ และใช้น้ำที่มีคุณภาพมาตรฐานตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) ในการล้างซากผ่าซีก และเก็บรักษาซากผ่าซีกไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิเหมาะสมต่อการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลา

น้ำก่อนใช้ลวกซาก น้ำในบ่อลวก และน้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้ายของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่งที่ศึกษาในครั้งนี้ ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา และการศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ทำการตรวจเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำใช้ที่ให้สุกรกิน น้ำใช้ที่ใช้พ่นบนตัวสุกรในคอกพัก อย่างไรก็ตามจากการศึกษากระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง พบว่าก่อนการนำน้ำมาใช้งานในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ทางโรงงานฆ่าสุกรได้นำน้ำไปผ่านกระบวนการกรองและฆ่าเชื้อด้วยการเติมคลอรีนให้มีปริมาณคลอรีนอิสระเหลือประมาณ 1 ppm (part per million) ซึ่งน้ำที่ได้มีคุณสมบัติเทียบเท่าน้ำดื่มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) และการศึกษาในครั้งนี้ยังได้เพิ่มเติมการตรวจคุณภาพน้ำทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด จำนวนเชื้อโคไลฟอร์มทั้งหมด ของน้ำใช้ในโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง พบว่ามีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

สรุป จากการศึกษาทั้งหมดในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมอันตรายชีวภาพในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่ได้รับการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ GMP และระบบ HACCP สามารถช่วยให้โรงงานฆ่าสุกรควบคุมและป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่จะติดมากับซาก และ / หรือเนื้อสุกรได้อย่างมีประสิทธิผล

5.2 **ข้อเสนอแนะ**

ผลจากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรในครั้งนี้ สามารถนำไปเป็นข้อมูลให้กับทางโรงงานฆ่าสุกรใช้ในการทวนสอบ (traceability) GMP และระบบ HACCP ที่ใช้อยู่ และถึงแม้ว่าทางโรงงานฆ่าสุกรจะมีการใช้ GMP และระบบ HACCP ที่ได้มีการกำหนดมาตรการจัดการต่างๆ ในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซาก และ / หรือเนื้อสุกรอยู่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังอาจจะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เกิดขึ้นกับซาก และ / หรือเนื้อสุกรในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรขึ้นอีกก็ได้ ถ้าหากสุกรที่มีชีวิตที่ขนส่งจากฟาร์มสุกรมายังโรงงานฆ่าสุกรยังมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ เพราะตัวสุกรที่มีการติดเชื้อจุลินทรีย์มาตั้งแต่จากฟาร์มสุกรจัดเป็นพาหะของโรคในการแพร่กระจายเชื้อเข้า

สู่กระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร ดังนั้นการป้องกัน และ / หรือลดเชื้อในตัวสุกรที่มีชีวิตก่อนการฆ่าและชำแหละสุกรจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อคุณภาพ และความปลอดภัยของเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสุกรที่จะไปถึงผู้บริโภค ดังนั้นทางฟาร์มสุกรจึงจำเป็นต้องมีมาตรการจัดการที่ดีในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ (1) อาหารที่ใช้เลี้ยงสุกรต้องปลอดจากเชื้อจุลินทรีย์ หรือเติมสารยับยั้งการเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร เช่น sodium chlorate ในอาหารสุกรช่วงก่อนส่งโรงงานฆ่าสุกร (Anderson et., al 2001) (2) ไม่นำสุกรใหม่ที่เป็นพาหะของโรคซัลโมเนลโลซิสเข้าฟาร์มสุกร (3) เลี้ยงสุกรแบบเข้า-ออกพร้อมกัน (all in - all out) (4) พนักงานและผู้เยี่ยมชม (visitor) ต้องผ่านการทำความสะอาดร่างกายก่อนเข้าฟาร์ม ควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อโรค ล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรงเรือน เครื่องมือ อุปกรณ์และรถขนส่งสุกรไม่ให้มีมูลสุกรตกค้างอยู่ (5) ไม่อดอาหารสุกรก่อนส่งโรงงานฆ่าสุกรสั้นเกินไป (6) ใช้วัคซีนเชื้อตาย และ / หรือ วัคซีนเชื้อเป็นชนิดอ่อนแรง (killed vaccine / attenuated vaccine) (7) ใช้โปรไบโอติก (probiotics) และ / หรือ competitive exclusion ควบคุมและป้องกันการติดเชื้อในสุกรขณะที่เลี้ยงอยู่ภายในฟาร์มสุกร การใช้มาตรการต่างๆ ควบคุมและป้องกันการติดเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกรก็เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสุกรที่มีชีวิตที่ขนส่งจากฟาร์มสุกรเข้าโรงงานฆ่าสุกรไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา หรือมีแต่อยู่ในระดับต่ำที่สามารถทำลายได้ในระหว่างกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร โดยเฉพาะในขั้นตอนการลวกซากที่สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาให้หมดไป ทำให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพและความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

สำหรับโรงงานฆ่าสุกรที่ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ GMP และระบบ HACCP อย่างเข้มงวดและสม่ำเสมอ แม้จะมีการปฏิบัติงานในบางขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรที่แตกต่างกัน เช่น การใช้ปริมาณน้ำในขั้นตอนล้างซากครั้งสุดท้ายที่แตกต่างกัน แต่ผลในการควบคุมเชื้อซัลโมเนลลาที่ได้ก็ไม่แตกต่างกัน เพราะเชื้อซัลโมเนลลาได้ถูกทำลายไปอย่างมาก หรือถูกทำลายไปอย่างสมบูรณ์แล้วตั้งแต่ในขั้นตอนลวกซาก จึงจัดได้ว่าขั้นตอนลวกซากมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการทำให้ซากสุกรปลอดจากการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา หรือมีแต่อยู่ในระดับต่ำที่ไม่เป็นอันตราย ดังนั้นทางโรงงานฆ่าสุกรจึงควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมากกับการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนลวกซาก การศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะใช้การตรวจเชื้อซัลโมเนลลาเป็นตัวชี้วัดประสิทธิผลในการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรอง GMP และระบบ HACCP แล้ว ทางผู้วิจัยยังได้ทำการตรวจยืนยันถึงประสิทธิผลในการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ ของขั้นตอนลวกซากที่ใช้อุณหภูมิและเวลาในการลวกซากสุกรที่แตกต่างกัน ใช้ปริมาณน้ำที่แตกต่างกันในขั้นตอนล้างน้ำครั้งสุดท้ายของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง ด้วยการดำเนินการตรวจวิเคราะห์ปริมาณ coliform และ *E. coli* เพิ่มเติมจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรที่เก็บจากขั้นตอนต่างๆ ใน

กระบวนการฆ่าและชำแหละของโรงงานฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง ซึ่งผลตรวจที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา คือ บนผิวซากสุกรก่อนเข้าสู่ขั้นตอนลวกซากมีการปนเปื้อน coliform และ *E. coli* ในปริมาณสูงสุด แต่ภายหลังจากที่ซากสุกรผ่านขั้นตอนลวกซาก ปริมาณ coliform และ *E. coli* ก็ลดลงอย่างชัดเจน และคงอยู่ในระดับต่ำหลังจากที่ซากสุกรผ่านขั้นตอนเอาเครื่องในออก ล้างน้ำครั้งสุดท้าย และแช่เย็นซากข้ามคืน (ภาคผนวก ง) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงการตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากสุกรเท่านั้น ซึ่งยังมีส่วนของเนื้อสุกรที่ยังต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนที่อาจจะมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ในปริมาณต่ำๆ ดังนั้นในอนาคตควรจัดให้มีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร เพื่อให้การศึกษาประสิทธิผลในการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกรมีความสมบูรณ์มากขึ้น และควรจัดให้มีการศึกษาหาปริมาณน้ำล้างซากครั้งสุดท้ายที่น้อยที่สุดแต่ยังคงให้ผลในการตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาและเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ หรือพบในระดับต่ำที่ไม่เป็นอันตราย เพื่อให้ได้ข้อมูลนำไปปรับเปลี่ยนการใช้ปริมาณน้ำในขั้นตอนล้างซากครั้งสุดท้ายของโรงงานฆ่าสุกรให้เหมาะสมซึ่งจะช่วยลดการใช้ทรัพยากรน้ำที่เกินความจำเป็น และลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นต้นทุนการผลิตเนื้อสุกรของโรงงานฆ่าสุกรจะลดลงด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 1996 (2539). ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมฉบับที่ 3 (พ.ศ.2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.

กระทรวงสาธารณสุข. 1991 (2534). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2001 (2544). ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่อง กำหนดมาตรฐานสำหรับสินค้าปศุสัตว์.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2009 (2552). ข้อมูลจำนวนโรงฆ่าสุกรในประเทศปี 2552. สำนักควบคุมป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กลุ่มเผยแพร่และประชาสัมพันธ์.

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2002 (2545). คู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิจจา อุไรรงค์. 1992 (2535). แนวทางการวินิจฉัย รักษา และควบคุม โรคสุกร. กรุงเทพมหานคร: สหมิตรออฟเซต. 31-44.

จันทร์นา สงวนรุ่งวงศ์. 2006 (2549). คู่มือการประยุกต์ใช้ GMP และ 5ส ในอุตสาหกรรมอาหาร. กรุงเทพมหานคร: พงษ์วรินการพิมพ์.1-96.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 1993 (2536). คุณภาพเนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเทคโนโลยีการตัดแต่ง และสุขศาสตร์เนื้อสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 1-12.

นงคราญ เรืองประพันธ์. 2000 (2543). คุณลักษณะทางสุขศาสตร์ของเนื้อหมูและตับหมูของจังหวัดเชียงใหม่. วารสารวิชาการสาธารณสุข.10(3): 548-552.

เนตรนภิส ธนนิเวศน์กุล เรณู ทวิชชาติวิทยากุล นฤมล ปิ่นประไพ และอังคารศิริ ดีอ่วม. 2005 (2548). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์: การศึกษาสถานการณ์การขนส่ง การจำหน่าย และการวิจัยรูปแบบการจัดการความปลอดภัยในเนื้อหมูในขั้นตอนการวางจำหน่ายในตลาดสด. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล. 75 หน้า.

พิทักษ์ น้อยเมล์ สุทธิพงศ์ อุริยะพงศ์สรรค์ และวราภรณ์ ศุกลพงศ์. 2005 (2548). การตรวจหา *Salmonella* ในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครขอนแก่น และโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเลย. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 15(1): 54-60.

สมาคมผู้ผลิตและแปรรูปสุกรเพื่อการส่งออก. 2005 (2548). รายงานประจำปี 2547 ปริมาณการบริโภคเนื้อสุกรต่อคนต่อปีในปี 2543-2548. กรุงเทพมหานคร. 13-15.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2006 (2549). ตำราจุลชีววิทยาทางอาหาร Food Microbiology. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 150-157.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ กมล บุษบา กษิดิศ อื้อเชี่ยวชาญกิจ อรุณ บ่างตระกูลนนท์ และสุวิทย์ กิ่งแก้ว. 2005 (2548). รายงานผลการประเมินความเสี่ยง กิจกรรมการประเมินความเสี่ยงและการสร้างผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินความเสี่ยงสำหรับอันตรายประเภทจุลินทรีย์ : *Salmonella spp.* โครงการพัฒนาและปรับปรุงด้านสุขลักษณะ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มอกช) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 134 หน้า.

สุมาลี บุญมา นพรัตน์ หมานริม ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และอรุณ บ่างตระกูลนนท์. 1997 (2540). การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อหมู. วารสารวิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 2540. 31(4): 413-418.

สุวิมล กีรติพิบูล. 2003. (2546). ระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร HACCP. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). 1-196.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2004 (2547). ปัญหาสภาพความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารด้านปศุสัตว์และสัตว์ปีก โครงการวิเคราะห์ปัญหาสภาพความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารที่มีต่อผู้บริโภค. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2006 (2549). มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร. มกอช. 9009-2549: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร.

สำนักระบาดวิทยา. 2006 (2549). รายงานประจำปี 2548. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข กรุงเทพมหานคร. 325-332.

ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ. 2006 (2549). ความปลอดภัยของอาหาร Food Safety. กรุงเทพมหานคร: Sister Print & Media Group. 122-146.

อดิศร เสวตวิวัฒน์ ปรีชา จึงสมานุกูล มัณฑนา พันธ์บัวหลวง และอรุณ บ่างตระกูลนนท์. 1994 (2537). การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์เนื้อที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 12(2): 15 -24.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์. 1997 (2540). การตรวจหาเชื้อ *Salmonella* ในอาหารและผลิตภัณฑ์: ผลการสำรวจเชื้อ *Salmonella spp.* ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์ ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์ และสุมาลี บุญมา. 1999 (2542). การสำรวจ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์เนื้อชนิดที่จำหน่ายในตลาดสดและซุปเปอร์มาร์เก็ต. รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37: 412-419.

อุมาพร ศิริพินทุ์. 1995 (2538). สัตว์บกและผลิตภัณฑ์ในวิทยาศาสตร์การอาหารเบื้องต้น. สาขาวิชาคหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี. 408 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, R.C., Buckley, S.A., Callaway, T.R., Genovese, K.J., Kubena, L.F., Harvey, R.B. and Nisbet, D.J. 2001. Effect of sodium chlorate on *Salmonella typhimurium* concentrations in the weaned pig gut. J Food Prot. 64(2): 225–258.

Australia National Agency for Health and Welfare Statistics. 2004. Australia's Health 2004. [Online]. Available form: http://www.aih.gov.au/publications/aus/ah04-c04-040804.pdf. [Acessed : May 2008]

Berends, B.R., Urlings, H.A.P., Snijders, J.M.A. and Van Knapen, F. 1996. Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella spp.* in pig. Int J Food Microbiol. 30(1-2): 37-53.

Berends, B.R., Van Knapen, F., Mossel, D.A.A., Burt, S.A. and Snijders, J.M.A. 1998. *Salmonella spp.* on pork at cutting plants and at the retail level and the influence of particular risk factors. Int J Food Microbiol. 44(3): 207-217.

Berends, B.R., Van Knapen, F., Snijders, J.M.A. and Mossell. D.A.A. 1997. Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella spp.* on pork carcasses. Int J Food Microbiol, 20(36): 199-206.

Bolton, D.J., Pearce, R. and Sheridan, J.J. 2002. Risk-based determination of critical control points for pork slaughter. The National Food Centre Research Report Dublin, Ireland: Teagasc.

Bolton, D.J., Pearce, R., Sheridan, J.J., Blair, I.S., McDowell, D.A. and Harrington, D. 2002a. Washing and chilling as critical control points in pork slaughter hazard analysis and critical control point (HACCP) systems. J Appl Microbiol 92(5): 893–902.

Brenner, F.W., Villar, R.G., Angulo, F.J., Tauxe, R. and Swaminathan, B. 2000. Guest Commentary : *Salmonella* Nomenclature. J Clin Microbiol. 38(7): 2465-2467.

CAST. 1994. Foodborne Pathogens : Risks and Consequences. Task Force Report No.122. Council of Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa.

Clark, R.C. and Gyles, C.L. 1993. *Salmonella*: In: GYLES, C.L.;THOEN, C.O. Pathogenesis of bacterial infections in animals. Second edition, Iowa State University Press, Ames.133-153.

Cravens, J. 2000. International quality and safety concern. Proceeding of the Pork Quality and Safety Summit 2000. Des Moines. 6-11.

Dahl, J., Wingstrand, A., Baggesen, D.L. and Nielsen, B. 1997a. Strategies for elimination of *Salmonella typhimurium*. In: Proceeding of 2nd International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork, Copenhagen. : 153-156.

Dahl, J., Wingstrand, A., Nielesen, B. and Baggensen, D.L. 1997. Elimination of *Salmonella typhimurium* infection by the strategic movement of pigs. Vet Rec. 140(26): 679-681.

Davies, R.H. and Wray, C. 1997. Distribution of *Salmonella* on 23 pig farms in the UK. In: Proceedings of the 2nd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork. Chopenhagen. 137-141.

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

Dickson, J.S. 1997. Microbiological Profiles of Hog Carcasses During Processing. National pork producers council final report.

Doyle, M.E. and Mazzotta, A.S. 2000. Review of studies on the thermal resistance of *Salmonellae*. J Food Prot. 63(6): 779-795.

Frenzen, P.D., Buzby, J.C. and Roberts, T. 1999. An updated estimate of the economic costs of human illness due to foodborne *Salmonella* in the United State. Proceeding of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork. Washington, DC. 215-218.

Friendship, R.M. 1992. Health security: An increasing role for swine practitioners. Compendium on the Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 425-427.

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

Gray, J.T. and Fedorka-Cray, P.J. 1995. Survival and infectivity of *Salmonella choleraesuis* in swine feces. Proceeding of the 76th Annual Meeting of the Conference of Research Workers in Animal Diseases. Chicago. 94.

Hald, T. and Wegener, H.C. 1999. Quantitative assessment of the sources of human salmonellosis attributable to pork. Proceedings of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in pork. Washington DC. 200-205.

Harris, I.T., Fedorka-Cray, P.J., Gray, J.T., Thomas, L.A. and Ferris, K. 1997. Prevalence of *Salmonella* organism in swine feed. J Am Vet Med Assoc. 210(3): 382-385.

Humphrey, T. 2000. Public-Health Aspects of *Salmonella* infection. In: *Salmonella* in Domestic Animals. Wray.A. (ed.) London: CAB International. 245-259.

Hurd, H.S., Gailey, J.K.and Rostogno, M.H. 2001a. Rapid infection in market swine occurs following exposure to a *Salmonella* contaminated environment. Am J Vet Res. 68(2): 114-1197.

Hurd, H.S., Mckean, J.D., Griffith, R.W., Wesley, I.V. and Rostagno, M.H. 2002. *Salmonella enteritica* infections in market swine before and after transport and holding. Appl Environ Microbiol. 68(5): 2376-2381.

Hurd, H.S., McKean, J.D., Wesley, I.V. and Karriker, L.A. 2001b. The effect of lairage on *Salmonella* isolation from market swine. J Food Prot, 64(7): 939-944.

Isaacson, R.E., Weigel, R.M., Firkins, L.D. and Bahnson, P. 1999. The effect of feed withdrawal on the shedding of *Salmonella* Thyphimurium by swine. In: Proceeding of the 3 rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in Pork. Washington, D.C. 296-298.

ISO. 2002. Microbiological of food and animal feeding stuffs – horizontal method for the detection of *Salmonella spp.* Switzerland. 27.

Jones, K. and Bradshaw, S.B.1996. Bioflim formation by the *Enterobacteriaceae*: a comparison between *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* and a nitrogen fixing strain of *Klebsiella pneumoniae*. J Appl Bacteriol. 80(4): 458-464.

Khalil, K., Lindblom, G.B., Mazhar, K. and Kaijser, B. 1994. Files and water as reservoirs for bacterial enteropathogens in urban and rural areas in and around Lahore, Pakistan, Epidemiol Infect. 113(3): 435-444.

Korsak, N., Daube, G., Ghafir, Y., Chahed, A., Jolly, S. and Vindevogel, H. 1998. An efficient sampling technique used to detect for food-borne pathogens on pork and beef carcasses in nine Belgian abattorirs. J Food Prot. 61(5): 535-541.

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

Mead, P.S., Sllutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M. and Tauxe, R.V. 1999. Food-related illness and death in the United States. Emerg Infect Dis. 5(5): 607-625.

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

National Institute of Public Health. 2003. [Online]. Available from: http://www.invs.sante.fr./publications/2004/inf origine alimentaire/inforigine alimentaire.pdf. [Acessed : May 2008]

Nielsen, B., Baggensen, D., Bager, F., Haugegaard, J. and Lind, P. 1995. The serological response to *Salmonella serovars typhimurium* and *infantis* in experimentally infected pig. The time course followed with an indirect anti-LPS ELISA and bacteriological examinations. Vet Microbiol. 47(3-4): 205-218.

Olsen, A.R. and Hammack, T.S. 2000. Isolation of *Salmonella spp.* from the housefly, *Musca domestica L.,* and the Dump fly, *Hydrotaea aenescens* (Wiedemann) (Diptera: Muscidae), at caged-layer houses. J Food Prot. 63(7): 958-960.

Public Health Agency of Canada. 1998. Human Salmonellosis Cases. [Online]. Available from: http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-mtc/98vol24/24s5/24s5a e.html. [Acessed May 2008]

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

Schwartz, K.J. 1999. Salmonellosis. Diseases of Swine 8th edition. Iowa State University Press. Ames. 535-551.

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

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

Statens Veterinaere Serumlaboratorium. 2002. [Online]. Available from: http://www.zoonyt.dzc.dk/annualreport1999/002c.html. [Acessed : April 2007].

USDA. 1999. Report to congress Foodnet : An Active Surveillance System for Bacterial Foodborne Diseases in the United States. [Online]. Available from: http://www.fisusda.gov/ophs/rpcong98/rpcong98.html. [Acessed : May 2009]

Van Netten, P., Mossel, D.A.A. and Huis In't Veld, J. 1995. Lactic acid decontamination of fresh pork carcasses: a pilot plant study. Int J Food Microbiol. 25(1): 1–9.

Warriner, K., Idsworth, T. G., Kaur, S. and Dodd, C.E.R. 2002. Crosscontamination of carcasses and equipment during pork processing. J Appl Microbiol. 93(1): 169-177.

Weigel, R.M., Barber, D.A., Isaacson, R.E., Bahnson, BP. and Jones, C.J. 1999. Reservoirs of *Salmonella* infection on swine farm in Illinois. In: Proceedings of the 3rd International Symposium on the Epidemiology and Control of *Salmonella* in pork. Washington, DC.180-183.

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

Widders, P.R., Coates, K.J., Morgan, I.R. and Pointon, A. 1996. Investigation of *Salmonella* contamination of pigs in Australia. In: Proceedings of the First International Symposium on the Ecology of *Salmonella* in Pork Production. Ames. 28.

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

Zamri-Saad, M. and Hair-Bejo, M. 2006. Fowl typhoid. In M. Zamri-Saad (ed.), Diseases of chicken processing: A case study: Hazard Analysis. AIT Thesis No. AE-97-15. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงคุณลักษณะทางชีวเคมีที่สำคัญของสปีชีส์และซับสปีชี่ส์ต่างๆ ของเชื้อซัลโมเนลลา

Species	*S.* Enterica						*S.* Bongari
Subspecies	enterica	salame	arizonae	dirizonae	houtenae	indica	
Citrate	+	+	+	+	+	+	+
H_2S production	+	+	+	+	+	+	+
Lysine decarboxylase	+	+	+	+	+	+	+
Ornithine decarboxylase	+	+	+	+	+	+	+
Dulcitol	+	+	-	-	-	d	+
ONPG	-	-	+	+	-	d	+
Malonate	-	+	+	+	-	-	-
Gelatinase	-	+	+	+	+	+	-
Sorbitol	+	+	+	+	+	+	+
Galacturonate	-	+	+	+	+	+	+
Mucate	+	+	+	- (70%)	-	+	+
Salicine	-	-	-	-	+	-	-
Lactose	-	-	- (75%)	+ (75%)	-	d	-

\+ = เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 90 ให้ปฏิกิริยาเป็นบวก

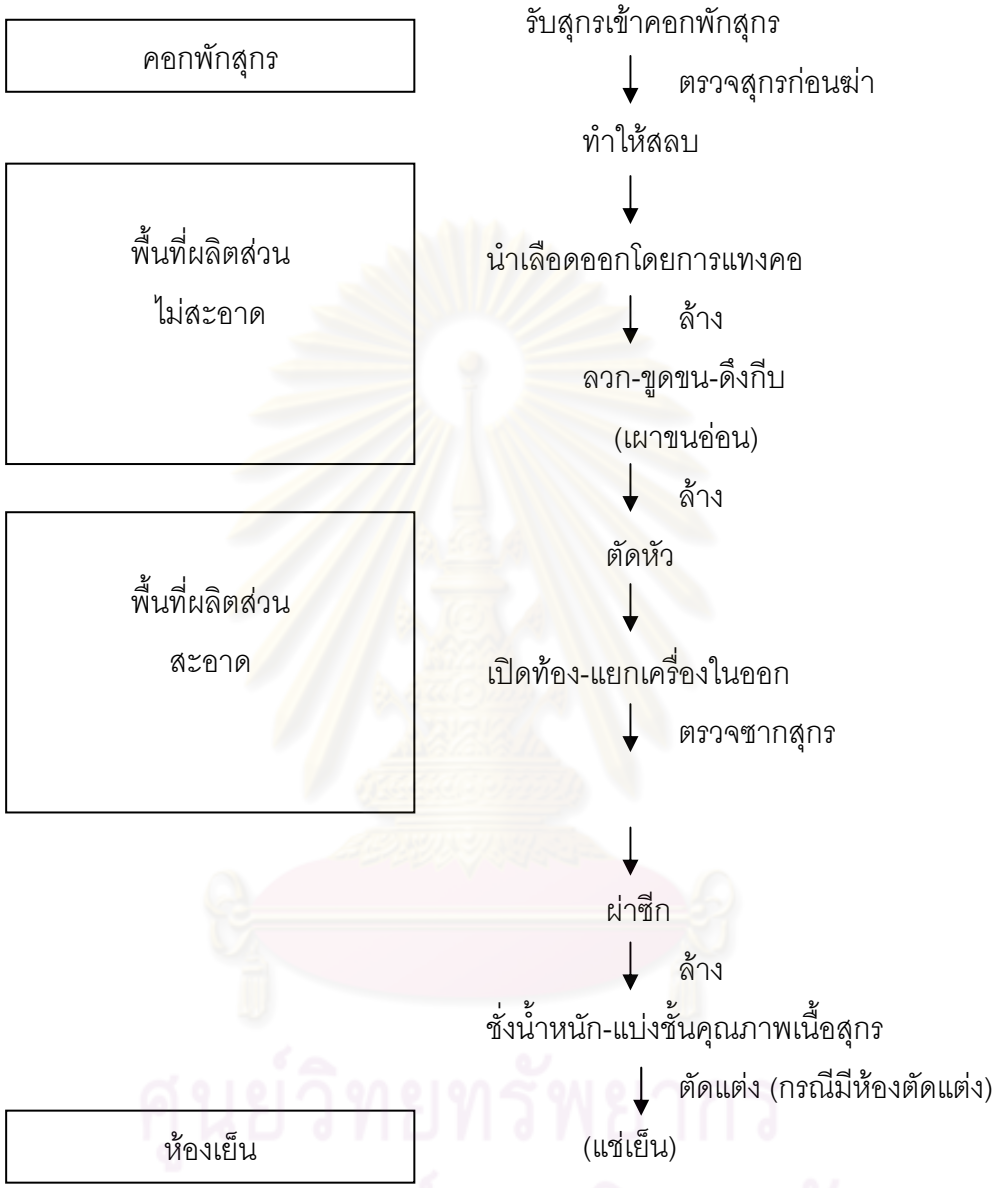
\- = เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 90 ให้ปฏิกิริยาเป็นลบ

d = ให้ปฏิกิริยาแตกต่างกันตามซีโรวาร์ (serovars)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

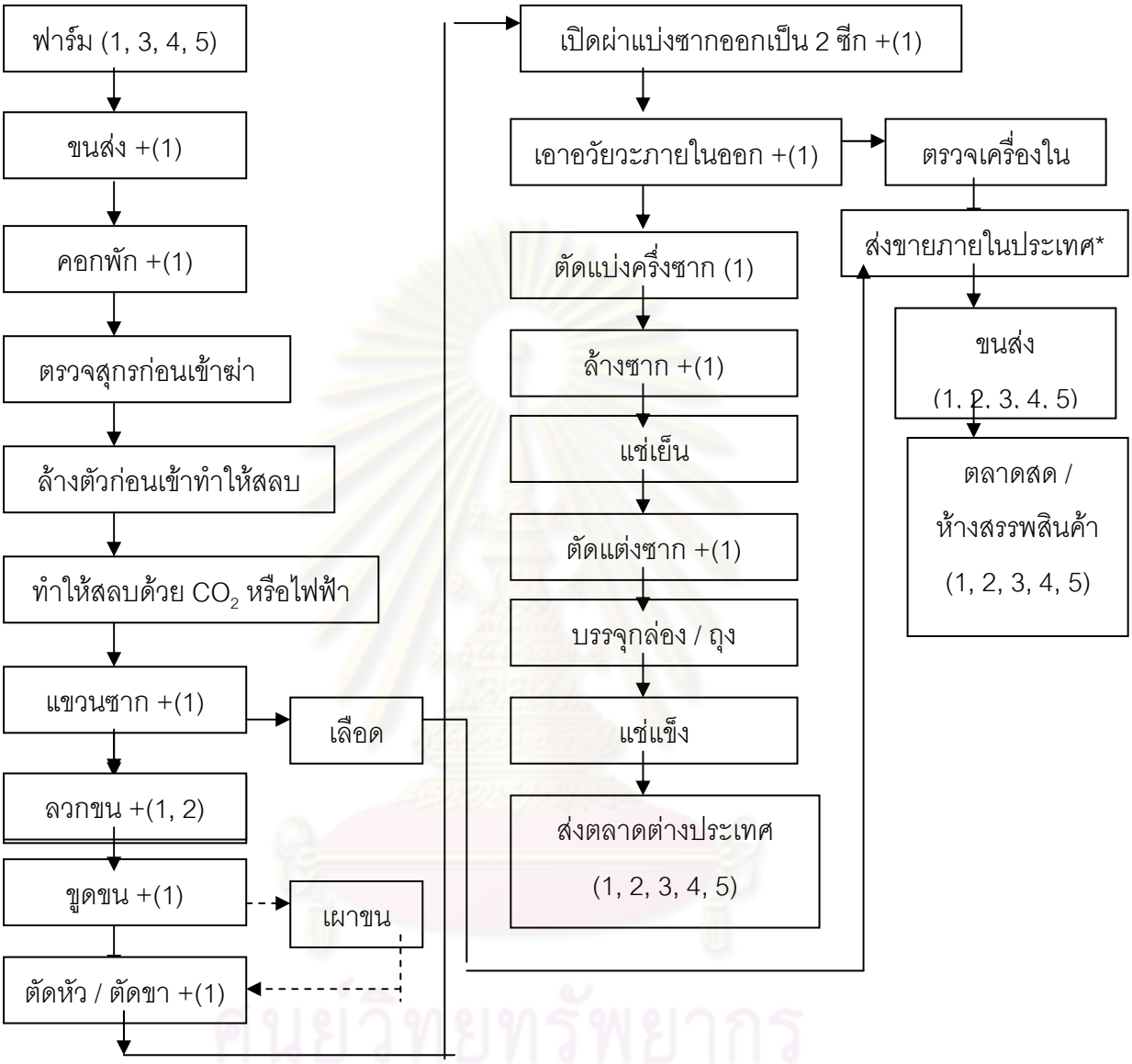
รูปแสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติที่ดีในกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร



หมายเหตุ: ข้อความในวงเล็บ หมายถึง ขั้นตอนที่อาจยกเว้นได้ในกรณีที่จำเป็น หรือเห็นว่าเหมาะสม

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2006

รูปแสดงการปนเปื้อนอันตรายต่างๆ ในกระบวนการผลิตสุกร



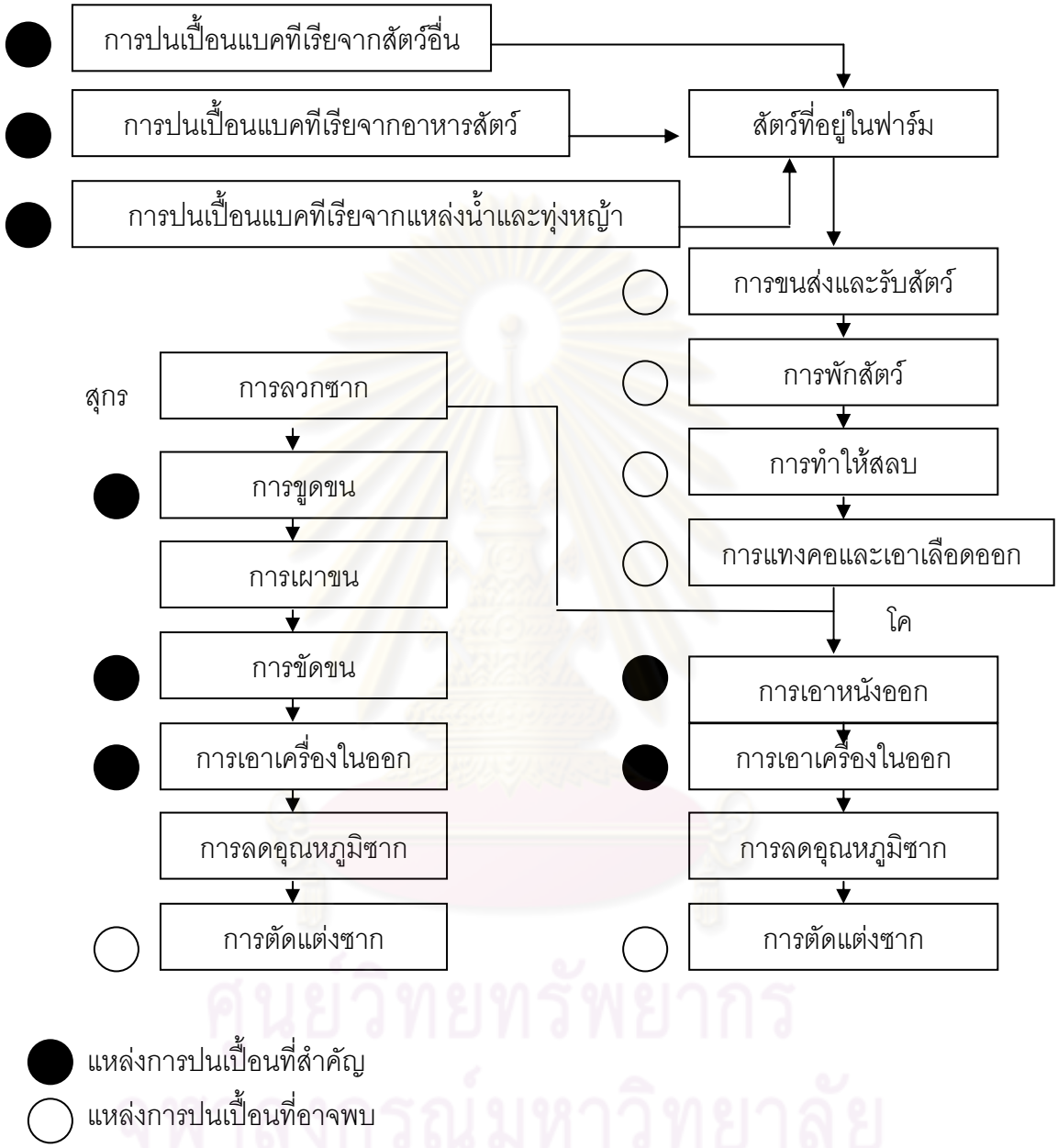
หมายเหตุ: --→ แสดงถึง ขั้นตอนที่อาจแตกต่างกันในแต่ละโรงฆ่าสุกร

ตัวเลข 1, 2, 3, 4 และ 5 ในวงเล็บ แสดงถึง อันตรายจากเชื้อ (1) สิ่งแปลกปลอม (2) ยาต้านจุลชีพตกค้าง (3) สารเคมี (4) และยาฆ่าแมลง (5) เครื่องหมาย + แสดงถึง อันตรายที่เพิ่มขึ้น ณ จุดนั้น เครื่องหมาย * แสดงถึง เครื่องในสดแช่เย็นที่ขายในประเทศ

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2004

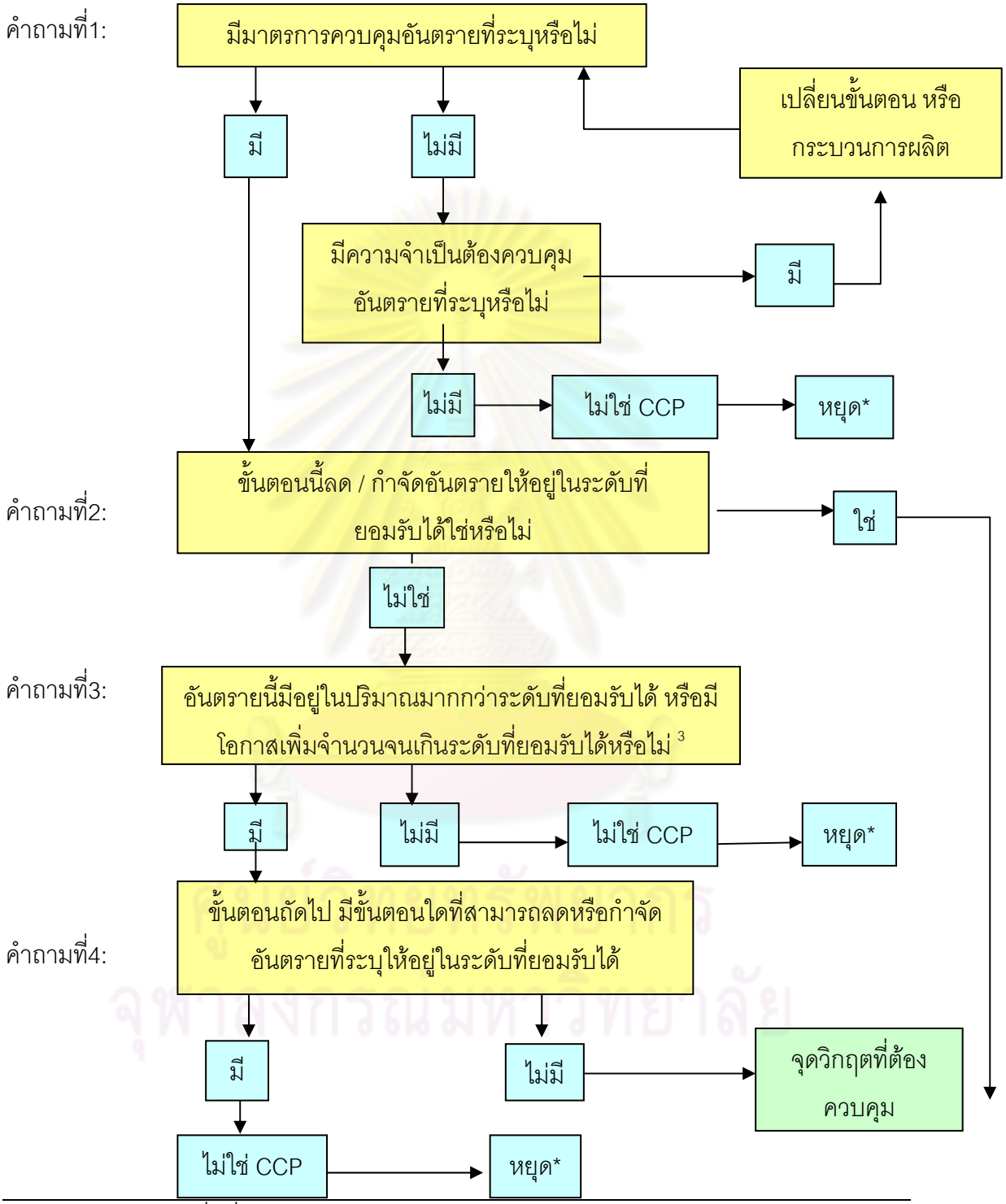
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแสดงแหล่งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตเนื้อสุกรและโค



ที่มา: Smulders and Van Laack, 1992

รูปแสดงผังการตัดสินใจเพื่อกำหนดจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม



* ตรวจสอบอันตรายอื่นที่ระบุไว้ในกระบวนการผลิตต่อไป

[3] ระดับที่ยอมรับได้และไม่ได้ต้องกำหนดไว้ในวัตถุประสงค์รวมในการระบุ CCP ของแผน HACCP

ที่มา: สุวิมล, 2003

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง
    - 1.1 Transport media ชนิด Cary-Blair transport medium
    - 1.2 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร ที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและเติมสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_2\,5H_2O$) ความเข้มข้น ร้อยละ 3 จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ก่อนการทำให้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำปราศจากเชื้อ
    - 1.3 อุปกรณ์ตักน้ำที่ผ่านการล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว
    - 1.4 ถุงพลาสติกชนิดร้อน ขนาด 8x12 นิ้ว
    - 1.5 ถุงดำขนาด 14x25 นิ้ว
    - 1.6 ถุงมือยาง
    - 1.7 ปากกา
    - 1.8 ยางวง
    - 1.9 กล่องโฟม
2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลา
    - 2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง
    - 2.2 ช้อนตักสารเคมี
    - 2.3 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร
    - 2.4 น้ำกลั่น
    - 2.5 แท่งแก้วคนอาหารเลี้ยงเชื้อ
    - 2.6 เครื่องดูดจ่ายสารละลาย (dispenser)
    - 2.7 หลอดทดลองขนาด 17 x 160 มิลลิลิตร
    - 2.8 หลอดทดลองขนาด 13 x 100 มิลลิลิตร
    - 2.9 ขวดเก็บอาหารเลี้ยงเชื้อฝาเกลียวขนาด 500 มิลลิลิตร
    - 2.10 จานอาหารเลี้ยงเชื้อขนาดมาตรฐาน
    - 2.11 ตะแกรงใส่หลอดทดลอง
    - 2.12 ปิเปตอัตโนมัติ (autopipette)
    - 2.13 ลูปเขี่ยเชื้อ (inoculating loop)
    - 2.14 เข็มเขี่ยเชื้อ (inoculating needle)
    - 2.15 เครื่องผสมสาร (vortex mixer)

2.16 ตู้ปราศจากเชื้อ (larminar air flow hood)

2.17 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

2.18 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (incubator) 37 และ 42 องศาเซลเซียส

2.19 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (autoclave)

2.20 ตู้เย็น (refrigerator)

2.21 Buffered Peptone Water (BPW) 10%

2.22 Rappaport and Vassiliadis (RV) broth

2.23 Brilliant Green Agar (BGA)

2.24 Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) agar

2.25 Triple Sugar Iron (TSI) agar

2.26 Motile Indole Lysine (MIL) medium

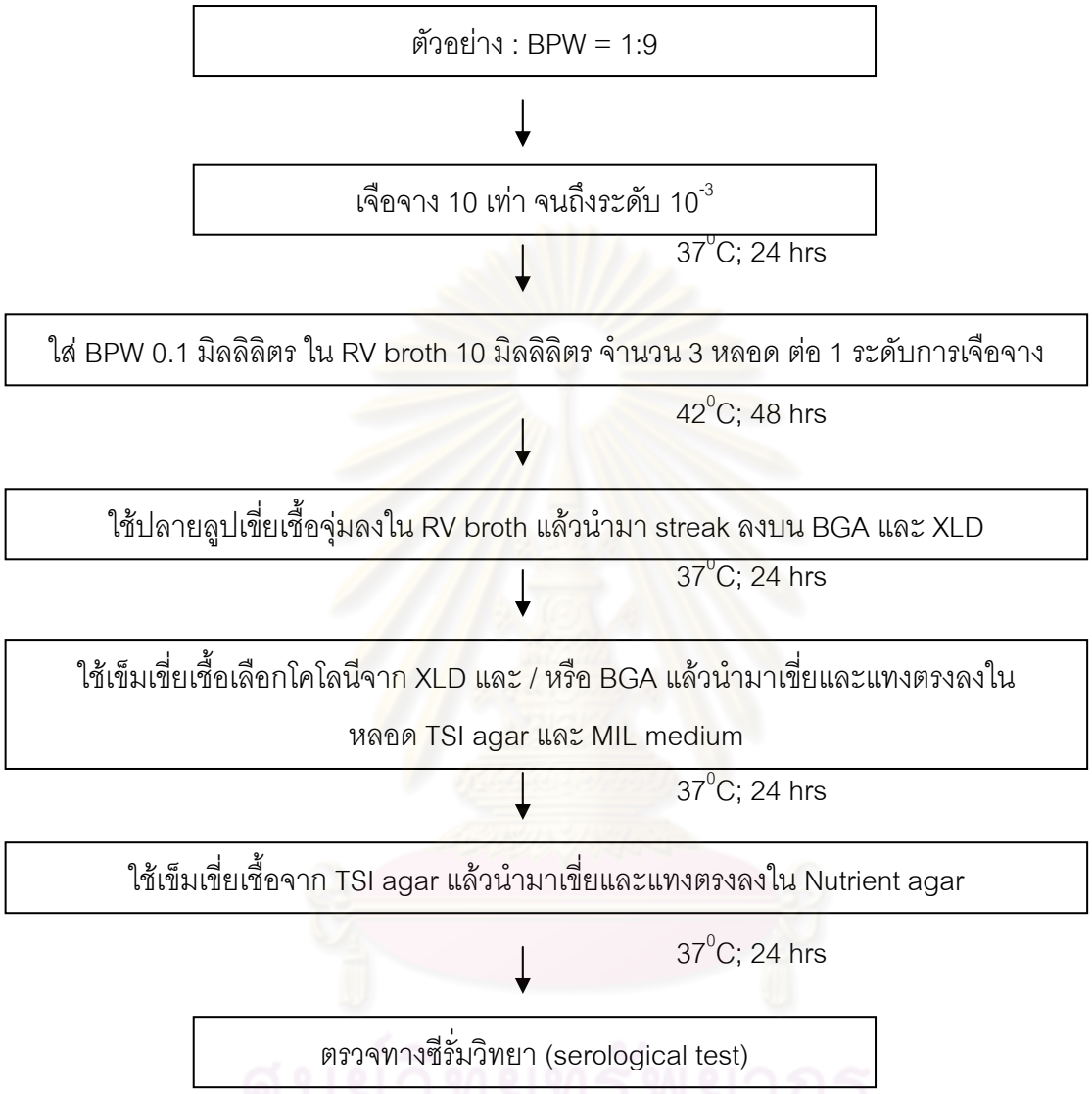
2.27 Kovac's reagent

2.28 Nutrient agar

2.29 กระดาษฟอยด์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแสดงขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ซัลโมเนลลาทางห้องปฏิบัติการ



ที่มา: ISO 2002; ISO 6579: 4th edition 2002

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ข้อมูลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 (n=78)

ขั้นตอน	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (MPN/cm^2)	การปนเปื้อน (%)
ก่อนลวกซาก	<3, <3, <3, <3, 23, 23, 23, 23, 23, 95, 240, 290	66.67
หลังลวกซาก	<3	0
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	<3	0
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3	0
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	<3	0

ข้อมูลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างน้ำใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 1 (n=6)

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (MPN/cc)	การปนเปื้อน (%)
น้ำก่อนใช้ลวกซาก	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0
น้ำในบ่อลวก	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0
น้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0

ข้อมูลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 (n=78)

ขั้นตอน	ปริมาณเชื้อ (MPN/cm^2)	การปนเปื้อน (%)
ก่อนลวกซาก	<3, <3, <3, <3, <3, <3, <3, <3, <3, <3, 9.1, 9.1	16.67
หลังลวกซาก	<3	0
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	<3	0
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3	0
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	<3	0

ข้อมูลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างน้ำใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 2 (n=6)

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (MPN/cc)	การปนเปื้อน (%)
น้ำก่อนใช้ลวกซาก	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0
น้ำในบ่อลวก	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0
น้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0

ข้อมูลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3 (n=78)

ขั้นตอน	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (MPN/cm^2)	การปนเปื้อน (%)
ก่อนลวกซาก	<3, <3, <3, <3, <3, <3, 9.1, 9.1, 23, 23, 23, 23	50.0
หลังลวกซาก	<3	0
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	<3	0
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3	0
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	<3	0

ข้อมูลปริมาณและร้อยละการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างน้ำใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกรแห่งที่ 3 (n=6)

ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (MPN/cc)	การปนเปื้อน (%)
น้ำก่อนใช้ลวกซาก	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0
น้ำในบ่อลวก	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0
น้ำจากหัวพ่นล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<3, <3, <3, <3, <3, <3	0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลแสดงปริมาณ Coliform จากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร

ขั้นตอน	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 1	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 2	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 3
	Coliform (cfu / square inch)		
ก่อนลวกซาก	>15000	>15000	13000
หลังลวกซาก	20	520	180
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	20	70	40
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<10	<10	<10
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	50	<10	20

ข้อมูลแสดงปริมาณ *E.coli* จากตัวอย่าง swab ผิวซากสุกรในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าและชำแหละในโรงงานฆ่าสุกร

ขั้นตอน	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 1	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 2	โรงงานฆ่าสุกร แห่งที่ 3
	E.coli in 5 square inch		
ก่อนลวกซาก	>15000	>15000	>15000
หลังลวกซาก	20	240	100
หลังผ่าซีกเอาเครื่องในออก	10	90	20
หลังล้างน้ำครั้งสุดท้าย	<10	<10	20
หลังแช่เย็นซากข้ามคืน	<10	<10	<10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ตารางการเทียบหาค่าMPN ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % เมื่อใช้ระดับความเจือจางละ 3 หลอด

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

ที่มา: FDA-BAM (1992)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายบัณฑูรย์ ตระการวีระเดช เกิดเมื่อวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2511 จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาสัตวแพทยศาสตรบัณฑิต จากคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ.2536 ปัจจุบันทำงานในธุรกิจเวชภัณฑ์สำหรับสัตว์ ตำแหน่ง ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายวิชาการ แผนกผลิตภัณฑ์สัตว์เศรษฐกิจ บริษัท เมเรียล (ประเทศไทย) จำกัด มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการให้บริการวิชาการด้านผลิตภัณฑ์ยาและวัคซีนที่ใช้ในสัตว์เศรษฐกิจ และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549 ภาคต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย