



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)

ปริญญา

ความปลอดภัยของอาหาร	สัตว์บาล
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าขนาดเล็กจนถึงตลาดสด ในเขตอำเภอกำแพงแสนและดอนตูม จังหวัดนครปฐม <i>Salmonella</i> Contamination in Pig Carcasses from Small Abattoir to Wet Markets in Amphoe Kamphaeng Saen and Don Tum of Nakhon Pathom Province
นามผู้วิจัย	นางสาวนงลักษณ์ บุตรสี
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเจตน์ ชื่นชม, Dr.Med.Vet.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิชา เกษมสุวรรณ, M.Phil.)
หัวหน้าภาควิชา	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อตมามงกุล, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าขนาดเล็กจนถึงตลาดสด
ในเขตอำเภอกำแพงแสนและดอนตูม จังหวัดนครปฐม

Salmonella Contamination in Pig Carcasses from Small Abattoir to Wet Markets in
Amphoe Kamphaeng Saen and Don Tum of Nakhon Pathom Province

โดย

นางสาวนงลักษณ์ บุตรสี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)

พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นงลักษณ์ บุตรสี 2553: การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าขนาดเล็ก
จนถึงตลาดสดในเขตอำเภอกำแพงแสนและดอนตูม จังหวัดนครปฐม
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ความปลอดภัยของอาหาร)
สาขาความปลอดภัยของอาหาร ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุเจตน์ ชื่นชม, Dr.Med.Vet. 109 หน้า

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกร
จากโรงฆ่าขนาดเล็กจนถึงตลาดสดในเขตอำเภอกำแพงแสนและดอนตูมจังหวัดนครปฐม
ศึกษาจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจำนวน 4 แห่ง ที่มีกำลังการผลิตประมาณ 10 ตัวต่อวัน
จากการศึกษาพบเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างลำไส้สุกรเฉลี่ยร้อยละ 56.66 โดยตัวอย่างลำไส้สุกร
จากโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 86.66 ซึ่งสูงกว่าโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบร้อยละ
60.00, 33.33 และ 46.66 ตามลำดับ จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาสามารถจำแนกชนิดของ
เชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 38.24 ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 20.59 และ
ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 41.17 ซีโรวารที่ตรวจพบมากที่สุดในลำไส้ คือ *S. Weltevreden* จากการติดตาม
การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง
จนถึงตลาดสดของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอน
เพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 33.33, 65.00 และ 74.33 ตามลำดับ จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาสามารถ
จำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 11.65 ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ
40.78 และซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 47.57 ซีโรวารที่ตรวจพบมากที่สุดจากทุกขั้นตอน คือ *S. Rissen*
จากการศึกษาครั้งนี้พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้นจากโรงฆ่าสุกรจนถึงตลาดสด
และพบว่าซีโรวารของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการตัดแต่งและที่ตลาดสดมีความหลากหลาย
มากกว่าหลังกระบวนการฆ่า แสดงให้เห็นว่าโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง ไม่มีสุขลักษณะที่ดีในการ
ปฏิบัติงาน

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Nonglak Butsi 2010: *Salmonella* Contamination in Pig Carcasses from Small Abattoir to Wet Markets in Amphoe Kamphaeng Saen and Don Tum of Nakhon Pathom Province. Master of Science (Food Safety), Major Field: Food Safety, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Sujate Chaunchom, Dr.Med.Vet. 109 pages.

The purpose of this research was to monitor contaminations of *Salmonella* spp. in pig carcasses from small abattoir to wet markets in Amphoe Kamphaeng Saen and Don Tum of Nakhon Pathom Province. Four abattoirs were small production size with capacity of approximately 10 pigs per day. The results showed that the prevalence of *Salmonella* spp. in colon samples were 56.66% where the prevalence in abattoir 2 was 86.66% which was higher than abattoir 1, 3 and 4 where the prevalence was 60.00, 33.33 and 46.66% respectively. The *Salmonella* spp. were typed and 3 serogroups, B, C and E were detected in colon samples. The percentages of serogroups B, C and E were 38.24, 20.59 and 41.17% respectively. The most frequent serovar found in colon samples was *S. Weltevreden*. The prevalence of *Salmonella* spp. in carcasses at after the process of slaughtering, cutting and wet markets were 33.33, 65.00 and 74.33% respectively. The *Salmonella* spp. were typed and 3 serogroups, B, C and E were detected. The percentages of serogroups B, C and E were 11.65, 40.78 and 47.57% respectively). The most serovars found in all processing steps was *S. Rissen*. This study reviews that contamination of *Salmonella* spp. in pig carcasses increased upon the process from the abattoir to wet markets and the variation of serovar found after cutting and wet markets were more than after slaughtering. These results showed that four abattoirs had poor hygienic operation.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายสัตวแพทย์ ดร.สุเจตน์ ชื่นชม ประธานกรรมการที่ปรึกษาและ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สัตวแพทย์หญิงสุวิษา เกษมสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ปัญหาในการทำวิจัย ตลอดจนตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นายสนามชัย หุ่นดี ปุสศัตว์อำเภอกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อโรงฆ่าสุกร ขอขอบคุณเจ้าของผู้ประกอบการ โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งภาคีวิชาชีพสัตวแพทย์สาธารณสุขศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ และเป็นທີ່ปรึกษาที่ดีในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ มาด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อบุญเที่ยงและคุณแม่อร่ามศรี บุตรสี ที่ได้เลี้ยงเห็นคุณค่าในการศึกษาของข้าพเจ้า ให้ความกรุณาส่งเสริมสนับสนุนทุนการศึกษาและให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา บูรพาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ด้านต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้าตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุณค่า และประโยชน์จากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นงลักษณ์ บุตรสี

มีนาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการ	33
ผลและวิจารณ์	42
สรุปและข้อเสนอแนะ	83
สรุป	83
ข้อเสนอแนะ	86
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ภาคผนวก	100
ภาคผนวก ก แสดงขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่งและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร	101
ภาคผนวก ข แสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนและซีโรวาร์ของเชื้อ ซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาด จำหน่าย	104
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	109

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะทางชีวเคมีของเชื้อซัลโมเนลลา	5
2	การจัดแบ่งสปีชีส์และซับสปีชีส์ของซัลโมเนลลา	6
3	ผลการตรวจยืนยันจำนวนทั้งหมดของเชื้อซัลโมเนลลาและซิจิเอลล่าที่พบในประเทศไทยปี 2006	11
4	ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา 10 อันดับ ที่แยกได้จากมนุษย์ในประเทศไทยปี 2006	12
5	ซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาที่พบในคนและสัตว์	13
6	ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา 10 อันดับ ที่แยกได้จากสัตว์ในประเทศไทยปี 2006	14
7	ขั้นตอนการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธีแบบมาตรฐานและอาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนต่างๆ	31
8	สรุปการแปลผล TSI tests	38
9	ความแตกต่างของจำนวนสุกรที่เข้าฆ่า แหล่งของสุกร อุณหภูมิ น้ำ ลวกซาก วัสดุบรรจุ น้ำ ลวกซาก วัสดุเยียงตัดแต่งซากสุกร การแบ่งสัดส่วนห้องทำงาน จำนวนคนงานในโรงฆ่า และระยะเวลาจากโรงฆ่าถึงตลาดของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง	54
10	จำนวนตัวอย่างและร้อยละที่พบของเชื้อซัลโมเนลลาจากลำไส้สุกรจาก โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง	56
11	จำนวนตัวอย่างและร้อยละที่พบของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร	58
12	จำนวนตัวอย่าง และร้อยละการพบเชื้อซัลโมเนลลาจากขั้นตอนต่างๆที่พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรตัวเดิม	61
13	จำนวนตัวอย่าง ร้อยละที่พบซีโรกรุปและซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจาก ลำไส้สุกรหลังการฆ่า หลังการตัดแต่ง และตลาดสด จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	เปรียบเทียบการพบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างลำไส้สุกร หลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	67
15	สรุปการพบเชื้อซัลโมเนลลาระดับซีโรวาร์ที่พบตรงกันในขั้นตอนต่างๆจาก ซากสุกรตัวเดิม	69
16	ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนของ โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	76
17	ความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกร หลังกระบวนการฆ่าและตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร	78
18	ความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรในกลุ่มที่ไม่พบและพบเชื้อซัลโมเนลลา	79
19	การเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ตามการจัดระดับโรงฆ่าของกรมปศุสัตว์ เปรียบเทียบกับมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเรื่อง การปฏิบัติที่ดี สำหรับโรงฆ่าสุกร	81
ตารางผนวกที่		
ข1	การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 1	105
ข2	การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 2	106
ข3	การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 3	107
ข4	การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 4	108

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกรตามมาตรฐานสินค้าเกษตร และ อาหารแห่งชาติ (มกอช. 9009-2549)	28
2	ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา	40
3	ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึง การจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 1	43
4	ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึง การจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 2	46
5	ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึง การจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 3	49
6	ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึง การจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 4	52
7	เปรียบเทียบจำนวนร้อยละที่พบเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่าหลัง กระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	59
8	อุณหภูมิของเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	74
9	อุณหภูมิของเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	74
10	ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	75
11	ความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง	75
ภาพผนวกที่		
ก1	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างลำไส้สุกร	102
ก2	ขั้นตอนการ swab ซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า	102
ก3	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง	103
ก4	ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดสด	103

การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าขนาดเล็จนถึงตลาดสด
ในเขตอำเภอกำแพงแสนและดอนตูม จังหวัดนครปฐม

Salmonella Contamination in Pig Carcasses from Small Abattoir to
Wet Markets in Amphoe Kamphaeng Saen and Don Tum of
Nakhon Pathom Province

คำนำ

การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ในอาหารก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า ซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษขึ้นทั่วโลก (FAO /WHO, 2002) ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ติดเชื้อซัลโมเนลลาถึงปีละ 40,000 คนและสาเหตุการติดเชื้อดังกล่าวเกิดจากการบริโภคอาหารถึงร้อยละ 98 (Mead *et al.*, 1999) Thorns (2000) ได้ทำการรวบรวมอัตราการเกิดโรคซัลโมเนลโลซิสต่อประชากร 100,000 คน พบว่าในปี 1997 ในประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เนเธอร์แลนด์ และเยอรมัน มีผู้ป่วยด้วยโรคซัลโมเนลโลซิส 94, 38, 73, 16 และ 120 ราย ตามลำดับ Frenzen *et al.* (1999) รายงานว่าในแต่ละปีประเทศสหรัฐอเมริกามีผู้ป่วยด้วยโรคซัลโมเนลโลซิส 1.4 ล้านราย ซึ่งจำนวน 16,430 ราย ต้องนอนพักรักษาในโรงพยาบาล และเสียชีวิต 582 รายและต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายสำหรับการรักษาและไม่สามารถทำงานได้รวมเป็นเงินปีละ 2,329 ล้านดอลลาร์สหรัฐ ในประเทศไทยพบว่าเชื้อซัลโมเนลลาเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขและมีรายงานว่าพบเชื้อซัลโมเนลลาในเด็กที่มีอาการท้องเสียสูงถึงร้อยละ 13 (Varavithya *et al.*, 1990) เกือบเท่ากับผู้ใหญ่ซึ่งมีอุบัติการณ์ประมาณร้อยละ 15 (Hansen *et al.*, 2002) จากการสำรวจของกรมควบคุมโรคในช่วงปี 2540-2546 พบว่าประเทศไทยมีอุบัติการณ์ติดเชื้อซัลโมเนลลา 64 รายต่อหนึ่งแสนประชากร และในปี 2546 ซึ่งยังไม่มีความโน้มที่จะลดลง (กรมควบคุมโรค, 2546) ในปี 2551 สำนักระบาดวิทยา รายงานว่าพบผู้ป่วยโรคไข้เอนเทอริก จำนวน 7,388 ราย อัตราป่วย 11.69 ต่อประชากรแสนคน โดยเป็นไข้ไทฟอยด์ ร้อยละ 52.87 (3,906 ราย) ไข้พาราไทฟอยด์ร้อยละ 4.57 (338 ราย) และ Unspecified enteric fever ร้อยละ 42.56 (3,144 ราย) (สำนักระบาดวิทยา, 2551) เนื่องจากเชื้อซัลโมเนลลา สามารถพบได้ในสัตว์มีชีวิตและในสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยงสัตว์ จึงทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรได้ในทุกขั้นตอนของห่วงโซ่การผลิตสุกร ตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงสุกร ผ่านการขนส่งไปจนถึง โรงฆ่าสุกรและผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น การแทงคอ การลอกซากการชูดขน

การเปิดซอก การตัดแต่ง จนถึงสถานที่จำหน่ายเนื้อสุกร เป็นต้น จากรายงานการเฝ้าระวังการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรเพื่อการบริโภคภายในประเทศไทยปี 2548 พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรสูงถึงร้อยละ 23.72 (สุปราณี, 2549)

เนื่องจากการผลิตสุกรในประเทศไทยเป็นการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศเป็นหลัก ถึงร้อยละ 98-99 มีการส่งออกเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 1-2 ของตลาดเนื้อสุกร การส่งออกเนื้อสุกรมี 2 ประเภท คือ เนื้อสุกรสดแช่เย็น และเนื้อสุกรแปรรูปปรุงสุก ในปัจจุบันตลาดเนื้อสุกรมีการแข่งขัน และการกีดกันทางการค้าในระดับสูง ประเด็นที่นำมาเป็นข้ออ้างในการกีดกันทางการค้า คือ เรื่องความปลอดภัยของอาหารรัฐบาลไทยจึงกำหนดให้มีมาตรการควบคุมการผลิตในระดับฟาร์ม โรงฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตเนื้อสัตว์ จนถึงสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ รวมทั้งการกำหนดมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของเนื้อสุกรให้ได้มาตรฐานตามที่กรมปศุสัตว์กำหนด เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค แต่เนื้อสุกรที่ผลิตได้ส่วนใหญ่มาจากกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน สมบัติและคณะ (2548) พบว่าโรงฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่ในประเทศ ร้อยละ 90.2 เป็นโรงฆ่าสัตว์ขนาดเล็กทำการฆ่าสัตว์ 1-50 ตัวต่อวัน และร้อยละ 63.3 ไม่มีพนักงานตรวจโรคสัตว์ โรงฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่เป็นโรงฆ่าสัตว์ที่ยังรอใบอนุญาตตั้งโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ และการฆ่าสัตว์ โรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้มาตรฐานอาจเป็นจุดสำคัญที่ทำให้การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น

โรงฆ่าสัตว์เป็นสถานที่ฆ่าสัตว์ และผลิตเนื้อสัตว์ที่มีความสำคัญ ซึ่งต้องมีโครงสร้างของโรงฆ่าสัตว์ อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตที่เหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนเนื้อสัตว์และมีกระบวนการฆ่าสัตว์ที่ถูกสุขอนามัย รวมทั้งการจัดการสุขาภิบาลที่ดี ทำให้เนื้อสัตว์ที่ผลิตจากโรงฆ่าสัตว์สะอาด และปลอดภัยต่อการบริโภค ดังนั้น ขบวนการฆ่าสัตว์ การตัดแต่งจนถึงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อจึงต้องดำเนินการอย่างถูกสุขลักษณะ และได้รับการเอาใจใส่และให้ความสำคัญมากขึ้น ดังนั้นจึงควรดูแลความปลอดภัยของการผลิตตลอดห่วงโซ่อาหาร เพื่อให้ทราบถึงสถานะความปลอดภัยของอาหารสำหรับผู้บริโภคภายในประเทศ จึงควรศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าขนาดเล็กจนถึงตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร เพื่อประเมินถึงอันตรายของเชื้อซัลโมเนลลาต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก รวมถึงการปรับปรุงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดให้ได้มาตรฐานและความปลอดภัยต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก
ในขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงขั้นตอนการจำหน่ายที่ตลาดสด
2. เพื่อจำแนกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กในขั้นตอน
หลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงขั้นตอนการจำหน่ายที่ตลาดสด



การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของเชื้อซัลโมเนลลา

ซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียที่จัดอยู่ในตระกูล Enterobacteriaceae รูปท่อนสั้น มีขนาดกว้าง 0.5-0.7 ไมโครเมตร ยาว 2-3 ไมโครเมตร (Davis *et al.*, 1968) ไม่สามารถสร้างสปอร์ย้อมติดสีแกรมลบ การเคลื่อนที่อาศัยแฟลกเจลลาที่มีอยู่รอบเซลล์ (Banwart, 1979) สามารถหมักน้ำตาลกลูโคส และให้แก๊ส สามารถสร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ พร้อมทั้งสร้างกรดจากน้ำตาลกลูโคส แมนนิทอล มอลโตส และซอร์บิทอล ในขณะที่ไม่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตส และซูโครส ทดสอบ Oxidase ให้ผลลบ และให้ผลบวกสำหรับการทดสอบ Catalase พบได้ทั่วไปในทางเดินอาหาร และของเสียจากการขับถ่ายของสัตว์เลือดอุ่น (Tartakow and Vorperian, 1981) สามารถเจริญได้ในอาหารทั่วไป สามารถเจริญได้ทั้งในสภาพมีและไม่มีออกซิเจน และสภาวะแวดล้อมมีผลต่อการอยู่รอด การตาย รวมถึงการเจริญของซัลโมเนลลา การควบคุมสภาวะแวดล้อม เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าออกเตอร้อแอคทีวิตีในอาหาร (a_w) หรือปัจจัยหลายอย่างรวมกัน สามารถควบคุมการเจริญ และเก็บรักษาอาหารให้ปลอดภัยจากซัลโมเนลลาได้ในอุตสาหกรรมอาหาร (Robinson *et al.*, 2000)

ซัลโมเนลลาเจริญได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 4.0-9.0 และระดับความเป็นกรด-ด่างต่ำสุดที่สามารถเจริญได้อยู่ในช่วง 3.9-4.3 (Jay, 1970, 1992, 1996) แต่บางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างสูงถึง 9.5 และอาจต่ำถึง 4.05 สำหรับบางสายพันธุ์ สำหรับค่า a_w ที่เหมาะสมกับการเจริญอยู่ประมาณ 0.999-0.995 ในอาหารที่มีความชื้นต่ำ เช่น เนยถั่ว ซ็อกโกเลต หากมีการปนเปื้อนด้วยซัลโมเนลลา พบว่าเซลล์สามารถรอดชีวิตได้นานเกิน 30 วัน นอกจากนั้นการเติม โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 3.0-4.0 เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาอาหารสามารถยับยั้งการเจริญของซัลโมเนลลาได้ (Robinson *et al.*, 2000)

สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญอยู่ในช่วง 35-37 องศาเซลเซียส ซึ่งขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของซัลโมเนลลาสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิกว้าง คือ 5-47 องศาเซลเซียส ซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียที่ไม่ทนความร้อนสามารถถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ภายใน 15-20 นาที และแบคทีเรียชนิดนี้ไม่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส (Tartakow and Vorperian, 1981) ซัลโมเนลลาบางสายพันธุ์สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 48

องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมินี้เอง เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการกลายพันธุ์ของสายพันธุ์ปกติ ในสภาวะที่อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ซัลโมเนลลาเจริญได้ ซัลโมเนลลาจะตายอย่างรวดเร็ว เซลล์มักจะถูกทำลายได้อย่างรวดเร็วโดยกระบวนการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน อย่างไรก็ตามในอาหารที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง ค่า a_w ของอาหารจะช่วยป้องกันเซลล์จากการถูกทำลายได้ (Robinson *et al.*, 2000)

จากคุณลักษณะที่หลากหลายสามารถจำแนกเชื้อซัลโมเนลลาได้ตามคุณสมบัติทางชีวเคมีของเชื้อซัลโมเนลลา (Bell and Kyriakides, 2002) แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะทางชีวเคมีของเชื้อซัลโมเนลลา

การทดสอบทางชีวเคมี	ผลการทดสอบ
Catalase	+
Oxidase	-
Acid produced from lactose	-
Gas produced from glucose	+
Indole	-
Urease produced	-
Hydrogen sulphide produce from triple-sugar iron agar	+
Citrate utilized as sole carbon source*	+
Methyl red	+
Voges-Proskauer	-
Lysine decarboxylase	+
Ornithine decarboxylase	+

+ หมายถึง ให้ผลบวกต่อการทดสอบ

- หมายถึง ให้ผลลบต่อการทดสอบ

* หมายถึง *S. Typhi* ให้ผลลบต่อการทดสอบนี้

ที่มา: Bell and Kyriakides (2002)

2. การจัดแบ่งและการเรียกชื่อซัลโมเนลลา

ซัลโมเนลลามีจำนวนมากหลายชนิด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการจัดแบ่งและการเรียกชื่อซัลโมเนลลาที่เหมาะสมเพื่อลดความสับสนในการสื่อสารข้อมูล ปัจจุบันกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยอมรับและนิยมใช้วิธีการจัดแบ่งและเรียกชื่อซัลโมเนลลาตามองค์การอนามัยโลก หรือ World Health Organization (WHO) Collaborating Center of Reference and Research on *Salmonella* (Institute Pasteur, Paris) (ศุภชัย, 2549) ดังนี้

2.1 การจัดแบ่งตามคุณสมบัติทางชีวเคมี (Biochemical test)

ซัลโมเนลลาที่แบ่งตามคุณสมบัติทางชีวเคมีมี 2 สปีชีส์ (species) คือ *Salmonella enterica* มี 6 ซับสปีชีส์ (subspecies) ประกอบด้วย 2,443 ซีโรวาร์ (serovars) และ *Salmonella bongori* มีจำนวน 20 ซีโรวาร์ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดแบ่งสปีชีส์และซับสปีชีส์ของซัลโมเนลลา

สปีชีส์และซับสปีชีส์ของซัลโมเนลลา	จำนวนซีโรวาร์
<i>Salmonella enterica</i>	
- <i>S. enterica</i> subspecies <i>enterica</i>	1,454
- <i>S. enterica</i> subspecies <i>salamae</i>	489
- <i>S. enterica</i> subspecies <i>arizonae</i>	94
- <i>S. enterica</i> subspecies <i>diarizonae</i>	324
- <i>S. enterica</i> subspecies <i>houtenae</i>	70
- <i>S. enterica</i> subspecies <i>indica</i>	12
<i>Salmonella bongori</i>	20

ที่มา: Brenner *et al.* (2000)

2.2 การจัดแบ่งตามคุณสมบัติทางเซรุ่มวิทยา (Serology test)

ปัจจุบันการจัดแบ่งเชื้อซัลโมเนลลามักจะระบุชื่อโรวาร์ที่เฉพาะเจาะจง โดยอาศัยหลักการตกตะกอน (agglutination) ของโปรตีนจากแอนติเจน (antigen) บนเซลล์ของเชื้อซัลโมเนลลาด้วยแอนติบอดี (antibodies) ที่มีความสัมพันธ์กัน ลักษณะที่แตกต่างกันของแอนติเจนแยกโดยการทดสอบเซรุ่มวิทยา ซึ่งแบ่งได้ 3 ชนิด (อรุณ, 2540) ดังนี้

1) โอ แอนติเจน หรือโซมาติก แอนติเจน (O or somatic antigen) เป็นแอนติเจนที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ ประกอบด้วยสารประเภทโพลีแซคคาไรด์ โปรตีน และฟอสโฟลิปิด มีคุณสมบัติ คือ สามารถทนความร้อนที่ 100 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 2 ชั่วโมง 30 นาที ทนต่อเอธิลแอลกอฮอล์เข้มข้น 95% ทนต่อกรดเจือจาง ปฏิกริยาของโอแอนติเจนกับแอนติซีรัมจำเพาะจะมีลักษณะเป็น granular Kauffman-White Schema จึงแบ่งกลุ่มของโอแอนติเจน โดยใช้ชื่อเป็นเลขอาราบิก โดยเริ่มจากกลุ่ม A1, 2, 12 ไปจนถึง Z ซึ่งตรงกับกลุ่มโอ 50 ต่อจากนั้นระบุเป็นกลุ่มโอ 51 เรื่อยไป ปัจจุบันพบว่ามีการแบ่งจนถึงกลุ่มโอ 67

2) เอช แอนติเจน หรือ แฟล็กเจลลา แอนติเจน (H or flagella antigen) เป็นส่วนประกอบของสารประเภทโปรตีน มีคุณสมบัติ คือ ถูกทำลายได้ด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ถูกทำลายด้วยแอลกอฮอล์ และกรด ปฏิกริยาของเอช แอนติเจนกับแอนติซีรัมที่จำเพาะ จะมีลักษณะเป็น floccular salmonellae ส่วนมากจะมี เอช-แอนติเจน 2 เฟส ได้แก่ เฟส 1 หรือ เฟสจำเพาะ (specific phase) และเฟส 2 หรือเฟสไม่จำเพาะ (non specific phase) ตัวอย่างของซีโรวาร์ที่มีเอช แอนติเจนเพียงเฟสเดียวที่สำคัญ ได้แก่ *S. Paratyphi A*, *S. Typhi*, *S. Derby*, *S. Enteritidis*, *S. Dublin* ส่วนซีโรวาร์ที่ไม่มีเอช แอนติเจน ได้แก่ *S. Gallinarum*

3) วีไอ แอนติเจน (Vi antigen) เป็นแอนติเจนที่คลุมอยู่รอบนอกโอแอนติเจน คุณสมบัติวีไอแอนติเจน คือ ถูกทำลายเมื่อได้รับความร้อน กรด หรือฟีนอล (phenol) โดยปกติซัลโมเนลลาที่มี วีไอ แอนติเจน จะทำให้เกิดอาการของโรครุนแรงกว่าเชื้อที่ไม่มีวีไอแอนติเจน ซัลโมเนลลาที่มีวีไอแอนติเจน ได้แก่ *S. Typhi*, *S. Paratyphi*, *S. Dublin*

โดยลักษณะบนผิวเซลล์ (O antigens) ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาถูกจำแนกออกเป็นซีโรกรุปต่างๆ โดยอาศัยการตกตะกอน กับแอนติบอดีที่มีความสัมพันธ์กัน ยกตัวอย่างเชื้อซัลโมเนลลาบางซีโรวารที่อยู่ในซีโรกรุปต่างๆ (WHO, 2001a) ดังนี้

Serogroup A- *S. Paratyphi* A

Serogroup B- *S. Paratyphi* B, *Typhimurium*

Serogroup C1- *S. Paratyphi* C, *S. Choleraesuis*

Serogroup C2-C3- *S. Utah*, *S. Paris*

Serogroup D- *S. Typhi*, *S. Enteritidis*

Serogroup E- *S. Anatum*, *S. London*

2.3 การจัดแบ่งตามหลักระบาดวิทยา (Epidemiology) และการเกิดโรค

นักวิทยาศาสตร์ยังจัดแบ่งซัลโมเนลลาตามหลักการระบาดวิทยา (Epidemiology) และการเกิดโรคเป็น 3 กลุ่ม (ศุภชัย, 2549) ดังนี้

1) กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรค Enteric fever อาศัยคนเป็นโฮสต์เพียงอย่างเดียว จึงก่อโรคเฉพาะในคนเท่านั้น ประกอบด้วย *S. Typhi* ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ (Typhoid fever) *S. Paratyphi* A และ *S. Paratyphi* C ทำให้เกิดโรคไข้รากสาดน้อย (Paratyphoid fever) อาการของโรคไทฟอยด์จะรุนแรงและยาวนานกว่าอาการของโรคไข้รากสาดน้อย บางครั้งสามารถแยก *S. Typhi* ได้จากเลือดหรือปัสสาวะได้ด้วย

2) กลุ่มที่ปรับตัวเข้ากับชนิดของโฮสต์ (Host-adapted serovars) เป็นกลุ่มของซัลโมเนลลาที่โดยปกติแล้วจะพบจำเพาะในสัตว์แต่ละชนิด เช่น *S. Abortus-ovine* พบในแกะ *S. Pullorum* และ *S. Gallinarum* พบในไก่ *S. Dublin* พบในวัว *S. Abortus-equi* พบในม้า *S. Choleraesuis* พบในสุกร

3) กลุ่มที่มีได้จำเพาะต่อชนิดของโฮสต์ (Unadapted serovars) เป็นกลุ่มของซัลโมเนลลาที่ก่อให้เกิดโรคทางเดินอาหารอักเสบ เช่น *S. Typhimurium* และ *S. Enteritidis* สามารถมีชีวิตอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ เชื้อซัลโมเนลลาในกลุ่มนี้จึงสามารถแพร่กระจายไปในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ อุปกรณณ์ เครื่องมือ หรือแม้กระทั่งคนหรือตัวสัตว์ได้ สามารถแพร่กระจายใน

ห่วงโซ่อาหารได้อย่างกว้างขวาง ก่อให้เกิดปัญหาใหญ่ในการควบคุมอุบัติการณ์ของโรคที่เกิดจากซัลโมเนลลาในอาหาร และทำให้เกิดอาการของโรคอาหารเป็นพิษที่เรียกว่า ซัลโมเนลโลซิส (salmonellosis)

2.4 อาการของผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อซัลโมเนลลา

อาการผู้ป่วยที่ได้รับเชื้อซัลโมเนลลามีอาการจำแนกได้เป็น 3 แบบ (ICMSF, 1996) ดังนี้

1) อาการของระบบทางเดินอาหาร (Gastroenteritis) โดยทั่วไปเกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาที่ไม่เลือกโฮสต์ ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ช่วงระยะเวลาฟักตัวของโรคอยู่ระหว่าง 5 ชั่วโมง ถึง 5 วัน แต่ปกติสัญญาณบอกอาการของโรคมักเริ่มขึ้นประมาณ 12-36 ชั่วโมงหลังจากได้รับเชื้อ ในกรณีที่ได้รับเชื้อเป็นจำนวนมาก อาการจะปรากฏขึ้นเร็วกว่าปกติหรือถ้าบุคคลไวต่อเชื้อมากเป็นพิเศษอาการก็จะปรากฏเร็วขึ้นกว่าปกติด้วย อาการของผู้ป่วยประกอบด้วย ท้องเดิน คลื่นไส้ ปวดท้อง ไข้สูงปานกลาง หนาวสั่น อาการท้องร่วงจะรุนแรงต่างกันตามลักษณะการถ่ายอุจจาระ เช่น อุจจาระอาจมีลักษณะเหลวคล้ายน้ำซุ้ปผัก จนถึงการถ่ายเป็นน้ำและเกิดอาการขาดน้ำขึ้น (dehydration) ในบางครั้งผู้ป่วยอาจอาเจียน อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร ปวดศีรษะ กระสับกระส่าย โดยทั่วไปอาการดังกล่าวจะปรากฏอยู่นาน 2-5 วัน ถ้านำสิ่งขับถ่ายของผู้ป่วยไปตรวจวิเคราะห์ ในช่วงนี้มักจะพบเชื้อ ซัลโมเนลลาเป็นจำนวนมาก เมื่อเวลาผ่านไปจำนวนของเชื้อซัลโมเนลลาลดลง แต่ผู้ป่วยบางรายอาจขับถ่ายเชื้อซัลโมเนลลาที่ไม่ใช่ไทฟอยด์หลังจากนี้ไปแล้วอีก 3 เดือน ก็เป็นไปได้

2) อาการไข้ไทฟอยด์ (Enteric fever) เกิดเนื่องจากเชื้อ *S. Typhi*, *S. Paratyphi B* (*S. Schottmuelleri*) และ *S. Paratyphi C* (*S. Hirschfeldii*) ส่วนเชื้อ *S. Typhimurium* นั้นมีรายงานว่า เป็นเชื้อไข้ไทฟอยด์อยู่ระหว่าง 7-28 วัน (ขึ้นอยู่กับปริมาณของเชื้อที่ได้รับ) เฉลี่ยประมาณ 14 วัน ผู้ป่วยมีอาการไม่สบาย ปวดศีรษะ ไข้ขึ้นสูงมากและทรงอยู่หลายวัน ปวดท้องและปวดเมื่อยตามร่างกาย อ่อนเพลีย ถ่ายอุจจาระมีลักษณะเหลวคล้ายน้ำอ้วก หรือเหลวเป็นน้ำ นอกจากนี้ยังมีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ไอ มีเหงื่อออกตามตัว หนาวสั่นและเบื่ออาหาร มีจุดแดงตามลำตัว แผ่นหลังและหน้าอก หัวใจเต้นช้าและอ่อน ท้องบวม น้ำ ม้ามโต บางครั้งมีเลือดออกจากช่องท้องหรือจมูกด้วย ผู้ป่วยอาจหมดความรู้สึกอาการทุเลาช้า (ประมาณ 1-8 สัปดาห์) และบางครั้งผู้ป่วยอาจเป็นพาหะของโรคไปอีกหลายเดือนหรือเป็นปีก็ได้ ในกรณีนี้มักพบเชื้อซัลโมเนลลาในอุจจาระ

3) อาการติดเชื้อในกระแสโลหิต (Bacteremia/Septicemia) เกิดจากเชื้อซัลโมเนลลาเข้าไปในกระแสโลหิต สืบเนื่องจากเชื้อฟักตัวในลำไส้เล็กแล้วเข้าสู่กระแสโลหิต ผู้ป่วยอาจมีไข้สูง ปวดหลัง ปวดท้อง และเจ็บหน้าอก หนาวสั่น เหงื่อออกตามลำตัว ไม่สบาย เบื่ออาหาร น้ำหนักลด อาการที่เกิดขึ้นอาจเป็นแบบสั้นๆ หรือเป็นเรื้อรังก็ได้ เชื้อซัลโมเนลลาที่เป็นสาเหตุรวมถึง *S. Typhi*, *S. Choleraesuis* และ *S. Dublin* เชื้อซัลโมเนลลาจากกระแสโลหิตอาจเข้าไปอยู่ตามอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

3. การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลา

แหล่งที่อยู่อาศัยลำดับแรกของเชื้อซัลโมเนลลา คือ ลำไส้ของสัตว์ เช่น สัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลี้ยง มนุษย์รวมทั้งแมลง แต่บางทีอาจพบเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ตามร่างกายของมนุษย์และสัตว์ก็เป็นได้ จากลำไส้แบคทีเรียออกมาทางอุจจาระ อาศัยสัตว์ แมลง และน้ำแพร่กระจายไป เข้าสู่สิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ ปุ๋ย ซากสัตว์เน่าเปื่อย วนเวียนเข้าสู่วงจรของห่วงโซ่อาหาร สู่ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์ วนเวียนเป็นวัฏจักรเช่นนี้เรื่อยไป (สุเมธธา, 2545) จากจากรายงานของ Center of Disease Control and Prevention (CDC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 2003 พบซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุด 5 อันดับ ได้แก่ *S. Typhimurium* ร้อยละ 19.7, *S. Enteritidis* ร้อยละ 4.5, *S. Newport* ร้อยละ 11.5, *S. Heidelberg* ร้อยละ 5.4 และ *S. Javiana* ร้อยละ 4.9 (Anonymous, 2004b) ในทำนองเดียวกับ WHO (2006) รายงานการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาทั่วโลกที่แยกได้จากคน สัตว์ อาหารคน อาหารสัตว์ และสิ่งแวดล้อม ในระหว่างปี 2000-2005 ซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุด คือ *S. Enteritidis* และ *S. Typhimurium*

การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในคนและสัตว์มีรายละเอียด ดังนี้

3.1 เชื้อซัลโมเนลลาในคน

ในประเทศไทยเชื้อซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุสำคัญของโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร เช่น โรคอุจจาระร่วง ไข้ไทฟอยด์ และไข้พาราไทฟอยด์ ซึ่งการติดเชื้อในกลุ่ม Non-typhoidal *Salmonella* เป็นสาเหตุหลักของการเจ็บป่วยเนื่องจากอาหารเป็นพิษในคน (Vaeteewootacharn *et al.*, 2005) จากรายงานการตรวจยืนยันเชื้อซัลโมเนลลาของศูนย์ซัลโมเนลลาและชิเจลลา หรือ WHO National *Salmonella* and *Shigella* Center (NSSC) ในปี 2006 ทำการเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารและตัวอย่างที่แยกได้จากผู้ป่วย พบเชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 131 ซีโรวาร์

จากตัวอย่าง 3,758 ไอโซเลท อยู่ในกลุ่มของ Non-typhoidal *Salmonella* และจำนวน 2 ซีโรวาร์ จากตัวอย่าง 90 ไอโซเลท อยู่ในกลุ่มของ typhoidal *Salmonella* (ตารางที่ 3) ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุด 5 อันดับ จากตัวอย่าง rectal swab ของมนุษย์ คือ *S. Stanley* ร้อยละ 13.13, *S. Rissen* ร้อยละ 11.25, *S. Weltevreden* ร้อยละ 7.81, *S. Anatum* ร้อยละ 7.19, และ *S. Enteritidis* ร้อยละ 6.56 นอกจากนี้ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุด 5 อันดับ จากตัวอย่างเลือดของมนุษย์ คือ *S. Enteritidis* ร้อยละ 48.21, *S. Choleraesuis* ร้อยละ 28.61, *S. I. ser. 4,5,12:i:-* ร้อยละ 5.03, *S. Typhimurium* ร้อยละ 2.38 และ *S. I.ser.4,12:i:-* ร้อยละ 2.38 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุด 10 อันดับ ที่แยกได้จากมนุษย์ในประเทศไทย (Bangtrakulnonth *et al.*, 2006) แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลการตรวจยืนยันจำนวนทั้งหมดของเชื้อซัลโมเนลลาและชิเจลลาที่พบในประเทศไทย ปี 2006

ชนิดของเชื้อ	ซีโรวาร์	จำนวนตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์
Non Typhoidal <i>Salmonella</i>	131	3,758	89.54
Typhoidal <i>Salmonella</i>	2	90	2.14
<i>Shigella</i> spp.	11	180	4.29
Other bacterial		151	3.60
No growth		18	0.43
รวมทั้งหมด		4,197	100.00

ที่มา: Bangtrakulnonth *et al.* (2006)

รุ่งนภา และคณะ (2549) ทำการเก็บตัวอย่างอุจจาระผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงจำนวน 587 ราย จากโรงพยาบาล 8 แห่ง ในเขตพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 (สคร. 2) สระบุรี ด้วยวิธี rectal swab แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์หาเชื้อซัลโมเนลลา ด้วยวิธี Standard Conventional Method (ISO 6579) ที่ WHO National *Salmonella* and *Shigella* Center พบว่าตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 118 ไอโซเลท จำแนกได้เป็น 24 ซีโรวาร์ โดยซีโรวาร์ที่พบมากที่สุดคือ *S. Weltevreden* 18 ไอโซเลท ร้อยละ 15.25, *S. Rissen* 12 ไอโซเลท ร้อยละ 10.17, *S. Stanley* 11 ไอโซเลท ร้อยละ 9.32, *S. Derby* 9 ไอโซเลท ร้อยละ 7.63 และ *S. Hadar*, *S. Lexington*, *S. Schwarzengrund* ซีโรวาร์

ละ 7 ไอโซเลท ร้อยละ 5.93 สอดคล้องกับการรายงานของ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น (2545) พบว่าปัญหาด้านสุขอนามัยที่สำคัญอันดับหนึ่งของประชาชนในจังหวัดขอนแก่น คือ โรคอุจจาระร่วง ในปี 2545 พบอัตราป่วยด้วยโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันสูงถึง 1,707.51 คนต่อประชากรแสนคน โดยเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุก่อโรคอุจจาระร่วงเฉียบพลันซึ่งพบได้บ่อยในผู้ป่วยที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาลในจังหวัดขอนแก่นคือเชื้อซัลโมเนลลา โดยเชื้อซัลโมเนลลามี ความรุนแรงและเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ตารางที่ 4 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา 10 อันดับ ที่แยกได้จากมนุษย์ในประเทศไทยปี 2006

ซีโรวาร์	จำนวนตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์
S. Enteritidis	541	18.46
S. Stanley	313	10.68
S. Choleraesuis	233	7.95
S. Rissen	224	7.64
S. Weltevreden	202	6.89
S. I. ser. 4,5,12:i:-	126	4.3
S. Corvallis	122	4.16
S. Anatum	113	3.86
S. Typhimurium	96	3.28
S. Kedougou	86	2.73
อื่นๆ (93 ซีโรวาร์)	881	31.06
รวมทั้งหมด	2931	100

ที่มา: Bangtrakulnonth *et al.* (2006)

3.2 เชื้อซัลโมเนลลาในสัตว์

เชื้อซัลโมเนลลาเป็นแบคทีเรียที่สำคัญในสัตว์ ทำให้เกิดอาการท้องเสียแบบเฉียบพลัน หรือแบบเรื้อรัง และบางครั้งทำให้เกิดโลหิตเป็นพิษ ทำให้การผลิตปศุสัตว์มีการสูญเสียทาง เศรษฐกิจหรือทำให้สัตว์ตาย และโรคซัลโมเนลโลซิสเป็นโรคสัตว์สู่คน (Zoonosis) ที่สำคัญ

(คมกฤษและคณะ, 2550) ซัลโมเนลลาบางซีโรวาร์ที่พบได้ในสัตว์ เช่น *S. Pullorum* พบในสัตว์ปีก *S. Dublin* พบในวัว และ *S. Choleraesuis* พบในสุกร ซึ่งตรงกันข้ามกับ *S. Typhimurium* พบได้ในโฮสต์ที่กว้าง ดังนั้น ซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาจึงมีความสำคัญในสัตว์ชนิดต่างๆ (Quinnand *et al.*, 2003) แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาที่พบในคนและสัตว์

ซีโรวาร์ของซัลโมเนลลา	โฮสต์	ผลที่เกิดจากการติดเชื้อ
<i>Salmonella</i> Typhimurium	สัตว์หลายสปีชีส์ มนุษย์	ลำไส้อักเสบและโลหิตเป็นพิษ โรคอาหารเป็นพิษ
<i>Salmonella</i> Dublin	วัว แกะ, ม้า, สุนัข	เกิดหลายอาการ ลำไส้อักเสบและโลหิตเป็นพิษ
<i>Salmonella</i> Choleraesuis	สุกร	ลำไส้อักเสบและโลหิตเป็นพิษ
<i>Salmonella</i> Pullorum	ไก่	โรคไข้ขาว
<i>Salmonella</i> Gallinarum	นก	โรคไทฟอยด์
<i>Salmonella</i> Arizonae	ไก่วง	ลำไส้อักเสบ
<i>Salmonella</i> Enteritidis	สัตว์ปีก มนุษย์	ติดเชื้อแบบเฉียบพลัน โรคอาหารเป็นพิษ
<i>Salmonella</i> Brandenburg	แกะ	การแท้ง

ที่มา: Quinnand *et al.* (2003)

จากการรายงานของ NSSC ปี 2003 รายงานว่าซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาที่แยกได้จากสัตว์ที่พบสูงที่สุด 5 อันดับ คือ *S. Enteritidis* ร้อยละ 55.5, *S. Stanley* ร้อยละ 4.7, *S. Rissen* ร้อยละ 4.7, *S. Weltevreden* ร้อยละ 3.9 และ *S. Lexington* ร้อยละ 3.1 และจากการรายงานของ Department of Environment Food and Rural Affairs ประเทศสหราชอาณาจักร พบซีโรวาร์ของซัลโมเนลลาที่แยกได้จากสุกรสูงที่สุด 5 อันดับ คือ *S. Typhimurium* ร้อยละ 70.1, *S. Derby* ร้อยละ 14.3, *S. Kedougou* ร้อยละ 3.0, *S. Reading* ร้อยละ 2.6 และ *S. Montevideo* 1.3 (Anonymous, 2004a) ในปี 2006 จากการรายงานของ NSSC พบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากสัตว์สูงที่สุด 5 อันดับ คือ *S. Weltevreden* ร้อยละ 19.12, *S. Corvallis* ร้อยละ 13.15, *S. Enteritidis*

ร้อยละ 12.35, *S. Newport* ร้อยละ 6.37 และ *S. Stanley* ร้อยละ 5.58 (Bangtrakulnonth *et al.*, 2006) แสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา 10 อันดับ ที่แยกได้จากสัตว์ในประเทศไทยปี 2006

ซีโรวาร์	จำนวนตัวอย่าง	เปอร์เซ็นต์
<i>S. Weltevreden</i>	48	19.12
<i>S. Corvallis</i>	33	13.15
<i>S. Enteritidis</i>	31	12.35
<i>S. Newport</i>	16	6.37
<i>S. Stanley</i>	14	5.58
<i>S. Brunei</i>	11	4.38
<i>S. Typhimurium</i>	9	3.59
<i>S. Virchow</i>	8	3.19
<i>S. Javiana</i>	8	3.19
<i>S. Amsterdam</i>	8	3.19
อื่นๆ (24 ซีโรวาร์)	65	25.90
รวมทั้งหมด	251	100

ที่มา: Bangtrakulnonth *et al.* (2006)

4. เชื้อซัลโมเนลลากับการผลิตเนื้อสุกร

4.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร

ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรเกิดขึ้นได้ตั้งแต่สัตว์อยู่ในฟาร์มโดยปนเปื้อนจากสัตว์ที่ป่วยเป็นโรค หรือจากสัตว์ที่มีสุขภาพดีแต่เป็นพาหะของเชื้อซัลโมเนลลา หรือปนเปื้อนจากสภาพแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ ฟุ้งหญา อาหารสัตว์ มูลสัตว์ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในฟาร์มสัตว์ หรือจากคนที่เลี้ยงสัตว์ (บัณฑูรย์, 2550) เชื้อซัลโมเนลลาพบในฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยทั่วไปอุบัติการณ์ของโรคนี้เกิดขึ้นอยู่กับการจัดการและสุขาภิบาลที่ดีของฟาร์ม การเลี้ยงที่

แอดักจะทำให้โรคระบาดได้ง่ายและรวดเร็ว เชื้อซัลโมเนลลาที่พบบ่อยในสุกร คือ *S. Choleraesuis*, *S. Typhisuis*, และ *S. Typhimurium* ส่วนเชื้อซัลโมเนลลาชนิดอื่นๆ จะพบเมื่อมีการปนเปื้อนในอาหารสัตว์ โรคในสุกรพบ 2 ลักษณะ คือ โรคโลหิตเป็นพิษและโรคลำไส้อักเสบ (พัชรีและคณะ, 2538) การแพร่กระจายของเชื้อเกิดจากอุจจาระของสัตว์ที่มีเชื้อแพร่กระจายไปยังผิวหนังของสัตว์อื่นๆ ส่งผลให้เกิดการแพร่กระจายไปยังเนื้อสัตว์ ในระหว่างกระบวนการฆ่าและการแปรรูปอาหาร สัตว์ที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่เช่น ปลาปน กระดุกปน เป็นสาเหตุของการแพร่กระจายเชื้อไปยังตัวสัตว์และเนื้อสัตว์ (ประกิจ, 2547) การปนเปื้อนในสัตว์มีชีวิตมักมีการติดเชื้อแบบไม่แสดงอาการป่วยของโรคให้เห็น เช่น ในสุกรที่ติดเชื้อแล้วจะสามารถพบเชื้อในอุจจาระได้ภายใน 2-3 วัน และเชื้ออาจจะอยู่ในต่อมน้ำเหลืองได้นานหลายสัปดาห์หรือหลายเดือน (Marg *et al.*, 2001) และอาจไม่สามารถพบรอยโรคระหว่างการตรวจเนื้อที่โรงฆ่าสัตว์ได้ ในลำไส้ของสัตว์ปกติจะมีเชื้อจุลินทรีย์อยู่จำนวนมาก จากงานวิจัยของ Dom In (2005) ทำการศึกษาความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรขุนจังหวัดเชียงใหม่ จากฟาร์มสุกรขุน 22 ฟาร์ม โดยเก็บตัวอย่างซีรัม 427 ตัวอย่าง อุจจาระ 194 ตัวอย่าง สิ่งแวดล้อม 195 ตัวอย่าง และน้ำ 22 ตัวอย่าง ตรวจสอบเชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธีมาตรฐาน และจำแนกชนิดของเชื้อด้วยวิธีการตกตะกอนกับแอนติบอดี พบว่าความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในซีรัมร้อยละ 64.4 ในอุจจาระร้อยละ 62.9 สิ่งแวดล้อมร้อยละ 94.8 และน้ำร้อยละ 95.5 เชื้อซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุด ได้แก่ *S. Rissen* ร้อยละ 45.4, *S. Typhimurium* ร้อยละ 18.6, *S. Stanley* ร้อยละ 11.2, *S. Weltevreden* ร้อยละ 3.7, *S. Krefeld* ร้อยละ 3.1 และ *S. Anatum* ร้อยละ 2.4 ในทำนองเดียวกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากฟาร์มสุกรจากการเก็บตัวอย่างมูลในลำไส้ใหญ่ของสุกรที่มาจากฟาร์มใน 4 จังหวัด คือ ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ระยองและจันทบุรี พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 55.56, 44.44, 66.67 และ 50.00 ตามลำดับ เฉลี่ยร้อยละ 54.54 มีปริมาณเชื้ออยู่ระหว่าง 3.6 ถึงมากกว่า 1,100 MPN/กรัม แสดงให้เห็นว่าแหล่งของการปนเปื้อนเริ่มจากสุกรมีเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ในลำไส้ตั้งแต่เลี้ยงอยู่ที่ฟาร์ม บัณฑิตบุรี (2550) รายงานว่าการให้สุกรบริโภคน้ำผิวดิน หรือน้ำที่มีการปนเปื้อนมูลหมูและนก การนำน้ำที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้อีกก็เป็นการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาเข้าไปในฝูงได้ การแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาไปกับน้ำเกิดขึ้นได้ง่ายเพราะเชื้อซัลโมเนลลาสามารถอยู่ในรูปฟิล์มชีวภาพ (Biofilm) ตามท่อในที่ใข้อยู่ในฟาร์มได้

Hurd *et al.* (2001) รายงานว่าการติดเชื้อในฟาร์มสุกรมีความสำคัญมากเพราะเชื้อจะถูกขับออกมาที่อุจจาระสามารถจะติดต่อไปยังสุกรตัวอื่นในคอกเดียวกันหรือในโรงเรือนเดียวกันได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรเพ็ญ และคณะ (2550) จากการศึกษาความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร 250 ฟาร์ม จาก 9 จังหวัดในเขตภาคกลางของประเทศไทยช่วงปี พ.ศ. 2546-2548

ผลการตรวจจําเพาะบนพื้นคอกจากฟาร์มสุกร 750 ตัวอย่าง จําแนกเป็นรายปีพบเชื้อซัลโมเนลลา ร้อยละ 10.61 (14/132 ตัวอย่าง), 14.81 (44/297 ตัวอย่าง) และ 27.41 (88/341 ตัวอย่าง) อัตราการพบเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกรรวม 3 ปี ร้อยละ 19.47 (146/750 ตัวอย่าง) ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่ตรวจพบในฟาร์มสุกร ในปี 2546 จํานวน 17 สายพันธุ์ ที่พบมากที่สุด ได้แก่ *S. Anatum* ร้อยละ 35.29 (6/17 สายพันธุ์), *S. Rissen* ร้อยละ 17.65 (3/17 สายพันธุ์) ส่วน *S. Worthington* และ *S. Stanley* พบเท่ากันคือ ร้อยละ 11.76 (2/17 สายพันธุ์) ในปี 2547 จํานวน 44 สายพันธุ์ พบมากตามลำดับ ได้แก่ *S. Bovismorbificans* ร้อยละ 34.09 (15/44 สายพันธุ์), *S. Stanley* และ *S. Rissen* ร้อยละ 13.64 (6/44 สายพันธุ์) และ *S. Anatum* ร้อยละ 11.36 (5/44 สายพันธุ์) ส่วน ในปี 2548 จํานวน 93 สายพันธุ์ พบมากตามลำดับ ได้แก่ *S. Stanley* ร้อยละ 26.88 (25/93 สายพันธุ์), *S. Rissen* ร้อยละ 13.98 (13/93 สายพันธุ์), *S. Kedougou* ร้อยละ 10.75 (10/93 สายพันธุ์) และ *S. Anatum* ร้อยละ 7.53 (7/93 สายพันธุ์) รวม 3 ปี ในฟาร์มสุกรพบ 25 ซีโรวาร์ จากซัลโมเนลลา 154 สายพันธุ์ โดยพบมากที่สุด ได้แก่ *S. Stanley* ร้อยละ 21.43 (33/154 สายพันธุ์), *S. Rissen* ร้อยละ 14.28 (22/154 สายพันธุ์) และ *S. Bovismorbificans* ร้อยละ 12.34 (19/154 สายพันธุ์)

การจัดการฟาร์มมาตรฐาน โดยเฉพาะการจัดการสุขาภิบาลโรงเรือนซึ่งถือเป็นจุดที่มีความสำคัญที่สุด (Berends *et al.*, 1996) สามารถช่วยลดอุบัติการณ์ติดเชื้อซัลโมเนลลาได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พิพรรธพงศ์ (2548) ได้ทำการสำรวจเชื้อซัลโมเนลลาในฟาร์มสุกร จังหวัดนครพนมระหว่างเดือนมิถุนายน 2547 ถึงเดือนมีนาคม 2548 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างอุจจาระจากฟาร์มจํานวน 17 ฟาร์ม 52 ตัวอย่าง ซึ่งแบ่งการเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงก่อนได้การรับรองฟาร์มมาตรฐาน และช่วงที่ฟาร์มได้รับรองฟาร์มมาตรฐาน พบเชื้อซัลโมเนลลาในอุจจาระสุกรร้อยละ 23.08 ช่วงที่ฟาร์มได้รับรองฟาร์มมาตรฐานพบเชื้อซัลโมเนลลาในอุจจาระสุกรน้อยกว่าช่วงก่อนได้การรับรองฟาร์มมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ร้อยละ 9.09 และ 33.33 ตามลำดับ) สรุปได้ว่าการจัดการฟาร์มมาตรฐานสามารถลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรมีชีวิตได้

4.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกร

การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์เกิดขึ้นจากการสัมผัสโดยตรงกับตัวสัตว์ที่ติดเชื้อซัลโมเนลลา หรือสัมผัสกับมูลสัตว์ที่มีเชื้อซัลโมเนลลาปะปนอยู่หรือเกิดขึ้นในระหว่างการขนส่งสัตว์มีชีวิตจากฟาร์มมายังโรงฆ่า หรือในระหว่างที่พักอยู่ในคอกพัก หรือเกิดขึ้นจากกระบวนการฆ่าที่มีการสุขาภิบาลและสุขลักษณะที่ไม่ดีพอ เช่น การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อใน

ขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฆ่าที่ไม่ถูกต้อง หรือไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม (Cross contamination) จากอุปกรณ์เครื่องมือ หรือจากพนักงาน ไปสู่เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ บัณฑิตบุรี (2550) สรุปการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสัตว์ ดังนี้

1) การขนส่งและการรับสุกรมีชีวิต สุกรมีชีวิตจำนวนมากที่ขนส่งมาถึงโรงฆ่าสัตว์เป็นพาหะของเชื้อซัลโมเนลลา มีการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาบ่อยๆ ในลำไส้และต่อมน้ำเหลืองบริเวณลำไส้ของสุกรที่ขนส่งเข้าโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งสุกรเหล่านี้จะเป็นแหล่งของการแพร่เชื้อซัลโมเนลลา รถขนส่งสุกรที่ไม่ได้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อทั้งก่อนการขนส่งสุกรออกจากฟาร์ม และภายหลังเสร็จสิ้นการนำสุกรลงจากรถที่โรงฆ่าสัตว์ในแต่ละเที่ยว จะเป็นแหล่งสะสมและแพร่กระจายเชื้อเข้าสู่ภายในกระบวนการฆ่าสุกร การถอดอาหารสุกรก่อนส่งโรงฆ่าสัตว์ที่นานเกินไป ทำให้สุกรเกิดความเครียด ซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อ และความไวต่อการติดเชื้อซัลโมเนลลาใหม่ แต่การถอดอาหารสุกรก่อนส่งโรงฆ่าสัตว์ที่สั้นเกินไปก็ทำให้เกิดการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร ไปปนเปื้อนบนผิวซากสุกรตัวอื่นๆ ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) จากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลา ก่อนกระบวนการฆ่าและชำแหละสุกร พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากรถขนส่งสุกรหลังการปล่อยสุกรลงคอกพักร้อยละ 90.91 ปริมาณ 3.6 ถึง 460.00 MPN/100 ตร.ซม. แสดงให้เห็นว่ารถขนส่งสุกรเป็นแหล่งสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาไปยังผิวหนังสัตว์ที่จะเข้าสู่โรงฆ่า และงานวิจัยของ Patchanee (2002) จากการศึกษาความชุกของสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลาที่ระดับฟาร์มและโรงฆ่าสัตว์ 2 แห่ง คือ โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเชียงใหม่ และเทศบาลตำบลสันทราย พบว่าความชุกของการติดเชื้อซัลโมเนลลาของสุกรระดับฟาร์มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 69.50 และความชุกในโรงฆ่าสัตว์เพิ่มขึ้นจากระดับฟาร์มมีค่าอยู่ที่ระดับร้อยละ 80.50 ซึ่งเป็นผลมาจากการติดเชื้อข้ามในระหว่างการขนส่ง และความเครียดในช่วงระหว่างก่อนการฆ่า Isaacson *et al.* (1999) กล่าวว่าสุกรเกิดความเครียดหลายอย่างในระหว่างการขนส่ง เช่น เสี่ยง กลืน การอยู่รวมกันกับสุกรที่ไม่คุ้นเคยจากคอกอื่นหรือฟาร์มอื่น ความหนาแน่นระยะเวลาในการเดินทาง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป (Warriss *et al.*, 1992) ส่งผลให้ในระหว่างการขนส่งสุกรที่ปลอดเชื้ออาจติดเชื้อจากปนเปื้อนมากับรถบรรทุก รถบรรทุกจึงเป็นแหล่งของการติดเชื้อจากฟาร์มหรือโรงฆ่าอื่นได้

2) การพักสุกรในคอกพักที่โรงฆ่า การปฏิบัติงานที่ทำให้สุกรเกิดความเครียดในขณะที่อยู่ในคอกพัก เช่น การบรรจุสุกรในคอกพักแน่นเกินไป มีน้ำไม่เพียงพอให้สุกรกิน ไม่มีการพ่นน้ำให้กับสุกรในระหว่างการพักในคอกพัก และการต้อนสุกรที่กระทำอย่างรุนแรงส่งผลให้สุกรเกิดความเครียดทำให้จำนวนสุกรที่จะแพร่เชื้อซัลโมเนลลาและจำนวนสุกรที่มีความไวต่อการติดเชื้อ

ซัลโมเนลลาใหม่มีเพิ่มจำนวนมากขึ้น การไม่แยกคัดสุกรป่วย หรือสงสัยว่าป่วยออกไปในขั้นตอน การตรวจรับสุกรก่อนฆ่าก็มีผลต่อการแพร่ของเชื้อไปยังสุกรตัวอื่นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในคอกก่อนสุกรเข้าพักร้อยละ 54.54 โดยมี ปริมาณเชื้อระหว่าง 3.00 ถึง 210.00 MPN/100 ตร.ซม. หลังจากสุกรเข้าพักแล้วมีการปนเปื้อนเชื้อ ซัลโมเนลลาที่คอกพักร้อยละ 100.00 มีปริมาณเชื้อ 3.00 ถึงมากกว่า 1,100 MPN/100 ตร.ซม. ทั้งนี้ เนื่องมาจากการที่สุกรมาอยู่ร่วมกันจะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสิ่งขับถ่ายและมูล ทำให้ เกิดการสะสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอมโมเนีย มีผลทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของ เหลวในลำไส้จึงมีการขับถ่ายเพิ่มสูงขึ้น ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาที่มีอยู่มากในมูลแพร่กระจายได้ มากยิ่งขึ้น (จุฑารัตน์, 2540) การทำความสะอาดคอกพักด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงทำให้พบเชื้อ ซัลโมเนลลาในรถขนส่ง คอกพัก น้ำดื่ม และตอมน้ำเหลืองลดลง (Rostagno *et al.*, 2003)

3) การทำสลับ สุกรมีชีวิตสามารถแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลาสู่พื้นผิวของช่องที่ใช้ บังคับสุกรให้เข้าสู่ขั้นตอนการทำให้สลับได้ ทำให้สุกรมีชีวิตตัวอื่นๆ ที่ยังไม่เคยติดเชื้อ ซัลโมเนลลามาก่อน สามารถได้รับเชื้อซัลโมเนลลาจากผิวของที่ใช้บังคับสุกร

4) การแทงคอและการเอาเลือดออก การแทงคอบนผิวหนังที่ไม่สะอาด ทำให้เชื้อ ซัลโมเนลลาเข้าสู่ร่างกายสุกร แล้วแพร่กระจายไปยังอวัยวะภายในต่างๆ ได้ สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Bouvet *et al.* (2003) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของซากสุกรหลังการเอาเลือดออกของ โรงฆ่าสุกร 3 แห่ง ร้อยละ 43.00, 28.00 และ 0.00 ตามลำดับ เฉลี่ยร้อยละ 24.00 ซึ่งโรงฆ่าทั้ง 3 มี ระดับของการปนเปื้อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) ในทำนองเดียวกับ Pearce *et al.* (2004) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรในโรงฆ่าสุกรประเทศ อังกฤษ จากการ swab ซากสุกรหลังขั้นตอนการเอาเลือดออก พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 31 ซีโรวารที่พบได้แก่ *S. Hadar*, *S. Typhimurium*, *S. Derby* และ *S. Infantis* ส่วนงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) ได้ทำการสุ่ม swab แผลแทงคอเพื่อเอาเลือดออกจากสุกร จำนวน 33 ตัว พบการปนเปื้อน เชื้อซัลโมเนลลาจำนวน 14 ตัว คิดเป็นร้อยละ 42.42 มีปริมาณเชื้อ 3.60 ถึง 290 MPN/25 ตร.ซม. ซึ่ง แผลแทงคอเป็นจุดสำคัญในการเปิดรับเชื้อซัลโมเนลลาเข้าสู่ภายในตัวซากได้ โดยเฉพาะแผลที่มี ขนาดกว้างกว่า 10 นิ้ว จะมีผลทำให้การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลามีอัตราสูงขึ้นได้

5) การลวกซาก การลวกซากสุกรในบ่อลวกที่มีน้ำอุณหภูมิต่ำจะทำลายเชื้อ ซัลโมเนลลาได้ไม่ดี แต่ถ้าน้ำในบ่อลวกมีอุณหภูมิสูงเกินไปก็จะทำลายผิวหนังชั้นกำพร้าของซาก สุกร ทำให้เชื้อแทรกตัวเข้าไปเกาะกับผิวซากสุกรได้ง่าย การสะสมมากขึ้นของเศษดิน มูลสุกร และ

เลือดภายในบ่อลวกที่ไม่มีการถ่ายน้ำ จะช่วยให้เชื้อซัลโมเนลลาที่มีโอกาสรอดชีวิตมากขึ้น จึงเกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรได้มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรก่อนการลวกซากร้อยละ 66.67 มีปริมาณเชื้อ 3.0 ถึงมากกว่า 1,100 MPN/100 ตร.ซม. และซากสุกรหลังการลวกซากพบว่าผิวซากสุกรที่ผ่านการลวกซากและเผาขนมีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียงร้อยละ 9.09 มีปริมาณเชื้อเหลือเพียง 3.0 ถึง 26.0 MPN/100 ตร.ซม. ทั้งนี้เนื่องจากน้ำลวกซากมีอุณหภูมิสูงกว่า 58 องศาเซลเซียส และการเผาขนที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อซัลโมเนลลาได้เป็นจำนวนมาก Swanenberg *et al.* (2001) รายงานว่าน้ำที่ถ่ายออกจากถังลวกซากจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อซัลโมเนลลา (ตรวจพบร้อยละ 63) แต่เมื่อมีการเปลี่ยนน้ำลวกซากจะทำให้พบเชื้อซัลโมเนลลาลดลง การลวกซากและเผาขนทำให้เชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรลดลงซึ่งพบร้อยละ 1 และ 0 ตามลำดับ (Pearce *et al.*, 2004) ดังนั้นเพื่อลดจำนวนเชื้อ Lo Fo Wong *et al.*, (2002) จึงมีข้อเสนอแนะในการลดจำนวนเชื้อโดยใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส ในขั้นตอนลวกซากสุกรก่อนทำการถอนขน และเพิ่มกระบวนการใช้ไฟลนเพื่อถอนขนอ่อน (Singering) โดยใช้อุณหภูมิ 1300-1500 องศาเซลเซียส จะช่วยลดจำนวนเชื้อลงได้

6) การขูดขน อุปกรณ์และเครื่องมือขูดขนที่ไม่สะอาดจะมีการสะสมของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นแหล่งแพร่กระจายจุลินทรีย์ไปตามรอยขีดข่วนบนผิวหนัง ทำให้ซากสุกรเกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์มากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pearce *et al.* (2004) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรในโรงฆ่าสุกรประเทศอังกฤษ จากการ swab ซากสุกรหลังการขูดขนพบร้อยละ 7 ซีโรวารที่พบคือ *S. Typhimurium* และ *S. Derby* งานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาภายหลังการขูดขนและการเผาซากร้อยละ 9.09 ปริมาณ 3.0 ถึง 26.00 MPN/100 ตร.ซม. นอกจากนี้ Simonsen *et al.* (1987) กล่าวว่าขั้นตอนการปิดขนทำความสะอาดทำให้เกิดการปนเปื้อนของซากหลังจากผ่านการลวกแล้ว การหมุนเพื่อนำขนออกเป็นการสะสมจากบริเวณทวารของสุกร ซึ่งอาจทำให้เครื่องมือปนเปื้อนเชื้อจากมูลสัตว์ที่มีเชื้อซัลโมเนลลาได้ (Borch *et al.*, 1996)

7) การนำอวัยวะภายในออก จัดเป็นขั้นตอนวิกฤตสำหรับการผลิตเนื้อสัตว์ทุกชนิด เนื่องจากการนำเครื่องในออกอย่างไม่ระมัดระวังอาจทำให้เครื่องในเกิดการฉีกขาด จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในของเหลวภายในกระเพาะ ถ้าใส่ จะออกมาปนเปื้อนช่องท้อง ช่องอก เนื้อสัตว์ และสิ่งแวดล้อม การใช้คนเอาเครื่องในออกจะพบปัญหาการฉีกขาดของเครื่องในได้ง่าย จุฑารัตน์ (2540) กล่าวว่าในขั้นตอนการเปิดซากจะสามารถควบคุมการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยก่อน

การเปิดซากรวมมีการฉีดพ่นน้ำล้างตัวซากโดยระบบ high water pressure sprayer และทำการปิดทวารหนักโดยใช้ยางรัดหรือถุงพลาสติกหุ้มเพื่อป้องกันไม่ให้มูลสัตว์ทะลักออกมาขณะล้างเอาเครื่องในออก หรือการใช้เครื่องมือเปิดซากอัตโนมัติ โดยไม่ใช่คนปฏิบัติงานจะช่วยลดการปนเปื้อนและการฉีกขาดของลำไส้ได้

8) การผ่าซาก เป็นการแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก ถ้ามีการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่สะอาดอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Swanenburg *et al.* (2001) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากเครื่องผ่าซากจากโรงฆ่า 2 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลาจากเครื่องผ่าซากเฉลี่ยร้อยละ 22 พบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบร้อยละ 27 ซึ่งสูงกว่าโรงฆ่าที่ 1 ที่พบร้อยละ 13 นอกจากนี้ มณีรัตน์ (2551) ศึกษาการปนเปื้อนซากสุกรหลังการผ่าซีก พบอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวหนังในของซากสุกรผ่าซีกร้อยละ 12.12 มีปริมาณเชื้อ 3.00 ถึง 24.00 MPN/100 ตร.ซม. สอดคล้องกับ Pearce *et al.* (2004) พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนผิวซากหลังการผ่าซากร้อยละ 7 ซิโรวารที่พบคือ *S. Typhimurium* ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในระหว่างการผ่าซากและเอาเครื่องในออกหากพนักงานไม่ระมัดระวังจะทำให้เครื่องในแตกหรือฉีกขาด ทำให้เกิดการปนเปื้อนจากของเหลวที่อยู่ภายในลำไส้ ซึ่งเป็นแหล่งของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ (จุฑารัตน์, 2540)

9) การทำความสะอาดซาก การทำความสะอาดซากสุกรด้วยน้ำที่ไม่สะอาด ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรเพิ่มมากขึ้น ปรีดา และคณะ (2548) ทำการสำรวจคุณภาพน้ำใช้ด้านการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในโรงฆ่าสุกร เก็บตัวอย่างน้ำใช้ 517 ตัวอย่างจากโรงฆ่า 85 แห่ง ในพื้นที่จังหวัด นครปฐม ราชบุรี และเพชรบุรี แบ่งน้ำใช้ในโรงฆ่าเป็น 3 กลุ่ม คือ น้ำใช้ในคอกพักสัตว์ น้ำในบ่อลวก และน้ำล้างซาก อุปกรณ์ และเครื่องใน เพื่อตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียรวม เชื้อโคลิฟอร์ม และฟิโคลโคลิฟอร์ม พบตัวอย่างน้ำใช้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 52 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 10 และพบโรงฆ่าสุกรเพียง 3 แห่งที่มีตัวอย่างน้ำใช้ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 3.50 จากโรงฆ่าสุกรทั้งหมดพบว่ามีตัวอย่างน้ำใช้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ด้านเชื้อแบคทีเรียรวม ร้อยละ 45.5 เชื้อโคลิฟอร์มร้อยละ 84.10 และฟิโคลโคลิฟอร์มร้อยละ 87.8 งานวิจัยของมณีรัตน์ (2551) ตรวจไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในน้ำที่ฉีดพ่นล้างซากสุกร อาจเป็นผลเนื่องมาจากน้ำที่ใช้ในโรงฆ่าแห่งนี้ทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยคลอรีนที่มีความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม แสดงให้เห็นว่าน้ำใช้ของโรงฆ่าที่ทำการสำรวจนี้ สะอาด และมีคุณภาพ

10) การตัดแต่งซาก การตัดแต่งซากสัตว์ด้วยอุปกรณ์และเครื่องมือที่ไม่สะอาด หรือตัดแต่งซากในสถานที่ที่มีอุณหภูมิไม่เหมาะสม จะมีโอกาสปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้สูง ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของจุลินทรีย์มายังเนื้อสัตว์ชิ้นอื่นๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prendergast *et al.* (2008) ศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในห้องตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรประเทศไอร์แลนด์จำนวน 4 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรร้อยละ 3.3 ปริมาณที่พบน้อยกว่า 0.30 ถึง 0.36 MPN/กรัม และจากการ swab สิ่งแวดล้อมในห้องตัดแต่งพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 12.5 ปริมาณที่พบน้อยกว่า 0.30 ถึง 1.10 MPN/ตร.ซม. ซึ่งการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาขึ้นอยู่กับความแตกต่างของโรงฆ่าและวันที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง ซีโรวารที่พบมากจากเนื้อสุกรและการ swab สิ่งแวดล้อม คือ *S. Typhimurium* และ *S. Derby* ในงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบว่าในระหว่างกระบวนการตัดแต่งมีโอกาสของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรได้จากอุปกรณ์ได้แก่ มีดก่อนการตัดแต่งพบร้อยละ 9.09 ปริมาณ 3.60 MPN/มีด และโต๊ะก่อนทำการตัดแต่งร้อยละ 9.09 ปริมาณ 3.0 MPN/100 ตร.ซม. โดยพบการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อสุกรภายหลังกระบวนการตัดแต่งร้อยละ 3.30 ปริมาณ 3.0 MPN/กรัม ซีโรวารที่ตรวจพบมากที่สุดทั้งในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งคือ *S. Rissen* และ *S. Stanley* ส่วนงานวิจัยของ Sanguankial (2005) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจังหวัดเชียงใหม่ ในขั้นตอนการตัดแต่งรวมทั้งศึกษาสภาพแวดล้อมภายในห้องตัดแต่งของโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งตัวอย่างจากห้องตัดแต่งซาก 173 ตัวอย่างประกอบด้วยเนื้อส่วนสามชั้น สันใน คอ ไหล่ และสันนอก พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 54.63 และตัวอย่างที่ได้จากสภาพแวดล้อมภายในห้องตัดแต่งของโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ได้มาจากเชิงตัดแต่งเนื้อ, ม่านพลาสติก, มีด, รอกแขวนซากและมือผู้ปฏิบัติงานพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 25 ซึ่งเป็นกลุ่มซีโรกรุปซีมากที่สุด ซีโรวาร ที่แยกได้จากตัวอย่างเนื้อหมูและสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่าสัตว์มากที่สุด 5 ชนิด คือ *S. Rissen* ร้อยละ 45.30, *S. Typhimurium* ร้อยละ 16.30, *S. Krefeld* ร้อยละ 10.60, *S. Stanley* ร้อยละ 6.00 และ *S. Lagos* ร้อยละ 6.00 พบว่าซีโรวารที่แยกได้จากตัวอย่างสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่าสัตว์เป็นชนิดเดียวกับที่พบในเนื้อหมู จากผลการศึกษานี้แสดงว่าคุณภาพของซากสัตว์ที่นำเข้าไปในห้องตัดแต่งเป็นผลต่อสิ่งแวดล้อมในโรงฆ่าสัตว์ และเป็นผลต่อคุณภาพการปนเปื้อนของเนื้อสุกร

การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าสุกรอาจเกิดเนื่องมาจากการที่สุกรนั้นติดเชื้อหรือเป็นพาหะของเชื้อตั้งแต่สุกรมีชีวิตอยู่ที่ฟาร์ม โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงของการติดเชื้อในระหว่างการขนส่งสัตว์ไปยังโรงฆ่า หรือการรวมสุกรจากต่างถิ่นในคอกพักสัตว์ โดยสามารถพบเชื้อซัลโมเนลลาได้จากการตรวจเลือด อุจจาระ ของเหลวในลำไส้ ค่อมน้ำเหลืองเยื่อบุลำไส้ หรืออยู่ในอวัยวะต่างๆ ขึ้นอยู่กับลักษณะอาการของการติดเชื้อ Patchanee (2002) ทำการติดตามตรวจสอบ

เชื้อซัลโมเนลลาของสุกรในโรงฆ่าสัตว์ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อหาความชุกของสุกรที่ติดเชื้อซัลโมเนลลาโรงฆ่าสัตว์ 2 แห่ง คือโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเชียงใหม่ และเทศบาลตำบลสันทราย พบว่าความชุกของการติดเชื้อซัลโมเนลลาที่ได้จากการ swab ซากสุกรอยู่ในระดับร้อยละ 53.2 โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเชียงใหม่พบความชุกของซัลโมเนลลาจากตอมน้ำเหลืองลำไส้ร้อยละ 65.7 จากอุจจาระร้อยละ 58.2 และจากการ swab ซากร้อยละ 60.4 ส่วนโรงฆ่าสัตว์เทศบาลตำบลสันทรายพบความชุกของซัลโมเนลลาจากตอมน้ำเหลืองลำไส้ร้อยละ 72.4 จากอุจจาระร้อยละ 52.6 และจากการ swab ซากร้อยละ 47.7 ในการเปรียบเทียบความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาทั้ง 2 แห่ง พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่การติดเชื้อของตัวอย่างตอมน้ำเหลืองลำไส้สูงกว่าการติดเชื้อของอุจจาระและการ swab ซาก ในทำนองเดียวกับ Thai (2007) ศึกษาความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ และสำรวจปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกร ตรวจจากตัวอย่างตอมน้ำเหลือง และจากซากสุกรจำนวน 356 ตัวอย่าง จากโรงฆ่าสัตว์ในเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549-2550 พบเชื้อซัลโมเนลลาทั้งหมด 151 ไอโซเลท จากซากสุกรและตอมน้ำเหลืองจำนวนร้อยละ 48.9 และ 34.8 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบมากคือ *S. Derby* และ *S. Typhimurium* จำนวนร้อยละ 87.3 ของซัลโมเนลลาที่พบทั้งหมด และพบว่าความชุกของซัลโมเนลลาที่เลี้ยงตามบ้านมีความแตกต่างจากสุกรที่เลี้ยงในฟาร์มอย่างมีนัยสำคัญ

การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของกระบวนการฆ่าในโรงฆ่าสุกร ในปัจจุบันจึงยังพบว่าเชื้อซัลโมเนลลายังเป็นปัญหาสำคัญในเนื้อสุกรและยังพบในระดับที่สูง ซึ่งจากรายงานวิจัยของมารุต และคณะ (2552) ศึกษาสภาวะของเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศระหว่างปี 2549-2551 โดยเก็บตัวอย่างเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ทั่วประเทศ ในสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 1 ถึง 9 ผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาระหว่างปี 2549-2551 พบเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ร้อยละ 46.93, 46.62 และ 50.85 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกับ สุชาติ และคณะ (2548) ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง 9 จังหวัด ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน 2547 ได้แก่ กำแพงเพชร นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ พิจิตร พิษณุโลก ตาก สุโขทัย อุตรดิตถ์ และอุทัยธานี พบเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่าง 121 คัดเป็นร้อยละ 52.8 ส่วนงานวิจัยของ เจริญชาญ และคณะ (2550) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดอุทัยธานี ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม 2549 โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง เนื้อสุกรจำนวน 35 ตัวอย่าง จากโรงฆ่าสัตว์ 7 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 51.42 จึงทำให้ทราบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรมีปริมาณสูง

วสันต์ และคณะ (2549) ทำการประเมินคุณภาพเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ ได้ศึกษาผลตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์ทั่วประเทศปีงบประมาณ 2549 พบเชื้อในเนื้อสัตว์ค่อนข้างสูงคือร้อยละ 46.93 โดยสาเหตุหนึ่งของการปนเปื้อนเชื้ออาจเกิดจากกระบวนการฆ่าสัตว์ และชำแหละเนื้อสัตว์บนพื้นที่ไม่สะอาด ทั้งนี้จากการศึกษาของพิทักษ์ (2548) พบว่าระหว่างเดือน มกราคม-เมษายน 2546 เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครขอนแก่นที่ไม่มีระบบรวบรวมขากสุกรมีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 41 แต่เนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเลยมีระบบรวบรวมขากสุกร พบเชื้อเพียงร้อยละ 7 ส่วนสาเหตุอื่นๆที่ทำให้เชื้อซัลโมเนลลาปนเปื้อนเนื้อสัตว์ได้ เช่น มีการปนเปื้อนเชื้อจากเครื่องในและลำไส้ของสุกรสู่เนื้อสัตว์ (Gill and Jones, 1997) ปัญหาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร เกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนในกระบวนการผลิตสุกร การฆ่าและการตัดแต่งเนื้อสุกร การควบคุมปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการผลิต และในโรงฆ่าสุกร จะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรและผลิตภัณฑ์ได้ (Lammerding and Fazil, 2000) องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา ได้แนะนำว่าการปฏิบัติตามระบบวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) ในโรงฆ่าสัตว์จะช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากร้อยละ 8.7 เหลือเพียงร้อยละ 6.5 (McMullen, 2000)

4.3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกร

การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ภายหลังการฆ่าชำแหละ โดยขากสุกรหรือชิ้นส่วนเนื้อสุกรหลังการตัดแต่งที่โรงฆ่าจะถูกขนส่งไปจำหน่ายยังสถานที่จำหน่าย เช่น ตลาดสดหรือซูเปอร์มาร์เก็ต ซึ่งเกิดจากสาเหตุหลายปัจจัยจากการศึกษาของเนตรนภิส และคณะ (2548) ได้ศึกษาถึงสถานการณ์ รูปแบบ การขนส่งของรถขนส่งขากสุกรจากโรงฆ่าในจังหวัดราชบุรีและนครปฐม โดยการสัมภาษณ์ สังเกตการณ์ ถ่ายภาพ และบันทึกอุณหภูมิ พบว่ารถขนส่งส่วนใหญ่เป็นรถบรรทุก 4 ล้อที่ไม่มีหลังคาและไม่ปิดสนิทโดยขนส่งแบบไม่ควบคุมอุณหภูมิร้อยละ 48 ควบคุมอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งร้อยละ 47 และใช้ระบบทำความเย็นร้อยละ 5 ทำความสะอาดรถทุกวันแต่ไม่มีการฆ่าเชื้อหลังทำความสะอาด และทำการขนส่งขากสุกรและเครื่องในภายในรถคันเดียวกัน (100%) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญทำให้การปนเปื้อนเชื้อสูงขึ้น ดังนั้นในขั้นตอนการขนส่งจำเป็นต้องมีมาตรการที่ชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติเพื่อยกระดับความปลอดภัยของผู้บริโภค นอกจากนี้ Sanguankial (2005) ได้ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรในจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ขั้นตอนการตัดแต่งขนส่งจนถึงตลาดขายปลีก ตัวอย่างจากห้องตัดแต่งซาก 173 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่ได้ผ่านกระบวนการขนส่งตามปกติแล้ว 173 ตัวอย่าง อีก 200 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างจากตลาดขายปลีก ซึ่งประกอบด้วย

ส่วนกระดูก 10 ตัวอย่าง ส่วนท้อง 29 ตัวอย่าง ซี่โครง 9 ตัวอย่าง คอ 23 ตัวอย่าง สันนอก 33 ตัวอย่าง และหมอบค 33 ตัวอย่าง เนื้อส่วนไหล่ 13 ตัวอย่าง เนื้อส่วนสะโพก 21 ตัวอย่าง และส่วนสันใน 29 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากห้องตัดแต่ง เนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่งและเนื้อสุกรจากการขายปลีกที่ซูเปอร์มาร์เก็ตร้อยละ 54.63, 70.16 และ 34.50 ตามลำดับ ปริมาณการพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากห้องตัดแต่งแตกต่างกับเนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และแตกต่างกับเนื้อสุกรจากการขายปลีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) พบว่าอัตราส่วนการปนเปื้อนของเนื้อสุกรจากห้องตัดแต่งกับตัวอย่างที่ได้ผ่านการขนส่งเท่ากับ 1.327 (95% CI:0.97-1.81) แสดงให้เห็นว่าการขนส่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

ขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรสามารถเกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้ โดยขึ้นอยู่กับรูปแบบการจำหน่าย สภาพแวดล้อมของสถานที่จำหน่าย รวมทั้งสุขลักษณะของผู้จำหน่าย ซึ่งจากงานวิจัยของ อรวรรณ และคณะ (2550) ได้ศึกษาความชุกของภาวะการเป็นพาหะของเชื้อซัลโมเนลลาในผู้ประกอบการเชิงหมูเขตเทศบาลนครขอนแก่น โดยการสุ่มตัวอย่างที่ยินยอมเข้าร่วมโครงการจำนวน 87 คน จากจำนวนแผงจำหน่ายเนื้อหมูทั้งหมด 74 แผง พบความชุกของภาวะการเป็นพาหะของเชื้อซัลโมเนลลาในผู้ประกอบการจำนวน 45 คน (ร้อยละ 51.7) โดยเป็นเชื้อจากทวารหนัก 27 คน (ร้อยละ 31.0) และเชื้อจากมือ 32 คน (ร้อยละ 36.8) ซีโรวาร์ที่พบมากจากทวารหนัก สามอันดับแรกได้แก่ *S. Bovismorbificans*, *S. Anatum* และ *S. Rissen* ส่วนจากมือสามอันดับแรกได้แก่ *S. Stanley*, *S. Anatum* และ *S. Rissen* จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อมกับภาวะการเป็นพาหะ พบว่าปัจจัยการหยิบจับอาหารบริโภคด้วยมือมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับภาวะการเป็นพาหะ ($P < 0.01$) ผู้ประกอบการที่มีพฤติกรรมการหยิบจับอาหารบริโภคด้วยมือมีความเสี่ยงต่อภาวะการเป็นพาหะเท่ากับ 9.881 เท่า และจากงานวิจัยของ เนตรนภิส และคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาสถานการณ์รูปแบบการจำหน่ายในตลาดสดในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าแผงจำหน่ายทั่วไปให้ความสนใจต่อความสะอาดน้อยสังเกตได้จากความสะอาดของอุปกรณ์ (มีด เขียง เครื่องหั่น และเครื่องบด) สิ่งแวดล้อมรอบแผง เช่น การขายเครื่องในชาวป่นกับชิ้นเนื้อและเครื่องในแดง การตัดแบ่งใส่หมูด้วยมีดหรือเขียงเดียวกับที่ใช้หั่นเนื้อหมู หรือสภาพใส่หมูที่แตกสามารถเป็นต้นเหตุให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อโรคได้ทั่วแผงจำหน่ายแสดงถึงสุขลักษณะที่ไม่ดี นอกจากนี้ยังพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อหมู เขียง มีด และมือผู้จำหน่าย ร้อยละ 89.00, 84.00, 81.00 และ 75.00 ตามลำดับ จากการศึกษาประสิทธิภาพของการล้างมือด้วยน้ำยาทำความสะอาดและให้น้ำสะอาดไหลผ่าน การล้างมีดด้วยแผ่นขัด ทำความสะอาด น้ำยาทำความสะอาดและน้ำสะอาดไหลผ่าน ไม่สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้

เลย จึงควรเพิ่มขึ้นตอนการฆ่าเชื้อในการทำความสะดวกเชิงและมิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการล้างให้ดีขึ้น

การสำรวจการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากสถานที่จำหน่ายมังงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ สุมาลี และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกร จากการสุ่มตัวอย่าง 100 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง โดยพบเชื้อซัลโมเนลลา 11 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Antum*, *S. Panama*, *S. Derby*, *S. Java* S. i39:-, *S. Amsterdam*, *S. Rissen*, *S. Newport*, *S. London*, *S. Tennessee* และ *S. Livingston* เมื่อจำแนกตามสถานที่เก็บตัวอย่าง พบว่าจากห้างสรรพสินค้ามีการปนเปื้อน 18 ตัวอย่าง จากผลิตภัณฑ์ 63 ตัวอย่าง และพบผลิตภัณฑ์ในตลาดสดมีการปนเปื้อน 6 ตัวอย่าง จากผลิตภัณฑ์ 33 ตัวอย่าง นอกจากนี้ พรศิริ และคณะ (2548) ทำการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างเนื้อสุกรในตลาดสดเขตภาคเหนือ จำนวน 523 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลลาในระดับที่เกินมาตรฐาน พบร้อยละ 13.58 ซีโรวาร์ที่พบมากในเนื้อสุกร ได้แก่ *S. Anatum*, *S. Rissen*, *S. Stanley*, *S. Derby*, *S. Panama* และ *S. Typhimurium* เช่นเดียวกับงานวิจัยของ ผกามาศ และคณะ (2550) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อหมูและหมูปดที่จำหน่ายในตลาดสดหนองมนและตลาดหลังมหาวิทยาลัยบูรพาจังหวัดชลบุรี พบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อหมูและหมูปดร้อยละ 23.30 และ 36.70 ตามลำดับ ซีโรวาร์ที่พบมากที่สุดคือ *S. Anatum* ส่วนการศึกษาของ Prendergast *et al.* (2009) ศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อซัลโมเนลลาจากร้านขายเนื้อและซูเปอร์มาร์เก็ตในประเทศไอร์แลนด์ พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 2.65 ปริมาณที่พบน้อยกว่า 0.30 ถึง 2.10 MPN/กรัม ซึ่งมากกว่าปริมาณเชื้อซัลโมเนลลาที่พบหลังการตัดแต่งที่พบน้อยกว่า 0.30 ถึง 0.36 MPN/กรัม และซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S. Typhimurium* และงานวิจัยของ ธัญญลักษณ์ และคณะ (2550) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากตลาดสดและซูเปอร์มาร์เก็ต จากการสุ่มตัวอย่างในเขตจตุจักรครั้งที่ 1 และ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 37.50 และ 47.91 ตามลำดับ ตัวอย่างในเขตธนบุรีพบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 43.75 และ 73.95 ตามลำดับ ในเขตจตุจักรพบว่า การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซูเปอร์มาร์เก็ตสูงกว่าเนื้อสุกรจากตลาดสด ส่วนในเขตธนบุรีพบว่าเนื้อสุกรจากตลาดสดพบเชื้อซัลโมเนลลาสูงกว่าซูเปอร์มาร์เก็ต ดังนั้น การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรขึ้นอยู่กับรูปแบบของการจำหน่าย ความสะดวกของสถานที่และการจำหน่าย รวมทั้งสุขลักษณะส่วนบุคคลของผู้ขาย เป็นต้น

5. การจำแนกประเภทโรงฆ่าสุกรในประเทศไทย

กรมปศุสัตว์ในฐานะหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านสินค้าปศุสัตว์ ได้ดำเนินการปรับปรุงพัฒนามาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ ในด้านความปลอดภัยของอาหารในห่วงโซ่อาหาร ตั้งแต่ระดับฟาร์มเลี้ยงสัตว์ จนถึงสถานที่จำหน่าย เพื่อให้มั่นใจว่าผู้บริโภคได้รับเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ที่ถูกสุขอนามัยปราศจากสารตกค้างต่างๆ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค นโยบายหลักของกรมปศุสัตว์ คือ ดำเนินการให้โรงฆ่าสัตว์ทุกแห่งมีใบอนุญาตตั้งโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ และการฆ่าสัตว์ (พจส.2) และดำเนินการพัฒนามาตรฐานโรงฆ่าโดยการปรับปรุงพัฒนาสุขลักษณะในการผลิตเนื้อสัตว์ที่สะอาด และปลอดภัยต่อการบริโภคเป็นไปตามมาตรฐานสากล ปัจจุบันได้ดำเนินการจัดแบ่งขนาดโรงฆ่าสุกรเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เพื่อการปรับปรุงโรงฆ่าให้ได้มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด ได้ดำเนินการจัดระดับมาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานตามกฎกระทรวงฉบับที่ 5 พ.ศ. 2539 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมการฆ่าสัตว์และจำหน่ายเนื้อสัตว์ พ.ศ. 2535 (กรมปศุสัตว์, 2551) มีรายละเอียด ดังนี้

ระดับส่งออก หมายถึง โรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรองตามมาตรฐานการส่งออก

ระดับ A หมายถึง โรงฆ่าสัตว์ที่มีใบอนุญาต พจส. 2 ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 5 พ.ศ. 2539

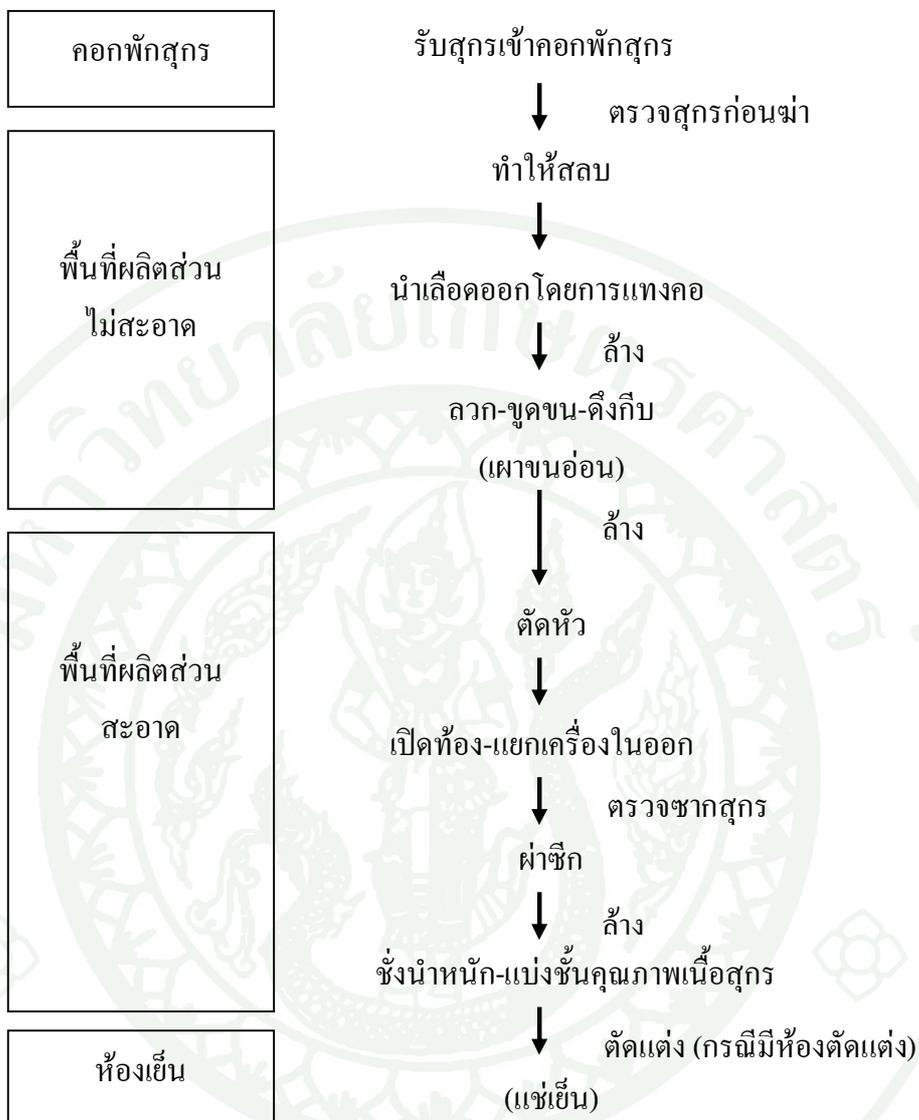
ระดับ B หมายถึง โรงฆ่าสัตว์ที่มีใบอนุญาต พจส. 2 แต่ยังคงต้องปรับปรุงให้ได้การผลิตที่ถูกต้องลักษณะ

ระดับ C หมายถึง โรงฆ่าสัตว์ที่ไม่มีใบอนุญาต พจส. 2

พงศ์ศักดิ์ และคณะ (2549) ดำเนินการสำรวจและวิเคราะห์สถานภาพโรงฆ่าสุกรในประเทศไทยเพื่อปรับปรุงให้เป็นโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน จากการสำรวจสถานประกอบการโรงฆ่าสุกร จำนวน 368 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่ใน 4 ภาค 9 เขต พบว่าโรงฆ่าสุกรส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมากกว่าขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ส่วนมากยังรอใบอนุญาต วิธีการฆ่าใช้วิธีการทุบหัวและแทงคอ สถานประกอบการส่วนใหญ่ไม่มีพนักงานเจ้าหน้าที่ หรือมีอย่างน้อย 1 คน และส่วนใหญ่ไม่มีเจ้าพนักงานตรวจโรคประจำ ในด้านของสถานประกอบการมีเพียงร้อยละ 10.6 เท่านั้นที่เห็นว่าสถานประกอบการได้มาตรฐาน สถานภาพของโรงฆ่าสัตว์พบว่ามีความเหมาะสมของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมอยู่ในสภาพที่สามารถปรับปรุงได้

วสันต์ และคณะ (2549) จากการประเมินโรงฆ่าสัตว์และคุณภาพเนื้อสัตว์ภายในประเทศ สํารวจและประเมินโรงฆ่าตามกฎกระทรวงฉบับที่ 5 (พ.ศ.2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติ ควบคุมการฆ่าสัตว์และจำหน่ายเนื้อสัตว์ พ.ศ. 2535 จำนวน 817 โรง ใน 58 จังหวัด ระหว่างปี 2546-2549 พบว่าโรงฆ่าสัตว์ทุกชนิด มีใบอนุญาตฯ เพียงร้อยละ 18.68 ด้านกระบวนการฆ่าพบว่า ไม่มีการตรวจสัตว์ภายใน 24 ชั่วโมงก่อนฆ่า และมีบริเวณทำลายเนื้อสัตว์ที่ไม่เหมาะสม ร้อยละ 32.31 การขนส่งเนื้อสัตว์พบว่าการควบคุมอุณหภูมิเนื้อสัตว์และการป้องกันการปนเปื้อนระหว่าง ขนส่งเพียงร้อยละ 4.17 ส่วนการประเมินด้านคุณภาพเนื้อพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสัตว์สูงถึงร้อย ละ 46.93 แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการกำหนดมาตรฐานควบคุมการผลิตในระดับฟาร์ม โรง ฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตเนื้อสัตว์ จนถึงสถานที่จำหน่ายเพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยสำหรับการ บริโภค

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549) ได้กำหนดแนวทางการพัฒนา มาตรฐานโรงฆ่าสัตว์ เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร (มกอช. 9009-2549) เป็นข้อกำหนด สำหรับการรับรองโรงฆ่าสุกร และยังใช้เป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติภายในสำหรับโรงฆ่า สุกร ตั้งแต่รับสุกรมีชีวิตจากฟาร์มจนถึงสถานที่จำหน่าย เพื่อให้สามารถผลิตซากสุกร เนื้อสุกรและ ผลผลิตที่ปลอดภัย มีคุณภาพเหมาะสมต่อการบริโภคทั้งภายในประเทศ และเพื่อการส่งออก โดยมี แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติที่ดีสำหรับสุกร แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังขั้นตอนการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกรตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 9009-2549)

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549)

6. มาตรฐานเนื้อสุกร

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ประเภทเนื้อสุกร (มกอช. 6000-2547) โดยมีข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ที่อาเจปนเปื้อนเนื้อสุกรต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้

- 1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5.0×10^5 cfu/g
- 2) โคลิฟอร์ม (Coliform organisms) ต้องไม่เกิน 5.0×10^3 MPN/g
- 3) ซัลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 g
- 4) สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องไม่เกิน 1×10^2 MPN/g

กรมปศุสัตว์ (2545) เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตเนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยได้มาตรฐาน มีการจัดโครงการเนื้อสัตว์อนามัยเพื่อรณรงค์ให้เกษตรกรและผู้ประกอบการผลิตเนื้อสัตว์ที่ได้มาตรฐาน และให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพ และมีความปลอดภัย โดยให้ความหมายของเนื้อสัตว์ คือ เนื้อสุกร เนื้อสัตว์ปีก รวมทั้งเครื่องในที่อยู่ในสภาพแช่เย็นหรือแช่แข็ง และเนื้อสัตว์อนามัย หมายถึง เนื้อสุกรเนื้อสัตว์ปีก รวมทั้งเครื่องในที่อยู่ในสภาพแช่เย็นหรือแช่แข็ง และมีความปลอดภัยจากสารตกค้างและปลอดภัยจากสารตกค้างและปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้มาตรฐานด้านจุลชีววิทยา (Microbiological Standard) ดังนี้

- 1) มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (Total Count) ในเนื้อสัตว์ ที่ 30 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 5.0×10^6 cfu/g
- 2) มีปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสัตว์ ที่ 30 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 1.0×10^2 cfu/g
- 3) ปราศจากเชื้อซัลโมเนลลา คือ *S. Typhimurium*, *S. Paratyphimurium* และ *S. Enteritidis*

7. การตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาในห้องปฏิบัติการ

ในระดับสากลมีหลายหน่วยงานที่ทำการวิเคราะห์ และกำหนดวิธีมาตรฐานเพื่อใช้วิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา เช่น หน่วยงาน Association of Official Analytical Chemist (AOAC), American Public Health Association (APHA), Food and Drug Administration (FDA), International Organization for Standardization (ISO) และ United States Department of Agriculture (USDA) เป็นต้น นอกจากนี้วิธีการตรวจวิเคราะห์ยังได้รับการพัฒนาเพื่อให้วิธีการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อซัลโมเนลลาแม่นยำมากขึ้น มีขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน (ศุภชัย และคณะ, 2548) ดังนี้

1) ก่อนการกระตุ้นเพิ่ม (Pre-enrichment) เป็นขั้นตอนปรับตัวซัลโมเนลลาที่บาดเจ็บให้สามารถพักฟื้น คืนสภาพปกติ (resuscitation) และแข็งแรงพร้อมที่จะเพิ่มจำนวนตัวเองในขั้นตอนต่อไป

2) การกระตุ้นเพิ่มแบบเลือก (Selective enrichment) เป็นขั้นตอนที่เลือกกระตุ้นการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาโดยเฉพาะ โดยอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีสารที่ห้ามการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดอื่นๆ มากกว่าซัลโมเนลลา

3) การเลือกเชื้อที่งานเพาะ (Selective plating) เป็นขั้นตอนที่เลือกเน้นให้ซัลโมเนลลาเจริญเติบโตได้ดีกว่าแบคทีเรียอื่น และลักษณะการเจริญเติบโตของซัลโมเนลลาจะมีลักษณะที่แตกต่างจากลักษณะการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอื่น

4) การตรวจยืนยันทางชีวเคมี (Biochemical confirmation) เป็นขั้นตอนที่วิเคราะห์เพื่อยืนยันว่าเป็นซัลโมเนลลาจริงจากขั้นตอนก่อนหน้าโดยใช้คุณสมบัติทางชีวเคมีของซัลโมเนลลาหลายๆ อย่างมาวิเคราะห์ร่วมกัน

5) การตรวจแยกชนิด (Serological test) เป็นขั้นตอนที่อาศัยคุณสมบัติทางโปรตีนในเชิงโครงสร้างของซัลโมเนลลา คือ Somatic (O) antigen และ Flagella (H) antigen เพื่อระบุชนิดของซัลโมเนลลาในระดับซีโรวาร (serovar) โดยหลักการตกตะกอน (agglutination) ของ antigen และ antibody ที่มีความจำเพาะต่อกัน (homologous)

การวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธีแบบมาตรฐาน (Standard conventional method) และอาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนต่างๆ แสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาโดยวิธีแบบมาตรฐานและอาหารเลี้ยงเชื้อในขั้นตอนต่างๆ

ขั้นตอน	ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อ
1. Non-selective pre-enrichment	- Buffer Peptone Water (BPW)
2. Selective enrichment	- Rappaport Vassiliadis broth (RV) - Rappaport Vassiliadis Soya broth (RVS) - Selenite broth - Selenite Brilliant Green broth - Tetrathionate broth - Tetrathionate Brilliant green broth
3. Selective plating	- Brilliant green agar (BGA) - Brilliant green Phenol Red Lactose Sucrose (BPLS) - Desoxy Cholate Citrate agar (DCA) - Modified Semisolid Rappaport Vassiliadisagar (MSRV) - Xylose Lysine Deoxycholate (XLD) - Xylose Lysine –tergitol 4 (XLT4)
4. Verification	- Biochemistry
5. Further identification steps	- Serotyping

ที่มา: ISO 6579 (2002)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1.1 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (Incubator; Memmert, Germany)
- 1.2 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave; Tomy SS-325, Japan)
- 1.3 เครื่องตีตัวอย่าง (Bagmixer, France)
- 1.4 ถุงใส่ตัวอย่าง (Baglight, France)
- 1.5 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง (Shimadzu BX3000)
- 1.6 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Sterile petri dishes; Greiner bio-one, Thailand)
- 1.7 หลอดทดลอง (Pyrex, USA)
- 1.8 ตะเกียงแอลกอฮอล์
- 1.9 กรรไกรตัดตัวอย่าง และปากคีบ
- 1.10 แอลกอฮอล์

2. อาหารเลี้ยงเชื้อและสารทดสอบ

- 2.1 Buffer Peptone Water (BPW; Oxoid, England)
- 2.2 Tetrathionate broth (TT; Oxoid, England)
- 2.3 Rappaport Vassiliadis broth (RV; Himedia, India)
- 2.4 Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD; Merck, Germany)
- 2.5 Brilliant-green Phenol-red Lactose Sucrose (BPLS; Oxoid, England)
- 2.6 Triple Sugar Iron agar (TSI; Merck, Germany)
- 2.7 Lysine decarboxylation medium (Difco, USA)
- 2.8 Urea broth (Merck, Germany)
- 2.9 Antiserum group A-I, B, C, D และ E (Serotest *Salmonella* antesera, Thailand)

วิธีการ

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและรายละเอียดของโรงฆ่าสุกร

โดยทำการสำรวจข้อมูลของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้งหมดในอำเภอกำแพงแสน และอำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม เพื่อทำการเลือกตัวแทนของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้งหมดจำนวน 4 แห่ง ที่มีกำลังการผลิตประมาณ 10 ตัวต่อวัน รวมทั้งทำการจัดบันทึกข้อมูลข้อมูลเบื้องต้นของโรงฆ่าสุกร ได้แก่

- 1.1 ข้อมูลการปฏิบัติงานในกระบวนการฆ่า
- 1.2 ข้อมูลการปฏิบัติงานในกระบวนการตัดแต่ง
- 1.3 ข้อมูลการขนส่งเนื้อสุกรไปจำหน่ายที่ตลาดสด

2. การวางแผนการเก็บตัวอย่าง

ในการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าขนาดเล็กจนถึงตลาดสด ในเขตอำเภอกำแพงแสนและดอนตูมจังหวัดนครปฐม แบ่งการศึกษาเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 2.1 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า
- 2.2 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง
- 2.3 ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรที่ตลาดสด

โดยโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ถูกเลือกเพื่อทำการเก็บตัวอย่างอยู่ในเขตอำเภอกำแพงแสน จำนวน 2 แห่ง และอยู่ในเขตอำเภอดอนตูม จำนวน 2 แห่ง วางแผนการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรที่เข้าฆ่าในโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ดังนี้

- 1) โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กโรงที่ 1 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 ตัว รวม 15 ตัว
- 2) โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กโรงที่ 2 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 ตัว รวม 15 ตัว
- 3) โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กโรงที่ 3 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 ตัว รวม 15 ตัว
- 4) โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กโรงที่ 4 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 ตัว รวม 15 ตัว

รวมการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 12 ครั้ง จำนวนตัวอย่างสุกัรทั้งสิ้น 60 ตัว ซึ่งการเก็บตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนจะทำการเก็บตัวอย่างจากซากเดียวกันในทุกขั้นตอน

3. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกัรหลังกระบวนการฆ่า

โดยตัวอย่างสุกัรที่เข้ามาในโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง ทำการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

3.1 เก็บตัวอย่างลำไส้ของสุกัรที่ผ่านกระบวนการฆ่า โดยเก็บบริเวณลำไส้เล็กที่ต่อกับลำไส้ใหญ่ ใช้เชือกมัดลำไส้ทั้ง 2 ด้าน และตัดออกมาให้ได้ประมาณ 100 กรัม/ตัว

รวมจำนวนตัวอย่างลำไส้ที่เก็บจากโรงฆ่าสุกัรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ทั้งสิ้น 12 ครั้ง จำนวนตัวอย่างลำไส้สุกัรทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง

3.2 เก็บตัวอย่างซากสุกัรหลังกระบวนการฆ่า โดยการ swab ซากสุกัรหลังการผ่าซากและเอาเครื่องในออกแล้ว ใช้เทคนิค wet and dry swab ทำการ swab ผิวซากด้านในของซากทั้ง 4 ซีก คือ สันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก รวม 4 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 100 ตารางเซนติเมตร รวมเป็นพื้นที่ 400 ตารางเซนติเมตร/ซาก

รวมจำนวนตัวอย่างการ swab ซากสุกัรหลังกระบวนการการฆ่าที่เก็บจากโรงฆ่าสุกัรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ทั้งสิ้น 12 ครั้ง จำนวนตัวอย่างการ swab ซากสุกัรทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง

4. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกัรหลังกระบวนการตัดแต่ง

โดยทำการเก็บตัวอย่างชิ้นส่วนเนื้อสุกัรที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง คือ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อบริเวณ สันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก ประมาณ 300 กรัม/ซาก

รวมจำนวนตัวอย่างเนื้อสุกัรที่เก็บหลังกระบวนการตัดแต่งจากโรงฆ่าสุกัรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ทั้งสิ้น 12 ครั้ง จำนวนตัวอย่างเนื้อสุกัรทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง

5. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรที่ตลาดสด

จากการติดตามการขนส่งเนื้อสุกรที่ผ่านขั้นตอนกระบวนการฆ่าและกระบวนการตัดแต่งของแต่ละโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง มายังขั้นตอนการวางจำหน่ายที่ตลาดสด จะทำการเก็บตัวอย่างทันทีหลังจากผู้จำหน่ายจัดวางชิ้นส่วนเนื้อสุกรบนแผงลอยระหว่างรอการจำหน่าย และทำการเก็บตัวอย่างชิ้นส่วนเนื้อสุกรทั้งหมด 4 ตำแหน่ง คือ สันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก ประมาณ 300 กรัม/ซาก

รวมจำนวนตัวอย่างเนื้อสุกรในขั้นตอนการวางจำหน่ายเนื้อสุกรที่ขนส่งมาจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก 4 แห่ง ทั้งสิ้น 12 ครั้ง จำนวนตัวอย่างชิ้นส่วนเนื้อสุกรทั้งสิ้น 60 ตัวอย่าง

6. ศึกษาความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกร ที่อาจมีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

โดยทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ หลังกระบวนการฆ่า และที่ตลาดสด (ทำการวัดค่าจากซากสุกรตัวเดิม) โดยใช้วิธีการวัดค่าอุณหภูมิและความเป็น กรด-ด่างในเนื้อสุกรด้วยเครื่อง testo 205 ตามวิธีการของ Mullen *et al.* (2003) ดังนี้

6.1 หลังกระบวนการฆ่า การวัดค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างของซากสุกร หลังกระบวนการฆ่า ทำการวัดค่าจากพื้นผิวซากสุกรทันทีหลังการผ่าซากเป็น 2 ซีก ทำการวัดค่าอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างของซากสุกร 4 ตำแหน่งต่อซาก คือ สันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก

6.2 ตลาดสดจำหน่ายเนื้อสุกร การวัดค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร ทำการวัดค่าจากพื้นผิวชิ้นส่วนเนื้อสุกรทันทีหลังการจัดวางขณะรอจำหน่าย ทำการวัดค่าอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างของชิ้นส่วนเนื้อสุกร 4 ตำแหน่งต่อซาก คือ สันคอ สันนอก สามชั้น และสะโพก

7. การบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมของกระบวนการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง และ ตลาดสดจำหน่ายเนื้อสุกร

โดยทำการบันทึกข้อมูลที่ได้จากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้งหมด 4 แห่ง ดังนี้

7.1 บันทึกระยะเวลาและอุณหภูมิน้ำลวกซาก โดยการใส่เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทจุ่มวัด อุณหภูมิของน้ำลวกซากในขณะที่ทำการลวกซากสุกร

7.2 บันทึกอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายในกระบวนการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง และที่ ตลาดสดจำหน่ายเนื้อสุกร

7.3 บันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มสำรวจข้อมูลโรงฆ่า กระบวนการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่ง และที่ตลาดสดจำหน่ายเนื้อสุกร

8. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ได้จากการ swab พื้นผิวซากสุกร จะใช้ cotton swab ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 °C นาน 15 นาที และอยู่ในสภาพที่ปลอดเชื้อใน aluminum foil จุ่มในขวด Buffer Peptone Water (BPW) ปริมาณ 100 มิลลิลิตร นำมา swab ตัวอย่างแต่ละตำแหน่งของซากให้ครบ 4 ตำแหน่ง ตำแหน่งละ 100 ตารางเซนติเมตร ตามวิธีของ The Commission of the European Communities (EC No 2073/2005, 2005) โดยใช้ cotton swab ป้ายจากบนลงล่าง และจากด้านซ้ายไปขวาให้ทั่ว บริเวณที่กำหนด เก็บบรรจุลงในขวด BPW และปิดฝาให้สนิท ส่วนตัวอย่างกล้ามเนื้อและชิ้นเนื้อเก็บไว้ในถุงพลาสติกที่ปลอดเชื้อ โดยตัวอย่างทั้งหมดจะถูกเก็บรักษาในถังน้ำแข็งในระหว่างการเดินทาง เพื่อไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

9. การวิเคราะห์การปนเปื้อนและซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลา

โดยนำตัวอย่างจากข้อ 3., 4. และ 5. มาตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา จากการศึกษาที่ใช้วิธีการตรวจเชื้อแบบมาตรฐาน (standard conventional methods) ตามวิธีการของ ISO 6579 (2002) (ภาพที่ 2) ดังนี้

9.1 Non selective pre-enrichment

นำตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมจากข้อ 8. ใส่ BPW แล้วถ้าเป็นตัวอย่างเนื้อสุกรให้ นำมาผ่านเครื่อง stomacher นาน 2 นาที และนำตัวอย่างบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 18 ± 2 ชั่วโมง

9.2 Selective enrichment

ใช้ sterile pipet คูดตัวอย่างจาก ข้อ 9.1 ปริมาตร 1 ml. ใ้ลงใน Tetrionate broth (TT) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง และคูดตัวอย่างอีก 0.1 ml. ใ้ลงใน Rappaport-Vassiliadis broth (RV) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ $41.5\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง

9.3 Plating and identification

ใช้ loop ถ่ายของเหลวจากตัวอย่างใน ข้อ 9.2 จาก RV และ TT broth นำมา streak ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (selective media) 2 ชนิด คือ Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD) และอาหาร Brilliant-green Phenol-red Lactose Sucrose (BPLS) นำตัวอย่างบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง แล้วทำการตรวจผลจากลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

Xylose Lysine Desoxycholate agar (XLD) โคโลนีของเชื้อซัลโมเนลลามีสัญลักษณ์ผิวนูนเรียบ ขอบเรียบ สี อาจมีหรือไม่มีจุดดำอยู่ตรงกลาง

Brilliant-green Phenol-red Lactose Sucrose (BPLS) โคโลนีของเชื้อซัลโมเนลลามีสัญลักษณ์สี บริเวณตรงกลางสีชมพูอ่อน ล้อมรอบด้วยสีแดง

9.4 Confirmation

เลือกโคโลนีที่มีลักษณะบวกกับอาหารเลี้ยงเชื้อ XLD และ BPLS โดยใช้ loop แตะเชื้อ streak ลงบนผิว (slant) ของอาหาร triple sugar ion agar (TSI) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง ทำการเก็บเชื้อลง skim milk เพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบทางชีวเคมี (biochemical) และทาง ซีโรวิทยา (serological) ดังนี้

1) Biochemical confirmation

TSI agar : เมื่อทำการ steak และ stab เชื้อลงบนอาหาร TSI แล้ว นำไปบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง และดูการเปลี่ยนแปลงของอาหาร TSI แปลผลแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สรุปการแปลผล TSI tests

อาหาร	การเกิดปฏิกิริยา	ผล	
		ลบ	บวก
TSI	สร้างกรดจากกลูโคส	สีแดง ก้นหลอด	สีเหลือง ก้นหลอด
	สร้างกรดจากแลคโตส และ/หรือซูโครส	สีแดง ผิวอาหาร	สีเหลือง ผิวอาหาร
	สร้างแก๊ส	ไม่มีอากาศที่ก้นหลอด	มีอากาศที่ก้นหลอด
	สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	ไม่พบสีดำ	สีดำ

ที่มา: WHO (2001b)

Urea agar เป็นการทดสอบความสามารถในการใช้ยูเรีย โดยทำการ steak เชื้อลงบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อ และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง และแปลผลดังนี้ คือ ถ้าเป็นผลบวกเชื้อสามารถใช้ยูเรียได้ อาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนจากสี phenal red เป็นสีชมพู ถ้าผลเป็นลบสีของอาหารจะไม่เปลี่ยนสี

Lysine decarboxylation medium ใช้ loop เขี่ยเชื้อและ stab ลงบนอาหาร Lysine decarboxylation medium และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ นาน 24 ± 3 ชั่วโมง และแปลผลดังนี้ คือ ถ้าเป็นผลบวกสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นสีม่วงเข้มกว่าเดิมหรือไม่เปลี่ยนสีแสดงว่ามีการใช้ Lysine ถ้าเป็นผลลบสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแสดงว่าไม่มีการใช้ Lysine

2) Serological test

การตรวจกลุ่ม โดยการทดสอบผลทางซีรัมวิทยา โดยการเลือกตัวอย่างที่ให้ผลบวกทางซีรัม ใช้ loop และโคโลนีที่ผิวหน้า TSI ทดสอบการตกตะกอนกับ Antiserum A-I, B, C, D และ E ตามลำดับ เพื่อระบุกลุ่ม ทำให้สะดวกต่อการตรวจยืนยันผลซีโรวาร์ และทำการเก็บเชื้อที่ให้ผลบวกบนอาหาร TSI ลงใน skim milk เก็บแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อส่งตรวจยืนยันผลในระดับซีโรวาร์ โดย WHO Salmonella-Shigella Center สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี

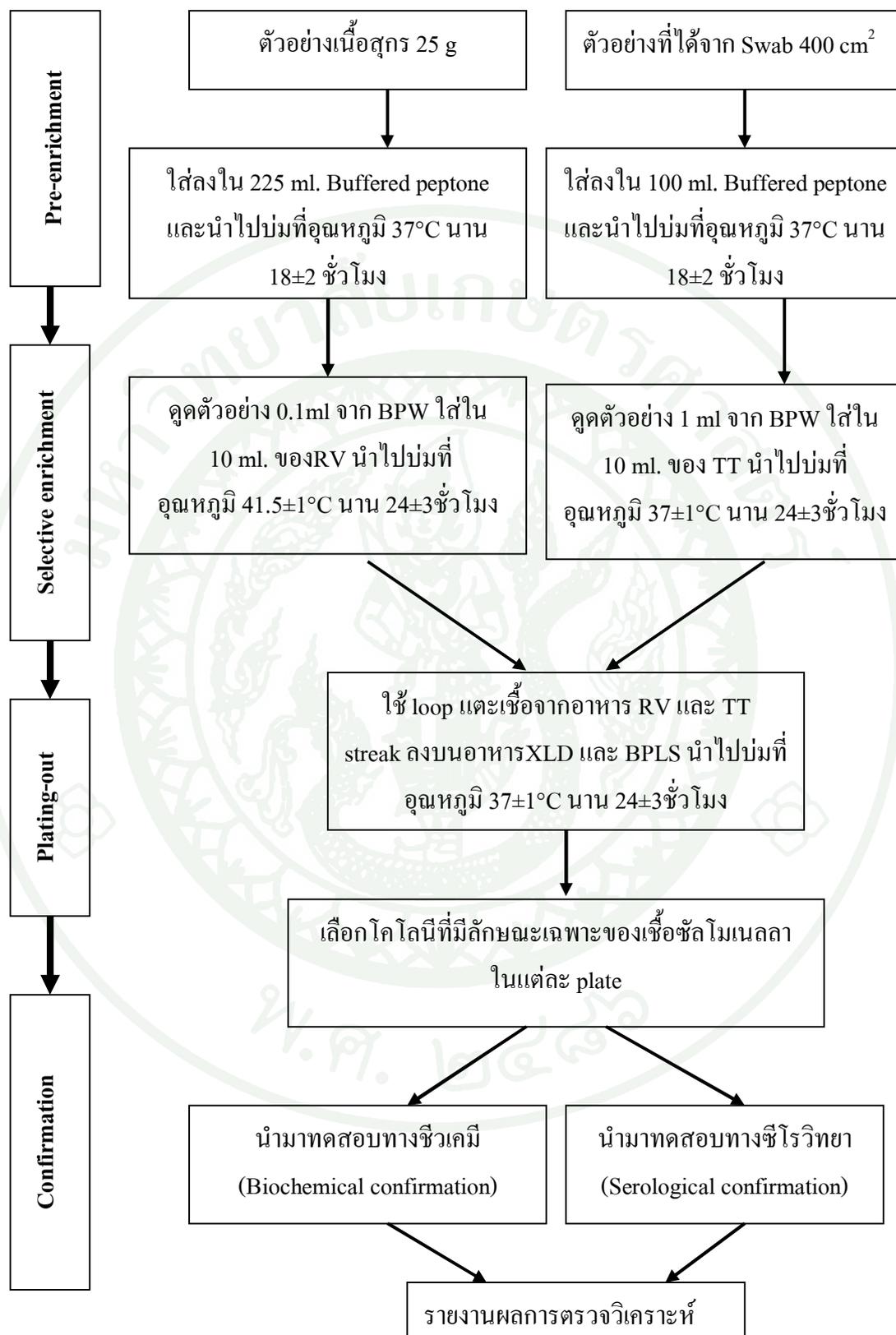
การตรวจยืนยันผลซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการส่งจำแนกซีโรวาร์บางตัวอย่างเท่านั้น โดยทำการคัดเลือกตัวอย่างที่ผ่านการจำแนกซีโรกรูปและทำการเลือกซีโรกรูปที่พบเหมือนกันในขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันของแต่ละโรงฆ่า (จากขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงตลาดสด) โดยคาดหวังว่าซีโรกรูปของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบเหมือนกันในขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันจะมีโอกาสพบเชื้อซัลโมเนลลาซีโรวาร์เดียวกันหรือแตกต่างกัน เพื่อประเมินถึงการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนดังกล่าว

10. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลา และผลการจำแนกซีโรวาร์ที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางด้านสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) โดยใช้ค่าร้อยละ และค่าความเชื่อมั่นที่ 95%

เปรียบเทียบค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง ในเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดสด โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Paired t-test

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง ในเนื้อสุกรในกลุ่มที่ไม่พบและพบเชื้อซัลโมเนลลา โดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Two-sample t-test



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลา

11. สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

11.1 สถานที่ทำการทดลอง

โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กในเขตอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 แห่ง

โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กในเขต อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม จำนวน 2 แห่ง

ห้องปฏิบัติการตรวจคุณภาพน้ำและอาหาร หน่วยงานชั้นสูตรโรค คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

11.2 ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552

12. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

12.1 ทราบถึงการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กในขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดสด

12.2 ทราบถึงซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กในขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดสด

12.3 ทราบถึงความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

ผลและวิจารณ์

1. ข้อมูลเบื้องต้นและรายละเอียดของโรงฆ่าสุกร

โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้ มีรายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ ในโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดสดจำหน่ายเนื้อสุกร ดังต่อไปนี้

1.1 โรงฆ่าสุกรที่ 1 เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กตั้งอยู่ในตำบลทุ่งลูกนก อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีอัตรากำลังการผลิต 8-9 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า 6-7 คน สุกรที่เข้ามาและชำแหละมาจากฟาร์มของเจ้าของโรงฆ่าเอง โดยสุกรจะถูกขนส่งมาคอกพักที่โรงฆ่าในช่วงเวลาตอนเย็น ทำการฆ่าและชำแหละสุกรในเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 1.00 น. ถึง 5.00 น. โดยเจ้าของโรงฆ่าจะทำการขนส่งเนื้อสุกรเพื่อไปจำหน่ายที่ตลาดสดในชุมชนใกล้เคียง โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (แสดงในภาพที่ 3) ดังนี้

1) การพักสุกร สุกรที่ถูกขนส่งมาในช่วงเวลาตอนเย็นจะพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลาประมาณ 6-7 ชั่วโมง โดยในคอกพักมีระบบน้ำหยดให้สำหรับสุกร ก่อนจะถูกไล่ด้อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าในช่วงเวลาประมาณ 1.00 น. เป็นต้นไป

2) การทำให้สลบ คนงานจะด้อนสุกรจากคอกพักไปห้องทำสลบครั้งละ 4-5 ตัว และฉีดน้ำล้างทั่วลำตัวของสุกรให้สะอาด สุกรถูกทำให้สลบโดยการใช้แท่งเหล็กยาวทูปบริเวณหน้าปาก 2-3 ครั้ง

3) การเอาเลือดออก หลังจากสุกรสลบลงไปนอนกับพื้นแล้ว คนงานจะใช้มีดปลายแหลมแทงบริเวณคอทันทีเพื่อเอาเลือดออก และนำกะละมังสแตนเลสรองเลือดที่ไหลออกมา โดยปล่อยให้สุกรนอนราบกับพื้นเป็นเวลาประมาณ 4-5 นาที ใช้น้ำล้างซากสุกรให้สะอาด

4) การลวกซากและขูดขน ซากสุกรจะถูกแขวนโดยใช้รอกคล้องที่หัวเพื่อลำเลียงไปลงในอ่างลวกซากสแตนเลส ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 62-63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที จากนั้นนำตัวสุกรขึ้นบนตะแกรงเหล็กและใช้มีดขูดขนบริเวณลำตัวและขาออกจนหมด แล้วใช้น้ำล้างซากสุกรจนสะอาด

5) การเอาเครื่องในออก ซากจะถูกย้ายลงมาบนพื้นเพื่อทำการตัดหัวและขาออกจากลำตัว จากนั้นใช้มีดผ่าท้องเอาเครื่องในออก แล้วนำเครื่องในขาวและเครื่องในแดงแยกออกไปอีกบริเวณหนึ่ง

6) การผ่าซาก หลังการเอาเครื่องในออกแล้วทำการล้างซากสุกรก่อนใช้มีดเฉาะที่กระดูกสันหลังเพื่อแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก แต่ละซากจะถูกลากตามพื้นไปยังห้องตัดแต่ง

7) การตัดแต่งซากสุกร ซากสุกรแต่ละซีกจะถูกยกขึ้นมาตัดแต่งบน โต๊ะสแตนเลสที่รองด้วยเยิงพลาสติก โดยทำการตัดแต่งออกเป็นชิ้นส่วน ได้แก่ เนื้อสันใน ซี่โครงเนื้อสันนอก สามชั้น เนื้อไหล่ และเนื้อสะโพก ตามลำดับ ผู้ที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกรเป็นคนเดียวกับผู้ที่อยู่ในห้องฆ่าสุกรจำนวน 2 คน

8) การขนส่งเนื้อสุกร ชิ้นส่วนใหญ่ที่ได้จากการตัดแต่งจะถูกบรรจุในกระบะพลาสติก ส่วนเครื่องในขาวและเครื่องในแดงจะบรรจุลงในถุง ก่อนที่จะนำขึ้นไปวางเรียงบนรถขนส่งเพื่อนำไปจำหน่ายยังตลาดในชุมชนใกล้เคียง โดยใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10 นาที

9) การจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดสด ชิ้นส่วนเนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่งจะถูกนำไปวางและจัดเรียงเพื่อรอการจำหน่ายบนโต๊ะไม้ที่คลุมด้วยแผ่นอะลูมิเนียมโดยตรง เยิงที่ใช้มี 2 ชนิด คือ เยิงพลาสติก และเยิงไม้



การพักสัตว์



การทำสลับ

ภาพที่ 3 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 1



การเอาเลือดออก



การลวกซาก



การขูดขน



การเอาเครื่องในออก



การผ่าซาก



การตัดแต่งและเลาะกระดูก



การขนส่ง



การจำหน่าย

ภาพที่ 3 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 1 (ต่อ)

1.2 โรงฆ่าสุกรที่ 2 เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กตั้งอยู่ในตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัด นครปฐม มีอัตราการฆ่าสุกร 10 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า 9-10 คน สุกรที่เข้ามาและ ฆ่าและมาจากฟาร์มที่แตกต่างกัน โดยสุกรจะถูกขนส่งมาคอกพักที่โรงฆ่าในช่วงเวลาตอนเย็น ทำ การฆ่าและชำแหละสุกรในเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 2.00 น. ถึง 6.00 น. โดยโรงฆ่าแห่งนี้เป็นโรง ฆ่าที่รับจ้างฆ่าเพียงอย่างเดียวโดยมีเจ้าของสุกรที่ส่งสุกรเข้ามามารับเนื้อสุกรหลังการชำแหละเพื่อ ไปจำหน่ายเองที่ตลาดในชุมชนใกล้เคียง โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (แสดงในภาพที่ 4) ดังนี้

1) การพักสุกร สุกรที่ถูกขนส่งมาในช่วงเวลาตอนเย็นจะพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลา ประมาณ 6-7 ชั่วโมง โดยในคอกพักมีอ่างน้ำให้สำหรับสุกรได้กินตลอดเวลา ก่อนจะถูกไล่ค้อนเข้าสู่ กระบวนการฆ่าในช่วงเวลาประมาณ 2.00 น. เป็นต้นไป

2) การทำให้สลบ สุกรจะถูกค้อนมาบริเวณทำสลบซึ่งอยู่ติดกับคอกพัก สุกรถูกทำให้ สลบโดยการใช้แท่งเหล็กยาวทาบบริเวณหน้าผาก 2-3 ครั้ง

3) การเอาเลือดออก หลังจากสุกรสลบลงไปนอนกับพื้นแล้ว คนงานจะใช้มีดปลาย แแหลมแทงบริเวณคอทันทีเพื่อเอาเลือดออก และนำกะละมังสังกะสีรองเลือดที่ไหลออกมา โดย ปล่อยให้สุกรนอนราบกับพื้นเป็นเวลาประมาณ 4-5 นาที

4) การลวกซากและขูดขน ซากสุกรจะถูกลากไปห้องลวก และนำซากสุกรลงใน กระทะใบบัว ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 58-59 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 นาที ซากสุกรจะถูกย้ายลงมา บนพื้นและใช้มีดขูดขนบริเวณลำตัวและขาออกจนหมด แล้วใช้น้ำล้างซากสุกรจนสะอาด

5) การเอาเครื่องในออก ทำการตัดหัวออกและใช้มีดผ่าท้องเอาเครื่องในออก แล้วนำ เครื่องในขาวและเครื่องในแดงแยกออกไปอีกบริเวณหนึ่ง

6) การผ่าซาก หลังการเอาเครื่องในออกแล้วทำการล้างซากสุกรก่อนใช้ขวานเฉาะที่ กระดูกสันหลังเพื่อแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก แต่ละซากจะถูกลากตามพื้นไปยังห้องตัดแต่ง

7) การตัดแต่งซากสุกร ซากสุกรแต่ละซีกจะถูกยกขึ้นมาตัดแต่งบนโต๊ะปูนที่มีไม้ กระดานรองพื้น โดยทำการตัดแต่งออกเป็นชิ้นส่วน ได้แก่ เนื้อสันใน ซี่โครง เนื้อสันนอก สามชั้น

เนื้อไหล่ และเนื้อสะโพก ตามลำดับ ผู้ที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกรเป็นคนเดียวกับผู้ที่อยู่ในห้องฆ่าสุกรจำนวน 2 คน

8) การขนส่งเนื้อสุกร ชิ้นส่วนใหญ่ที่ได้จากการตัดแต่งจะถูกนำขึ้นไปวางเรียงโดยตรงบนพื้นรถโดยไม่มีสิ่งปูรอง ส่วนเครื่องในขาวและเครื่องในแดงจะบรรจุลงในถุง ขนส่งไปจำหน่ายยังตลาดในชุมชน ใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10 นาที

9) การจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาด ชิ้นส่วนเนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่งจะถูกนำไปวางและจัดเรียงเพื่อรอการจำหน่ายบนโต๊ะไม้ที่รองด้วยแผ่นพลาสติกสีขาว เบียงที่ใช้คือเบียงไม้



การพักสัตว์



การทำสลบ



การเอาเลือดออก



การลวกซาก

ภาพที่ 4 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 2



การขูดขน



การเอาเครื่องในออก



การผ่าซาก



การตัดแต่งและเลาะกระดูก



การขนส่ง



การจำหน่าย

ภาพที่ 4 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจาก โรงฆ่าที่ 2 (ต่อ)

1.3 โรงฆ่าสุกรที่ 3 เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กตั้งอยู่ในตำบลวังน้ำเขียว อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม มีอัตราการการผลิต 10 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า 7-8 คน สุกรที่เข้ามาและชำแหละมาจากฟาร์มที่แตกต่างกัน โดยสุกรจะถูกขนส่งมากอกพักที่โรงฆ่าในช่วงเวลากลางวัน

ทำการฆ่าและชำแหละสุกรในเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 21.00 น. ถึง 24.00 น. โดยโรงฆ่าแห่งนี้เป็นโรงฆ่าที่รับจ้างฆ่าเพียงอย่างเดียว โดยมีเจ้าของสุกรที่ส่งสุกรเข้ามามารับเนื้อสุกรหลังการชำแหละเพื่อไปจำหน่ายเองที่ตลาดในชุมชนใกล้เคียง โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (ภาพที่ 5) ดังนี้

1) การพักสุกร สุกรที่ถูกขนส่งมาในช่วงเวลาตอนเย็นจะพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลาประมาณ 6-7 ชั่วโมง และจะถูกไล่ค้อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าในช่วงเวลาประมาณ 21.00 น. เป็นต้นไป

2) การทำให้สลบ สุกรจะถูกค้อนมาบริเวณทำสลบซึ่งอยู่ติดกับคอกพัก ใช้น้ำล้างทั่วลำตัวสุกร ก่อนถูกทำให้สลบโดยการใช้ไม้ยาวทาบบริเวณหน้าผาก 2-3 ครั้ง

3) การเอาเลือดออก หลังจากสุกรสลบลงไปในอนกับพื้นแล้วคนงานจะใช้มีดปลายแหลมแทงบริเวณคอทันทีเพื่อเอาเลือดออก และนำกะละมังสแตนเลสรองเลือดที่ไหลออกมา โดยปล่อยให้สุกรนอนราบกับพื้นเป็นเวลาประมาณ 3-4 นาที

4) การลวกซากและขูดขน ซากสุกรจะถูกลากขึ้นไปลวกในกระทะใบบัว ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 69-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที ซากสุกรจะถูกย้ายลงมาบนพื้นและใช้มีดขูดขนบริเวณลำตัวและขาออกจนหมด แล้วใช้น้ำล้างซากสุกรจนสะอาด

5) การเอาเครื่องในออก ทำการตัดหัวออกและใช้มีดผ่าท้องเอาเครื่องในออก แล้วนำเครื่องในขาวและเครื่องในแดงแยกออกไปอีกบริเวณหนึ่ง

6) การผ่าซาก หลังการเอาเครื่องในออกแล้วทำการล้างซากสุกรก่อนใช้มีดเฉาะที่กระดูกสันหลังเพื่อแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก และนำซากลงแช่ในน้ำเย็นประมาณ 5 นาที หลังจากนั้นแต่ละซากจะถูกนำขึ้นแขวนไว้เพื่อรอการตัดแต่ง

7) การตัดแต่งซากสุกร ซากสุกรแต่ละซีกจะถูกยกขึ้นมาตัดแต่งบนโต๊ะเหล็กที่ปูด้วยไม้กระดาน โดยทำการตัดแต่งออกเป็นชิ้นส่วน ได้แก่ เนื้อสันใน ซี่โครง เนื้อสันนอก สามชั้น เนื้อไหล่ และเนื้อสะโพก ตามลำดับ ผู้ที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกรเป็นคนละคนกับผู้ที่อยู่ในห้องฆ่าสุกร มีผู้ตัดแต่งจำนวน 1 คน

8) การขนส่งเนื้อสุกร ชิ้นส่วนใหญ่ที่ได้จากการตัดแต่งจะถูกนำขึ้นไปวางเรียงโดยตรงบนพื้นรถโดยไม่มีสิ่งปูรอง ส่วนเครื่องในขาวและเครื่องในแดงจะบรรจุลงในถุง ขนส่งไปจำหน่ายยังตลาดในชุมชน ใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10 นาที

9) การจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาด ชิ้นส่วนเนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่งจะถูกนำไปวางและจัดเรียงเพื่อรอการจำหน่ายบนโต๊ะปูรองพื้นด้วยไม้กระดาน เขียงที่ใช้คือเขียงไม้



การพักสัตว์



การเอาเลือดออก



การลวกซาก



การขูดขน

ภาพที่ 5 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 3



การเอาเครื่องในออก



การผ่าซาก



การแช่ซากในน้ำเย็น



การตัดแต่งและเลาะกระดูก



การขนส่ง



การจำหน่าย

ภาพที่ 5 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 3 (ต่อ)

1.4 โรงฆ่าสุกรที่ 4 เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กตั้งอยู่ในตำบลลำเหย อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม มีอัตราการการผลิต 5 ตัวต่อวัน มีผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า 3 คน สุกรที่เข้ามาและฆ่าแล่มาจากฟาร์มที่แตกต่างกัน โดยสุกรจะถูกขนส่งมาคอกพักที่โรงฆ่าในช่วงเวลากลางวัน ทำการฆ่าและฆ่าแล่สุกรในเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 2.00 น. ถึง 5.00 น. โดยโรงฆ่าแห่งนี้ทำการฆ่าสุกรเพื่อนำไปจำหน่ายเองที่ตลาดในชุมชนใกล้เคียง โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน (ภาพที่ 6) ดังนี้

1) การพักสุกร สุกรที่ถูกขนส่งมาในช่วงเวลาตอนเย็นจะพักอยู่ในคอกพักเป็นเวลาประมาณ 6-7 ชั่วโมง ก่อนจะถูกไล่ต้อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าในช่วงเวลาประมาณ 2.00 น. เป็นต้นไป

2) การทำให้สลบ สุกรจะถูกทำสลบบริเวณคอกพัก โดยการใช้เหล็กแท่งยาวทาบบริเวณหน้าผาก 2-3 ครั้ง

3) การเอาเลือดออก หลังจากสุกรสลบลงไปนอนกับพื้นแล้วคนงานจะใช้มีดปลายแหลมแทงบริเวณคอทันทีเพื่อเอาเลือดออก และนำถังพลาสติกกรองเลือดที่ไหลออกมา โดยปล่อยให้สุกรนอนราบกับพื้นเป็นเวลาประมาณ 2-3 นาที

4) การลวกซากและขูดขน ซากสุกรจะถูกลากขึ้นไปลวกในกระทะใบบัว ที่มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 63-64 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 นาที ซากสุกรจะถูกย้ายลงมาบนพื้นและใช้มีดขูดขนบริเวณลำตัวและขาออกจนหมด แล้วใช้น้ำล้างซากสุกรจนสะอาด

5) การเอาเครื่องในออก ทำการตัดหัวออกและใช้มีดผ่าท้องเอาเครื่องในออก แล้วนำเครื่องในขาวและเครื่องในแดงแยกออกไปอีกบริเวณหนึ่ง

6) การผ่าซาก หลังการเอาเครื่องในออกแล้วทำการล้างซากสุกรก่อนใช้มีดเฉาะที่กระดูกสันหลังเพื่อแบ่งซากออกเป็น 2 ซีก

7) การตัดแต่งซากสุกร ซากสุกรแต่ละซีกจะถูกยกขึ้นมาตัดแต่งบนโต๊ะไม้กระดาน โดยทำการตัดแต่งออกเป็นชิ้นส่วน ได้แก่ เนื้อสันใน ซี่โครง เนื้อสันนอก สามชั้น เนื้อไหล่ และเนื้อสะโพก ตามลำดับ ผู้ที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกรเป็นคนเดียวกับผู้ที่อยู่ในห้องฆ่าสุกร

8) การขนส่งเนื้อสุกร ชิ้นส่วนใหญ่ที่ได้จากการตัดแต่งจะถูกนำขึ้นไปวางเรียงบนพื้นรถโดยใช้กระสอบปูรอง ส่วนเครื่องในขาวและเครื่องในแดงจะบรรจุลงในถุง ขนส่งไปจำหน่ายยังตลาดในชุมชน ใช้เวลาในการขนส่งประมาณ 10 นาที

9) การจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาด ชิ้นส่วนเนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่งจะถูกนำไปวางและจัดเรียงเพื่อรอการจำหน่ายบนโต๊ะเหล็กทรงพื้นด้วยสแตนเลส เบียงที่ใช้คือเบียงพลาสติก



การพักสัตว์



การทำสลบ



การเอาเลือดออก



การลวกซาก



การขูดขน



การเอาเครื่องในออก

ภาพที่ 6 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจากโรงฆ่าที่ 4



การผ่าซาก



การตัดแต่งและเลาะกระดูก



การขนส่ง



การจำหน่าย

ภาพที่ 6 ขั้นตอนของกระบวนการการฆ่า กระบวนการตัดแต่ง การขนส่งเนื้อสุกรจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรจาก โรงฆ่าที่ 4 (ต่อ)

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นและรายละเอียดของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าขั้นตอนของการปฏิบัติงานในโรงฆ่าสุกรตั้งแต่การรับสุกรมีชีวิต ผ่านกระบวนการต่างๆ จนถึงการขนส่งเนื้อสุกรเพื่อนำไปจำหน่ายที่ตลาดสด พบว่าโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง มีการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนรวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการทั้งหมดไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งได้สรุปความแตกต่างของจำนวนของสุกรที่เข้ามา แหล่งที่มาของสุกร อุณหภูมิ น้ำ ลวก ซาก วัสดุบรรจุ น้ำ ลวก ซาก วัสดุเชียงตัดแต่ง ซากสุกร การแบ่งสัดส่วนห้องทำงาน จำนวนคนงานในโรงฆ่า และระยะเวลาจากโรงฆ่าถึงตลาดของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง แสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความแตกต่างของจำนวนสุกรที่เข้ามา แหล่งที่มาของสุกร อุณหภูมิน้ำลาวซาก วัสดุบรรจุน้ำลาวซาก วัสดุเชิงตัดแต่งซากสุกร การแบ่ง สัตว์ส่วนห้องทำงาน จำนวนคนงานในโรงฆ่า และระยะเวลาจากโรงฆ่าถึงตลาดของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง

โรงฆ่า สุกร	จำนวนสุกรที่ เข้ามา (ตัว/ วัน)	แหล่งที่มาของ สุกร	อุณหภูมิน้ำ ลาวซาก (°C)	วัสดุบรรจุน้ำ ลาวซาก	วัสดุของเชิง ตัดแต่งซาก สุกร	การแบ่ง สัตว์ส่วนห้อง	จำนวน คนงานในโรง ฆ่า	ระยะเวลาจากโรงฆ่า ถึงตลาด (ชั่วโมง,เวลา)
1	8-9	ฟาร์มเดียวกัน	62-63	อ่างสแตนเลส	พลาสติก	มี	6-7	4 ชม. (01.00-05.00น.)
2	10	ฟาร์มต่างกัน	58-59	กระทะใบบัว	ไม้กระดาน	มี	9-10	4 ชม. (02.00-06.00น.)
3	10	ฟาร์มต่างกัน	69-70	กระทะใบบัว	ไม้กระดาน	ไม่มี	7-8	4 ชม. (21.00-01.00น.)
4	5	ฟาร์มต่างกัน	63-64	กระทะใบบัว	ไม้กระดาน	ไม่มี	3	3 ชม. (02.00-05.00น.)

2. การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดสด

การศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดสดครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างเรียงลำดับจากโรงฆ่าที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ โดยแต่ละโรงฆ่าจะทำการศึกษาและติดตามการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาโดยการติดหมายเลขตัวอย่างและทำการเก็บตัวอย่างจากซากเดียวกันในขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันของแต่ละโรงฆ่า ตั้งแต่ขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดสด การปนเปื้อนในแต่ละขั้นตอนแสดงผล (ตารางที่ 11 และภาพที่ 7) ดังนี้

2.1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในลำไส้สุกร

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เก็บจากลำไส้เล็กส่วนที่ต่อกับลำไส้ใหญ่ของสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่า จำนวนทั้งหมด 60 ซาก จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างลำไส้ 34 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 56.66 โดยตัวอย่างลำไส้สุกรจากโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 86.66 ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างลำไส้สุกรที่มาจากโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 60.00, 33.33 และ 46.66 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ผลการพบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างลำไส้ของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Patchanee (2002) ซึ่งตรวจพบความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในโรงฆ่าเทศบาลเมืองเชียงใหม่ และเทศบาลตำบลสันทรายจากตัวอย่างอุจจาระร้อยละ 58.20 และ 52.60 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบว่าในขั้นตอนก่อนกระบวนการฆ่าสุกรมีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาสูงร้อยละ 54.54-100.00 แหล่งของการปนเปื้อนเริ่มจากสุกรมีเชื้อซัลโมเนลลาอยู่ในลำไส้ตั้งแต่เลี้ยงอยู่ในฟาร์ม โดยมีรถขนส่งสุกรและคอกพักเป็นแหล่งสะสมและแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลลา ซึ่งจากการตรวจตัวอย่างมูลในลำไส้ใหญ่ของสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่าในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 54.54 พบการปนเปื้อนบนรถขนส่งสุกร ร้อยละ 90.91 พบการปนเปื้อนในคอกพักก่อนสุกรเข้าพักร้อยละ 54.54 และพบการปนเปื้อนในคอกพักหลังสุกรเข้าพักร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่ามีพบเชื้อซัลโมเนลลาตั้งแต่สุกรอยู่ที่ฟาร์มและอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อในระหว่างออกจากฟาร์มจนถึงโรงฆ่าสุกรได้

ตารางที่ 10 จำนวนตัวอย่างและร้อยละที่พบของเชื้อซัลโมเนลลาจากลำไส้สุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง

โรงฆ่าสุกร	ตย.ที่พบ/ตย.ที่เก็บ	ร้อยละที่พบ	95% Confidence Interval (CI)
1	9/15	60.00	32.89-82.54
2	13/15	86.66	58.38-87.65
3	5/15	33.33	12.99-61.31
4	7/15	46.66	22.27-72.57
รวม	34/60	56.66	30.11-80.17

2.2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่า

จากตัวอย่างที่ได้จากการ swab ผิวด้านในของซากสุกรหลังการผ่าซีก จำนวนทั้งหมด 60 ซาก จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลา 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.33 โดยตัวอย่างจากการ swab ซากสุกรจากโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 66.66 ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างจากการ swab ซากสุกรที่มาจากโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 13.33, 40.00 และ 13.33 ตามลำดับ ผลการ swab ผิวด้านในของซากสุกรหลังการผ่าซีกพบเชื้อซัลโมเนลลาจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่งสูงกว่างานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) จากการศึกษการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมาตรฐานสากล พบเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวด้านในของซากสุกรผ่าซีกจำนวน 4 ตัว จากสุกร 33 ตัว คิดเป็นร้อยละ 12.12 จากผลการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่าในโรงฆ่าแต่ละแห่งพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรสูงสุด รองลงมาคือ โรงฆ่าที่ 3 ส่วนโรงฆ่าที่ 1 และ 4 พบเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรน้อยสุดเท่ากัน ทั้งนี้อาจมีปัจจัยเนื่องมาจากโรงฆ่าที่ 2 มีความแตกต่างของสุกรที่เข้ามาที่มาจากฟาร์มที่แตกต่างกัน ในระหว่างขั้นตอนการพักสัตว์ คอกพักสัตว์อาจเป็นแหล่งรวมของเชื้อซัลโมเนลลาจากสุกรที่มาจากฟาร์มที่มีแตกต่างกัน และมีจำนวนสุกรที่เข้ามาเป็นจำนวนมากกว่าเมื่อเทียบกับโรงฆ่าอื่น ซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่าอาจเกิดการปนเปื้อนมาจากลำไส้ของสุกรที่เกิดการฉีกขาดในระหว่างการเอาเครื่องในออก ซึ่งจากผลการตรวจตัวอย่างลำไส้สุกรพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาสูงที่สุด อีกทั้งพบว่าโรงฆ่าที่ 2 มีจำนวนคนงานในโรงฆ่าจำนวนมากเมื่อเทียบกับโรงฆ่าอื่น ซึ่งการปฏิบัติงานของคนงานอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามจากลำไส้ไปยังซากสุกรได้

2.3 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการตัดแต่ง

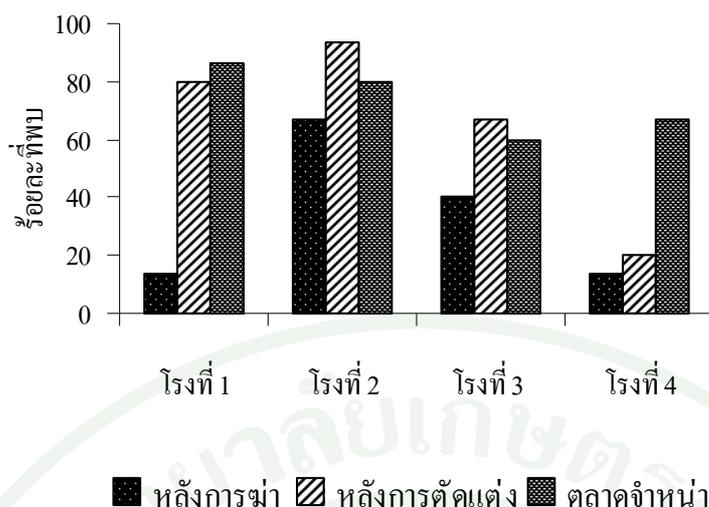
จากตัวอย่างที่ได้จากเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่งจากสุกรจำนวน 60 ซาก ของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลา 39 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 65 โดยตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่งจากโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 93.33 ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่งที่มาจากโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 80.00, 66.66 และ 20.00 ตามลำดับ จากผลการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการตัดแต่งในโรงฆ่าแต่ละแห่งพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรสูงสุด รองลงมาคือ โรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจมีปัจจัยเนื่องมาจากโรงฆ่าที่ 2 มีจำนวนสุกรที่เข้ามาและจำนวนคนงานในโรงฆ่ามากกว่าโรงฆ่าอื่นดังที่อธิบายข้างต้น จากการสังเกตการปฏิบัติงานในโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่งที่พบเหมือนกัน คือ คนงานที่อยู่ในห้องฆ่าเป็นคนเดียวกับผู้ที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกร ซึ่งคนงานอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของเชื้อซัลโมเนลลาจากโซนสกปรกไปยังโซนสะอาดได้โดยผ่าน มือของคนงาน เครื่องมือหรืออุปกรณ์ เช่น โตะ มีด เขียง เป็นต้น ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุทำให้ชิ้นส่วนเนื้อสุกรหลังการตัดแต่งเกิดการปนเปื้อน ได้สูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sanguankiat (2005) ทำการศึกษาแบบตัดขวางของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรจังหวัดเชียงใหม่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาจากมือของคนงานในห้องตัดแต่งร้อยละ 40 (8/20 ตัวอย่าง) และพบเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างเนื้อของสุกรจากห้องตัดแต่งร้อยละ 20.44 (173/846 ตัวอย่าง)

2.4 การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาจากตลาดสด

จากตัวอย่างเนื้อสุกรที่ได้จากการติดตามการขนส่งเนื้อสุกรมาถึงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดสดและทำการเก็บตัวอย่างชิ้นส่วนเนื้อสุกรทันทีหลังจากการจัดวางเพื่อรอจำหน่ายจากซากสุกรจำนวน 60 ซาก ของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลา 44 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 73.33 โดยตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ตลาดสดที่มาจากโรงฆ่าที่ 1 พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 86.66 ซึ่งสูงกว่าตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ตลาดสดที่มาจากโรงฆ่าที่ 2, 3 และ 4 ที่พบเชื้อซัลโมเนลลาร้อยละ 80.00, 60.00 และ 66.66 ตามลำดับ จากผลการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรที่ตลาดสดที่มาจากโรงฆ่าแต่ละแห่งพบว่าโรงฆ่าที่ 1 พบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรสูงสุด รองลงมาคือ โรงฆ่าที่ 2, 4 และ 3 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจมีปัจจัยเนื่องมาจากโรงฆ่าที่ 1 พบว่าคนงานที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกรเป็นชุดเดียวกับผู้ที่ทำหน้าที่ขนส่งชิ้นส่วนเนื้อสุกรไปจำหน่ายที่ตลาดสด

ตารางที่ 11 จำนวนตัวอย่างและร้อยละที่พบของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร

โรงฆ่า สุกร	หลังกระบวนการฆ่า		หลังกระบวนการตัดแต่ง		ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร		รวม (ร้อยละ), (95% CI)
	ตย.ที่พบ/ ตย.ที่เก็บ	ร้อยละที่พบ (95% CI)	ตย.ที่พบ/ ตย.ที่เก็บ	ร้อยละที่พบ (95% CI)	ตย.ที่พบ/ ตย.ที่เก็บ	ร้อยละที่พบ (95% CI)	
1	2/15	13.33 (2.34-41.61)	12/15	80.00 (51.37-94.69)	13/15	86.66 (58.38-97.65)	27/45 (60.00) (44.37-73.94)
2	10/15	66.66 (38.68-87.01)	14/15	93.33 (66.03-99.65)	12/15	80.00 (51.37-94.69)	36/45 (80.00) (64.95-89.91)
3	6/15	40.00 (17.46-67.11)	10/15	66.66 (38.68-87.01)	9/15	60.00 (32.89-82.54)	25/45 (55.55) (40.12-70.04)
4	2/15	13.33 (2.34-41.61)	3/15	20.00 (5.31-48.63)	10/15	66.66 (38.68-87.01)	15/45 (33.33) (20.44-49.05)
รวม	20/60	33.33 (22.01-46.79)	39/60	65.00 (51.52-76.55)	44/60	73.33 (60.11-83.55)	103/180 (57.22) (49.64-64.49)



ภาพที่ 7 เปรียบเทียบจำนวนร้อยละที่พบเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง

จากการเปรียบเทียบการพบเชื้อซัลโมเนลลาหลังการฆ่าและหลังการตัดแต่ง พบว่าโรงฆ่าที่ 1, 2 และ 3 มีระดับการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับโรงฆ่าที่ 4 อาจเนื่องมาจากมีจำนวนคนงานและจำนวนสุกรที่เข้ามาจำนวนมากกว่า จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาข้ามจากการทำงานของคนงาน หรือปนเปื้อนมาจากเชื้อที่อยู่ในลำไส้สุกรได้ สอดคล้องกับ จุฑารัตน์ (2540) กล่าวว่าในระหว่างการผ่าซากและเอาเครื่องในออก หากพนักงานไม่ระมัดระวังจะทำให้เครื่องในแตกหรือฉีกขาด ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเหลวที่อยู่ในลำไส้ ซึ่งเป็นแหล่งของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ ส่วนงานวิจัยของ มณีรัตน์ (2551) พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวหนังในของซากสุกรผ่าซีกร้อยละ 12.12 และตัวอย่างชิ้นเนื้อสุกรที่ผ่านกระบวนการตัดแต่งพบเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียง ร้อยละ 3.03 เนื่องจากการแช่เย็นซากสุกรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ก่อนการตัดแต่ง ซึ่งเห็นได้ว่าการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาบนชิ้นเนื้อสุกรหลังการตัดแต่งต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการแช่เย็นซากสามารถควบคุมการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการเปรียบเทียบการพบเชื้อซัลโมเนลลาหลังการตัดแต่งและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร พบว่าโรงฆ่าที่ 1 และ 4 มีการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน อาจเนื่องมาจากโรงฆ่าทั้งสองมีคนงานที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกร เป็นคนงานชุดเดียวกับผู้ที่ทำหน้าที่ขนส่งชิ้นส่วนเนื้อสุกรไปจำหน่ายที่ตลาด แต่โรงฆ่าที่ 1 มีการขนส่งชิ้นส่วนเนื้อสุกรโดยใช้ภาชนะ

พลาสติกใส่แยกชิ้นเนื้อกับเครื่องใน ส่วน โรงฆ่าที่ 4 ทำการขนส่งชิ้นส่วนเนื้อสุกรโดยการวางบนพื้น โดยตรงบนรถขนส่ง จึงเป็นผลให้การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของ โรงที่ 4 สูงกว่า โรงฆ่าที่ 1 ส่วนในโรงฆ่าที่ 2 และ 3 พบเชื้อซัลโมเนลลาในระดับสูงทั้ง 2 ขั้นตอน แต่สาเหตุที่การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรไม่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากการปฏิบัติงานของพนักงาน แตกต่างจาก โรงฆ่าที่ 1 และ 4 คือ พบว่าพนักงานที่ทำหน้าที่ตัดแต่งเนื้อสุกรกับพนักงานที่ทำหน้าที่ขนส่งเนื้อสุกรเพื่อไปจำหน่ายที่ตลาดสดคนละชุดกันจึงช่วยลดโอกาสการปนเปื้อนข้าม งานวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Sanguankiat (2005) จากการศึกษาแบบตัดขวางของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์เนื้อสุกรจังหวัดเชียงใหม่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากห้องตัดแต่งเนื้อสุกรที่ผ่านการขนส่ง และเนื้อสุกรจากตลาดขายปลีก ร้อยละ 54.63, 70.16 และ 34.50 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าการขนส่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการปนเปื้อน รวมทั้งในขั้นตอนการจำหน่ายซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้จากผู้จำหน่าย หรือปนเปื้อนมาจากสภาพแวดล้อมของ เชียงที่จำหน่ายได้ สอดคล้องกับรายงานของเนตรนภิส และคณะ (2548) พบเชื้อซัลโมเนลลาจาก เชียง มีด และมีผู้จำหน่าย ร้อยละ 84, 81 และ 75 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของสถานที่จำหน่ายเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้

จากการติดตามการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร จาก โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง มีการพบเชื้อซัลโมเนลลาจากขั้นตอนต่างๆที่พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรตัวเดิมแสดงในตารางที่ 12 ซึ่งจากการวิเคราะห์เป็นรายตัวของสุกรที่ถูกติดตาม พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรตัวเดิมที่ผ่านขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรจาก โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง เฉลี่ยร้อยละ 25 โดยพบว่า โรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรตัวเดิมทั้ง 3 ขั้นตอน ร้อยละ 60.00 ซึ่งสูงกว่าโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบร้อยละ 13.33 เท่ากัน พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรตัวเดิมที่ผ่านขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า และหลังกระบวนการตัดแต่งจาก โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง เฉลี่ยร้อยละ 30 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรตัวเดิมทั้ง 2 ขั้นตอน ร้อยละ 60 ซึ่งสูงกว่าโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบร้อยละ 13.33, 33.33 และ 13.33 ตามลำดับ พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรที่ผ่านขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรจาก โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง เฉลี่ยร้อยละ 23.33 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรตัวเดิมทั้ง 2 ขั้นตอน ร้อยละ 53.33 ซึ่งสูงกว่าโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 ที่พบร้อยละ 13.33 เท่ากัน พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรตัวเดิมที่ผ่านขั้นตอนหลังกระบวนการ ตัดแต่ง และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรจาก โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง เฉลี่ยร้อยละ 51.66 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 1 และ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรตัวเดิมทั้ง 2 ขั้นตอน ร้อยละ 73.33 เท่ากัน ซึ่งสูงกว่าโรงฆ่าที่ 3 และ 4 ที่พบร้อยละ 40.00 และ 20.00 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 จำนวนตัวอย่าง และร้อยละการพบเชื้อซัลโมเนลลาจากขั้นตอนต่างๆที่พบเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรตัวเต็ม

ขั้นตอนที่พบเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรตัวเต็ม	จำนวน คย.ที่พบ/ คย.ที่เก็บ	ร้อยละที่พบ	95% CI
1. หลังกระบวนการฆ่า: หลังกระบวนการตัดแต่ง:			
ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร			
- โรงฆ่าที่ 1	2/15	13.33	2.34-41.61
- โรงฆ่าที่ 2	9/15	60.00	32.89-82.54
- โรงฆ่าที่ 3	2/15	13.33	2.34-41.61
- โรงฆ่าที่ 4	2/15	13.33	2.34-41.61
รวมทั้งหมด	15/60	25.00	15.11-38.12
2. หลังกระบวนการฆ่า: หลังกระบวนการตัดแต่ง			
- โรงฆ่าที่ 1	2/15	13.33	2.34-41.61
- โรงฆ่าที่ 2	9/15	60.00	32.89-82.54
- โรงฆ่าที่ 3	5/15	33.33	12.99-61.31
- โรงฆ่าที่ 4	2/15	13.33	2.34-41.61
รวมทั้งหมด	18/60	30.00	10.90-58.29
3. หลังกระบวนการฆ่า: ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร			
- โรงฆ่าที่ 1	2/15	13.33	2.34-41.61
- โรงฆ่าที่ 2	8/15	53.33	27.42-77.72
- โรงฆ่าที่ 3	2/15	13.33	2.34-41.61
- โรงฆ่าที่ 4	2/15	13.33	2.34-41.61
รวมทั้งหมด	14/60	23.33	13.78-36.33
4. หลังกระบวนการตัดแต่ง: ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร			
- โรงฆ่าที่ 1	11/15	73.33	44.83-91.08
- โรงฆ่าที่ 2	11/15	73.33	44.83-91.08
- โรงฆ่าที่ 3	6/15	40.00	44.83-91.08
- โรงฆ่าที่ 4	3/15	20.00	5.31-48.63
รวมทั้งหมด	31/60	51.66	38.51-64.59

จากการติดตามซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงตลาดจำหน่าย เนื้อสุกรจากซากสุกรตัวเดิมจากขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรจากซากสุกรตัวเดิมพบร้อยละ 25 ขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า และหลังกระบวนการตัดแต่งจากซากสุกรตัวเดิมพบร้อยละ 30 ขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่า และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรจากซากสุกรตัวเดิมพบร้อยละ 23.33 ขั้นตอนหลังกระบวนการตัดแต่ง และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรจากซากสุกรตัวเดิมพบร้อยละ 51.66 แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอน โดยเฉพาะในโรงฆ่าที่มีสัญลักษณ์ที่ไม่ดีในการทำงานจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรในระหว่างขั้นตอนต่างๆจนถึงขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาด จากข้อมูลพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบการปนเปื้อนในขั้นตอนต่างๆสูงกว่าโรงฆ่าอื่น แสดงให้เห็นว่าโรงฆ่าที่ 2 มีปัจจัยที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนมากที่สุด

3. ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดสดจำหน่ายเนื้อสุกร

จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างที่มาจากจากการติดตามการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดสด จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ซึ่งการจำแนกซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการสุ่มตรวจซีโรวาร์บางตัวอย่างเท่านั้น โดยจากการคัดเลือกตัวอย่างที่ผ่านการจำแนกซีโรกรู๊ปและทำการเลือกซีโรกรู๊ปที่พบเหมือนกันในขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันของแต่ละโรงฆ่า โดยการคาดหวังว่าซีโรกรู๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบเหมือนกันในขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันอาจพบเชื้อซัลโมเนลลาซีโรวาร์เดียวกันหรือแตกต่างกัน (ตารางที่ 13 และ 14) แสดงผล ดังนี้

3.1 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากลำไส้สุกร

จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างลำไส้สุกรจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง สามารถจำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรู๊ป บี ร้อยละ 38.24, ซีโรกรู๊ป ซี ร้อยละ 20.59 และ ซีโรกรู๊ป อี ร้อยละ 41.17 โดยโรงฆ่าที่ 1 จำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรู๊ป บี ร้อยละ 66.67, ซีโรกรู๊ป ซี ร้อยละ 11.11 และ ซีโรกรู๊ป อี ร้อยละ 22.22 โรงฆ่าที่ 2 จำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือซีโรกรู๊ป บี ร้อยละ 23.08, ซีโรกรู๊ป ซี ร้อยละ 23.08 และ ซีโรกรู๊ป อี ร้อยละ 53.84 โรงฆ่าที่ 3 จำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรู๊ป บี ร้อยละ 80.00 และ ซีโรกรู๊ป อี ร้อยละ 20.00 และโรงฆ่าที่ 4 จำแนกชนิดของเชื้อ

ซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 42.86 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 57.14 จากผลการทดลองพบว่าโรงฆ่าที่ 2 มีการพบเชื้อซัลโมเนลลาในลำไส้สูงกว่าโรงฆ่าอื่น และพบเชื้อซัลโมเนลลาซีโรกรุ๊ป อี เป็นจำนวนมากที่สุด

ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างลำไส้สุกรจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่หลากหลายถึง 9 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Anatum*, *S. Brunei*, *S. Derby*, *S. Give*, *S. Rissen*, *S. Stanley*, *S. Typhimurium*, *S. Weltevreden* และ *S. 6,8:e,h:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 1 ได้แก่ *S. Brunei* และ *S. Weltevreden* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 2 ได้แก่ *S. Derby*, *S. Stanley*, *S. Rissen*, *S. Anatum*, *S. Give*, *S. Weltevreden* และ *S. 6,8:e,h:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 3 ได้แก่ *S. Typhimurium* และ *S. Weltevreden* และซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 4 ได้แก่ *S. Weltevreden* ซึ่งซีโรวาร์ที่พบเหมือนกันในตัวอย่างลำไส้สุกรของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง คือ *S. Weltevreden* และพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบซีโรวาร์ที่มีความหลากหลายมากถึง 7 ซีโรวาร์ ในโรงฆ่าที่ 3 พบ *S. Typhimurium* จากตัวอย่างลำไส้ของสุกร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของพัชรีและคณะ (2538) พบว่าเป็นเชื้อซัลโมเนลลาที่พบบ่อยในสุกรและก่อให้เกิดความเสียหายต่อการเลี้ยงสุกรในประเทศไทยพบเชื้อนี้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรทั่วไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดการและสุขาภิบาลที่ดีของฟาร์ม โดยเฉพาะการเลี้ยงที่แออัดจะทำให้เชื้อแพร่กระจายได้ง่ายและรวดเร็ว สอดคล้องกับการรายงานของ ประกิจ (2547) กล่าวว่าอาจเกิดการแพร่กระจายของเชื้อจากอุจจาระของสัตว์ที่มีเชื้อแพร่กระจายไปยังผิวหนังของสัตว์ หรือส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนไปยังเนื้อสุกรได้ในระหว่างกระบวนการฆ่าและการแปรรูป อีกทั้งซีโรวาร์นี้จัดอยู่ในกลุ่มที่มีได้จำกัดต่อชนิดโฮสต์ ซึ่งเป็นเชื้อซัลโมเนลลาที่ทำให้เกิดโรคทางเดินอาหารอักเสบ (gastroenteritis) ในมนุษย์ได้

3.2 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการฆ่า

จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างการ swab ซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง สามารถจำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 15.00, ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 45.00 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 40.00 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 1 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 1 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 100 โรงฆ่าที่ 2 จำแนก ซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 10.00 ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 50.00 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 40.00 โรงฆ่าที่ 3 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 33.33 และซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 66.67 และโรงฆ่าที่ 4 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 1 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 100

ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างการ swab ชากสุกรหลังกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่หลากหลายถึง 3 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Rissen*, *S. Weltevreden* และ *S. 6,8:e,h:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 1 ได้แก่ *S. Weltevreden* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 2 ได้แก่ *S. Rissen* และ *S. 6,8:e,h:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 3 ได้แก่ *S. Rissen* และโรงฆ่าที่ 4 ไม่มีตัวอย่างที่ถูกสุ่มตรวจซีโรวาร์ในขั้นตอนนี้ จากผลการตรวจซีโรวาร์จากตัวอย่างการ swab ชากสุกรหลังกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง มีซีโรวาร์ที่พบตรงกับตัวอย่างลำไส้สุกร โดยโรงฆ่าที่ 1 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน คือ *S. Weltevreden* โรงฆ่าที่ 2 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 2 ซีโรวาร์ คือ *S. Rissen* และ *S. 6,8:e,h:-*

3.3 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการตัดแต่ง

จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่งจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง สามารถจำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 10.25, ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 41.03 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 48.72 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 1 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 41.67 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 58.33 โรงฆ่าที่ 2 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 35.71 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 64.29 โรงฆ่าที่ 3 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 40.00 และ ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 60.00 และโรงฆ่าที่ 4 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 1 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 100

ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างจากตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่หลากหลายถึง 8 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Brunei*, *S. Give*, *S. Krefeld*, *S. Rissen*, *S. Typhimurium*, *S. Weltevreden*, *S. 6,8:e,h:-* และ *S. 8,20:y:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 1 ได้แก่ *S. Brunei*, *S. Give*, *S. Weltevreden* และ *S. 8,20:y:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 2 ได้แก่ *S. Give*, *S. Krefeld*, *S. Rissen* และ *S. 6,8:e,h:-* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 3 ได้แก่ *S. Rissen* และ *S. Typhimurium* และซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 4 ได้แก่ *S. Weltevreden* จากผลการตรวจซีโรวาร์พบว่าเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่งของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่งมีซีโรวาร์ตรงกับซีโรวาร์ในลำไส้สุกร โดยโรงฆ่าที่ 1 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 2 ซีโรวาร์ คือ *S. Brunei* และ *S. Weltevreden* โรงฆ่าที่ 2 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ คือ *S. Give*, *S. Rissen* และ *S. 6,8:e,h:-* โรงฆ่าที่ 3 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ คือ *S. Typhimurium* และโรงฆ่าที่ 4 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 1 ซีโรวาร์ คือ *S. Weltevreden*

3.4 ซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากตลาดสด

จากการทดสอบทางซีรัมวิทยาของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างเนื้อสุกรจากตลาดสดที่มาจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง สามารถจำแนกชนิดของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 11.36, ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 38.64 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 50.00 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 1 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 46.15 และซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 53.85 โรงฆ่าที่ 2 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 8.33 ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 25.00 และซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 66.67 โรงฆ่าที่ 3 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 3 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป บี ร้อยละ 44.44 ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 44.44 และ ซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 11.12 และโรงฆ่าที่ 4 จำแนกซีโรกรุ๊ปของเชื้อซัลโมเนลลาได้ 2 ชนิด คือ ซีโรกรุ๊ป ซี ร้อยละ 40.00 และซีโรกรุ๊ป อี ร้อยละ 60.00

ผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างจากตัวอย่างเนื้อสุกรจากตลาดสดที่มาจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่หลากหลายถึง 7 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Brunei*, *S. Give*, *S. Krefeld*, *S. Rissen*, *S. Typhimurium*, *S. Weltevreden* และ *S. 8,20:-,1,5* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 1 ได้แก่ *S. Brunei*, *S. Give*, *S. Weltevreden* และ *S. 8,20:-,1,5* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 2 ได้แก่ *S. Give* และ *S. Krefeld* ซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 3 ได้แก่ *S. Rissen*, *S. Typhimurium* และ *S. Weltevreden* และซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าที่ 4 ได้แก่ *S. Give* และ *S. Rissen* จากผลการตรวจซีโรวาร์พบว่าเนื้อสุกรที่ตลาดสดที่มาจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง มีซีโรวาร์ตรงกับซีโรวาร์ในลำไส้สุกร โดยโรงฆ่าที่ 1 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 2 ซีโรวาร์ คือ *S. Brunei* และ *S. Weltevreden* โรงฆ่าที่ 2 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 1 ซีโรวาร์ คือ *S. Give* โรงฆ่าที่ 3 พบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 2 ซีโรวาร์ คือ *S. Typhimurium* และ *S. Weltevreden*

ตารางที่ 13 จำนวนตัวอย่าง ร้อยละที่พบซีโรกรุปและซีโรวารของเชื้อซัลโมเนลลาจากลำไส้สุกร หลังการฆ่า หลังการตัดแต่ง และตลาดสด จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง

โรงฆ่าสุกร (ตัวอย่าง)	จำนวนซีโรกรุปของเชื้อที่พบ (ร้อยละ)			รวม (ร้อยละ)	ซีโรวารที่พบ
	B	C	E		
โรงฆ่าสุกรที่ 1					
- ลำไส้สุกร	6 (66.67)	1 (11.11)	2 (22.22)	9 (6.57)	<i>S. Brunei, S. Weltevreden</i>
- หลังการฆ่า	-	-	2 (100)	2 (1.46)	<i>S. Weltevreden</i>
- หลังการตัดแต่ง	-	5 (41.67)	7 (58.33)	12 (8.76)	<i>S. Brunei, S. 8,20:y:-, S. Give, S. Weltevreden</i>
- ตลาดสด	-	6 (46.15)	7 (53.85)	13 (9.49)	<i>S. Brunei, S. 8,20:-,1,5, S. Give, S. Weltevreden</i>
โรงฆ่าสุกรที่ 2					
- ลำไส้สุกร	3 (23.08)	3 (23.08)	7 (53.84)	13 (9.49)	<i>S. Anatum, S. Derby, S. Give, S. Rissen, S. Stanley, S. Weltevreden, S. 6,8:e,h:-</i>
- หลังการฆ่า	1 (10.00)	5 (50.00)	4 (40.00)	10 (7.30)	<i>S. 6,8:e,h:-, S. Rissen</i>
- หลังการตัดแต่ง	-	5 (35.71)	9 (64.29)	14 (10.21)	<i>S. Give, S. Krefeld, S. Rissen, S. 6,8:e,h:-</i>
- ตลาดสด	1 (8.33)	3 (25.00)	8 (66.67)	12 (8.76)	<i>S. Give, S. Krefeld</i>
โรงฆ่าสุกรที่ 3					
- ลำไส้สุกร	4 (80.00)	-	1 (20.00)	5 (3.65)	<i>S. Typhimurium, S. Weltevreden</i>
- หลังการฆ่า	2 (33.33)	4 (66.67)	-	6 (4.38)	<i>S. Rissen</i>
- หลังการตัดแต่ง	4 (40.00)	6 (60.00)	-	10 (7.30)	<i>S. Rissen, S. Typhimurium</i>
- ตลาดสด	4 (44.44)	4(44.44)	1 (11.12)	9 (6.57)	<i>S. Rissen, S. Typhimurium, S. Weltevreden</i>
โรงฆ่าสุกรที่ 4					
- ลำไส้สุกร	-	3 (42.86)	4 (57.14)	7 (5.10)	<i>S. Weltevreden</i>
- หลังการฆ่า	-	-	2 (100)	2 (1.46)	ไม่มี ตย. ที่ส่งตรวจซีโรวาร
- หลังการตัดแต่ง	-	-	3 (100)	3 (2.20)	<i>S. Weltevreden</i>
- ตลาดสด	-	4 (40.00)	6 (60.00)	10 (7.30)	<i>S. Give, S. Rissen</i>

- หมายถึง ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในกลุ่มนี้

ตารางที่ 13 จำนวนตัวอย่าง ร้อยละที่พบซีโรกรุปและซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากลำไส้สุกร หลังการฆ่า หลังการตัดแต่ง และตลาดสด จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง (ต่อ)

โรงฆ่าสุกร (ตัวอย่าง)	จำนวนซีโรกรุปของเชื้อที่พบ (ร้อยละ)			รวม (ร้อยละ)	ซีโรวาร์ที่พบ
	B	C	E		
รวมทั้งหมด	25 (18.25)	49 (35.76)	63 (45.99)	137	<i>S. Anatum</i> , <i>S. Brunei</i> , <i>S. Derby</i> , <i>S. Give</i> , <i>S. Krefeld</i> , <i>S. Rissen</i> , <i>S. Stanley</i> , <i>S. Typhimurium</i> <i>S. Weltevreden</i> , <i>S. 6,8:e,h:-</i> , <i>S.</i> <i>8,20:-,1,5</i> , <i>S. 8,20:y:-</i>

- หมายถึง ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในกลุ่มนี้

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบการพบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากตัวอย่างลำไส้สุกร หลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง

โรงฆ่าสุกร	ตัวอย่างลำไส้สุกร	ตัวอย่างการ swab ซาก หลังกระบวนการฆ่า	ตัวอย่างเนื้อสุกร หลังกระบวนการตัดแต่ง	ตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ตลาดจำหน่าย
1	<i>S. Brunei</i> <i>S. Weltevreden</i>	<i>S. Weltevreden</i>	<i>S. Brunei</i> <i>S. Give</i> <i>S. Weltevreden</i> <i>S. 8,20:y:-</i>	<i>S. Brunei</i> <i>S. Give</i> <i>S. Weltevreden</i> <i>S. 8,20:-,1,5</i>
2	<i>S. Anatum</i> <i>S. Derby</i> <i>S. Give</i> <i>S. Rissen</i> <i>S. Stanley</i> <i>S. Weltevreden</i> <i>S. 6,8:e,h:-</i>	<i>S. Rissen</i> <i>S. 6,8:e,h:-</i>	<i>S. Give</i> <i>S. Krefeld</i> <i>S. Rissen</i> <i>S. 6,8:e,h:-</i>	<i>S. Give</i> <i>S. Krefeld</i>
3	<i>S. Typhimurium</i> <i>S. Weltevreden</i>	<i>S. Rissen</i>	<i>S. Rissen</i> <i>S. Typhimurium</i>	<i>S. Rissen</i> <i>S. Typhimurium</i> <i>S. Weltevreden</i>
4	<i>S. Weltevreden</i>	-	<i>S. Weltevreden</i>	<i>S. Give</i> <i>S. Rissen</i>

- หมายถึง ไม่มีตัวอย่างที่ถูกสุ่มตรวจซีโรวาร์

ผลการติดตามการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในระดับซีโรวาร์ในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดสด จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง จากการคัดเลือกตัวอย่างที่ทราบผลระดับซีโรกรุปที่พบเหมือนกันในขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันส่งตรวจวิเคราะห์ผลระดับซีโรวาร์ พบว่ามีซีโรวาร์ที่ตรงกันในตัวอย่างหรือขั้นตอนต่างๆ จากซากสุกรตัวเดิม แสดงในตารางที่ 15 โดยการติดตามตัวอย่างลำไส้ ตัวอย่างการ swab ซากหลังกระบวนการฆ่า ตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง และตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายจากซากสุกรตัวเดิมจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง จากขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันและไม่ต่อเนื่องกันที่มีการพบซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากซากสุกรตัวเดิมจากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์หลากหลายถึง 6 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Rissen* (จาก 8 ตัวอย่าง), *S. Brunei* (จาก 4 ตัวอย่าง), *S. Weltevreden* (จาก 3 ตัวอย่าง), *S. Give* (จาก 2 ตัวอย่าง), *S. Typhimurium* (จาก 1 ตัวอย่าง) และ *S. 6,8:e,h:-* (จาก 1 ตัวอย่าง)

ผลการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาในระดับซีโรวาร์เป็นรายตัวของสุกรที่ถูกติดตามในขั้นตอนต่างๆ พบว่าตัวอย่างลำไส้ ตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง และตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายจากซากสุกรตัวเดิมพบซีโรวาร์ที่ตรงกันคือ *S. Brunei* (จากโรงฆ่าที่ 1) พบว่าตัวอย่างลำไส้ และตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่งจากซากสุกรตัวเดิมพบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ คือ *S. Brunei* (จากโรงฆ่าที่ 1), *S. Rissen* (จากโรงฆ่าที่ 2) และ *S. Weltevreden* (จากโรงฆ่าที่ 4) พบว่าตัวอย่างลำไส้และตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายจากซากสุกรตัวเดิมพบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 4 ซีโรวาร์ คือ *S. Brunei* (จากโรงฆ่าที่ 1), *S. Weltevreden* (จากโรงฆ่าที่ 1), *S. Give* (จากโรงฆ่าที่ 2) และ *S. Typhimurium* (จากโรงฆ่าที่ 3) พบว่าตัวอย่างการ swab ซากหลังกระบวนการฆ่า ตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง และตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายจากซากสุกรตัวเดิมพบซีโรวาร์ที่ตรงกันคือ *S. Rissen* (จากโรงฆ่าที่ 3) พบว่าตัวอย่างการ swab ซากหลังกระบวนการฆ่า และตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่งจากซากสุกรตัวเดิมพบซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ คือ *S. Weltevreden* (จากโรงฆ่าที่ 1), *S. 6,8:e, h :-* (จากโรงฆ่าที่ 2) และ *S. Rissen* (จากโรงฆ่าที่ 2 และ 3) พบว่าตัวอย่างการ swab ซากหลังกระบวนการฆ่าและตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายจากซากสุกรตัวเดิมพบซีโรวาร์ที่ตรงกันคือ *S. Rissen* (จากโรงฆ่าที่ 3) พบว่าตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่งและตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายจากซากสุกรตัวเดิมพบ ซีโรวาร์ที่ตรงกัน 3 ซีโรวาร์ คือ *S. Brunei* (จากโรงฆ่าที่ 1) *S. Give* (จากโรงฆ่าที่ 2) และ *S. Rissen* (จากโรงฆ่าที่ 3)

แสดงให้เห็นว่าการพบเชื้อซัลโมเนลลาซีโรวาร์เดียวกันจากซากสุกรตัวเดิมทั้งที่ผ่านขั้นตอนต่อเนื่องกันหรือไม่ต่อเนื่องกันสามารถพบเชื้อซัลโมเนลลาซีโรวาร์เดียวกันได้ บอกให้ทราบถึงการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาที่สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอน ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรหรือเนื้อสุกร สามารถเกิดได้หลายปัจจัยอาจขึ้นอยู่กับตัวสุกรเองอาจมีเชื้ออยู่แล้วก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่า ได้แก่ อุจจาระ ต่อม น้ำเหลือง ฝี หนอง เลือด ปัสสาวะ เป็นต้น หรือปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมที่ซากสุกรสัมผัส ได้แก่ น้ำที่ใช้ในโรงฆ่า อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น โตะ มีด เขียง รวมทั้งการปฏิบัติงานของคนที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนข้ามจากกระบวนการฆ่า การตัดแต่ง การขนส่ง ไปจนถึงตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร นอกจากนี้การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาอาจมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมข้ามวันที่ทำการฆ่าสุกรจึงเป็นสาเหตุทำให้ในแต่ละวันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างของซีโรวาร์ที่พบจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ซึ่งจากผลการทดลองครั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าการปนเปื้อนในขั้นตอนต่างๆ มาจากสาเหตุใด

ตารางที่ 15 สรุปการพบเชื้อซัลโมเนลลาในระดับซีโรวาร์ที่พบตรงกัน ในขั้นตอนต่างๆจากซากสุกรตัวเดิม

ตัวอย่าง/ขั้นตอนที่พบว่า มีซีโรวาร์ที่ตรงกัน (โรงฆ่า, ครั้งที่เก็บตัวอย่าง และหมายเลขตัวอย่าง)	ซีโรวาร์ที่พบ
1. ถ้าใส่สุกร: หลังกระบวนการฆ่า: หลังกระบวนการตัดแต่ง: ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร	-
2. ถ้าใส่สุกร: หลังกระบวนการฆ่า: หลังกระบวนการตัดแต่ง	-
3. ถ้าใส่สุกร: หลังกระบวนการฆ่า: ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร	-
4. ถ้าใส่สุกร: หลังกระบวนการตัดแต่ง: ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร	-
- โรงฆ่าที่ 1 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 5	S. Brunei
5. ถ้าใส่สุกร: หลังกระบวนการฆ่า	-
6. ถ้าใส่สุกร: หลังกระบวนการตัดแต่ง	-
- โรงฆ่าที่ 1 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 5	S. Brunei
- โรงฆ่าที่ 2 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 4	S. Rissen
- โรงฆ่าที่ 4 ครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ 4	S. Weltevreden

- หมายถึง จากตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ไม่พบตัวอย่างที่มีซีโรวาร์ตรงกัน

ตารางที่ 15 สรุปการพบเชื้อซัลโมเนลลาในระดับซีโรวาร์ที่พบตรงกันในขั้นตอนต่างๆจากซากสุกร
ตัวเดิม (ต่อ)

ตัวอย่าง/ขั้นตอนที่พบว่ามิซีโรวาร์ที่ตรงกัน (โรงฆ่าที่, ครั้งที่เก็บตัวอย่าง และหมายเลขตัวอย่าง)	ซีโรวาร์ที่พบ
7. ลำไส้สุกร: ตลาจดำหน่ายเนื้อสุกร	
- โรงฆ่าที่ 1 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 5	S. Brunei
- โรงฆ่าที่ 1 ครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ 5	S. Weltevreden
- โรงฆ่าที่ 2 ครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ 5	S. Give
- โรงฆ่าที่ 3 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 2	S. Typhimurium
8. หลังกระบวนการฆ่า: หลังกระบวนการตัดแต่ง: ตลาจดำหน่ายเนื้อสุกร	
- โรงฆ่าที่ 3 ครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ 2	S. Rissen
9. หลังกระบวนการฆ่าการฆ่า: หลังกระบวนการตัดแต่ง	
- โรงฆ่าที่ 1 ครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ 1	S. Weltevreden
- โรงฆ่าที่ 2 ครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ 3	S. 6, 8: e, h:-
- โรงฆ่าที่ 2 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 2	S. Rissen
- โรงฆ่าที่ 2 ครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ 4	S. Rissen
- โรงฆ่าที่ 3 ครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ 2	S. Rissen
- โรงฆ่าที่ 3 ครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ 4	S. Rissen
10. หลังกระบวนการฆ่า: ตลาจดำหน่ายเนื้อสุกร	
- โรงฆ่าที่ 3 ครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ 2	S. Rissen
11. หลังกระบวนการตัดแต่ง: ตลาจดำหน่ายเนื้อสุกร	
- โรงฆ่าที่ 1 ครั้งที่ 2 ตัวอย่างที่ 5	S. Brunei
- โรงฆ่าที่ 2 ครั้งที่ 3 ตัวอย่างที่ 2	S. Give
- โรงฆ่าที่ 3 ครั้งที่ 1 ตัวอย่างที่ 2	S. Rissen

- หมายถึง จากตัวอย่างที่ตรวจวิเคราะห์ไม่พบตัวอย่างที่มีซีโรวาร์ตรงกัน

4. ปัจจัยการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนจากโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กจนถึงตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร

จากการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนของโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ลวก ซาก อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม และค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในซากสุกร (ตารางที่ 16) แสดงรายละเอียดดังนี้

4.1 อุณหภูมิ น้ำ ลวก ซาก

จากผลการบันทึกค่าอุณหภูมิของน้ำ ลวก ซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบอุณหภูมิเฉลี่ย 62.5, 58.50, 69.5 และ 63.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ระยะเวลาที่ใช้ในการลวกซากสุกร ประมาณ 3-4 นาที) พบว่าอุณหภูมิ น้ำ ลวก ซากของโรงฆ่าที่ 2 ต่ำกว่าโรงฆ่าอื่นและระยะเวลาที่ทำการลวกซากเพียง 3-4 นาที อาจไม่เพียงพอต่อลดเชื้อซัลโมเนลลาที่ผิวซากสุกรได้ ซึ่งสอดคล้องกับการพบเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าในระดับสูง ส่วนอุณหภูมิ น้ำ ลวก ซากของโรงฆ่าที่ 1, 3 และ 4 มีอุณหภูมิที่สูงกว่า 60 องศาเซลเซียส มณีรัตน์ (2551) พบว่าการลวกซากด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และการเผาซากที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ทำให้ซากสุกรมีอัตราการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาลดลงเหลือเพียงร้อยละ 9.09 สอดคล้องกับ Greig and Stephan (2005) กล่าวว่าขั้นตอนการลวกซากและการเผาขนสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวหนังสุกรได้ต้องขึ้นอยู่กับระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ โดยแนะนำว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 58-62 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลาในการลวกนาน 5-6 นาที และอุณหภูมิมากกว่าหรือเท่ากับ 63 องศาเซลเซียส ควรใช้เวลาลวกซากนาน 4-5 นาที เช่นเดียวกับ อรุณ (2544) รายงานว่าเชื้อซัลโมเนลลาถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง หรือที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในเวลา 15-20 นาที หรือที่ อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส ในเวลา 4 นาที ยกเว้นบางสายพันธุ์ เช่น *S. Senftenberg* ที่มีความทนทานสูงมากกว่าสายพันธุ์อื่น 10-20 เท่า โดยต้องการใช้การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส นานถึง 1 ชั่วโมง ดังนั้นมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 9009-2549) เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร กำหนดว่าอุณหภูมิ น้ำ ลวก ซากต้องไม่ต่ำกว่า 58 องศาเซลเซียส โดยระยะเวลาที่ใช้ลวกต้องสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำ และขนาดของสุกร

4.2 อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม

จากการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บบันทึกข้อมูลของอุณหภูมิสภาพแวดล้อม 3 บริเวณ คือ อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่า อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่ง และ อุณหภูมิสภาพแวดล้อมการจำหน่าย ซึ่งจากการติดตามและบันทึกอุณหภูมิในขั้นตอนต่างๆของ โรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง แสดงรายละเอียด ดังนี้

1) อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่า จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบว่าแต่ละโรงฆ่ามีอุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่าเฉลี่ย 29.5, 26.50, 28.50 และ 29.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

2) อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่ง จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบว่าแต่ละโรงฆ่ามีอุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่งเฉลี่ย 29.50, 27.50, 31.50 และ 29.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

3) อุณหภูมิสภาพแวดล้อมของตลาดสด โดยพบว่าแต่ละโรงฆ่ามีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมของตลาดสดเฉลี่ย 29.5, 27.50, 31.50 และ 29.50 องศาเซลเซียส ตามลำดับจากโรงฆ่าที่ 1 ถึง 4

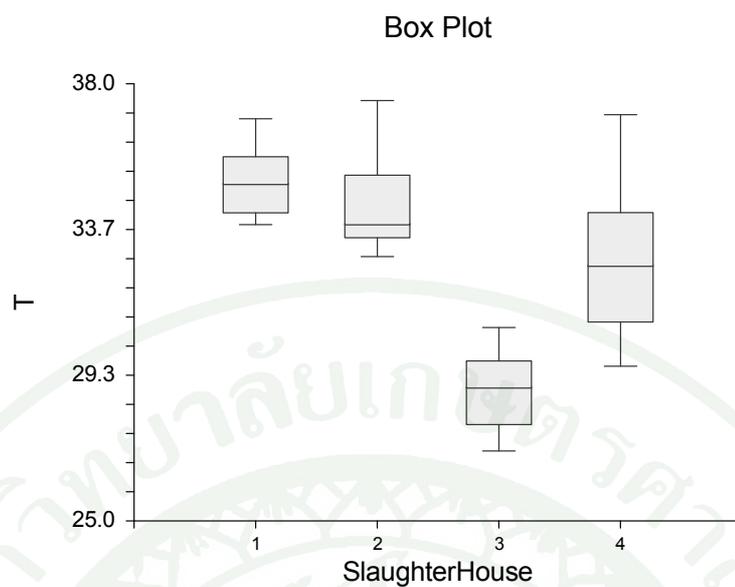
ผลการเก็บข้อมูลและบันทึกค่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในแต่ละขั้นตอนของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบว่าอุณหภูมิแต่ละขั้นตอนของแต่ละโรงฆ่าไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากโรงฆ่าสุกรที่ทำการศึกษานี้เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กที่ในแต่ละวันจะทำการฆ่าสุกรจำนวนน้อยและทำงานในช่วงกลางคืน ซึ่งใช้เวลาทำงานในโรงฆ่าประมาณ 3-4 ชั่วโมงต่อวัน ในกระบวนการฆ่า และการตัดแต่งอยู่ในสภาพที่เปิดโล่งไม่มีการควบคุมอุณหภูมิห้อง อุณหภูมิห้องในกระบวนการฆ่า และกระบวนการตัดแต่ง จึงขึ้นอยู่กับสภาพอากาศภายนอกของโรงฆ่า หลังจากนั้นทำการขนส่งเนื้อสุกรมาที่ตลาดสดซึ่งเป็นพื้นที่เปิดโล่ง จึงเป็นผลทำให้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมแต่ละขั้นตอนไม่แตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวัน โดยปกติเชื้อซัลโมเนลลามีสช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 30-45 องศาเซลเซียส อีกทั้งเชื้อซัลโมเนลลามีระบบตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบเฉียบพลันจึงสามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดี จากผลการศึกษาครั้งนี้พบเชื้อซัลโมเนลลาในชิ้นส่วนเนื้อสุกรในระดับที่เพิ่มสูงขึ้นจากโรงฆ่าสุกรจนถึงการขนส่งไปยังตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร ดังนั้นอิทธิพลของสภาพแวดล้อมอาจเป็นเพียงปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

4.3 อุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในซากสุกร

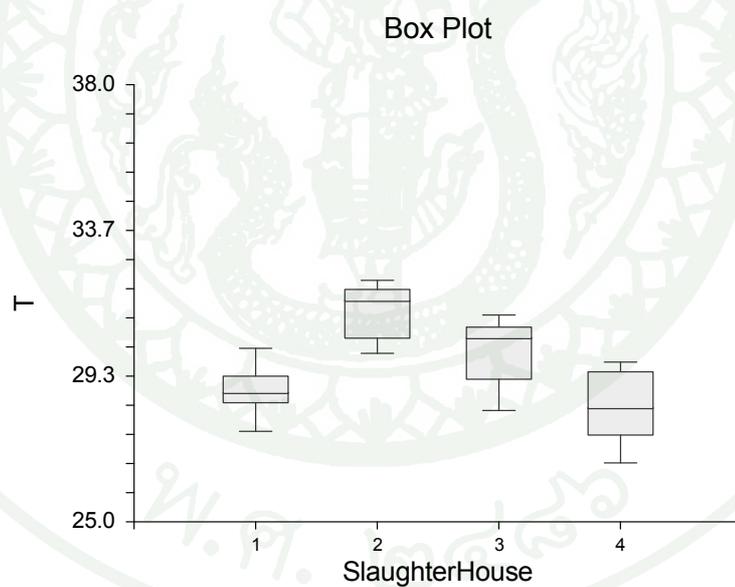
ผลการเก็บบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิค่าความเป็นกรด-ด่างในซากสุกร จากโรงฆ่าสุกร ทั้ง 4 แห่ง แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง คือ หลังกระบวนการฆ่า จากการวัดค่าทันทีภายหลังการผ่าซีก (ประมาณ 30 นาที หลังจากการเอาเลือดออก) และเนื้อสุกรที่ตลาดสดจากการวัดค่าทันทีหลังการขนส่งไปที่จำหน่ายที่ตลาดสด (ห่างจากการวัดครั้งแรกประมาณ 2-3 ชั่วโมง) จากซากสุกร ตัวเดิม การติดตามและเก็บบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิค่าความเป็นกรด-ด่างในซากสุกรจากขั้นตอนต่างๆ ของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง แสดงรายละเอียด ดังนี้

1) อุณหภูมิซากสุกร โดยพบว่าแต่ละโรงฆ่ามีอุณหภูมิซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าเฉลี่ย 35.07, 34.34, 28.88 และ 32.81 องศาเซลเซียส ตามลำดับจากโรงฆ่าที่ 1 ถึง 4 และพบว่าแต่ละโรงฆ่ามีอุณหภูมิของเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายเฉลี่ย 28.89, 31.31, 30.01 และ 28.38 ตามลำดับจากโรงฆ่าที่ 1 ถึง 4 จากภาพที่ 8 และ 9 แสดงถึงการกระจายข้อมูลของค่าอุณหภูมิเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิเนื้อหลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรพบว่าอุณหภูมิเนื้อสุกรมีค่าลดต่ำลงทุกโรงฆ่า (โรงฆ่าที่ 1, 2 และ 4) เนื่องจากสภาพการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของกล้ามเนื้อหลังการฆ่า ยกเว้นโรงฆ่าที่ 3 เนื่องจากมีการแช่ซากในน้ำเย็นหลังการผ่าซากประมาณ 5 นาที

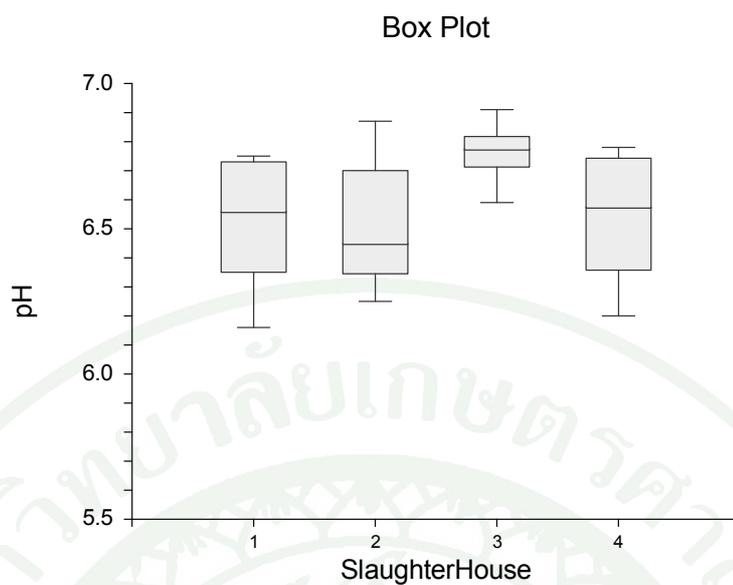
2) ค่าความเป็นกรด-ด่างในซากสุกร โดยพบว่าแต่ละโรงฆ่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างในซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าเฉลี่ย 6.54, 6.50, 6.72 และ 6.53 ตามลำดับจากโรงฆ่าที่ 1 ถึง 4 และพบว่าแต่ละโรงฆ่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายเฉลี่ย 6.19, 6.29, 6.10 และ 6.37 ตามลำดับจากโรงฆ่าที่ 1 ถึง 4 จากภาพที่ 10 และ 11 แสดงถึงการกระจายข้อมูลของค่าความเป็นกรด-ด่าง หลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อหลังกระบวนการฆ่ากับตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าลดต่ำลงทุกโรงฆ่า แสดงให้เห็นว่าเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายมีปริมาณกรดแลคติกเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับการรายงานของ จูฑาร์ตัน (2540) กล่าวว่าปริมาณกรดแลคติกในเนื้อจะเพิ่มขึ้นภายหลังจากสัตว์ถูกฆ่า ซึ่งกรดแลคติกที่เพิ่มสูงขึ้นหรือน้อยขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น พันธุ์สุกร สภาพของสัตว์ก่อนถูกฆ่า ระยะเวลาการอดอาหาร วิธีการทำสลบ การลวกซาก รวมทั้งการจัดการซากหลังกระบวนการฆ่า เป็นต้น



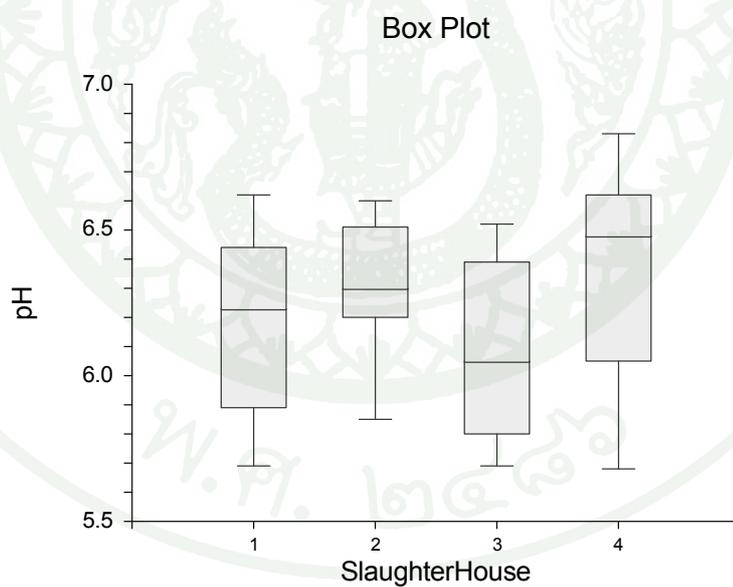
ภาพที่ 8 อุณหภูมิของเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง



ภาพที่ 9 อุณหภูมิของเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง



ภาพที่ 10 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง



ภาพที่ 11 ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่ายของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง

ตารางที่ 16 ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละชั้นตอนของโรงฆ่าสุกร
ทั้ง 4 แห่ง

ปัจจัย	จำนวน			
	ตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
โรงฆ่าที่ 1				
- อุณหภูมิน้ำลวกซาก (°C)	6	62.50	62.00	63.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่า (°C)	6	29.50	29.00	30.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่ง (°C)	6	29.50	29.00	30.00
- อุณหภูมิสภาพแวดล้อมการจำหน่าย (°C)	6	29.50	29.00	30.00
- อุณหภูมิซากหลังกระบวนการฆ่า (°C)	15	35.07	33.81	36.96
- อุณหภูมิเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่าย (°C)	15	28.89	27.68	35.31
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อหลังกระบวนการฆ่า	15	6.54	6.15	6.75
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อที่ตลาดจำหน่าย	15	6.19	5.68	6.62
โรงฆ่าที่ 2				
- อุณหภูมิน้ำลวกซาก (°C)	6	58.50	58.00	59.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่า (°C)	6	26.50	26.00	27.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่ง (°C)	6	27.50	27.00	28.00
- อุณหภูมิสภาพแวดล้อมการจำหน่าย (°C)	6	27.50	27.00	28.00
- อุณหภูมิซากหลังกระบวนการฆ่า (°C)	15	34.34	32.86	37.50
- อุณหภูมิเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่าย (°C)	15	31.31	30.01	32.17
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อหลังกระบวนการฆ่า	15	6.50	6.24	6.86
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อที่ตลาดจำหน่าย	15	6.29	5.84	6.60
โรงฆ่าที่ 3				
- อุณหภูมิน้ำลวกซาก (°C)	6	69.50	69.00	70.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่า (°C)	6	28.50	28.00	29.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่ง (°C)	6	31.50	31.00	32.00
- อุณหภูมิสภาพแวดล้อมการจำหน่าย (°C)	6	28.50	28.00	29.00
- อุณหภูมิซากหลังกระบวนการฆ่า (°C)	15	28.88	27.07	30.75
- อุณหภูมิเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่าย (°C)	15	30.01	28.31	31.15
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อหลังกระบวนการฆ่า	15	6.72	6.26	6.91
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อที่ตลาดจำหน่าย	15	6.10	5.68	6.52

ตารางที่ 16 ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนของโรงฆ่าสุกร ทั้ง 4 แห่ง (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน			
	ตัวอย่าง (n)	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
โรงฆ่าที่ 4				
- อุณหภูมิน้ำลวกซาก (°C)	6	63.50	63.00	64.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการฆ่า (°C)	6	29.00	27.00	31.00
- อุณหภูมิห้องภายในกระบวนการตัดแต่ง (°C)	6	29.50	29.00	30.00
- อุณหภูมิสภาพแวดล้อมการจำหน่าย (°C)	6	29.50	29.00	30.00
- อุณหภูมิซากหลังกระบวนการฆ่า (°C)	15	32.81	29.60	37.07
- อุณหภูมิเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่าย (°C)	15	28.38	26.75	29.75
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อหลังกระบวนการฆ่า	15	6.53	6.20	6.77
- ความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อที่ตลาดจำหน่าย	15	6.37	5.67	6.83

5. ศึกษาความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรเปรียบเทียบกับขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร (ตารางที่ 17) พบว่าค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรของ 2 ขั้นตอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากข้อมูลค่าอุณหภูมิของซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าและอุณหภูมิของเนื้อสุกรที่ตลาดมีค่าเฉลี่ย 32.84 และ 29.42 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าและความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรที่ตลาดมีค่าเฉลี่ย 6.53 และ 6.23 ตามลำดับ ซึ่งจากงานวิจัยครั้งนี้ทำการวัดค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างจากซากสุกรทันทีภายหลังการผ่าซีก (ประมาณ 30 นาที หลังจากการเอาเลือดออก) และส่วนเนื้อสุกรที่ตลาดจะทำการวัดค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างทันทีหลังการขนส่งขึ้นเนื้อไปวางจำหน่ายที่ตลาด (ห่างจากการวัดช่วงแรกประมาณ 2-3 ชั่วโมง) สังเกตได้ว่าทั้งค่าอุณหภูมิเนื้อและค่าความเป็นกรด-ด่างของทั้ง 2 ขั้นตอนลดลงเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ จูฮาร์ตัน (2540) กล่าวว่า การเกิดขบวนการทางชีวเคมีภายในกล้ามเนื้อและทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในกล้ามเนื้อ โดยหลังการแทงคอเอาเลือดออกระบบหมุนเวียนโลหิตหยุดชะงักลง ร่างกายสัตว์จึงขาดออกซิเจน กล้ามเนื้อยังคงมีการหดตัวและคลายตัว โดยใช้พลังงานจากขบวนการไกลโคไลซิส จึงทำให้เกิดการสะสมกรดแลคติก

ในกล้ามเนื้อและความร้อน เป็นสาเหตุทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในกล้ามเนื้อภายหลังสัตว์ตาย ลดต่ำลงอย่างช้าๆ จากเดิมประมาณ 7.0 ไปเป็น 5.6-5.7 ภายใน 6-8 ชั่วโมงหลังสัตว์ตาย

ตารางที่ 17 ความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่า และตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร

ลักษณะที่ศึกษา	ขั้นตอน		P-value
	หลังกระบวนการฆ่า	ตลาดจำหน่าย	
อุณหภูมิในเนื้อสุกร (°C)	32.84 ⁿ	29.42 ^u	<0.001
ค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกร	6.58 ⁿ	6.23 ^u	<0.001

^{n,u} อักษรแตกต่างกันที่อยู่บนค่าเฉลี่ยในแถวอนเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกร ในกลุ่มที่ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่พบเชื้อซัลโมเนลลา (ตารางที่ 18) พบว่าค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จากข้อมูลอุณหภูมิเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดจำหน่ายในกลุ่มที่ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลามีค่าเฉลี่ย 32.71 และ 29.17 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าในกลุ่มที่พบเชื้อซัลโมเนลลาที่มีค่าเฉลี่ย 32.97 และ 29.66 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของจิรวรรณ (2551) รายงานว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดจะมีค่าสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิของชิ้นเนื้อสูงขึ้น

ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่าและที่ตลาดจำหน่ายในกลุ่มที่ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลามีค่าเฉลี่ย 6.60 และ 6.25 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรในกลุ่มที่พบเชื้อซัลโมเนลลาซึ่งมีค่าเฉลี่ย 6.55 และ 6.20 ตามลำดับ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จากผลการทดสอบพบว่าความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกร ให้ผลไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มที่ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาและกลุ่มที่พบเชื้อซัลโมเนลลา จากข้อมูลค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรยังเป็นค่าที่อยู่ในช่วงที่เชื้อซัลโมเนลลาสามารถเจริญได้ในสภาพปกติ ถึงแม้ว่าค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญของเชื้อแต่ทั้งนี้ความแตกต่างของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาบนซากสุกรหรือชิ้นส่วนเนื้อสุกรอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นมากกว่า เช่น ขั้นตอน วิธีการปฏิบัติงาน รวมทั้งเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และการมีสุขลักษณะที่ดีในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

ตารางที่ 18 ความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรในกลุ่มที่ไม่พบและพบเชื้อซัลโมเนลลา

ลักษณะที่ศึกษา	การพบเชื้อซัลโมเนลลา		P-value
	ไม่พบ	พบ	
อุณหภูมิในเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่า (°C)	32.71	32.97	0.373
อุณหภูมิในเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่าย (°C)	29.17	29.66	0.135
ค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรหลังกระบวนการฆ่า	6.60	6.55	0.216
ค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรที่ตลาดจำหน่าย	6.25	6.20	0.334

6. การเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร

จากการจัดระดับโรงฆ่าสัตว์ของกรมปศุสัตว์จังหวัดนครปฐม โดยโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าโรงฆ่าที่ 2 จัดอยู่ในระดับ B เป็นโรงฆ่าที่มีใบอนุญาตตั้งโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ และการฆ่าสัตว์ (مجس.2) แต่ยังคงปรับปรุงให้ได้การผลิตที่ถูกต้องลักษณะ โรงฆ่าที่ 1 และ 3 จัดอยู่ในระดับ C เป็นโรงฆ่าที่ไม่มีใบอนุญาต ส่วนโรงฆ่าที่ 4 เป็นโรงฆ่าแห่งเดียวที่ยังไม่ได้ขึ้นทะเบียนกับกรมปศุสัตว์ และยังไม่มียุติบัตรจึงจัดอยู่ในระดับ C จากการประเมินโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง เปรียบเทียบกับมาตรฐานตามกฎกระทรวงฉบับที่ 5 พ.ศ. 2539 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมการฆ่าสัตว์และจำหน่ายเนื้อสัตว์ พ.ศ. 2535 พบว่าโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง มีใบอนุญาตเพียง 1 โรง คือโรงฆ่าที่ 2 เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง มาทำการประเมินตามรายการและเกณฑ์ที่กำหนด พบว่าไม่ผ่านการประเมินด้านสถานที่ตั้งและโครงสร้างของโรงฆ่าสัตว์ ด้านสุขาภิบาลโรงฆ่าสัตว์ ด้านกระบวนการฆ่าสัตว์ และด้านการขนส่งเนื้อสัตว์

ซึ่งสอดคล้องกับการเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 9009-2549) เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร (แสดงในตารางที่ 19) จากการประเมินพบว่าโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ไม่พบโรงฆ่าใดที่ผ่านเกณฑ์ในการประเมิน ถึงแม้ว่าโรงฆ่าที่ 2 จัดอยู่ในมาตรฐานระดับ B เป็นโรงฆ่าที่มีใบอนุญาต แต่จากการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโรงฆ่ามาประเมินตามรายการและเกณฑ์ที่กำหนดพบว่าไม่ผ่าน และการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ ไม่แตกต่างจากโรงฆ่าอื่น โดยโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง ยังพบว่ามีกรปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ของ มกอช. ได้แก่ ไม่มีการตรวจสอบสุขภาพสุกรก่อนฆ่า สุกรสัมผัสกับพื้นในระหว่างการฆ่า ไม่มีการตรวจซากสุกรและเครื่องใน หลังการผ่าซาก ไม่มีการดึงเส้นไขสันหลังออก ไม่มีการลดอุณหภูมิซากหลังการฆ่า ไม่มีการควบคุมการเข้าออกของผู้ปฏิบัติงานในห้องตัดแต่งพาหนะที่ใช้ขนส่งเนื้อสุกร ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิเนื้อสุกร และโดยรวมพบว่าโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง มีหลักการสุขาภิบาลที่ไม่ดี แสดงให้เห็นว่าโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง ยังมีขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ในโรงฆ่าที่เป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้เกือบทุกขั้นตอน

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ตามการจัดระดับโรงฆ่าของกรมปศุสัตว์ เปรียบเทียบกับมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเรื่อง การปฏิบัติที่ดี สำหรับโรงฆ่าสุกร

รายการและเกณฑ์ที่กำหนด	โรงฆ่าที่ 1 (ระดับ C)	โรงฆ่าที่ 2 (ระดับ B)	โรงฆ่าที่ 3 (ระดับ C)	โรงฆ่าที่ 4 (ระดับ C)
1. การรับสุกรมีชีวิต				
- ตรวจสอบสภาพสุกรก่อนฆ่า	X	X	X	X
2. คอกพักสุกร				
- พื้นที่ไม่น้อยกว่า 0.8 ตารางเมตร/ตัว	/	/	/	/
- มีน้ำให้สุกรกินอย่างเพียงพอ	/	/	X	X
- มีทางเดินต่อจากคอกมาเข้าห้องทำสลบ	/	X	X	X
- ถัดน้ำทำความสะอาดตัวสุกรก่อนเข้าฆ่า	/	/	/	/
3. การฆ่าสุกร				
- ทำให้สุกรสลบก่อนฆ่า	/	/	/	/
- สุกรต้องไม่สัมผัสพื้นห้องขณะฆ่า	X	X	X	X
- ปลดปล่อยให้เลือดออกนานไม่น้อยกว่า 4 นาที	/	/	/	X
4. การลวก และชูดขน				
- อุณหภูมิน้ำต้องไม่ต่ำกว่า 58 °C	/	/	/	/
- สุกรที่ถูกฆ่าแล้วต้องชูดขนออกหมด	/	/	/	/
5. การแยกเครื่องในออก				
- มีการตรวจซากสุกรและเครื่องใน	X	X	X	X
6. การผ่าซีกซากสุกร				
- ผ่าซีกซากสุกรและดึงเส้นไขสันหลังออก	X	X	X	X
7. การทำความสะอาดซากสุกร				
- ล้างซากสุกรหลังขั้นตอนการนำเลือดออก การชูดขน การแยกเครื่องใน และการผ่าซีก	/	/	/	/
8. การลดอุณหภูมิซากสุกรหรือเนื้อสุกร	X	X	X	X
9. การตัดแต่ง				
- บริเวณตัดแต่งต้องกั้นแยกจากพื้นที่ส่วนอื่น	/	/	X	X
- ควบคุมการเข้าออกของผู้ปฏิบัติงานในห้องตัดแต่ง	X	X	X	X

/ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และ X หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ตามการจัดระดับโรงฆ่าของกรมปศุสัตว์ เปรียบเทียบกับมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร (ต่อ)

รายการและเกณฑ์ที่กำหนด	โรงฆ่าที่ 1 (ระดับ C)	โรงฆ่าที่ 2 (ระดับ B)	โรงฆ่าที่ 3 (ระดับ C)	โรงฆ่าที่ 4 (ระดับ C)
10. การขนส่งเนื้อสุกรและผลผลิต				
- พาหนะที่ใช้ในการขนส่งสามารถควบคุมอุณหภูมิศูนย์กลางเนื้อ ไม่เกิน 7 °C	X	X	X	X
11. หลักการสุขาภิบาลทั่วไป				
- มีสุขลักษณะในการผลิต	X	X	X	X
- มีสุขอนามัยส่วนบุคคล	X	X	X	X

/ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และ X หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

จากผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาที่ได้จากการ swab ซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง และเนื้อสุกรที่ตลาดสด พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้นจากขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าต่อเนื่องจนถึงตลาดสด และพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรค่อนข้างสูงในแต่ละขั้นตอนของแต่ละโรงฆ่า เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง จึงไม่ผ่านตามมาตรฐานเนื้อสุกรของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6000-2547) ที่กำหนดให้ต้องไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง 25 กรัม ซึ่งการผลิตเนื้อสุกรต้องปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค โดยต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง และข้อกำหนดของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การปนเปื้อนและซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรจนถึงตลาดสด

จากผลการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างลำไส้ของสุกรจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบเชื้อซัลโมเนลลาสูงถึงร้อยละ 56.66 โดยพบว่าโรงฆ่าที่ 2 พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างลำไส้สุกรสูงที่สุด คือ ร้อยละ 86.66 แสดงให้เห็นว่าลำไส้ของสุกรเป็นแหล่งของเชื้อซัลโมเนลลาที่สำคัญ ซึ่งแสดงว่าสุกรมีชีวิตก่อนเข้าสู่กระบวนการฆ่าอาจมีเชื้ออยู่ในลำไส้ตั้งแต่อยู่ที่ฟาร์ม หรือเกิดการติดเชื้อในระหว่างการขนส่ง หรือในคอกพักสัตว์ รวมทั้งเมื่อเข้าสู่กระบวนการฆ่าอาจเกิดการแพร่กระจายไปยังซากสุกรหรือเนื้อสุกรในขั้นตอนต่างๆ เช่น ในระหว่างการชำแหละ โดยเฉพาะการเอาเครื่องในออกหากเกิดการฉีกขาดของลำไส้ และจากผลการตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่างลำไส้สุกรจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ที่มีความหลากหลายถึง 9 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Anatum*, *S. Brunei*, *S. Derby*, *S. Give*, *S. Rissen*, *S. Stanley*, *S. Typhimurium*, *S. Weltevreden* และ *S. 6,8:e,h:-* ซีโรวาร์ที่พบมากที่สุดจากลำไส้สุกร คือ *S. Weltevreden*

จากผลการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรหลังกระบวนการฆ่าหลังกระบวนการตัดแต่ง จนถึงตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรของโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 33.33, 65.00 และ 73.33 ตามลำดับ โดยตัวอย่างในขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ที่มีความหลากหลายถึง 3 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Rissen*, *S. Weltevreden* และ *S. 6,8:e,h:-* ในขั้นตอนหลังกระบวนการตัดแต่งจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ที่มีความหลากหลายถึง 8 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Brunei*, *S. Give*, *S. Krefeld*, *S. Rissen*, *S. Typhimurium*, *S. Weltevreden*, *S. 6,8:e,h:-* และ *S. 8,20:y:-* และในขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกรที่มาจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง พบซีโรวาร์ที่มีความหลากหลายถึง 7 ซีโรวาร์ ได้แก่ *S. Brunei*, *S. Give*, *S. Krefeld*, *S. Rissen*, *S. Typhimurium*, *S. Weltevreden* และ *S. 8,20:-,1,5*

จากผลการสุ่มตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาจากขั้นตอนต่างๆ ของโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง พบว่าซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุดจากทุกขั้นตอน คือ S. Rissen ซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุดหลังกระบวนการตัดแต่ง คือ S. Rissen และ S. Weltevreden ซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุดที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร คือ S. Rissen, S. Weltevreden และ S. Give พบว่าซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบมากที่สุดในเรื่องสุกรตรงกับซีโรวาร์ที่พบมากที่สุดในตลาดไส้ของสุกร คือ S. Weltevreden จากการศึกษาครั้งนี้พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้นจากโรงฆ่าสุกรไปจนถึงตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร และพบว่าซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาหลังกระบวนการตัดแต่งและที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรมีความหลากหลายมากกว่าหลังกระบวนการฆ่า แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ขั้นตอนต่างๆ ในโรงฆ่า คือ ตั้งแต่ขั้นตอนการเอาเลือดออก การลวกซาก การชูดขน การเอาเครื่องในออก การผ่าซาก และการตัดแต่ง ซึ่งแหล่งของการปนเปื้อนในขั้นตอนต่างๆ นั้น อาจมาจากเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ในระหว่างการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ตลอดจนเสื้อผ้าหรืออวัยวะ เช่น มือ แขน ของผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งน้ำที่ใช้ในการล้างซาก ล้างเครื่องมือ จากผลการสำรวจการปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าจนถึงการจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาด พบว่า การปฏิบัติงานของพนักงานในโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง ยังขาดสุขลักษณะที่ดีในการทำงาน ไม่มีการแยกผู้ปฏิบัติงานในโซนสะอาดและโซนสกปรก ส่วนใหญ่ทำการฆ่าและชำแหละสุกรบนพื้นโดยตรง รวมทั้งการขนส่งเนื้อสุกร ไปจำหน่ายที่ตลาดส่วนใหญ่ทำการวางชิ้นเนื้อสุกรสัมผัสกับพื้นรถโดยตรงหรือมีเพียงกระสอบรองพื้นรถและไม่มีการปกคลุมชิ้นเนื้อสุกรในระหว่างการขนส่ง ดังนั้น ปัจจัยต่างเหล่านี้จึงอาจเป็นสาเหตุทำให้การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในแต่ละขั้นตอนมีระดับที่เพิ่มสูงขึ้นได้

2. การศึกษาความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรดต่างในเนื้อสุกรต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร

จากการศึกษาปัจจัยของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่าง ต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร พบว่าค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรในขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าเปรียบเทียบกับที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกรมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากโรงฆ่าที่ใช้ทำการศึกษานี้พบว่าระยะเวลาของกระบวนการฆ่า ผ่านการขนส่งเนื้อสุกรไปถึงการจำหน่ายที่ตลาดพบว่า โรงฆ่าแต่ละแห่งใช้เวลาอยู่ในช่วง 4-5 ชั่วโมง กล้ามเนื้อภายหลังกระบวนการฆ่าจึงยังมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในกล้ามเนื้อ จึงทำให้ค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของเนื้อค่อยๆ ลดลง ส่วนการจำหน่ายเนื้อสุกรเป็นการจำหน่ายโดยการวางบนแผงลอย โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิของชิ้นเนื้อสุกร เป็นผลทำให้อุณหภูมิของเนื้อสุกรขึ้นอยู่กับ

สภาพแวดล้อมใกล้เคียง เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร ในกลุ่มที่ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่พบเชื้อซัลโมเนลลาพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การศึกษาความแตกต่างของค่าอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างในเนื้อสุกรต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกร เป็นการศึกษาปัจจัยภายในของเนื้อสุกรต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา นอกจากค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสุกรแล้วยังมีเปอร์เซ็นต์ความชื้น ค่า water activity รวมทั้งคุณค่าทางโภชนาภายในเนื้อสุกรที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อ และปัจจัยภายนอกซึ่งเกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณออกซิเจน การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาอาจขึ้นอยู่กับทั้งปัจจัยภายในและภายนอก รวมทั้งการปฏิบัติงานของคณงานในขั้นตอนต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม จากสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ในงานวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกมากกว่า

3. การเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร

จากการเปรียบเทียบโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กทั้ง 4 แห่ง ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 9009-2549) เรื่อง การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกรไม่พบโรงฆ่าใดที่ผ่านเกณฑ์ในการประเมิน ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า ไม่มีการตรวจสอบสุขภาพสุกรก่อนฆ่า สุกรสัมผัสกับพื้นในระหว่างการฆ่า ไม่มีการตรวจซากสุกรและเครื่องใน หลังการผ่าซากไม่มีการดึงเส้นไขสันหลังออก ไม่มีการลดอุณหภูมิซากหลังการฆ่า ไม่มีการควบคุมการเข้าออกของผู้ปฏิบัติงานในห้องตัดแต่ง พาหนะที่ใช้ขนส่งเนื้อสุกรไม่มีการควบคุมอุณหภูมิเนื้อสุกร และโดยรวมพบว่าโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง มีหลักการสุขาภิบาลที่ไม่ดี แสดงให้เห็นว่าโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง ยังมีขั้นตอนการปฏิบัติงานต่างๆ ในโรงฆ่าที่เป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาได้เกือบทุกขั้นตอน จากผลการตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลลาที่ได้จากการ swab ซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า ตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการ ตัดแต่ง และเนื้อสุกรที่ตลาดสด พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้นจากขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าต่อเนื่องจนถึงตลาดสด และพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรค่อนข้างสูงในแต่ละขั้นตอนของแต่ละโรงฆ่า เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง จึงไม่ผ่านมาตรฐานเนื้อสุกรของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6000-2547) ที่กำหนดว่าต้องไม่พบเชื้อซัลโมเนลลาในตัวอย่าง 25 กรัม

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการสุ่มตรวจซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาในซากสุกรจากโรงฆ่าสุกรจนถึงตลาดสดบางตัวอย่างเท่านั้น ดังนั้นจึงควรเลือกตัวอย่างที่พบเชื้อซัลโมเนลลาทุกตัวอย่าง จำแนกผลระดับซีโรวาร์ทั้งหมด รวมทั้งทำการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตนำไปตรวจเชื้อ เช่น มีด โต๊ะ เขียง มือผู้ปฏิบัติงาน น้ำใช้ในโรงฆ่า เป็นต้น เพื่อที่จะได้รู้เส้นทางการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในขั้นตอนต่างๆ ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. จากการศึกษาครั้งนี้พบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาเพิ่มสูงขึ้นจากขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าต่อเนื่องจนถึงตลาดสด และพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรก่อนข้างสูงในแต่ละขั้นตอนของแต่ละโรงฆ่า เนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าทั้ง 4 แห่ง จึงไม่ผ่านตามมาตรฐานเนื้อสุกรของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6000-2547) ดังนั้น โรงฆ่าสุกรทั้ง 4 แห่ง ควรมีการปฏิบัติงานในขั้นตอนต่างๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ดังนี้

2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติในโรงฆ่าสุกร เริ่มตั้งแต่การรับสุกรมีชีวิตมายังคอกพักสัตว์สุกรก่อนเข้าฆ่าต้องมีระยะเวลาอดอาหารที่เหมาะสม หมั่นทำความสะอาดคอกพักให้สะอาด มีการระบายอากาศที่ดี ในขั้นตอนของกระบวนการฆ่าที่สามารถช่วยลดการปนเปื้อนได้ คือ ขั้นตอนการลวกซากสุกร ควรมีอุณหภูมิของน้ำลวกซากสูงกว่า 58 องศาเซลเซียส รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการลวกซากที่เหมาะสม ต้องมีการถ่ายเทน้ำลวกซากที่สกปรกทิ้งเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ในขั้นตอนการเอาเครื่องในออกควรระมัดระวังการฉีกขาดของท่อทางเดินอาหารและลำไส้ ส่วนบริเวณที่ตัดแต่งต้องมีการกั้นแยกจากพื้นที่ผลิตอื่นๆ และควบคุมการเข้าออกของคนงาน รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการฆ่าและตัดแต่ง เช่น มีด โต๊ะ เขียง ต้องมีการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อก่อนการใช้งาน ระหว่างการใช้งาน และหลังการใช้งานให้ดื่ยู่เสมอ รวมทั้งการทำความสะอาดสถานที่ หรือจัดสภาพแวดล้อมที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม และการให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงานถึงสัญลักษณ์ส่วนบุคคลที่ดีในการทำงาน ควรปรับปรุงวิธีการขนส่งเนื้อสุกรไปจำหน่ายที่ตลาดสด การขนส่งควรมีภาชนะใส่ชิ้นส่วนเนื้อสุกรโดยไม่ให้เนื้อสุกรมีการสัมผัสกับพื้นรถ และควรแยกเนื้อสุกรออกจากเครื่องในขาวและเครื่องในแดงระหว่างการขนส่ง ในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนจะต้องมีหลักการสุขาภิบาลที่ดี ซึ่งรวมถึงสัญลักษณ์ในการผลิตและสัญลักษณ์ส่วนบุคคลในการปฏิบัติที่ดีเพื่อช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลา ดังนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเนื้อสุกรจึงควรให้ความสำคัญ

กับทุกขั้นตอน และผลักดันให้มีการปฏิบัติตามกฎหมาย เพื่อการพัฒนาโรงฆ่าสุกรให้เข้าสู่มาตรฐานในการปฏิบัติที่ดีในโรงฆ่าสัตว์ และเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

2.2 ขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสุกร ผู้จำหน่ายควรมีสุนัขลักษณะที่ดีในการจำหน่าย ควรปรับปรุงสถานที่จำหน่ายให้ถูกสุขลักษณะ หรือปรับปรุงการจำหน่ายโดยการใช้ตู้แช่เย็นเนื้อสุกร ในระหว่างการจำหน่าย เพื่อช่วยลดหรือช่วยชะลอการเจริญของเชื้อซัลโมเนลลา รวมทั้งแบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษชนิดอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

2.3 การปฏิบัติของผู้บริโภค จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเนื้อสุกรที่จำหน่ายบนเชิงจากตลาดสด พบเชื้อซัลโมเนลลาในระดับที่สูง ดังนั้นผู้บริโภคควรเลือกซื้อเนื้อสุกรจากร้านจำหน่ายที่น่าเชื่อถือ โดยสังเกตจากสถานที่จำหน่าย สุขลักษณะการจำหน่าย เลือกซื้อเนื้อสุกรที่มีสภาพสด และสะอาด ผู้บริโภคควรมีการเก็บรักษาเนื้อสุกรที่ถูกต้องวิธีและในขณะที่ปรุงควรผ่านวิธีการให้ความร้อนที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อก่อโรคอาหารเป็นพิษ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคเอง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมโรค. 2546. รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการ การป้องกันและควบคุมโรคอุจจาระร่วง ในพื้นที่เสี่ยงสูง 19-21 พฤษภาคม 2546 ณ โรงแรม เจ.บี. หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. 288 หน้า.

กรมปศุสัตว์. 2545. คู่มือโครงการเนื้อสัตว์อนามัย. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

กรมปศุสัตว์. 2551. คู่มือการพัฒนามาตรฐานโรงฆ่าสัตว์และการจำหน่ายเนื้อสัตว์. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

คมกฤษ เทียนคำ และธีระยุทธ แก้วอมตวงศ์. 2550. พยาธิวิทยาเฉพาะระบบทางสัตวแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 2. หน่วยพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

จิรวรรณ บุญพูนมี. 2551. การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมมาตรฐานสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2540. การจัดการโรงฆ่าสัตว์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า, กรุงเทพฯ.

_____, คมแข พิลาสมบัติ และประภาพร ขอไพบูลย์. 2540. การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน. หน้า 94-95. ใน การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35, กรุงเทพฯ.

เชิงชาญ พึ่งเจียม และธนวัฒน์ พันธุ์สนิท. 2550. การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ในจังหวัดอุทัยธานี
แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/pv1o_uta/doc/pok_beta.pdf, 27 กันยายน 2552.

ชัยญลักษณ์ แสงสง่า และสุดสาย ตริวานิช. 2550. ผลของสภาวะความเครียดแบบจำลองของระบบทางเดินอาหารมนุษย์ ต่อการอยู่รอดของ *Salmonella Rissen* สายพันธุ์ดื้อยาต้านจุลชีพหลายชนิดที่แยกได้จากเนื้อสุกร, น. 444-452. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เนตรนภิส ธนนิเวศน์กุล, เรณู ทวีชชาติวิทยากุล, นฤมล ปิ่นประไพ และอังคารศิริ คีอ่วม. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาสถานการณ์การขนส่ง การจำหน่าย และการวิจัยรูปแบบการจัดการความปลอดภัยในเนื้อหมูในขั้นตอนการวางจำหน่าย: ในตลาดสด. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

บัณฑิต ตระการวีระเดช. 2550. เชื้อซัลโมเนลลากับการผลิตเนื้อสุกร. บทความแผนกสัตว์เศรษฐกิจ. แหล่งที่มา: http://th.merial.com/livestock_producers/journals.asp, 20 เมษายน 2552.

ประกิจ จงวัฒนากุล. 2547. การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาใน food chain และแนวทางแก้ไข. ใน รายงานการประชุมเชิงปฏิบัติการการป้องกันและควบคุมโรคอุจจาระร่วงในพื้นที่เสี่ยงสูง. หน้า 36.

ปรีดา ถาวรประดิษฐ์, ไชยญา เจริญสวัสดิ์ และสุชาดา สุสุทธิ. 2548. การสำรวจคุณภาพน้ำใช้ด้านการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในโรงฆ่าสุกร. วารสารสำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัย ที่ 1. 4(3): 1-11.

ผกามาศ ถีวาทินแสนสุข และสุดสายชล หอมทอง. 2550. การแพร่กระจายของ *Salmonella* ในเนื้อหมู. วารสารวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. แหล่งที่มา: <http://www.sci.buu.ac.th/scibuu/ind>, 3 กรกฎาคม 2552.

พงศ์ศักดิ์ ศรีชนนชัย, พลาพรรณ คำพรรณ และสมบัติ สุขประภากร. 2549. การสำรวจและวิเคราะห์สถานภาพโรงฆ่าสุกรในประเทศไทยเพื่อปรับปรุงให้เป็นโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม. 5(1): 17-27.

พรเพ็ญ พัฒนโสภณ, วัชรชัย ฌรงค์ศักดิ์ และศศิ เจริญพจน์. 2550. ความชุก ซีโรวาร์ และความไวต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่แยกได้จากฟาร์มไก่และสุกรในเขตภาคกลาง. *สัตวแพทยสาร*. 58(2): 49-63.

พรศิริ พรหมกิ่งแก้ว และอนิรุช เนื่องเม็ก. 2548. การศึกษาการปนเปื้อนของ *Salmonella* และ *Staphylococcus* ในเนื้อสัตว์จากตลาดสดในภาคเหนือ. สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/niah/Research/Research48.htm>, 3 กรกฎาคม 2552.

พัชรี ทองคำคุณ, กัญญา อาษายุทธ, อภิสสร วรราช และพัชรี เฟือกเทศ. 2538. โรค Salmonellosis จากสุกรสู่คน. *สัตวแพทยสาร*. 46(4): 15-21.

พิทักษ์ น้อยเมล์. 2548. การตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครขอนแก่นและโรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองเลย. ใน รายงานการศึกษาค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งานวิจัยหมายเลข 163625. หน้า 27-28.

พิพรรธพงศ์ พุดเพราะ, กล้าหาญ ศรีทองท่วม และเจษฎา ศรีพันดอน. 2548. การสำรวจเชื้อซัลโมเนลลาในสุกรจิวัดนครพนม. *วารสารปศุสัตว์เขต 4*. 9(22): 14-22.

มณีรัตน์ รัตนผล. 2551. การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งในโรงฆ่าสุกรมตรฐานสากล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มารุต เชียงเถียร, สุภานันท์ บุญญาญจน์ และ ปราโมทย์ ศรีสังข์. 2552. การศึกษาสถานะของเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ ปี 2549-2551.

แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/certify/certify/page/article/data/Salmonella.doc>, 26 พฤศจิกายน 2552.

- รุ่งนภา ศรีมะณี, ปรากรม ประยูรรัตน์ และอรุณ บ้างตระกูลนนท์. 2549. การศึกษาหา *Salmonella* Serovars และรูปแบบการดื้อยาของเชื้อที่ตรวจพบจากผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วง ในพื้นที่ตรวจพบจากผู้ป่วยโรคอุจจาระร่วงในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 สระบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 22(2): 62-76.
- วสันต์ เคยเหล่า, สุชาติรัตน์ เคยเหล่า และอนุชา มุมอ่อน. 2549. การประเมินโรงฆ่าสัตว์ และคุณภาพเนื้อสัตว์ภายในประเทศ. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.
- ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ. 2549. ความปลอดภัยของอาหาร. ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- _____, อลงกร อมรศิลป์, สุเมธนา วัฒนสินธุ์, ฐานิสร์ ดำรงวัฒนโกกิน, โอภาส วงศ์นิติพนัน, อนุชา มุมอ่อน, อภิชัย นาคีสังข์ และวสันต์ เคยเหล่า. 2548. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การประเมินความเสี่ยงของซัลโมเนลลาในหน่วยชั้นฟาร์มไก่เนื้อและโรงเชือดไก่: กรณีศึกษาจาก 2 บริษัท, กรุงเทพฯ.
- สมบัติ ศุภประภากร, พลาพรรณ คำพรรณ, สมาร์ท บุญจันทร์, พงศ์ศักดิ์ ศรีธเนศชัย และมนตรี เกิดมีมูล. 2548. สถานภาพ ศักยภาพการพัฒนาโรงฆ่าสุกรตามมาตรฐานโรงฆ่าสัตว์. ใน การสำรวจและวิเคราะห์สถานภาพโรงฆ่าสุกรในประเทศไทยเพื่อปรับปรุงให้เป็นโรงฆ่าสัตว์มาตรฐาน. กรมปศุสัตว์. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งานวิจัยหมายเลข 162307 ฉ.1. หน้า 3-5.
- สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 ขอนแก่น. 2545. สถานการณ์โรคที่เฝ้าระวังทางระบาดวิทยาปี 2545. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติเนื้อสุกร (มกอช. 6000-2547).
แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/standard/list_standard_std.php, 22 กุมภาพันธ์ 2552.

- _____. 2549. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสุกร (มกอช. 9009-2549).
แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/standard/list_standard_system.php, 22 กุมภาพันธ์ 2552.
- สำนักกระบาดวิทยา. 2551. **สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคปี 2551**. กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แหล่งที่มา: http://epid.moph.go.th/home_menu_20002.html, 10 ตุลาคม 2552.
- สุชาติ มูลสวัสดิ์, พิเชษฐ พิภบัว และไกรแก้ว คำดี. 2548. การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อสุกรเขตภาคเหนือตอนล่าง.
แหล่งที่มา: [http://www.dld.go.th/region5/suksaweb/.../2548%20\(v.2%20i.3\).pdf](http://www.dld.go.th/region5/suksaweb/.../2548%20(v.2%20i.3).pdf), 27 กันยายน 2552.
- สุปราณี เดิมพันธ์, วิภาดา ขจรเอกกุลและศศิธร คณะรัตน์. 2549. การเฝ้าระวังการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกและบริโภคภายในประเทศ. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/region1/column/column12.pdf>, 20 มกราคม 2551.
- สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุมาลี บุญมา, นพรัตน์ หนานริน, ศรีรัตน์ พรเรืองวงศ์และอรุณ ป่างตระกุลนนท์. 2540. การศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในผลิตภัณฑ์จากเนื้อไก่และเนื้อหมู. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์**. 31(4): 413-418.
- อรรวรรณ แจ่มจันทร์, อัจฉราภรณ์ ภักดี, สำอาง หอมชื่น และดาวิวรรณ เศรษฐีธรรม. 2550. ความชุกของภาวะการเป็นพาหะของเชื้อซัลโมเนลลาในผู้ประกอบการเชียงใหม่เขตเทศบาลนครขอนแก่น. **วารสารวิจัย มข**. 7(1): 115-123.

- อรุณ บ้างตระกูลนนท์. 2540. การตรวจหาเชื้อ *Salmonella* ในอาหารและผลิตภัณฑ์: ผลการสำรวจเชื้อ *Salmonella* spp. ในประเทศไทย. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.
- _____. 2544. Genus *Salmonella*. ใน เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง **Isolation, Identification and Serotyping of *Salmonella***. WHO National Salmonella and Shigella Center. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.
- Anonymous . 2004a. Zoonoses report United Kingdom 2003. **Department of Environment Food and Rural Affairs**, United Kingdom.
- Anonymous . 2004b. **Salmonella Surveillance: Annual Summary 2003**. US Department of Health and Human Services Atlanta, Georgia, CDC.
- Bangtrakulnoonth, A., S. Pornreonthong, C. Pulsrikarn, P. Sawanpanyalert, R. S. Hendriksen, D. M. A. Lo Fo Wong and F. M. Aarestrup. 2004. *Salmonella* serovars from Human and Other Sources in Thailand, 1993-2002. **Emerg. Infect. Dis.** 10(1): 131-136.
- Bangtrakulnoonth and A., P. Tishyadhigama. 2006. **Annual Report of Confirmed Salmonella and Shigella in Thailand 2006**. Department of Medical Sciences, Ministry of Public Health, Thailand. Available Source:
<http://www.dmhc.moph.go.th/webroot/nih/web/index.htm>
- Banwart, G. J. 1979. **Basic Food Microbiology**. AVI Publishing Company, Inc., New York.
- Bell, C. and A. Kyriakides. 2002. ***Salmonella*, a practical approach to the organism and its control in Foods**. London: Backwell Science. pp. 1-25.

- Berends, B. R., H. A. P. Urling and J. M. A. Snijders. 1996. Identification of risk factors in animal management and transport regarding *salmonella* spp. In pig. Int. **J. Food Microbio.** 30: 37-53.
- Borch, E., T. Nesbakken and H. Christensen. 1996. Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. **J. Food Microbiol.** 30: 9-25.
- Bouvet, J., C. Bavai, R. Rossel, A. Le Roux, M. P. Montet, C. Mazuy and C. Vernozy-Rozand. 2003. Evolution of pig carcass and slaughterhouse environment contamination by *Salmonella*. **Med. Vet.** 154(12): 775-779.
- Brenner, F. W., R. G. Villar, F. J. Angulo, R. Tauxe and B. Swaminathan. 2000. Salmonella nomenclature. **J. Clin Microbiol.** 38: 2465-7.
- Chantong, W. 2005. **Salmonella Isolation from Slaughter Pigs and Carcassre in a Slaughtehouse in Chiang Mai, Thailand.** M. S. Thesis, Chiang Mai University.
- Commission Regulation (EC) No 2073/2005, on Microbiological Criteria for Foods, 15th November. 2005.
- Davis, B. D., R. Dulbecco, H. N. Eissen, H. S. Ginsberg and W.B. Wood, Jr. 1968. **Microbiology.** Hoeber Medical Division, New York.
- Dorn In, S. 2005. **Prevalence of Salmonella in Pre- Slaughter Pigs in Chiang Mai, Thailand.** M. S. Thesis, Chiang Mai University.
- FAO/WHO. 2002 .Risk Assessments in *Salmonella* in Eggs and Broilers Chickens. pp. 7-24.
- Pope, 2000 Humphrey, t. 2000. Public health aspects of Salmonella infection. Pp. 245-262, In C. Wray and A. Wray (eds). **Salmonella in Domestic Animals.** Wallingford, UK: CABI Publishing.

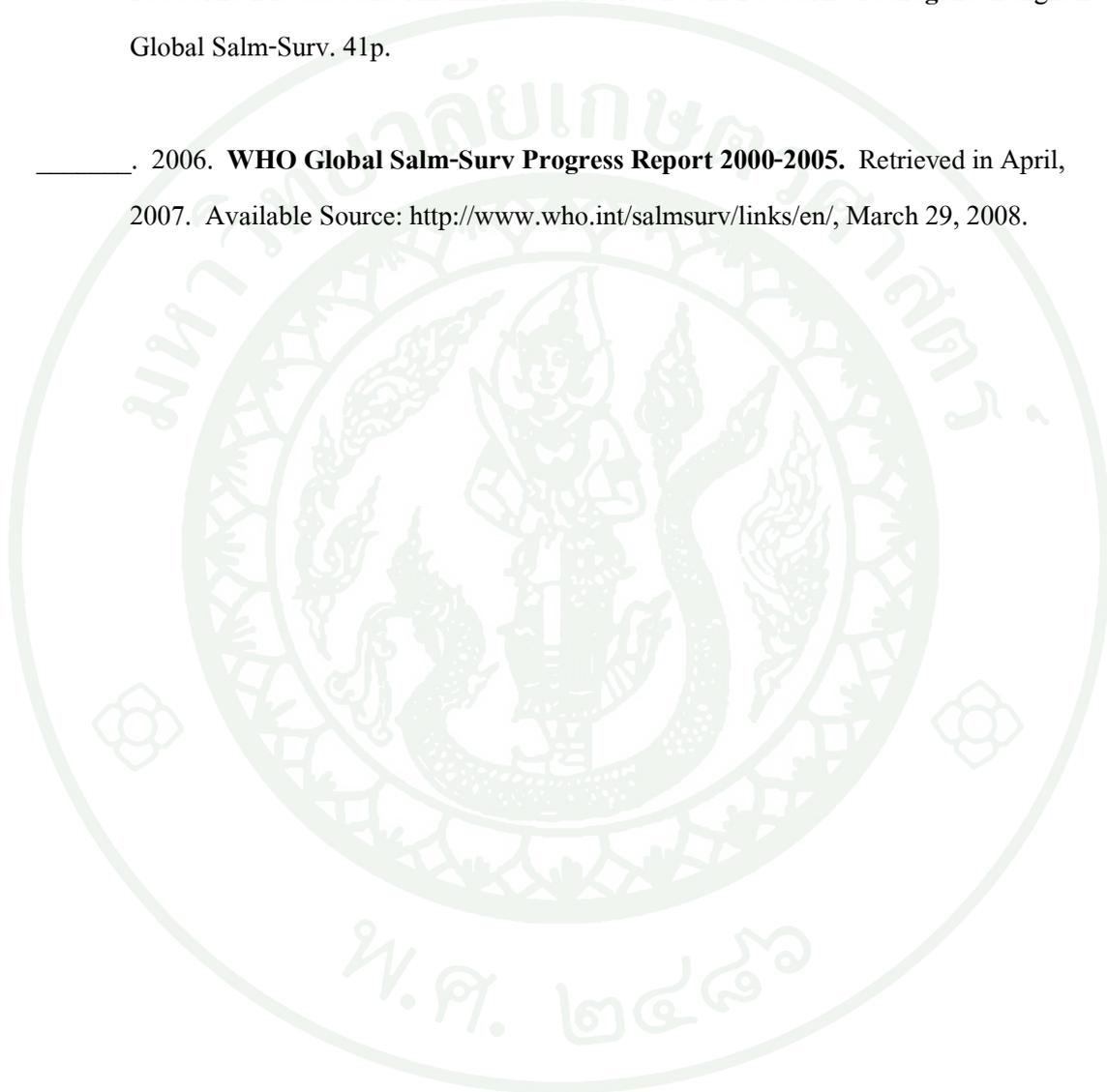
- Frenzen, P. D., Riggs, T. L., Buzby, J. C., Breuer, T., Voetsch, D., Reddy, S., & FoodNet Working Group. 1999. Salmonella cost estimate updated using FoodNet data. **Food Review**, 22: 10-15.
- Gill, C. O. and T. Jones. 1997. Assessment of the hygienic characteristics of a process for dressing pasteurized pig carcasses. **Food Microbiology**. 14: 81-91.
- Greig, J. and R. Stephan. 2005. **Microorganisms in Foods. Meat and Meat Products**. 2nd ed. Plenum Press, New York
- Hansen, R., J. B. Kaneene, P. Padungtod, K. Hirokawa, and C. Zeno. 2002 . Prevalence of Salmonella and E.coli, and their resistance to antimicrobial agents, in farming communities in northern Thailand. **Southeast Asian J Trop Med Public Health 33 Suppl. 3**: 120-6.
- Hinte, J. 2009. **NCSS and PASS. Statistic software. Number Cruncher Statistical System**. Kaysville, Utah. Available Source: [http:// www.ncss.com](http://www.ncss.com).
- ICMSF. 1996. Salmonellae, pp. 217-264. *In International Commission on Microbiological Specification for Foods*. Microorganism in Foods: Microbiological Specification for Foods. Vol. 5. Chapman & Hall, London.
- Isaacson, R. E., L. D. Firkins, R. M. Weigel, F. A. Zuckermann and J. A. DiPietro. 1999. Effect of transportation and feed withdrawal on shedding of *Salmonella Typhimurium* among experimentally infected pigs. **Am. J. Vet. Res.** 60: 1155-1158.
- ISO (International Organization for Standardization). 2002. **Microbiology of food and animal feeding stuffs-Horizontal method for the detection of salmonella spp.** ISO 6579. ISO, Geneva.

- Jay, J. M. 1970. **Modern Food Microbiology**. Rienhold Book Coporation, New York.
- _____. 1992. **Modern Food Microbiology**. 4th ed. Chapman and Hall, New York.
- _____. 1996. **Modern Food Microbiology**. 5th ed. Chapman and Hall, Singapore.
- Lammerding, A. M. and A. Fazil. 2000. Hazard identification and exposure assessment for microbial food safety risk assessment. **J. of Food Micro**. 58: 147-157.
- Lo Fo Wong, D. M. A., T. Hald, P. J. Van Der Wolf and M. Swanenberg. 2002. Epidemiology and Control Measures for Salmonella in Pigs and Pork. **Livestock Production Science**. 52: 109-117.
- Marg, H., H. C. Scholz, T. Harnold, U. Rosler and A. Hensel. 2001. Influence of long-time transportation stress on re-action of *Salmonella typhimurium* DT104 in experimentally infected pig. *Berl. Munch. Tierartl. Wochenschr.* 114(9-10): 385-388.
- McMullen, L. M. 2000. Intervention strategies to improve the safety of pork. **Advances in pork production**. 11: 165-173.
- Mead, P. S., Slutsker, L., Dietz, V., McCraig, L. F., Bresee, J. S., Shapiro, C., Griffin, P. M., & Tauxe, R. V. 1999. Food-related illness and death in the United States. **Emerging Infection Diseases**, 5: 607-625.
- Mullen, A. M., C. McDonagh and D. Troy. 2003. **Technologies for Detecting PSE in Pork**. The National Food Centre, Ashtown, Dublin 15.
- Patchanee, P. 2002. **Salmonella Mornitoring in Slaughter Pig in Chiang Mai Province**. M. S. Thesis, Chiang Mai University.

- Pearce, R.A., D.J. Bolton, J.J. Sheridan, D.A. McDowell, I. S. Blair and D. Harrington. 2003. Studies to Determine the Critical Control Point in Pork slaughter hazard Analysis and Critical Control Point System. **J. of Food Micro.** 90: 331-339.
- Prendergast D. M., S. J. Duggan, S. Fanning, M. Cormican, U. Gonzales-Barron, F. Butler and G. Duffy. 2008. Prevalence and numbers of *Salmonella* spp. and Enterobacteriaceae on pork cuts in abattoirs in the Republic of Ireland. **J. Applied Microbiology.** 105: 1209-1219.
- _____. 2009. Prevalence numbers and characteristics of *Salmonella* spp. on Irish retail pork. **J. Food Microbiology.** 131: 233-239.
- Quinnand, P. J. and B. K. Markey. 2003. **Concise Review of Veterinary Microbiology.** 1th ed. Oxford: Blackwell Publishing. pp. 38-34.
- Robinson, R. K., C. A. Balt and P. D. Patel. 2000. **Encyclopedia of Food Microbiology.** Academic Press, New York.
- Rostagno, M. H., H. S. Hurd, J. D. McKean, C. J. Ziemer, J. K. Gailey and R. C. Leite. 2003. Preslaughter Holding Environment in Pork Plant is Highly Contaminate with *Salmonella enterica*. **Appl. and Environ Microbiolo.** 69 (8): 4489-4494.
- Sanguankiat, A. 2005. **A Cross-Sectional Study of Salmonella in Pork Products in Chiang Mai, Thailand.** M. S. Thesis, Chiang Mai University.
- Sasitorn, M., P. Thongra-are, C. Bhodhikosoom, S. Kosol, G. Thampipatanakul and A. Bangtrakulnonph. 1993. Microbial ecology of pork in Bangkok. **In proceeding 11th international symposium.** WAVFH. Bangkok. Triranasar press. 354-362.

- Simonsen, B., F. L. Bryan, J. H. B. Christian, T. A. Roberts, R. B. Tompkin and J. H. Silliker. 1987. Prevention and control of food-borne salmonellosis through application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). **J. Food Microbiol.** 4: 227-247.
- Swanenberg, M., H. A. P. Urling, J. M. A. Snijder, D. A. Keuzenkam and F. Van Knapen. 2001. *Salmonella* in Slaughter Pigs: Prevalence, Serotypes and Critical Control Points during Slaughter in Two Slaughterhouses. **J. of Food Micro.** 3(70): 243-254.
- Tartakow, I. J. and J. H. Voperian. 1981. **Food Borne and Water Borne Diseases: Their Epidemiology Characteristics.** The AVI Publishing Company Inc., Connecticut.
- Thai, N. P. 2007. . **Prevalence of *Salmonella* on Pigs Carcass at a Slaughtehouse in Hanoi, Vietnam.** M. S. Thesis, Chiang Mai University.
- Thorns, C. J. 2000. Bacterial food-borne zoonoses. *Revue scientifique et technique Office international des epizooties.* 19(1) : 226-239.
- Vaeteewootacharn, K., S. Sutra, S. Vaeteewootacharn, D. Sithigon, O. Jamjane, C. Chomvarin, C. Hahnvajanawong, N. Thongsukulpanich and K. Thaewnon-giew. 2005. Salmonellosis and the food chain in Khon Kean, northeastern Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health.* 36(1): 123-129.
- Varavithya, W., K. Vathanophas, L. Bodhidatta, P. Punyaratabandhu, R. Sangchai, S. Athipanyakom, C. Wasi and P. Echeverria. 1990 Importance of salmonellae and *Campylobacter jejuni* in the etiology of diarrheal disease among children less than 5 years of age in a community in Bangkok, Thailand. **J. Clin Microbiol.** 28: 2507-10.
- Warriss, P. D., S. N. Brown, J. E. Edwards, M. H. Anil and D. P. Fordham. 1992. Time in lairage needed by pigs to recover from the stress of transport. **Vet. Rec.** 131: 194-196.

- WHO. 2001a. **Antigenic Formulars of the *Salmonella* serovars**. 8th ed. Paris: WHO
Collabolation for Reference and Research on Salmonella. 150 p.
- _____. 2001b. **WHO International Training Course (Level-1) on Surveillance of
Fooborne Diseases and Antimicrobial Resistance in Fooborne Pathogens**. Bangkok:
Global Salm-Surv. 41p.
- _____. 2006. **WHO Global Salm-Surv Progress Report 2000-2005**. Retrieved in April,
2007. Available Source: <http://www.who.int/salmsurv/links/en/>, March 29, 2008.







ภาคผนวก ก
แสดงขั้นตอนและวิธีการเก็บตัวอย่างหลังกระบวนการฆ่า หลังกระบวนการตัดแต่ง
และที่ตลาดจำหน่ายเนื้อสุกร

การเก็บตัวอย่างในขั้นตอนหลังกระบวนการฆ่าสุกร



ตัวอย่างลำไส้สุกร



เก็บตัวอย่างลำไส้เล็กส่วนปลาย

ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างลำไส้สุกร



การ swab สันคอ



การ swab สันนอก



การ swab สามชั้น



การ swab สะโพก

ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการ swab ซากสุกรหลังกระบวนการฆ่า

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในขั้นตอนหลังกระบวนการตัดแต่ง



เนื้อสันคอและสันนอกหลังการตัดแต่ง



เนื้อสามชั้นหลังการตัดแต่ง



เนื้อสะโพกหลังการตัดแต่ง



การเก็บตัวอย่างหลังการตัดแต่ง

ภาพผนวกที่ 3 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรหลังกระบวนการตัดแต่ง

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างในขั้นตอนการจำหน่ายที่ตลาดสด



การวางจำหน่ายเนื้อสุกรที่ตลาดสด



การเก็บตัวอย่างที่ตลาดจำหน่าย

ภาพผนวกที่ 4 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตลาดสด



ตารางผนวกที่ 1 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 1

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	หมายเลขสุกร	ตย. ลำไส้สุกร			ตย. การ swab ซากหลังกระบวนการฆ่า			ตย. เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง			ตย. เนื้อที่จำหน่ายที่ตลาด		
		พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar
1	1	-	-	-	-	-	-	+	C	Brunei	+	E	Weltevreden
	2	+	B	O	-	-	-	-	-	-	+	E	O
	3	+	B	O	-	-	-	+	E	O	-	-	-
	4	+	B	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	+	B	O	-	-	-	-	-	-	+	E	O
2	1	+	B	O	-	-	-	+	E	Weltevreden	+	C	8,20;-1,5
	2	+	B	O	-	-	-	+	C	O	+	C	O
	3	+	E	O	-	-	-	+	C	8,20;y:-	+	C	Brunei
	4	-	-	-	-	-	-	+	C	O	+	C	O
	5	+	C	Brunei	-	-	-	+	C	Brunei	+	C	Brunei
3	1	-	-	-	+	E	Weltevreden	+	E	Weltevreden	+	E	Give
	2	-	-	-	+	E	O	+	E	O	+	C	O
	3	-	-	-	-	-	-	+	E	O	+	E	O
	4	-	-	-	-	-	-	+	E	O	+	E	O
	5	+	E	Weltevreden	-	-	-	+	E	Give	+	E	Weltevreden

- หมายถึง ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา, + หมายถึง พบเชื้อซัลโมเนลลา และ O หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ระดับซีโรวาร์

ตารางผนวกที่ 2 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 2

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	หมายเลขสุกร	ตย. ลำไส้สุกร			ตย. การ swab ซากหลังกระบวนการฆ่า			ตย. เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง			ตย. เนื้อที่จำหน่ายที่ตลาด		
		พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar
1	1	+	C	6,8:e,h:-	-	-	-	+	E	O	+	E	O
	2	+	E	O	-	-	-	-	-	-	+	E	O
	3	+	B	Stanley	+	C	6,8:e,h:-	+	C	6,8:e,h:-	+	E	Krefeld
	4	+	B	O	-	-	-	+	E	O	-	-	-
	5	+	B	Derby	-	-	-	+	E	Krefeld	-	-	-
2	1	-	-	-	+	E	O	+	E	O	+	C	O
	2	+	E	Weltevreden	+	C	Rissen	+	C	Rissen	+	C	O
	3	+	C	O	-	-	-	+	E	O	+	E	O
	4	+	C	Rissen	+	B	O	+	C	Rissen	+	E	O
	5	-	-	-	+	C	O	+	E	O	+	B	O
3	1	+	E	O	+	E	O	+	E	O	+	C	O
	2	+	E	Anatum	+	C	Rissen	+	E	Give	+	E	Give
	3	+	E	O	+	E	O	+	C	O	-	-	-
	4	+	E	O	+	C	Rissen	+	C	Rissen	+	E	O
	5	+	E	Give	+	E	O	+	E	O	+	E	Give

- หมายถึง ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา, + หมายถึง พบเชื้อซัลโมเนลลา และ O หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ระดับซีโรวาร์

ตารางผนวกที่ 3 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 3

ครั้งที่เก็บ ตัวอย่าง	หมายเลข สุกร	ตย. ลำไส้สุกร			ตย. การ swab ซาก หลังกระบวนการฆ่า			ตย. เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง			ตย. เนื้อที่จำหน่ายที่ตลาด		
		พบ/ ไม่พบ	group	serovar	พบ/ ไม่พบ	group	serovar	พบ/ ไม่พบ	group	serovar	พบ/ ไม่พบ	group	serovar
1	1	+	E	Weltevreden	+	B	O	-	-	-	+	B	O
	2	+	B	O	+	C	Rissen	+	C	Rissen	+	C	Rissen
	3	-	-	-	-	-	-	+	B	O	+	C	O
	4	-	-	-	+	C	O	+	B	O	-	-	-
	5	-	-	-	+	B	O	+	C	O	+	E	Weltevreden
2	1	+	B	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	+	B	Typhimurium	-	-	-	+	C	Rissen	+	B	Typhimurium
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	B	O
	4	-	-	-	-	-	-	+	B	Typhimurium	+	C	Rissen
	5	-	-	-	-	-	-	+	C	O	+	B	O
3	1	-	-	-	-	-	-	+	B	O	-	-	-
	2	+	B	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	C	O
	4	-	-	-	+	C	Rissen	+	C	Rissen	-	-	-
	5	-	-	-	+	C	O	+	C	O	-	-	-

- หมายถึง ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา, + หมายถึง พบเชื้อซัลโมเนลลา และ O หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ระดับซีโรวาร

ตารางผนวกที่ 4 การปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาของโรงฆ่าสุกรที่ 4

ครั้งที่เก็บตัวอย่าง	หมายเลขสุกร	คย. ลำไส้สุกร			คย. การ swab ซาก หลังกระบวนการฆ่า			คย. เนื้อสุกรหลังการตัดแต่ง			คย. เนื้อที่จำหน่ายที่ตลาด		
		พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar	พบ/ไม่พบ	group	serovar
1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	+	E	O	+	E	O	+	C	Rissen
	4	+	E	O	+	E	O	+	E	O	+	C	O
	5	+	E	Weltevreden	-	-	-	+	E	Weltevreden	+	E	Give
2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	E	O
	2	+	C	O	-	-	-	-	-	-	+	E	O
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	E	O
3	1	+	E	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	+	C	O	-	-	-	-	-	-	+	E	O
	3	+	C	O	-	-	-	-	-	-	+	E	O
	4	+	E	O	-	-	-	-	-	-	+	C	Rissen
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	C	Rissen

- หมายถึง ไม่พบเชื้อซัลโมเนลลา, + หมายถึง พบเชื้อซัลโมเนลลา และ O หมายถึง ไม่ได้ทำการตรวจวิเคราะห์ระดับซีโรวาร์

