สัญญาเลขที่ R2559C134

อภินันทนาการ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ของเนื้อสุกรระหว่างกระบวนการฆ่า ชำแหละ การขนส่ง และการจัดจำหน่าย

Microbiological contamination of pork during slaughter, transport and butchering

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. นางสาวอมรรัตน์ วันอังคาร	คณะเกษตรศาสตร์ฯ
2. นางสาววิลาสินี อินญาวิเลิศ	คณะเกษตรศาสตร์ฯ

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 9 มีค. 2565
เลขทะเบียน 104956
เลขเรียกหนังสือ จ โร
1095
จ 2565
2559

สนับสนุนโดย
งบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีงบประมาณ 2559

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

1. ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกรระหว่างกระบวนการฆ่าชำแหละ การขนส่ง และการจัดจำหน่าย

(ภาษาอังกฤษ) Microbiological contamination of pork during slaughter, transport and butchering

2. รายชื่อคณะผู้วิจัย พร้อมทั้งหน่วยงานที่สังกัด

2.1 หัวหน้าโครงการวิจัย: นางสาว อมรรัตน์ วันอังคาร
หน่วยงาน : คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
โทรศัพท์ : โทรศัพท์/โทรสาร 0-5596-2704, 0-5596-2725
E-mail : amornrat.w@nu.ac.th

2.2 ผู้ร่วมวิจัย : นางสาววิลาสินี อินญาวิเลิศ
หน่วยงาน : คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
โทรศัพท์ : โทรศัพท์/โทรสาร 0-5596-2704, 0-5596-2725
E-mail : wilasineei@nu.ac.th

3. ระยะเวลาทำการวิจัย วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 31 พฤษภาคม 2563

4. ความเป็นมา/ปัญหาในการวิจัย

ในการผลิตเนื้อสัตว์ให้ปลอดภัยจนถึงมือผู้บริโภคไม่ได้สิ้นสุดที่การเลี้ยงสัตว์ในฟาร์ม หรือชำแหละในโรงฆ่ามาตรฐานที่ได้รับรองจากกรมปศุสัตว์เท่านั้น สุขลักษณะขณะขนส่ง และการจัดจำหน่ายก็มีความสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้ปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคสูงขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเข้มงวดด้านคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อสัตว์ในทุกขั้นตอน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey research) เพื่อตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของซากสุกร และเนื้อสุกรตั้งแต่กระบวนการชำแหละ การขนส่ง และการจำหน่าย เพื่อมุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยด้านสุขาภิบาลอาหาร รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำไปใช้แก้ปัญหา การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในเนื้อสัตว์ ส่งผลให้ประชาชนสามารถบริโภคเนื้อสัตว์คุณภาพดีและปลอดภัยตามโครงการเนื้อสัตว์อนามัยของกรมปศุสัตว์

5. วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียที่บ่งชี้สุขลักษณะของอาหาร (Bacterial food index) และแบคทีเรียที่ก่อโรค (Bacterial infection and intoxication) ในซากสุกร และเนื้อสุกร รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ และยานพาหนะ ที่สัมผัสกับซากสุกรหรือเนื้อสุกร

6. วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีขอบเขตที่จะศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียที่บ่งชี้สุขลักษณะของอาหาร (Bacterial food index) และแบคทีเรียทีก่อโรค (Bacterial infection and intoxication) ในซากสุกร และเนื้อสุกร รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ และยานพาหนะ ที่สัมผัสกับซากสุกรหรือเนื้อสุกร ในกระบวนการขนส่ง และการจำหน่าย

7. ผลการวิจัย/ข้อค้นพบ

ในการศึกษาวิจัยนี้พบว่าการขนส่งซากสุกรจากโรงฆ่ามายังจุดจำหน่ายโดยใช้รถที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนซากสุกรเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้สุขลักษณะของผู้จำหน่ายและอุปกรณ์ที่ใช้ยังเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกร โดยเฉพาะเนื้อบดที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด ทั้งนี้พบว่าเนื้อสุกรที่จำหน่ายในตลาดสดนั้นมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมปศุสัตว์กำหนดไว้

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ของเนื้อสุกรระหว่างกระบวนการฆ่าชำแหละ การขนส่ง และการจัดจำหน่าย

Microbiological contamination of pork during slaughter, transport and butchering

บทคัดย่อ

การขนส่งและการจัดจำหน่ายเนื้อสัตว์นั้นเป็นการจัดการหลังการฆ่าสัตว์ที่มีความสำคัญ ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่าย โดยในช่วงของการขนส่งจะวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ Total aerobic bacteria (TAB), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform จากยานพาหนะและซากสุกรภายหลังจากการขนส่ง และในส่วนของการจัดจำหน่ายนั้นจะวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียจากมือผู้จำหน่าย แผงจำหน่าย อุปกรณ์ และเนื้อสุกร (เนื้อสามชั้น เนื้อสัน และเนื้อบด) ผลการศึกษาพบว่าผนังและพื้นของรถจักรยานยนต์สามล้อจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย TAB และ Coliform มากกว่าเมื่อเทียบกับรถกระบะห้องเย็น ($P<0.05$) ทั้งนี้ในส่วนของซากสุกรที่ขนส่งโดยรถกระบะห้องเย็นที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากกว่าซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ ($P<0.05$) จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียของอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดจำหน่ายพบว่าเครื่องบดเนื้อมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามีดเป็นอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุด ($P<0.05$) ในส่วนของเนื้อสุกรที่จำหน่ายนั้นพบว่าเนื้อบดมีการปนเปื้อนของเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากที่สุด รองลงมาคือเนื้อสัน และเนื้อสามชั้นตามลำดับ ($P<0.05$) จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการขนส่งซากสุกรโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและการขาดสุขลักษณะที่ดีในการจำหน่ายนั้นอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียและการเสื่อมเสียของเนื้อสุกรได้

คำสำคัญ: แหล่งปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย, เนื้อสุกร, การขนส่ง, การจัดจำหน่าย

ABSTRACT

The meat transportation and distribution are part of post-slaughter carcass handling which have effects on bacterial contamination. The purpose of this study was to investigate the source of bacterial contamination in pork during transportation and distribution. During transportation, which determine the number of total aerobic bacteria (TAB), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and Coliform of vehicles and carcasses after transport. In part of meat distribution, samples were collected from butcher's hand, stall, equipment and pork

(belly, loin and mince pork). The evaluation found that the surface of freight tricycles was more contaminated with TAB and coliform than refrigerator truck ($P<0.05$). The carcasses transported by refrigerator truck without temperature control showed significantly higher bacterial counts than the carcasses transported by freight tricycles. During meat distribution, meat grinder was the most contaminated with bacteria. On the other hand, knife was the least contaminated with bacteria ($P<0.05$). In part of pork, found that the number of TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. and Coliform were highest in mince pork and followed by loin and belly, respectively ($P<0.05$). Therefore, from these results can concluded that the transportation of carcass without temperature control and poor sanitation practices during meat distribution may result in a bacterial contamination and spoilage of pork.

Keywords: Bacterial contamination source, Pork, Transportation, Distribution

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	**ค**
สารบัญ	**จ**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญภาพ	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน หรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	**3**
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	**7**
3.1 การเก็บตัวอย่าง	7
3.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย	8
3.3 การวิเคราะห์สถิติ	9
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย	**10**
4.1 การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่ง	10
4.2 การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการจัดจำหน่าย	12
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	**15**
เอกสารอ้างอิง	**16**
ภาคผนวก	**18**

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แหล่งของแบคทีเรีย และการป้องกันในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละเนื้อสุกร 5

ภาพที่ 4.1 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนของรถจักรยานยนต์สามล้อ (freight tricycles) และรถกระบะห้องเย็น (refrigerator truck) 10

ภาพที่ 4.2 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนของซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ (freight tricycles; FT) และรถกระบะห้องเย็น (refrigerator truck; RT) 11

ภาพที่ 4.3 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนเนื้อสามชั้น เนื้อสัน และเนื้อบด ในช่วงของการจัดจำหน่าย 13

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

เนื้อสัตว์เป็นอาหารโปรตีนหลักของมนุษย์ แต่บ่อยครั้งที่เนื้อสัตว์เป็นสาเหตุให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากมีโปรตีนสูง และมีค่า water activity เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิด ซึ่งปนเปื้อนมาจากกระบวนการผลิต เช่น กระบวนการชำแหละ ระหว่างการขนส่ง สุขลักษณะของการจำหน่าย และการปนเปื้อนหลังการแปรรูป เป็นต้น จากการปนเปื้อนดังกล่าวทำให้เนื้อสัตว์เหล่านี้มีชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับสภาวะแวดล้อมของเนื้อสัตว์ เพราะจุลินทรีย์นั้นมีอยู่ตามธรรมชาติทั้งในดิน น้ำ รวมทั้งจากตัวสัตว์เอง แนวทางการป้องกันนอกจากการเลี้ยงดูสัตว์อย่างถูกสุขลักษณะแล้ว กระบวนการในการฆ่าสัตว์ตลอดจนกระบวนการต่างๆ ก่อนถึงผู้บริโภคก็นับว่ามีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการดูแลสุขภาพของสัตว์ ดังนั้นการป้องกันและควบคุมการปนเปื้อนจึงเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งควรมีการควบคุมตั้งแต่ฟาร์มเพื่อให้ถูกต้องตามสุขลักษณะรวมถึงการขนส่งเข้าสู่โรงเชือด จนกระทั่งแปรรูป อันตรายของอาหารที่มีผลต่อผู้บริโภคนั้นสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่มคือ อันตรายทางชีวภาพ (biological hazard) ได้แก่ จุลินทรีย์ ไวรัส และปรสิต อันตรายทางเคมี (chemical hazard) ได้แก่ สารเคมีที่ก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วยทั้งในระยะเฉียบพลันและในระยะยาว และอันตรายทางกายภาพ (physical hazard) ได้แก่ สิ่งแปลกปลอมที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค เช่น เศษแก้ว เศษโลหะ เศษไม้ และหิน เป็นต้น โดยเฉพาะอันตรายชีวภาพหรือ อันตรายที่มาจากเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดการติดเชื้อหรือเกิดการปนเปื้อนในกระบวนการชำแหละ ทำให้เกิดการแพร่กระจายไปยังผู้บริโภคได้ต่อไปอันตรายชีวภาพอันเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ (microorganism) จะทำให้เกิดโรคที่สำคัญคือ โรคอาหารเป็นพิษ โดยเชื้อที่เป็นสาเหตุการระบาดบ่อยๆ ได้แก่ *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus* spp. และ *Listeria monocytogenes* เป็นต้น ในบางครั้งผู้บริโภคได้รับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคชนิดเดียวกันแต่แสดงอาการแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักคือ ภูมิต้านทานของผู้บริโภค และจำนวนของเชื้อโรคที่ได้รับ ทั้งนี้ในการผลิตเนื้อสัตว์ให้ปลอดภัยจนถึงมือผู้บริโภคไม่ได้สิ้นสุดที่การเลี้ยงสัตว์ในฟาร์ม หรือชำแหละในโรงฆ่ามาตรฐานที่ได้รับรองจากกรมปศุสัตว์เท่านั้น สุขลักษณะขณะขนส่ง และการจัดจำหน่ายก็มีความสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้ปริมาณการปนเปื้อนจุลินทรีย์ก่อโรคสูงขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเข้มงวดด้านคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อสัตว์ในทุกขั้นตอน ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey research) เพื่อตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง ปริมาณ และคุณภาพทางจุลชีววิทยาของซากสุกร และเนื้อสุกรตั้งแต่กระบวนการชำแหละ การขนส่ง และการจำหน่าย เพื่อมุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยด้านสุขาภิบาลอาหาร

รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำไปใช้แก้ปัญหา การปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในเนื้อสัตว์ ส่งผลให้ประชาชนสามารถบริโภคเนื้อสัตว์คุณภาพดีและปลอดภัย ตามโครงการเนื้อสัตว์อนามัยของกรมปศุสัตว์

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียในซากสุกร และเนื้อสุกร รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ และยานพาหนะ ที่สัมผัสกับซากสุกรหรือเนื้อสุกร ตั้งแต่กระบวนการขนส่ง และการจำหน่าย

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีขอบเขตที่จะศึกษาปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียที่บ่งชี้สุขลักษณะของอาหาร (bacterial food index) และแบคทีเรียที่ก่อโรค (bacterial infection and intoxication)[1] ในซากสุกร และเนื้อสุกร รวมไปถึงผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ และยานพาหนะ ที่สัมผัสกับซากสุกรหรือเนื้อสุกร ตั้งแต่กระบวนการชำแหละ การขนส่ง และการจำหน่าย

1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน หรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ปัจจุบันมีการจัดการกระบวนการการฆ่าและชำแหละสุกรได้ 2 รูปแบบ คือการฆ่าและชำแหละสุกรบนพื้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ไม่ถูกสุขลักษณะเพราะมีการปนเปื้อนแบคทีเรียในปริมาณมาก มักพบในโรงฆ่าขนาดเล็ก แบบที่สอง คือการฆ่าและชำแหละสุกรในแบบไม่สัมผัสพื้นหรือแบบราวแขวนซึ่งเป็นวิธีการที่ถูกสุขลักษณะได้มาตรฐานสากล อีกทั้งช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการปนเปื้อน ซึ่งภาครัฐพยายามพัฒนาโรงฆ่าให้เป็นระบบราวแขวนมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนของแบคทีเรียอาจเกิดมาจากสาเหตุอื่น เช่น อุปกรณ์การชำแหละไม่สะอาด ผู้ชำแหละ สุกรอาจจะมีการติดเชื้อมาก่อนชำแหละ ตลอดจนการขนส่งซากแบบระบบเปิดซึ่งไม่มีการควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งก็เป็นสาเหตุหนึ่ง สำหรับการจำหน่ายเนื้อสัตว์ก็เป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งมีสภาวะแวดล้อม และอุปกรณ์ต่างๆมาเกี่ยวข้องมากมาย ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุทำให้เพิ่มระดับการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าในทุกๆขั้นตอนของการผลิตมีผลต่อระดับการการปนเปื้อนแบคทีเรียของเนื้อสุกร ดั้งนั้นการแก้ปัญหาเพียงจุดใดจุดหนึ่งอาจจะไม่ประสบความสำเร็จในการผลิตเนื้อสัตว์ให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลหาระดับการปนเปื้อนแบคทีเรียของเนื้อสุกรในแต่ละขั้นตอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาแบบองค์รวม

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

การส่งออกเนื้อสุกรในปี 2557 มีปริมาณ 17,227 ตัน และมีปริมาณการบริโภคภายในประเทศ 0.967 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) อย่างไรก็ตามการส่งออกเนื้อสุกรนั้นไม่สามารถส่งออกในรูปเนื้อสุกรดิบได้ เนื่องจากติดข้อกำหนดขององค์การโรคระบาดสัตว์ระหว่างประเทศ (Office International des Epizooties : OIE) เช่น โรคปากและเท้าเปื่อย (Food and Mouth Disease, FMD) ซึ่งพบว่ายังมีการระบาดอย่างแพร่หลายในสัตว์กีบโดยเฉพาะสุกรของประเทศไทย นอกจากนี้ระบบการผลิตเนื้อสุกรส่วนใหญ่ยังไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งการตลาดเนื้อสัตว์ในปัจจุบัน มีการแข่งขัน และการกีดกันทางการค้าในระดับสูง ประเด็นที่นำมาใช้เป็นข้ออ้างในการกีดกันทางการค้า ส่วนใหญ่จะเป็นประเด็นเรื่องความปลอดภัยของอาหาร (Jones, 2006)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการผลิต การส่งออก และการบริโภคสุกรของไทย

รายการ	2553	2554	2555	2556	2557	อัตราเพิ่ม (ร้อยละ)	2558*
ปริมาณการผลิต (ล้านตัว)	12.099	11.886	12.828	13.072	12.823	2.14	13.083
(ล้านตัน)	0.968	0.951	1.026	1.046	1.026	2.14	1.047
ปริมาณส่งออก (ตัน)	9,724	12,027	14,416	15,957	17,227	15.33	18,000
ปริมาณการบริโภค (ล้านตัน)	0.922	0.901	0.984	0.985	0.967	1.86	0.999

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2558)

หมายเหตุ: * คาดคะเน

ในปี พ.ศ. 2545 รัฐบาลได้โอนภารกิจเรื่องโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศจากกระทรวงมหาดไทยให้กรมปศุสัตว์เป็นผู้ดูแล ตามแผนปรับโครงสร้างกระทรวง ทบวง กรม โดยโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศต้องดำเนินการตามพระราชบัญญัติควบคุมการฆ่าสัตว์และจำหน่ายเนื้อสัตว์ พ.ศ. 2535 และกฎ ระเบียบที่เกี่ยวข้องเช่น กฎกระทรวงฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2539) อย่างไรก็ตามโรงฆ่าสัตว์ส่วนใหญ่ในประเทศไทยก็ยังไม่ได้มาตรฐาน มีการชำแหละสุกรที่ไม่ถูกสุขลักษณะและไม่ถูกต้องตามหลักสวัสดิภาพสัตว์ (animal welfare) โดยกระบวนการตั้งแต่ฆ่า การชำแหละ แยกชิ้นส่วนเพื่อรอการขนย้ายไปจำหน่ายนั้น ทำกันบนพื้น เป็นส่วนใหญ่ (ชัยณรงค์, 2546) ส่งผลให้ซากหรือเนื้อสัตว์เกิดการปนเปื้อนจากแบคทีเรียที่มีกระจายอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม ในดิน น้ำ อากาศ รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการแปรรูปอาหาร และตามร่างกายของคนและสัตว์ (Bell, 1997)

ตารางที่ 2.2 แหล่งปนเปื้อนของแบคทีเรียที่พบในอาหาร

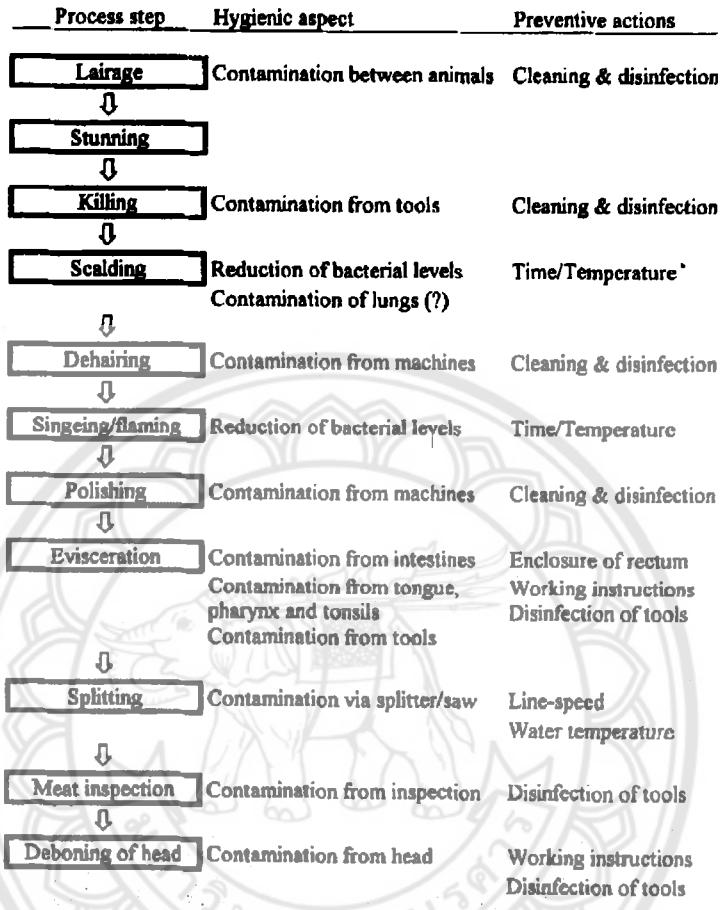
จุลินทรีย์	ดินและน้ำ	พืช	เครื่องมือ	ทางเดินอาหาร	ผู้สัมผัสอาหาร	อาหารสัตว์	ขน หนังสัตว์	อากาศและฝุ่นละออง
Clostridium	XX	X	X	X	X	X	X	XX
Escherichia	X	X		XX	X			
Listeria	X	X		X	X	X	X	
Salmonella				XX		XX		
Shigella				XX				
Staphylococcus				X	XX		X	

ที่มา: Jay (1996)

หมายเหตุ: X : มีการพบเชื้อ XX : มีการพบเชื้อบ่อย

แบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคที่แนะนำให้มีการตรวจในโรงฆ่าสัตว์หรือบริเวณชำแหละและตัดแต่งคือ Escherichia coli และ Salmonella (Castelo *et al.*, 2001) ซึ่งการตรวจพบจุลินทรีย์เหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากการฆ่าสัตว์ที่ต้องมีการชำแหละเอาส่วนเครื่องในและลำไส้ออกจากสัตว์ กระบวนการเช่นนี้ทำให้จุลินทรีย์ที่อยู่ภายในออกมาปนเปื้อนกับเนื้อสัตว์และสิ่งแวดล้อม (Gill and Jones, 1997)

การชำแหละเอาเครื่องในออกจัดเป็นขั้นตอนวิกฤตสำหรับการผลิตเนื้อทุกชนิด เนื่องจากเมื่อผ่าตัวสัตว์จะเป็นการเปิดช่องท้องและลำไส้ซึ่งมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ทำให้จุลินทรีย์ปะปนมากับเนื้อสัตว์ (Smulders, 1995) โดยทั่วไปสำหรับวัวและกระบือ เมื่อต้องการชำแหละชิ้นส่วนจะต้องทำการถลกหนังออกก่อนจากนั้นจึงทำการชำแหละ ส่วนสุกรมักทำการตัดแต่งพร้อมหนัง สำหรับจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนมากับเนื้อวัวดิบคือ *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* และ *Campylobacter jejuni* (Eisel *et al.*,1997)



ภาพที่ 2.1 แหล่งของแบคทีเรีย และการป้องกันในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการฆ่าและชำแหละเนื้อสุกร
ที่มา: Elisabeth *et al.* (1996)

จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถทำให้เกิดพิษต่อมนุษย์ได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ภาวะอาหารเป็นพิษ (food poisoning) เป็นโรคที่พบได้บ่อย เกิดจากการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เข้าไป มักพบในอาหารที่ปรุงสุกๆ ดิบๆ จากเนื้อสัตว์ที่ปนเปื้อนแบคทีเรีย เช่น เนื้อไก่ เนื้อหมู และเนื้อวัว ที่ยังไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อ ซึ่งสถานการณ์โรคอาหารเป็นพิษจากรายงานของสำนักระบาดวิทยาปี 2556 ที่ผ่านมาพบว่ามีผู้ป่วยทั้งสิ้น 128,282 ราย เสียชีวิต 1 ราย และสถานการณ์โรคอาหารเป็นพิษปี 2557 จากรายงานการเฝ้าระวังโรค สำนักระบาดวิทยา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2557 - 12 มกราคม 2557 พบผู้ป่วยแล้ว 1,778 ราย จาก 59 จังหวัด แต่ยังไม่พบผู้เสียชีวิต กลุ่มอายุที่พบมากที่สุด เรียงตามลำดับ คือ มากกว่า 65 ปี รองลงมาคือ อายุระหว่าง 15-24 ป และอายุระหว่าง 45-54 ป ตามลำดับ ภาคที่มีอัตราป่วยสูงสุด คือ ภาคเหนือ รองลงมาคือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ตามลำดับ และพบว่า จังหวัดที่มีอัตราป่วยต่อแสนประชากรสูงสุด 3 อันดับแรกคือ จังหวัดอุดรธานี พิษณุโลก และขอนแก่น ตามลำดับ

ทั้งนี้รัฐบาลไทยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงให้ความสำคัญเกี่ยวกับการผลิตเนื้อสัตว์ ทั้งในส่วนที่บริโภคภายในประเทศ และการผลิตเพื่อการส่งออก โดยกำหนดมาตรการควบคุมการผลิตในระดับฟาร์ม โรงฆ่าสัตว์ โรงงานผลิตเนื้อสัตว์ จนถึงสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค ซึ่งต้องมีการควบคุมตั้งแต่การเลี้ยงที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การฆ่าสัตว์ และการผลิตเนื้อสัตว์ที่โรงฆ่าสัตว์ การขนส่งเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ไปสู่สถานที่จำหน่าย และสถานที่จำหน่ายต้องถูกสุขลักษณะ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บตัวอย่าง

จะทำการเก็บตัวอย่างที่โรงฆ่าเทศบาล และติดตามเก็บตัวอย่างจากยานพาหนะรวมถึงจุดจำหน่ายของผู้ค้า 3 ราย ที่มารับซากสุกรจากโรงฆ่า ทั้งนี้จะเก็บตัวอย่างจากผู้ค้ารายเดิมทั้ง 3 ครั้ง ในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียนั้น จะใช้อุปกรณ์ที่ปราศจากเชื้อแบคทีเรียโดยผ่านขบวนการฆ่าเชื้อของหม้อนึ่งความดันสูง 121°C นาน 15 นาที ซึ่งการเก็บตัวอย่างจะแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะคือ

การป้าย (Swabbing)

เป็นการเก็บตัวอย่างในส่วนของสิ่งแวดล้อม (ผนังห้อง และพื้นห้อง) อุปกรณ์ (โต๊ะ, มีด, ภาชนะ , เขียง และเครื่องชั่งน้ำหนัก) ผู้ปฏิบัติงาน (มือซ้าย และขวา) และซากสุกร (บริเวณไหล่, พื้นท้อง, เนื้อสันและขาหลัง) ที่มีลักษณะเป็นพื้นผิว โดยนำไม้พันสำลีป้ายพร้อมหมุนไม้ช้าๆตรงตำแหน่งหรืออุปกรณ์ที่ต้องการตรวจประมาณ 4 ตารางนิ้ว (2x2 นิ้ว) ป้ายซ้ำจุดเดิม 3 ครั้ง แล้วนำไม้พันสำลีมาจุ่มในหลอดทดลองพร้อมฝาปิดบรรจุสารละลายบัฟเฟอร์ pH 6.9 (Phosphate buffer solution) 1 มิลลิลิตร โดยดึงไม้ให้โผล่ขึ้นมาจากหลอดทดลองประมาณครึ่งหนึ่งแล้วหักไม้กับปากหลอด โดยปล่อยให้ส่วนที่มีสำลีจมลงในสารละลายบัฟเฟอร์แล้วปิดฝาทันที ทั้งนี้ทุกครั้งที่เปิด-ปิดหลอดทดลองควรลนไฟที่ปากหลอดเพื่อฆ่าเชื้อโรคทุกครั้ง จากนั้นเก็บหลอดทดลองในกระติกที่บรรจุน้ำแข็ง หรือตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

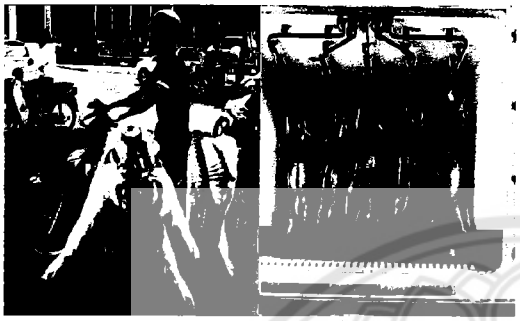
การเก็บเนื้อสุกร

ทำการเก็บเนื้อสุกรประมาณ 200 กรัม ลงในถุงปลอดเชื้อ (Sterilize bag) แล้วเก็บในกระติกกระติกที่บรรจุน้ำแข็ง หรือตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเก็บของเหลว

เป็นการเก็บตัวอย่างในส่วนของน้ำที่ใช้ในโรงฆ่าประมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในขวดทดลองที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วเก็บในกระติกที่บรรจุน้ำแข็ง หรือตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

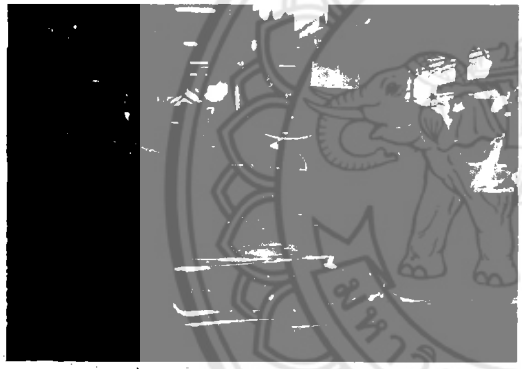
การศึกษาครั้งนี้มี 2 ขั้นตอน คือ การขนส่ง และการจำหน่าย ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจะมีรายการการเก็บตัวอย่างดังนี้



❶

การขนส่งซากสุกรไปยังจุดจำหน่าย

- ยานพาหนะ
- ซากสุกรหลังจากขนส่ง



❷

จุดจำหน่าย

- อุปกรณ์ และผู้ปฏิบัติงานโดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง คือ ก่อนจำหน่าย, 2 และ 4 ชั่วโมงหลังเริ่ม

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียตามวิธีการของ APHA (2001) ซึ่งทุกขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์จะใช้วิธีการปราศจากเชื้อ (Sterile Technique) โดยทำการเจือจางเชื้อแบคทีเรียแบบ Serial dilution แล้วนำมาเพาะเลี้ยงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะต่อแบคทีเรีย (Selective medium) แต่ละชนิดดังนี้ คือ Total aerobic bacteria (TAB), *E. coli; Sallmonella* spp. และ Coliform จากนั้นนำจานอาหารที่เพาะเลี้ยงเชื้อไปบ่มในตู้บ่ม และนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี และบันทึกผล

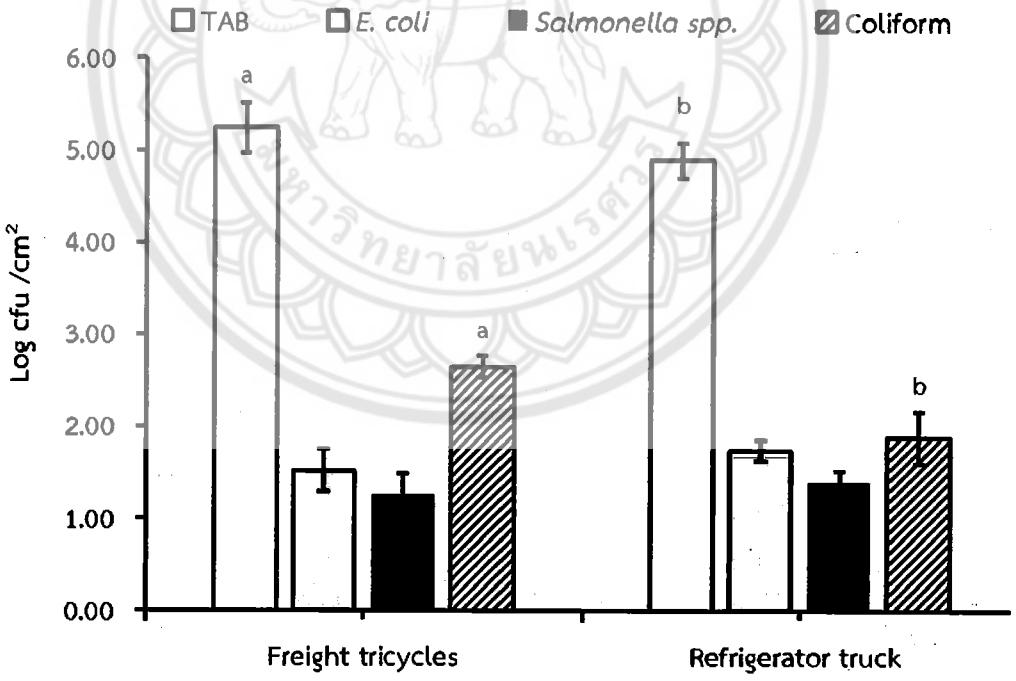
3.3 การวิเคราะห์สถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Version 9.1) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย และวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่ง

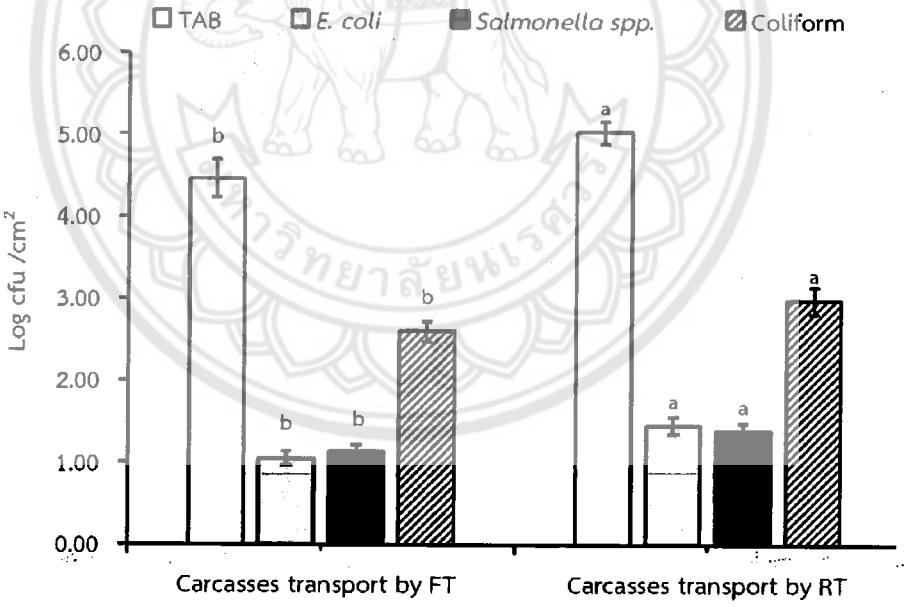
จากการป้ายเก็บตัวอย่างพื้นและผนังของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งซากสุกรมาวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียพบว่ารถจักรยานยนต์สามล้อจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย TAB และ Coliform ที่ระดับ 5.24 และ 2.65 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับรถกระบะห้องเย็นที่พบว่ามีการปนเปื้อนที่ระดับ 4.89 และ 1.89 log cfu/cm^2 ตามลำดับ (P<0.05) ทั้งนี้ในส่วนของ *E. coli* และ *Salmonella* spp. นั้น พบว่ารถจักรยานยนต์สามล้อจะมีปริมาณการปนเปื้อนน้อยกว่ารถกระบะห้องเย็น (P>0.05) (ภาพที่ 4.1) นอกจากนี้ยังพบว่าซากสุกรที่ขนส่งโดยรถกระบะห้องเย็นจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากกว่าซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ (P<0.05) โดยพบว่ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform ที่ระดับ 5.03, 1.45, 1.38 และ 2.98 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ในขณะที่ซากสุกรขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อจะพบว่ามีการปนเปื้อนที่ระดับ 4.46, 1.05, 1.13 และ 2.60 log cfu/cm^2 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.1 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนรถจักรยานยนต์สามล้อ (freight tricycles) และรถกระบะห้องเย็น (refrigerator truck)

[a–b] ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียชนิดเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้พบว่ารถกระบะห้องเย็นที่ใช้ในการขนส่งซากสุกรจะไม่มีการเปิดเครื่องทำความเย็น เนื่องจากระยะทางจากโรงฆ่าสัตว์ไปยังแผงจำหน่ายในตลาดนั้นไม่ไกลและใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที ทำให้ภายในตู้ที่ใช้เก็บซากมีอุณหภูมิสูงกว่าเมื่อเทียบกับรถจักรยานยนต์สามล้อที่เป็นระบบเปิดและมีอากาศถ่ายเทดีกว่า ทำให้อุณหภูมิของซากเย็นลงจากลมที่พัดผ่านระหว่างการขนส่ง ส่งผลให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อมีค่าน้อยกว่า สอดคล้องกับเรณูและคณะ (2550) ที่รายงานว่าการขนส่งซากสุกรโดยใช้รถบรรทุกที่มีระบบทำความเย็นนั้นมักจะไม่เปิดเครื่องทำความเย็นเพราะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการขนส่ง ทำให้ไม่สามารถแข่งขันด้านราคากับผู้ขนส่งคู่แข่งที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องทำความเย็นได้ ซึ่งการไม่เปิดเครื่องทำความเย็นนั้นทำให้อุณหภูมิของซากสุกรเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 1-4 องศาเซลเซียส และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนพบว่าซากสุกรหลังจากการขนส่งจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (aerobic plate count) มากกว่าก่อนการขนส่ง 1.31 log cfu/cm^2 โดยรถที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าการขนส่งซากสุกรโดยรถที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ในส่วนของ *Salmonella* spp. พบว่าซากสุกรก่อนการขนส่งนั้นตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. แต่หลังจากการขนส่งพบว่าร้อยละ 75 ของซากสุกรนั้นตรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ระดับ 0.024-7.33 MPN/cm^2



ภาพที่ 4.2 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนของซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ (freight tricycles; FT) และรถกระบะห้องเย็น (refrigerator truck; RT)

[a–b] ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียชนิดเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Jeremiah and Gibson (2001) รายงานว่ากระบวนการขนส่งเนื้อสัตว์ถือเป็นขั้นตอนที่ต้องให้ความสำคัญกับการควบคุมอุณหภูมิ เนื่องจากมีผลต่อการเพิ่มอัตราการปนเปื้อนและเน่าเสียของเนื้อสัตว์ ซึ่งการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียสนั้น นอกจากจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแล้ว ยังทำให้สีของเนื้อไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย โดยสีของเนื้อสัตว์เป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับ Kozačinski *et al.* (2016) ที่ระบุว่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคส่วนใหญ่จะไม่สามารถเจริญเติบโตหรือเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ดังนั้นในกระบวนการขนส่งหรือเก็บรักษานั้นจะต้องควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส หรือไม่ควรเกิน 8 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอัญญารัตน์และเอกชัย (2562) รายงานว่าผู้ประกอบการโรงฆ่าสุกรจะใช้รถขนส่งที่มีการควบคุมอุณหภูมิ $\leq$ 4 องศาเซลเซียส มากที่สุดคือร้อยละ 78.57 รองลงมาคือรถขนส่งที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 4-7 องศาเซลเซียส ร้อยละ 21.43

4.2 การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการจัดจำหน่าย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform ระหว่างการจัดจำหน่ายพบว่า มือของผู้จำหน่ายนั้นพบเชื้อที่ระดับ 4.38, 2.15, 2.10 และ 1.81 log CFU/cm^2 ตามลำดับ ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดจำหน่ายนั้นพบว่าเครื่องบดเนื้อมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อมากที่สุด คือ 5.74, 2.33, 2.19 และ 2.92 log CFU/cm^2 ตามลำดับ รองลงมาคือแผงจำหน่าย ซึ่งพบการปนเปื้อนของเชื้อที่ระดับ 5.70, 1.97, 1.98 และ 2.76 log CFU/cm^2 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีดเป็นอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดน้อยที่สุด คือ 3.97, 1.37, 1.57 และ 1.73 log CFU/cm^2 ตามลำดับ (P<0.05) (ตารางที่ 4.1)

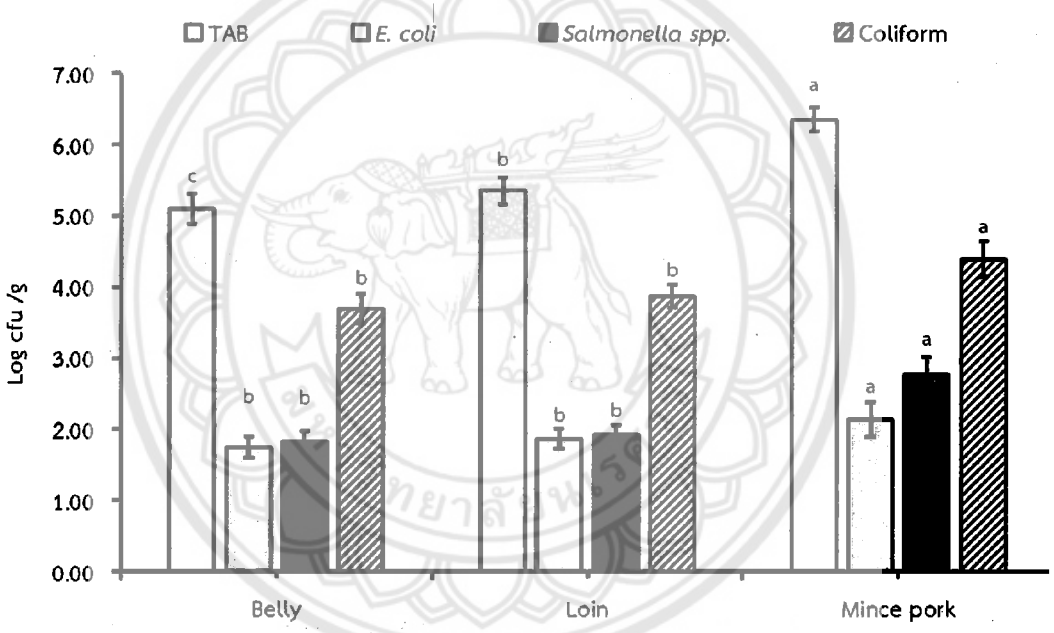
ตารางที่ 4.1 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมือของผู้จำหน่ายและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำหน่ายเนื้อสุกร

	Bacteria counts (log CFU/cm^2)			
	TAB	*E. coli*	*Salmonella* spp.	Coliform
Butcher's hand	4.38^{b}±0.16	2.15^{ab}±0.26	2.10^{ab}±0.20	1.81^{bc}±0.17
Stall	5.70^{a}±0.23	1.97^{b}±0.18	1.98^{b}±0.17	2.76^{a}±0.19
Knives	3.97^{d}±0.12	1.37^{c}±0.10	1.57^{c}±0.19	1.73^{c}±0.15
Cutting board	4.52^{b}±0.15	1.82^{b}±0.19	1.94^{b}±0.13	1.92^{b}±0.27
Balances	4.19^{c}±0.11	1.45^{c}±0.07	1.66^{c}±0.21	1.95^{b}±0.12
Grinders	5.74^{a}±0.21	2.33^{a}±0.21	2.19^{a}±0.17	2.92^{a}±0.21

$^{a-c}$ ค่าเฉลี่ยในแถวแนวตั้งเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

สอดคล้องกับ Barros *et al.* (2007) ซึ่งได้ศึกษาหาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของอุปกรณ์ (เครื่องชั่ง มีด โต๊ะ และเครื่องบดเนื้อ) ที่ใช้ในร้านจำหน่ายเนื้อโค ซึ่งพบว่าเครื่องบดเนื้อนั้นมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (mesophilic aerobe counts), Coliform และ *E. coli* มากที่สุด คือ 5.15, 3.11 และ 1.94 log CFU/cm^2 ตามลำดับ

ในส่วนของเนื้อสุกรที่ทำการตัดแต่งบนแผงพร้อมจำหน่ายคือ เนื้อสามชั้น เนื้อสัน และเนื้อบด เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียพบว่าเนื้อบดมีการปนเปื้อนของเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากที่สุด คือ 6.35, 2.14, 2.77 และ 4.39 log CFU/g ตามลำดับ (P<0.05) รองลงมาคือเนื้อสัน ซึ่งพบเชื้อที่ระดับ 5.35, 1.87, 1.93 และ 3.87 log CFU/g ตามลำดับ ทั้งนี้เนื้อสามชั้นพบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุด คือ 5.09, 1.75, 1.83 และ 3.69 log CFU/g ตามลำดับ (ภาพที่ 4.3)



ภาพที่ 4.3 ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนเนื้อสามชั้น เนื้อสัน และเนื้อบด ในช่วงของการจัดจำหน่าย

[a-b] ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียชนิดเดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกันนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

สอดคล้องกับ Ejeta *et al.* (2004) ซึ่งระบุว่าถึงแม้จะนำเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียน้อยมาลดขนาดเป็นเนื้อบดก็ยังจะทำให้ปริมาณการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นเพราะการบดเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้แบคทีเรียสามารถยึดเกาะและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว และจากการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ยังพบว่าเครื่องบดเนื้อเป็นอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายนั้นมีสาเหตุมาจากสุขลักษณะและการจัดการตั้งแต่กระบวนการฆ่า การตัดแต่ง การขนส่ง และการจำหน่าย Niyonzima *et al.* (2013) รายงานว่าการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย

ของเนื้อโคจะเพิ่มขึ้นตลอดกระบวนการผลิตตั้งแต่โรงฆ่าไปจนถึงตลาด โดยจะพบการเพิ่มขึ้นของเชื้อ TAB จาก 5.1 เป็น 10.9 log CFU/g เชื้อ Coliforms เพิ่มขึ้นจาก 3.1 เป็น 4.7 log CFU/g และ *E. coli* เพิ่มขึ้นจาก 0.8 เป็น 3.0 log CFU/g ทั้งนี้การทำความสะอาดอุปกรณ์และมือผู้ที่สัมผัสเนื้อสัตว์จะช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียได้ ซึ่งพบว่าเนื้อสัตว์ที่ผ่านการตัดแต่งจากสายการผลิตที่มีการทำความสะอาดทั้งอุปกรณ์และมือผู้ที่สัมผัสเนื้อสัตว์อย่างเคร่งครัดจะมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำเท่ากับ 0.30-1.00 log CFU/cm^2 และหากไม่มีการทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 24 และ 72 ชั่วโมง ก็จะพบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่ระดับ 4.20 และ 6.05 log CFU/cm^2 ตามลำดับ (Greer and Jeremiah, 1980)

104961

สำนักหอสมุด

- 9 มี.ค. 2565

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการการประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่ายนั้นสามารถสรุปได้ว่าการขนส่งซากสุกรจากโรงฆ่ามายังจุดจำหน่ายโดยใช้รถที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนซากสุกรเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้สุขลักษณะของผู้จำหน่ายและอุปกรณ์ที่ใช้ยังเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกร โดยเฉพาะเนื้อบดที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด ทั้งนี้พบว่าเนื้อสุกรที่จำหน่ายในตลาดสดนั้นมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมปศุสัตว์กำหนดไว้

เอกสารอ้างอิง

เรณู ทวิชชาติวิทยากุล, พรรัตน์ สินชัยพานิช, เนตรนภิส ธนนิเวศน์กุล, นฤมล ปิ่นประไพ และอังคารศิริ ดีอ่วม. (2550). การวิจัยรูปแบบการจัดการความปลอดภัยในเนื้อหมูในขั้นตอนการขนส่งซากสุกร. นครปฐม: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2558). สถานการณ์สุกรปี 2557 และแนวโน้ม ปี 2558. สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2558, จาก www.oae.go.th/download/bapp/2558/13.pptx

สำนักระบาดวิทยา. (2557). สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2556 (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 29 มิถุนายน 2558, จาก http://203.157.15.4 /Annual/Annual%202551/Part1_51/Annual_Menu Part1_51.html

อัญญารัตน์ ราชประโคน และเอกชัย ก่อเกียรติสกุลชัย. (2562). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสินค้าโครงการเนื้ออนามัย (Q mark) ปี พ.ศ.2557-2559. สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2563, จาก http://certify.dld.go.th/certify/images/research/R2562/Fon/UBi

APHA. 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th ed.). Washington DC., USA: American Public Health Association.

Barros, M., Nero, L., Monteiro, A., & Beloti, V. (2007). Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. Ciencia E Tecnologia De Alimentos, 27, 856-862

Bell, R. G. (1997). Distribution and sources of microbial contamination on beef carcasses. Journal of Applied Microbiology, 82, 292–300.

Castelo, M. M., Kang, D. H., Siragusa, G. R., Koohmaraie, M., & Berry, E. D. (2001). Evaluation of combination treatment processes for the microbial decontamination of pork trim. Journal of Food Protection, 64(3), 335–342.

Eisel, W. G., Linton, R. H., & Muriana, P. M. (1997). A Survey of microbial levels for incoming raw beef, environmental sources, and ground beef in a red meat processing plant. Food Microbiology, 14, 273-282.

Ejeta, G., Molla, B., Alemayehu, D., & Muckle, A. (2004). Salmonella serotypes isolated from minced meat beef, mutton and pork in Addis Ababa, Ethiopia. Revue de médecine vétérinaire, 11, 547-551.

Elisabeth, B. T., Nesbakken, T., & Christensen, H. (1996). Hazard identification in swine slaughter with respect to foodborne bacteria. International Journal of Food Microbiology, 30, 9-25.

Gill, C. O., & Jones, T. (1997). Assessment of the hygienic characteristics of a process for dressing pasteurized pig carcasses. Food Microbiology, 14, 81–91.

Greer, G. G., & Jeremiah, L. E. (1980). Effect of retail sanitation on the bacterial load and shelf life of beef. Journal of Food Protection, 43(4), 277-287

Jay, J. M. (1996). Prevalence of *Listeria* spp. in meat and poultry products. Food Control, 7, 209–214.

Jeremiah, L., & Gibson, L. (2001). The influence of storage temperature and storage time on color stability, retail properties and case-life of retail-ready beef. Food Research International, 34, 815-826

Jones, S. 2006. Consumers' view of pork production. Advances in Pork Production, 17, 65-73.

Kozačinski, L., Bošković, A. G., Hengl, B., & Njari, B. (2016).. Food safety depending on the conditions of transport and storage. Paper presented at the meeting of the 6th Croatian Veterinary Congress, Opatija.

Niyonzima, E., Bora, D., & Ongol, M. P. (2013). Assessment of beef meat microbial contamination during skinning, dressing, transportation and marketing at a commercial abattoir in Kigali city, Rwanda. Pakistan Journal of Food Sciences, 23(3), 133-138

Smulders, F. J. M. (1995). Prevention by microbial decontamination; the surface treatments of meat by organic acids. In: Gould, G.W. (Ed), New Methods of Food Preservation (pp. 253–282). London: Chapman and Hall.

ภาคผนวก

บทความสำหรับการเผยแพร่

วารสารเกษตรนเรศวร
Naresuan Agriculture Journal (NAJ)
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยนเรศวร 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
65000 โทรศัพท์ 055 962701 โทรสาร 055 962709

วันที่ 14 พฤษภาคม 2563

เรื่อง .....แจ้งผลตอบรับ/การพิจารณาการตีพิมพ์บทความ .....

เรียน .....ผศ.ดร.อมรรัตน์ วันอังคาร.....

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารเกษตรนเรศวร **เรื่องของท่านคือ "การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่ง" บัดนี้ เรื่องของท่านได้ถูกพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และกองบรรณาธิการเรียบร้อยแล้ว กองบรรณาธิการมีความยินดีที่จะแจ้งให้ทราบว่าเรื่องของท่านมีความเหมาะสมที่จะตีพิมพ์ได้ โดยวารสารแก่นเกษตรจะตีพิมพ์บทความของท่านใน ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ.2563**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อินเจริญ)
บรรณาธิการวารสารเกษตรนเรศวร

การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่าย

Evaluation of bacterial contamination source in pork during transportation and distribution

อมรรัตน์ วันอังคาร[1*] วิลาสินี อินญาวิเลิศ[1] ณัชนันท์ เวชสูงเนิน[1] พรชัย รุ่งเรือง[1] และภาณุพงศ์ พ่วงรอด[1]

Wanangkarn, A.[1*], Inyawilert, W.[1], Wechsoong-nern, N.[1], Rungrueng, P.[1] and Puangrod, P.[1]

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1] Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanuloke 65000, Thailand.

* Corresponding author: Amornrat.w@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การขนส่งและการจัดจำหน่ายเนื้อสัตว์นั้นเป็นการจัดการหลังการฆ่าสัตว์ที่มีความสำคัญ ซึ่งอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่าย โดยในช่วงของการขนส่งจะวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ Total aerobic bacteria (TAB), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform จากยานพาหนะและซากสุกรภายหลังจากการขนส่ง และในส่วนของการจัดจำหน่ายนั้นจะวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อแบคทีเรียจากมือผู้จำหน่าย แผงจำหน่าย อุปกรณ์ และเนื้อสุกร (เนื้อสามชั้น เนื้อสัน และเนื้อบด) ผลการศึกษาพบว่าผนังและพื้นของรถจักรยานยนต์สามล้อจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย TAB และ Coliform มากกว่าเมื่อเทียบกับรถกระบะห้องเย็น ($P<0.05$) ทั้งนี้ในส่วนของซากสุกรที่ขนส่งโดยรถกระบะห้องเย็นที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากกว่าซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ ($P<0.05$) จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียของอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดจำหน่ายพบว่าเครื่องบดเนื้อมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามีดเป็นอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุด ($P<0.05$) ในส่วนของเนื้อสุกรที่จำหน่ายนั้นพบว่าเนื้อบดมีการปนเปื้อนของเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากที่สุด รองลงมาคือเนื้อสัน และเนื้อสามชั้นตามลำดับ ($P<0.05$) จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการขนส่งซากสุกรโดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิและการขาดสุขลักษณะที่ดีในการจำหน่ายนั้นอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียและการเสื่อมเสียของเนื้อสุกรได้

คำสำคัญ: แหล่งปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย, เนื้อสุกร, การขนส่ง, การจัดจำหน่าย

ABSTRACT

The meat transportation and distribution are part of post- slaughter carcass handling which have effects on bacterial contamination. The purpose of this study was to investigate the source of bacterial contamination in pork during transportation and

distribution. During transportation, which determine the number of total aerobic bacteria (TAB), *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and Coliform of vehicles and carcasses after transport. In part of meat distribution, samples were collected from butcher's hand, stall, equipment and pork (belly, loin and mince pork). The evaluation found that the surface of freight tricycles was more contaminated with TAB and coliform than refrigerator truck ($P<0.05$). The carcasses transported by refrigerator truck without temperature control showed significantly higher bacterial counts than the carcasses transported by freight tricycles. During meat distribution, meat grinder was the most contaminated with bacteria. On the other hand, knife was the least contaminated with bacteria ($P<0.05$). In part of pork, found that the number of TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. and Coliform were highest in mince pork and followed by loin and belly, respectively ($P<0.05$). Therefore, from these results can concluded that the transportation of carcass without temperature control and poor sanitation practices during meat distribution may result in a bacterial contamination and spoilage of pork.

Keywords: Bacterial contamination source, Pork, Transportation, Distribution

บทนำ

เนื้อสัตว์เป็นอาหารโปรตีนหลักของมนุษย์ แต่บ่อยครั้งที่เนื้อสัตว์เป็นสาเหตุทำให้เกิดการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่ก่อโรคหลายชนิด ซึ่งมาจากกระบวนการผลิต ทั้งนี้การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์นั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อน ระยะเวลา และอุณหภูมิที่เก็บรักษา (Doulgeraki et al., 2012) โดยเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสัตว์นั้นจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) เชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสีย เช่น *E. coli*, *Enterococcus* spp. และ Coliforms และ 2) เชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค เช่น *Salmonella* spp. และ *Staphylococcus aureus* (อัญชลีและคณะ, 2556) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ จากรายงานของสำนักระบาดวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม–23 ธันวาคม 2562 พบว่ามีผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษ จำนวน 105,672 ราย เสียชีวิต 1 ราย โดยกลุ่มอายุที่ป่วยมากที่สุด คือ อายุ 15–24 ปี รองลงมา คือ อายุมากกว่า 65 ปี และ 25–34 ปี ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในกลุ่มวัยทำงานและวัยผู้สูงอายุ (กรมควบคุมโรค, 2562) อย่างไรก็ตามยังมีผู้บริโภคจำนวนไม่น้อยที่นิยมบริโภคเนื้อสัตว์ดิบๆ หรือกึ่งสุกกึ่งดิบ ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการท้องร่วง รวมถึงโรคพยาธิที่อาจทำอันตรายถึงชีวิตอีกด้วย

การผลิตเนื้อสัตว์ให้ได้คุณภาพดีนั้นไม่ได้สิ้นสุดที่การเลี้ยงสัตว์ภายในฟาร์มเท่านั้น กระบวนการฆ่าและชำแหละ สุขลักษณะขณะขนส่ง และการจัดจำหน่ายก็มีความสำคัญ เพราะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียได้เช่นกัน (Gill, 1998) ทั้งนี้แบคทีเรียที่อาจปนเปื้อนและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคที่แนะนำให้มีการตรวจในโรงฆ่าสัตว์ คือ *E. coli* และ *Salmonella* spp. (Castelo et al., 2001) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะพบได้แม้ในสัตว์ที่มีสุขภาพดี โดยอาศัยอยู่ตามผิวหนัง ขน เขา ระบบ

ทางเดินอาหาร และรอบๆ ต่อมน้ำเหลือง (Dickson & Anderson, 1992; Lillard, 1985) ทั้งนี้หากมีการฆ่าชำแหละหรือเอาส่วนของเครื่องในและลำไส้ออกอย่างไม่ระมัดระวัง จะทำให้แบคทีเรียที่อยู่ภายในออกมาปนเปื้อนเนื้อสัตว์ (Gill & Jones, 1997) นอกจากนี้อาจมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกระบวนการแช่เย็นและตัดแต่งซากอีกด้วย (Berends et al., 1998; Duffy et al., 2001) โดยปนเปื้อนมาจากผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ พื้นผิวที่สัมผัส น้ำ และอากาศ (Borch & Arinder, 2002; Sofos, 2008)

อย่างไรก็ตามทางกรมปศุสัตว์ได้ตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว จึงได้กำหนดมาตรการควบคุมตั้งแต่การเลี้ยงที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การฆ่าชำแหละที่โรงฆ่าสัตว์ การขนส่งเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ไปสู่สถานที่จำหน่าย ตลอดจนสุขลักษณะของสถานที่จำหน่าย เพื่อให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพดีและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทั้งในส่วนที่บริโภคภายในประเทศ และการผลิตเพื่อการส่งออก (กรมปศุสัตว์, 2560) โดยกำหนดเกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของเนื้อสัตว์ ดังนี้ 1) *Salmonella* Spp. ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม 2) *S. aureus* น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 cfu/g 3) Coliform น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5,000 org/g 4) *E. coli* น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 org/g 5) *Enterococci* Spp. น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 cfu/g และ 6) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่าหรือเท่ากับ $5.0X10^5$ cfu/g (กรมปศุสัตว์, 2551) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนเนื้อสุกรในระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่าย โดยตรวจหาจำนวนเชื้อแบคทีเรียรวมทั้งหมด (Total aerobic bacteria; TAB), *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform ของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งซากสุกร ผู้จำหน่าย อุปกรณ์ และเนื้อสุกรเพื่อเป็นข้อมูลในการหาแนวทางควบคุมและป้องกันเพื่อให้ได้เนื้อสุกรที่มีคุณภาพดีและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

วิธีการดำเนินงาน

การเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนนั้น จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การขนส่ง จะทำการเก็บตัวอย่างจากยานพาหนะที่ใช้ขนส่งซากสุกร 2 ชนิด คือ รถกระบะห้องเย็น (Refrigerator truck; RT) และรถจักรยานยนต์สามล้อ (Freight tricycles; FT) โดยจะเก็บตัวอย่างตรงตำแหน่งผนังและพื้นรถ (Swab test) และเก็บตัวอย่างจากซากสุกรที่ขนส่งโดยรถกระบะห้องเย็น (Carcasses transport by RT) และซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ (Carcasses transport by FT) และ 2) การจัดจำหน่าย จะทำการเก็บตัวอย่างจากมือของผู้จำหน่าย (Butcher's hand) แผงจำหน่าย (Stall) มีด (Knives) เขียง (Cutting board) เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balances) และเครื่องบดเนื้อ (Grinders) ในส่วนของเนื้อสุกรที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ คือ เนื้อสามชั้น (Belly) เนื้อสัน (Loin) และเนื้อบด (Mince pork)

การเก็บตัวอย่างจากยานพาหนะ ซากสุกร อุปกรณ์ และมือของผู้จำหน่าย ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นผิวนั้น จะใช้ไม้พันสำลีป้ายตรงตำแหน่งหรืออุปกรณ์ที่ต้องการตรวจ จากนั้นนำไปจุ่มในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายบัฟเฟอร์ pH 6.9 (Phosphate buffer solution) 1 มิลลิลิตร พร้อมปิดฝา ในส่วนของเนื้อสุกร จะทำการเก็บเนื้อสุกรประมาณ 200 กรัม ใส่ลงในถุงปลอดเชื้อ (Sterilize bag) และนำตัวอย่างทั้งหมดเก็บรักษาไว้ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทันที

การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ตรวจวิเคราะห์จำนวนเชื้อแบคทีเรียตามวิธีการของ APHA (2001) ซึ่งทุกขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์จะใช้วิธีการปราศจากเชื้อ (Sterile Technique) โดยทำการเจือจางเชื้อแบคทีเรียแบบ Serial dilution แล้วนำมาเพาะเลี้ยงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่จำเพาะต่อแบคทีเรีย (Selective medium) แต่ละชนิดดังนี้ คือ Total aerobic bacteria (TAB), *E. coli*, *Sallmonella* spp. และ Coliform จากนั้นนำจานอาหารที่เพาะเลี้ยงเชื้อไปบ่มในตู้บ่ม และนับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในช่วง 30-300 โคโลนี และบันทึกผล

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Version 9.1) ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่ง

จากการป้ายเก็บตัวอย่างพื้นและผนังของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งซากสุกรมาวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียพบว่ารถจักรยานยนต์สามล้อจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย TAB และ Coliform ที่ระดับ 5.24 และ 2.65 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับรถกระบะห้องเย็นที่พบว่ามีการปนเปื้อนที่ระดับ 4.89 และ 1.89 log cfu/cm^2 ตามลำดับ (P<0.05) ทั้งนี้ในส่วนของ *E. coli* และ *Salmonella* spp. นั้น พบว่ารถจักรยานยนต์สามล้อจะมีปริมาณการปนเปื้อนน้อยกว่ารถกระบะห้องเย็น (P>0.05) (Figure 1) นอกจากนี้ยังพบว่าซากสุกรที่ขนส่งโดยรถกระบะห้องเย็นจะมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากกว่าซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อ (P<0.05) โดยพบว่ามีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform ที่ระดับ 5.03, 1.45, 1.38 และ 2.98 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ในขณะที่ซากสุกรขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อจะพบว่ามีการปนเปื้อนที่ระดับ 4.46, 1.05, 1.13 และ 2.60 log cfu/cm^2 ตามลำดับ (Figure 2)

ทั้งนี้จากการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้พบว่ารถกระบะห้องเย็นที่ใช้ในการขนส่งซากสุกรจะไม่มีการเปิดเครื่องทำความเย็น เนื่องจากระยะทางจากโรงฆ่าสัตว์ไปยังแผงจำหน่ายในตลาดนั้นไม่ไกลและใช้เวลาไม่เกิน 30 นาที ทำให้ภายในตู้ที่ใช้เก็บซากมีอุณหภูมิสูงกว่าเมื่อเทียบกับรถจักรยานยนต์สามล้อที่เป็นระบบเปิดและมีอากาศถ่ายเทดีกว่า ทำให้อุณหภูมิของซากเย็นลงจากลมที่พัดผ่านระหว่างการขนส่ง ส่งผลให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในซากสุกรที่ขนส่งโดยรถจักรยานยนต์สามล้อมีค่าน้อยกว่า สอดคล้องกับเรณูและคณะ (2550) ที่รายงานว่าการขนส่งซากสุกรโดยใช้รถบรรทุกที่มีระบบทำความเย็นนั้นมักจะไม่เปิดเครื่องทำความเย็นเพราะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการขนส่ง ทำให้ไม่สามารถแข่งขันด้านราคากับผู้ขนส่งคู่แข่งที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยเครื่องทำความเย็นได้ ซึ่งการไม่เปิดเครื่องทำความเย็นนั้นทำให้อุณหภูมิของซากสุกรเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 1-4 องศาเซลเซียส และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนพบว่า

ซากสุกรหลังจากการขนส่งจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) มากกว่าก่อนการขนส่ง 1.31 log cfu/cm^2 โดยรถที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าการขนส่งซากสุกรโดยรถที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ในส่วนของ *Salmonella* spp. พบว่าซากสุกรก่อนการขนส่งนั้นตรวจไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. แต่หลังจากการขนส่งพบว่าร้อยละ 75 ของซากสุกรนั้นตรวจพบเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ระดับ 0.024-7.33 MPN/cm^2

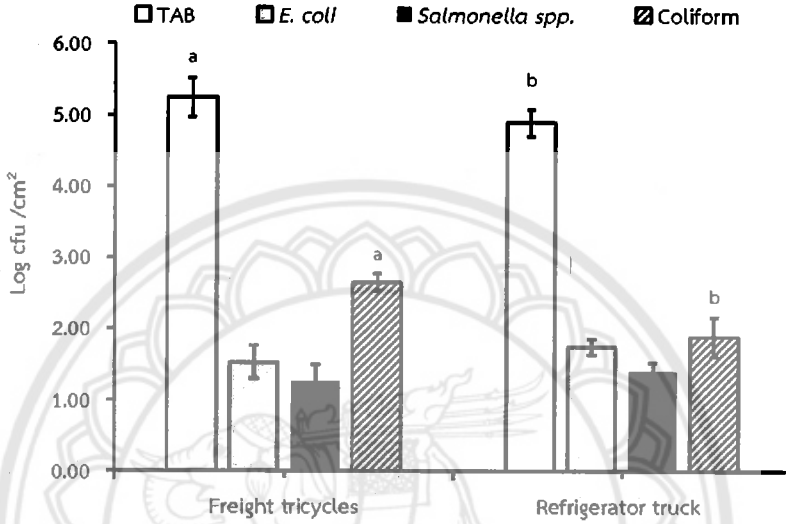


Figure 1 Mean bacteria counts in sample of freight tricycles and refrigerator truck before used to transport pork carcasses.

[a–b] Means with the same bacteria type having different superscripts are significantly different *(P<0.05)*.

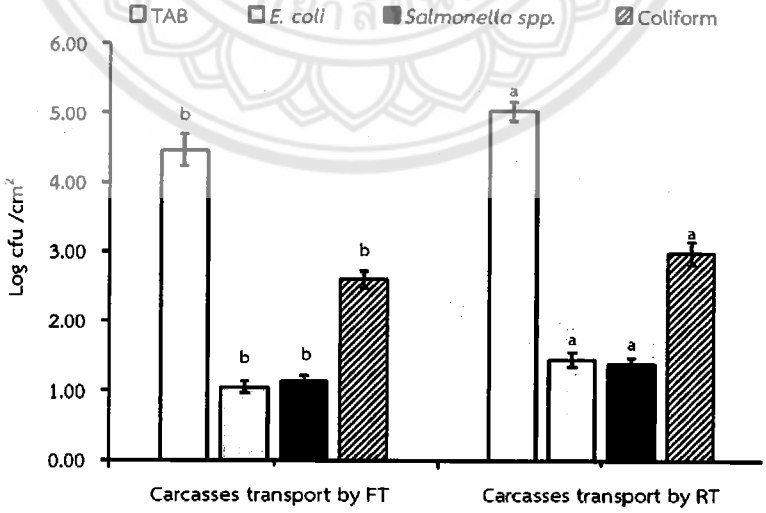


Figure 2 Mean bacteria counts in sample of carcasses transport by freight tricycles (FT) and refrigerator truck (RT).

[a–b] Means with the same bacteria type having different superscripts are significantly different *(P<0.05)*.

Jeremiah & Gibson (2001) รายงานว่ากระบวนการขนส่งเนื้อสัตว์ถือเป็นขั้นตอนที่ต้องให้ความสำคัญกับการควบคุมอุณหภูมิ เนื่องจากมีผลต่อการเพิ่มอัตราการปนเปื้อนและเน่าเสียของเนื้อสัตว์ ซึ่งการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ที่อุณหภูมิ 2-5 องศาเซลเซียสนั้น นอกจากจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแล้ว ยังทำให้สีของเนื้อไม่เปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาอีกด้วย โดยสีของเนื้อสัตว์เป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับ Kozačinski et al. (2016) ที่ระบุว่าเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคส่วนใหญ่จะไม่สามารถเจริญเติบโตหรือเพิ่มจำนวนได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ดังนั้นในกระบวนการขนส่งหรือเก็บรักษานั้นจะต้องควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส หรือไม่ควรเกิน 8 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอัญญารัตน์และเอกชัย (2562) รายงานว่าผู้ประกอบการโรงฆ่าสุกรจะใช้รถขนส่งที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ≤ 4 องศาเซลเซียส มากที่สุดคือร้อยละ 78.57 รองลงมาคือรถขนส่งที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 4-7 องศาเซลเซียส ร้อยละ 21.43

การประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการจัดจำหน่าย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform ระหว่างการจัดจำหน่ายพบว่า มือของผู้จำหน่ายนั้นพบเชื้อที่ระดับ 4.38, 2.15, 2.10 และ 1.81 log CFU/cm^2 ตามลำดับ ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดจำหน่ายนั้นพบว่าเครื่องบดเนื้อมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อมากที่สุด คือ 5.74, 2.33, 2.19 และ 2.92 log CFU/cm^2 ตามลำดับ รองลงมาคือแผงจำหน่าย ซึ่งพบการปนเปื้อนของเชื้อที่ระดับ 5.70, 1.97, 1.98 และ 2.76 log CFU/cm^2 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่ามีดเป็นอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดน้อยที่สุด คือ 3.97, 1.37, 1.57 และ 1.73 log CFU/cm^2 ตามลำดับ (P<0.05) (Table 1) สอดคล้องกับ Barros et al. (2007) ซึ่งได้ศึกษาหาปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของอุปกรณ์ (เครื่องชั่ง มีด โต๊ะ และเครื่องบดเนื้อ) ที่ใช้ในร้านจำหน่ายเนื้อโค ซึ่งพบว่าเครื่องบดเนื้อนั้นมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Mesophilic aerobe counts), Coliform และ *E. coli* มากที่สุด คือ 5.15, 3.11 และ 1.94 log CFU/cm^2 ตามลำดับ

ในส่วนของเนื้อสุกรที่ทำการตัดแต่งบนแผงพร้อมจำหน่ายคือ เนื้อสามชั้น เนื้อสัน และเนื้อบด เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียพบว่าเนื้อบดมีการปนเปื้อนของเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากที่สุด คือ 6.35, 2.14, 2.77 และ 4.39 log CFU/g ตามลำดับ (P<0.05) รองลงมาคือเนื้อสัน ซึ่งพบเชื้อที่ระดับ 5.35, 1.87, 1.93 และ 3.87 log CFU/g ตามลำดับ ทั้งนี้เนื้อสามชั้นพบปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียน้อยที่สุด คือ 5.09, 1.75, 1.83 และ 3.69 log CFU/g ตามลำดับ (Figure 3) สอดคล้องกับ Ejeta et al. (2004) ซึ่งระบุว่าถึงแม้จะนำเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียน้อยมาลดขนาดเป็นเนื้อบดก็ยังจะทำให้ปริมาณการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นเพราะการบดเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้แบคทีเรียสามารถยึดเกาะและเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว และจากการเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ยังพบว่าเครื่องบดเนื้อเป็นอุปกรณ์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายนั้นมีสาเหตุมาจากสุขลักษณะและการจัดการตั้งแต่กระบวนการฆ่า การตัดแต่ง การขนส่ง และการจำหน่าย Niyonzima et al. (2013) รายงานว่าการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของเนื้อโคจะเพิ่มขึ้นตลอดกระบวนการผลิตตั้งแต่โรงฆ่าไปจนถึงตลาด โดยจะพบการเพิ่มขึ้นของเชื้อ TAB จาก 5.1 เป็น 10.9 log CFU/g เชื้อ Coliforms เพิ่มขึ้นจาก 3.1 เป็น 4.7 log CFU/g และ *E. coli* เพิ่มขึ้นจาก 0.8 เป็น 3.0 log CFU/g ทั้งนี้การทำความสะอาดอุปกรณ์และมือผู้ที่สัมผัสเนื้อสัตว์จะช่วยลดการปนเปื้อน

เชื้อแบคทีเรียได้ ซึ่งพบว่าเนื้อสัตว์ที่ผ่านการตัดแต่งจากสายการผลิตที่มีการทำความสะอาดทั้งอุปกรณ์และมือผู้ที่สัมผัสเนื้อสัตว์อย่างเคร่งครัดจะมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำเท่ากับ 0.30-1.00 log CFU/cm^2 และหากไม่มีการทำความสะอาดเป็นระยะเวลา 24 และ 72 ชั่วโมง ก็จะพบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่ระดับ 4.20 และ 6.05 log CFU/cm^2 ตามลำดับ (Greer & Jeremiah, 1980)

Table 1 Mean bacteria counts in samples of butcher's hand and equipment collected from butcher's shop at the local market.

	Bacteria counts (log CFU/cm^2)			
	TAB	*E. coli*	*Salmonella* spp.	Coliform
Butcher's hand	4.38^{b}±0.16	2.15^{ab}±0.26	2.10^{ab}±0.20	1.81^{bc}±0.17
Stall	5.70^{a}±0.23	1.97^{b}±0.18	1.98^{b}±0.17	2.76^{a}±0.19
Knives	3.97^{d}±0.12	1.37^{c}±0.10	1.57^{c}±0.19	1.73^{c}±0.15
Cutting board	4.52^{b}±0.15	1.82^{b}±0.19	1.94^{b}±0.13	1.92^{b}±0.27
Balances	4.19^{c}±0.11	1.45^{c}±0.07	1.66^{c}±0.21	1.95^{b}±0.12
Grinders	5.74^{a}±0.21	2.33^{a}±0.21	2.19^{a}±0.17	2.92^{a}±0.21

$^{a-c}$ Means with the same column having different superscripts are significantly different (P<0.05)

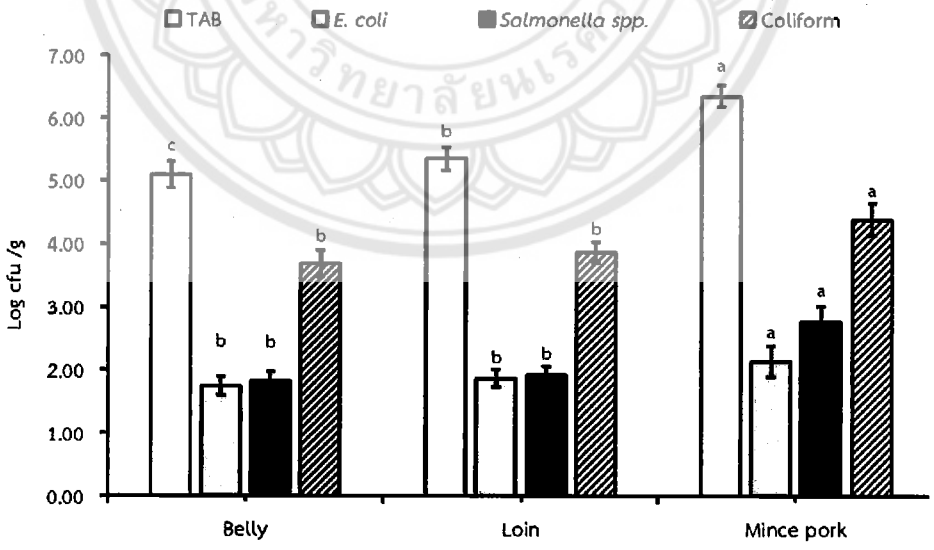


Figure 3 Mean bacteria counts in sample of belly, loin and mince pork during distribution at the local market.

$^{a-c}$ Means with the same bacteria type having different superscripts are significantly different (P<0.05).

สรุป

จากการการประเมินแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรระหว่างการขนส่งและจัดจำหน่ายนั้นสามารถสรุปได้ว่าการขนส่งซากสุกรจากโรงฆ่ามายังจุดจำหน่ายโดยใช้รถที่ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิจะมีผลทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนซากสุกรเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้สุขลักษณะของผู้จำหน่ายและอุปกรณ์ที่ใช้ยังเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกร โดยเฉพาะเนื้อบดที่มีการปนเปื้อนมากที่สุด ทั้งนี้พบว่าเนื้อสุกรที่จำหน่ายในตลาดสดนั้นมีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ TAB, *E. coli*, *Salmonella* spp. และ Coliform มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กรมปศุสัตว์กำหนดไว้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนทุนวิจัย ภายใต้งบประมาณรายได้ เลขที่สัญญา R2559C134 ขอขอบคุณเทศบาลนครพิษณุโลกที่ให้ความอนุเคราะห์เข้าเก็บตัวอย่างภายในโรงฆ่าสัตว์เทศบาลนครพิษณุโลก ขอขอบคุณผู้ประกอบการค้าเนื้อสุกรทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณนิสิตสาขาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์ที่เป็นผู้ช่วยวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค. 2562. กรมควบคุมโรคแนะประชาชนยึดหลัก “สุก ร้อน สะอาด” ป้องกัน 2 โรคติดต่อทางอาหารและน้ำในช่วงเทศกาลปีใหม่. สืบค้นเมื่อ 27 เมษายน 2563, จาก https://ddc.moph.go.th/brc/news.php?news=10833&deptcode=brc&news_views=163

กรมปศุสัตว์. 2551. เกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้า ปศุสัตว์เพื่อการส่งออก. สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2563, จาก http://qcontrol. dld.go.th/images/law/regulation/ MicrobiologicalSTD forLivestock Products.PDF

กรมปศุสัตว์. 2560. โครงการเนื้อสัตว์ปลอดภัย ใส่ใจผู้บริโภค (ปศุสัตว์ OK). สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2563, จากhttp://certify.dld. go.th/certify/index.php/th/2016-05- 01-14-51-22/km/300-ok

เรณู ทวิชชาติวิทยากุล, พรรัตน์ สินชัยพานิช, เนตรนภิส ธนนิเวศน์กุล, นฤมล ปิ่นประไพ และอังคารศิริ ดีอ่วม. 2550. การวิจัยรูปแบบการจัดการความปลอดภัยในเนื้อหมูในขั้นตอนการขนส่งซากสุกร. นครปฐม: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

อัญชลี ระวังการ, อัยลดา สมศรี, สืบชาติ สัจจวาทิตย์ และจันทร์เพ็ญ ชำนาญพูด. 2556, พฤษภาคม. การปนเปื้อนของแบคทีเนียในเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย. รายงานวิจัยนี้ใช้นำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติการพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2556 ครั้งที่ 3, จังหวัดขอนแก่น

อัญญารัตน์ ราชประโคน และเอกชัย ก่อเกียรติสกุลชัย. 2562. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาในสินค้าโครงการเนื้ออนามัย (Q mark) ปี พ.ศ.2557-2559. สืบค้นเมื่อ 30 เมษายน 2563, จาก http://certify.dld.go.th/certify/images/research/R2562/Fon/UBi

nder.pdf

APHA. 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4th ed.). Washington, D.C.: American Public Health Association

Barros, M., L. Nero, A. Monteiro and V. Beloti. 2007. Identification of main contamination points by hygiene indicator microorganisms in beef processing plants. Ciencia E Tecnologia De Alimentos, 27, 856-862

Berends, B.R., F.V. Knapen, D.A.A. Mossel, S.A. Burt and J.M.A. Snijders. 1998. Salmonella spp. on pork at cutting plants and at the retail level and the influence of particular risk factors. International journal of food microbiology, 44, 207-217

Borch, E. and P. Arinder. 2002. Bacteriological safety issues in beef and ready-to-eat meat products, as well as control measures. Meat Science, 62(3), 381-390

Castelo, M.M., D.H. Kang, G.R. Siragusa, M. Koohmaraie and E.D. Berry. 2001. Evaluation of Combination Treatment Processes for the Microbial Decontamination of Pork Trim. Journal of food protection, 64(3), 335-342.

Dickson, J.S. and M.E. Anderson. 1992. Microbiological decontamination of food animal carcasses by washing and sanitizing systems: a review. Journal of Food Protection, 55, 133-140

Doulgeraki, A., D. Ercolini, F. Villanisco and G.J.E. Nychas. 2012. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. International journal of food microbiology, 157, 130-141

Duffy, A.E., K.E. Belk, J.N. Sofos, S.B. Levalley, M.L. Kain, J.D. Tatum, G.C. Smith and C.V. Kimberling. 2001. Microbial Contamination Occurring on Lamb Carcasses Processed in the United States, Journal of food protection, 64, 503-508

Ejeta, G., B. Molla, D. Alemayehu and A. Muckle. 2004. Salmonella serotypes isolated from minced meat beef, mutton and pork in Addis Ababa, Ethiopia. Revue de médecine vétérinaire, 11, 547-551.

Gill, C.O. 1998. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. In A. Davies and R. Board (Eds.), The microbiology of meat and poultry (pp. 118-157). London: Blackie Academic and Professional.

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

Greer, G.G. and L.E. Jeremiah. 1980. Effect of retail sanitation on the bacterial load and shelf life of beef. Journal of Food Protection, 43(4), 277-287

Jeremiah, L. and L. Gibson. 2001. The influence of storage temperature and storage time on color stability, retail properties and case-life of retail-ready beef. Food Research International, 34, 815-826

Kozačinski, L., A.G. Bošković, B. Hengl and B. Njari. 2016, October. Food safety depending on the conditions of transport and storage. Paper presented at the meeting of the 6th Croatian Veterinary Congress, Opatija.

Lillard, H.S. 1985. Bacterial cell characteristics and conditions influencing their adhesion to poultry skin. Journal of Food Protection, 48, 803-807

Niyonzima, E., D. Bora and M. P. Ongol. 2013. Assessment of beef meat microbial contamination during skinning, dressing, transportation and marketing at a commercial abattoir in Kigali city, Rwanda. Pakistan Journal of Food Sciences, 23(3), 133-138

Sofos, J.N. 2008. Challenges to meat safety in the 21st century. Meat science, 78 (1–2), 3-13