การศึกษาปัจจัยเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียของการผลิตเนื้อสุกรในโรงฆ่าสัตว์ของประเทศไทย ปี 2562-2563

ปริญญา เชียรวิชัย*[1/] ณัฏฐามณี พรมใบเงิน [1/]

บทคัดย่อ

กระบวนการชำแหละเนื้อในโรงฆ่าสัตว์เป็นกระบวนการที่มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่ส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อสุกรและก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้บริโภค ซึ่งการปนเปื้อนสามารถเกิดได้ทั้งจากขั้นตอนการเชือดชำแหละ สุขลักษณะของผู้ปฏิบัติงานหรือเครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงาน หากสามารถระบุปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้ ก็จะทำให้หาแนวทางเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียไปยังเนื้อสุกรได้ดียิ่งขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกรในโรงฆ่าสัตว์ โดยใช้ข้อมูลจากโรงฆ่าสัตว์ในประเทศไทยระหว่างปี 2562-2563 โดยการทำแบบสอบถามที่สำรวจข้อมูลด้านโครงสร้างอาคาร การจัดการ และกระบวนการปฏิบัติงานในโรงฆ่าสุกร จำนวน 1,409 แห่ง ในพื้นที่ 75 จังหวัดทั่วประเทศ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับผลตรวจทางห้องปฏิบัติการในการหาเชื้อแบคทีเรียที่มีการปนเปื้อนในเนื้อสุกรที่เก็บจากโรงฆ่าสัตว์ เพื่อระบุปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนจากโรงฆ่าสัตว์ ผลจากการศึกษาพบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเรียงจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด คือ *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, Coliform และ *Staphylococcus aureus* คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 28.8, 23.5, 17.2 และ 13.8 ตามลำดับ โดยเนื้อสุกรที่เก็บจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* เลย และการหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนที่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าการใช้น้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรือน้ำจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่น้ำประปาเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เพิ่มโอกาสให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform (OR=1.39, 95%CI: 1.05-1.83) และเชื้อ *E. coli* (OR=1.40, 95%CI: 1.09-1.80) การที่พนักงานไม่มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิตเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* (OR=1.36, 95%CI: 1.03-1.79) และเชื้อ *Salmonella* spp. (OR=1.45 95%CI: 1.15-1.94) การที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้แยกการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างพื้นที่ส่วนสะอาดและส่วนสกปรกออกจากกัน กับการไม่แยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสุกรจะเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* สูงขึ้น (OR=1.66, 95%CI: 1.07-2.58), (OR=1.68, 95%CI: 1.24-2.29) ตามลำดับ โดยผลการศึกษาครั้งนี้จะนำไปใช้ในการปรับปรุงโรงฆ่าสุกรด้านการจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในโรงฆ่าสัตว์ที่เพียงพอและเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ผลิต ตลอดจนส่งเสริมให้พนักงานมีความตระหนักด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลมากยิ่งขึ้น เพื่อให้กระบวนการเชือดและชำแหละเนื้อสุกรของประเทศไทยมีสุขอนามัยที่ดีในการผลิต จนสามารถลดโอกาสการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคจากการผลิตในโรงฆ่าสัตว์ให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

คำสำคัญ: ปัจจัยเสี่ยง การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย เนื้อสุกร โรงฆ่าสัตว์

เลขทะเบียนวิชาการ : 65(2)-0312-068

[1/] สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

* ผู้รับผิดชอบหลัก E-mail : parin.vet@gmail.com

The study of risk factors associated with bacterial contamination in pork from slaughterhouses in Thailand during 2019-2020

Parinya Chienwichai*[1/] Natthamanee Prombaingoen [1/]

Abstract

Meat processing in slaughterhouses is the procedures that prone to bacterial contamination, affecting pork quality and consumer risks. The contamination may occur from uncontrolled slaughtering procedures, poor sanitary of operators, or unhygienic instruments. Identification of risk factor for contamination is an important approach to minimize contamination of bacteria to pork products. Aim of this study is to identify risk factors associated with bacterial contamination in pork from slaughterhouses. Data regarding building structure, management, and working procedures of 1,409 slaughterhouses across 75 provinces of Thailand was collected by questionnaire survey during 2019-2020. Data from questionnaire was paired with bacterial contamination profiles of pork products from each slaughterhouse. Statistical analysis was performed to explore risk factors associated with contamination. Laboratory findings showed species of bacteria with contamination level above pork standard were *Salmonella* spp. (28.8%), *Escherichia coli* (23.5%), Coliform (17.2%) and *Staphylococcus aureus* (13.8%), respectively. Interestingly, no *S. aureus* contamination was found in samples from slaughterhouses those were certified with good manufacturing practice. Statistical analysis revealed that slaughterhouses those used water supply from other sources from tap water, for example, ground water, surface water, had higher risk of Coliform (OR=1.39, 95%CI: 1.05-1.83) and *E. coli* (OR=1.40, 95%CI: 1.09-1.80) contamination. Lacking cloth and boot changing in operating areas increased risk of *E. coli* (OR=1.36, 95%CI: 1.03-1.79) and *Salmonella* spp. (OR=1.45 95%CI: 1.15-1.94) contamination. Moreover, higher risk of *S. aureus* contamination was found in slaughterhouses with poor control in instrument separation between clean and unclean areas (OR=1.66, 95%CI: 1.07-2.58) and separation of offal cleaning from meat production area (OR=1.68, 95%CI: 1.24-2.29). Findings of this study can be further used for improvement of slaughterhouse control, especially on facility management in all operating areas. In addition, sanitary awareness of operators is a key factor to enhance slaughtering procedure standard and reduce contamination during production process.

Keywords: Risk factors, Bacterial contaminations, Pork products, Slaughterhouses

Registered No. : 65(2)-0312-068

[1/] Bureau of Livestock Standards and Certification, Department of Livestock Development

Phayathai Road, Ratchathewi. Bangkok 10400

***** Corresponding Author E-mail : parin.vet@gmail.com

บทนำ

เนื้อสุกรเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของประชากรในประเทศไทย และเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญ สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ประเทศไทยมีผู้ประกอบการผลิตสุกรทั้งรายใหญ่และรายย่อยกระจายตัวทั่วประเทศ เนื่องจากจำนวนของผู้ผลิตที่มีปริมาณมาก ทำให้กระบวนการผลิตสุกรมีชีวิตและเนื้อสุกรของประเทศไทยมีรูปแบบการผลิตที่หลากหลาย ดังนั้น การควบคุมให้การผลิตเนื้อสุกรมีมาตรฐาน มีคุณภาพดี และปลอดภัยต่อผู้บริโภคจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อสุกร และความปลอดภัยของผู้บริโภค การปนเปื้อนสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดกระบวนการผลิตเนื้อสุกร แต่ขั้นตอนการเชือดสัตว์และชำแหละเนื้อสัตว์ในโรงฆ่าสัตว์ถือเป็นกระบวนการที่มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียไปสู่ซากสัตว์และเนื้อสัตว์ได้ (Gislaine, 2021)

การปนเปื้อนในโรงฆ่าสัตว์สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น การปนเปื้อนข้ามมาจากตัวสัตว์หรืออุปกรณ์ต่างๆ การศึกษาของ Algino และคณะ (2009) ระบุว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมายังเนื้อสัตว์มาจากอวัยวะของสัตว์ที่ยังมีชีวิต เช่น ขน หนัง เท้า อวัยวะในระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ อุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิตก็เป็นแหล่งของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมายังเนื้อสัตว์ที่สำคัญด้วยเช่นกัน Choi และคณะ (2013) ได้รายงานผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียภายในสิ่งแวดล้อมภายในโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งแหล่งที่มาของการปนเปื้อนนี้มาจากขนสัตว์ หนังสัตว์ อุปกรณ์ภายในโรงฆ่าสัตว์ และตัวผู้ปฏิบัติงานเอง ซึ่งการพบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียนี้สะท้อนถึงสุขอนามัยของการผลิตเนื้อในโรงฆ่าสัตว์ได้เป็นอย่างดี การขาดการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อควบคุมการปนเปื้อนนี้จะส่งผลต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อในที่สุด (Gislaine, 2021)

เชื้อแบคทีเรียบางชนิดก่อให้เกิดโรคที่รุนแรงต่อผู้บริโภคและถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของกระบวนการดำเนินงานต่างๆ ในโรงฆ่าสัตว์ เช่น เชื้อแบคทีเรีย Coliform และ *Escherichia coli* ที่เป็นเชื้อที่ก่อให้เกิดอาการท้องเสียในมนุษย์ถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยของการควบคุมคุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคและบริโภค รวมไปถึงความปลอดภัยในการผลิตอาหารด้วย (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2558) เชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ที่ปนเปื้อนในเนื้อสุกรยังถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้ผลการติดตามการจัดการตามระบบการวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมในการผลิตอาหาร (Hazard Analysis and Critical Control Points: HACCP) และระบบหลักการปฏิบัติที่ดีสำหรับการผลิต (Good Manufacturing Practices: GMP) เพื่อลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียของกระบวนการผลิตเนื้อสุกรในโรงงานชำแหละ (Simone, 2015) เชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ที่อาศัยอยู่บนผิวหนังของมนุษย์และสัตว์ และบริเวณเยื่อเมือกทางเดินหายใจส่วนบน ระบบทางเดินอาหาร และระบบทางเดินปัสสาวะ โดยเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ ปอดบวม และติดเชื้อในกระแสเลือดได้ (Ethan, 2008; Sara, 2008) ดังนั้น การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้จึงเพิ่มความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก ในลักษณะเดียวกัน ผลการศึกษาของ Diego และคณะ (2014) พบว่าการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคอาหารเป็นพิษ *Salmonella* spp. ในอาหารมีที่มาจากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เนื่องจากเชื้อ

ดังกล่าวอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ ถูกขับออกมากับอุจจาระและปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม ดังนั้น หากมีสัตว์ที่ติดเชื้อและเกิดการปนเปื้อนอุจจาระสัตว์ในส่วนต่างๆ ของโรงฆ่าสัตว์ ก็จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่เนื้อสัตว์ในที่สุด

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อ Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ในกระบวนการผลิตเนื้อสุกรในโรงฆ่าสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปให้ข้อแนะนำ ปรับปรุงกิจกรรมด้านสุขอนามัยต่างๆ ในกระบวนการผลิตเพื่อพัฒนาโรงฆ่าสุกรของประเทศไทยให้ผลิตเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภคต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การเก็บข้อมูล

1. แบบสอบถามข้อมูลระบบการผลิตของโรงฆ่าสุกรของประเทศไทยอ้างอิงรายละเอียดตามข้อกำหนดพื้นฐานของการดำเนินกิจการโรงฆ่าสัตว์ตามกฎกระทรวงกำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการตั้งโรงฆ่าสัตว์ โรงพักสัตว์ และการฆ่าสัตว์ พ.ศ. 2555 โดยมีหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับลักษณะโครงสร้าง การจัดการและกระบวนการปฏิบัติงานภายในโรงฆ่าสัตว์ พร้อมทั้งให้ระบุข้อมูลชื่อและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ตอบแบบสอบถามและเจ้าของโรงฆ่าสัตว์เพื่อติดต่อสอบถามกรณีมีข้อซักถามเพิ่มเติม โดยไม่ได้ทดลองทำแบบสอบถามก่อนนำไปใช้จริง
2. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจการตอบแบบสอบถามแก่เจ้าหน้าที่สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด 75 จังหวัดทั่วประเทศที่มีโรงฆ่าสุกรอยู่ในพื้นที่ (ยกเว้น จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดสมุทรสงคราม เนื่องจากไม่มีโรงฆ่าสุกรในพื้นที่) จำนวน 1,409 แห่ง
3. เจ้าหน้าที่สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด 75 จังหวัดดำเนินการทำแบบสอบถามเมื่อเข้าตรวจติดตามโรงฆ่าสัตว์ในช่วงปี 2562-2563 โดยสัมภาษณ์เจ้าของโรงฆ่าสัตว์ ผู้จัดการ หรือผู้ปฏิบัติงานระดับหัวหน้างานโดยตรง
4. สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามทั้งหมดเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

การจำแนกขนาดและประเภทของโรงฆ่าสัตว์

1. การแบ่งขนาดตามจำนวนที่มีสุกรเข้าเชือดเฉลี่ยในแต่ละวัน โดยแบ่งเป็น โรงฆ่าสุกรขนาดเล็กมาก (SS) สุกรเข้าเชือด 1-5 ตัว/วัน สุกรขนาดเล็ก (S) สุกรเข้าเชือด 6-20 ตัว/วัน ขนาดกลาง (M) สุกรเข้าเชือด 21-50 ตัว/วัน ขนาดใหญ่ (L) สุกรเข้าเชือด 51-200 ตัว/วัน และขนาดใหญ่มาก (XL) สุกรเข้าเชือดมากกว่า 201 ตัว/วัน (กรมปศุสัตว์, 2558) จำนวนของโรงฆ่าสุกรแต่ละขนาดที่ทำการศึกษาแสดงในตารางที่ 2
2. การแบ่งประเภทของโรงฆ่าสุกรโดยแบ่งเป็น โรงฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ (GMP) จากกรมปศุสัตว์ และโรงฆ่าสุกรที่ทั้งที่ไม่ได้รับการรับรอง (non GMP) ซึ่งโรงฆ่าสุกรที่ทั้งที่ได้รับการรับรอง GMP นี้จะมีทั้งโรงฆ่าสุกรเพื่อการบริโภคเฉพาะภายในประเทศเท่านั้น และโรงฆ่าสุกรที่มีการขึ้นทะเบียน

เพื่อการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ (กรมปศุสัตว์, 2563a) โดยจำนวนโรงฆ่าสุกรที่ได้รับการรับรองและไม่ได้รับการรับรองในการศึกษานี้ แสดงในตารางที่ 2

การเก็บตัวอย่าง

1. เก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสุกรทั่วประเทศที่ได้รับใบอนุญาตประกอบกิจการโรงฆ่าสัตว์ 1,409 แห่ง ซึ่งเก็บโดยเจ้าหน้าที่สำนักงานปศุสัตว์จังหวัด 75 จังหวัด ด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างที่เป็นไปตามคู่มือปฏิบัติงานกิจกรรมตรวจสอบและออกใบอนุญาตประกอบกิจกรรมโรงฆ่าสัตว์ ประจำปี 2563 (กรมปศุสัตว์, 2563b) โดยตัวอย่างเนื้อสุกรจะถูกชำแหละเอาเฉพาะส่วนที่ไม่มีไขมันและหนัง (เช่น บริเวณสันใน หรือสะโพก) โดยเก็บปริมาณ 300 กรัมต่อตัวอย่าง บรรจุลงในถุงพลาสติกชนิดหนาที่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างแล้วปิดปากถุงให้สนิท และปิดฉลากรายละเอียดตัวอย่างให้ถูกต้องและครบถ้วน จากนั้นจึงนำถุงตัวอย่างแต่ละถุงซ้อนด้วยถุงพลาสติกอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำตัวอย่างแช่แข็งทันที กรณีไม่สามารถนำไปแช่แข็งได้ทันที ให้เก็บตัวอย่างไว้ในกระติกหรือกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็ง 6 ส่วน ผสมเกลือเม็ด 1 ส่วน หรือน้ำแข็งแห้งซึ่งสามารถรักษาความเย็นไว้ได้ไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำไปแช่แข็งภายใน 4-6 ชั่วโมง ในขั้นตอนการนำส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างจะถูกขนส่งในกระติกหรือกล่องโฟมบรรจุน้ำแข็ง 6 ส่วน ผสมเกลือเม็ด 1 ส่วน หรือน้ำแข็งแห้งซึ่งสามารถรักษาความเย็นไว้ได้ดีจนถึงห้องปฏิบัติการ
2. นำส่งตรวจวิเคราะห์หาเชื้อแบคทีเรียที่ห้องปฏิบัติการของกรมปศุสัตว์ 8 แห่ง (สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออก จังหวัดชลบุรี ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง จังหวัดสุรินทร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จังหวัดขอนแก่น ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน จังหวัดลำปาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนล่าง จังหวัดพิษณุโลก ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันตก จังหวัดราชบุรี และศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคใต้ตอนบน จังหวัดนครศรีธรรมราช) โดยใช้เกณฑ์อ้างอิงตามประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่อง เกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออก (กรมปศุสัตว์, 2551) และวิธีการตรวจวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออกและวิธีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ชนิดเชื้อแบคทีเรีย	เกณฑ์มาตรฐาน	วิธีการตรวจวิเคราะห์
Coliform	≤ 5,000 org/g	FDA BAM Online, 2013 (Chapter 4)
Escherichia coli	≤ 100 org/g	FDA BAM Online, 2013 (Chapter 4)
Staphylococcus aureus	≤ 100 cfu/g	ISO 6888-1: 1999
Salmonella spp.	ตรวจไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม	ISO 6579-1: 2017

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ใช้สถิติเชิงพรรณนาคำนวณค่าร้อยละของลักษณะทั่วไปของโรงฆ่าสัตว์ที่ทำการศึกษา (Characteristics) ดังแสดงในตารางที่ 3 การคำนวณค่าร้อยละของการพบเชื้อแบคทีเรีย Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp. จากตัวอย่างเนื้อสุกรที่ตรวจพบเกินเกณฑ์มาตรฐานฯ (ตารางที่ 1) แยกตามประเภทที่ได้รับการรับรองระบบการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ (GMP) จากกรมปศุสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 4
2. ใช้โปรแกรม SPSS Statistic Version 23 ในการวิเคราะห์เชิงสถิติด้วยวิธี Logistic regression analysis ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ตัวแปรตามที่มีความไม่ต่อเนื่องกัน เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียแต่ละชนิดที่ต้องการศึกษา โดยการทำ Univariate analysis เพื่อหาค่า crude odds ratio (crude OR) และ 95% confidence interval (CI) ของแต่ละปัจจัยเสี่ยงด้วย Chi-square test หรือ Fisher's exact test โดยตัวแปรที่มีค่า *p*-value<0.2 (Olivier, 2010) จะถูกนำไปวิเคราะห์ Multivariate logistic regression เพื่อหาค่า adjusted odds ratio (adjusted OR) และ 95% confidence interval (CI) โดยกำหนดให้ *p*-value<0.05 ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. ลักษณะทั่วไป (Characteristics) ของโรงฆ่าสุกรที่ทำการศึกษา

1.1 โรงฆ่าสัตว์ที่ได้เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์หาเชื้อแบคทีเรียและทำแบบสอบถามมีจำนวนทั้งหมด 1,409 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 89.4 จากจำนวนโรงฆ่าสุกรทั้งหมดในประเทศ 1,576 แห่ง โดยแบ่งเป็นโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ (GMP) จากกรมปศุสัตว์ จำนวน 37 แห่ง และไม่ได้รับการรับรองฯ (non GMP) 1,372 แห่ง โดยกลุ่มโรงฆ่าสัตว์ GMP เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ (XL) จำนวนมากที่สุด รองลงมาคือ ขนาดใหญ่ (L) และขนาดกลาง (M) ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มโรงฆ่าสัตว์ non GMP เป็นโรงฆ่าสุกรขนาดเล็กมาก (SS) มีจำนวนมากที่สุด รองลงมาคือขนาดเล็ก (S) โดยเป็นโรงฆ่าสุกรที่มีขนาดใหญ่ (XL) มีจำนวนน้อยที่สุด ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนโรงฆ่าสุกรที่ทำการศึกษาแบ่งประเภทตามโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับการรับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ (GMP) และไม่ได้รับการรับรองฯ (non GMP)

ประเภทโรงฆ่าสัตว์	จำนวนที่แบ่งตามขนาดของโรงฆาสัตว์ (แห่ง)					
	SS	S	M	L	XL	Total
GMP	-	-	1	9	27	37
non GMP	642	412	174	111	33	1,372

1.2 โรงฆ่าสุกรที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่เป็นโรงฆ่าขนาดเล็กถึงขนาดกลาง จากข้อมูลพบว่ากลุ่มลูกค้าที่รับซื้อเนื้อสุกรส่วนใหญ่เป็นการรับซื้อเพื่อขายปลีกตามรถเร่ ตลาดสดหรือตลาดนัด ส่วนหนึ่งมีการจำหน่ายให้กลุ่มพ่อค้าคนกลาง โรงงานตัดแต่งหรือโรงงานแปรรูป และส่วนน้อยที่ส่งขายผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ให้ห้างค้าปลีกสมัยใหม่โดยตรง จากตารางที่ 3 อธิบายลักษณะทั่วไป (Characteristics) พบว่ามีโรงฆ่าสัตว์ที่ลักษณะของอาคารเป็นแบบเปิดโล่งทั้งหมดมากที่สุด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 49.3 และโรงฆ่าสัตว์ที่ส่วนหนึ่งเป็นอาคารปิดและส่วนหนึ่งเป็นแบบเปิดโล่ง มีสัดส่วนร้อยละ 45.1 ในขณะที่โครงสร้างแบบอาคารปิดทั้งหมดมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 5.6 (ปัจจัยที่ทำการศึกษาในการวิเคราะห์ค่าทางสถิติได้นำข้อมูลของอาคารที่เป็นแบบเปิดโล่งทั้งหมดและแบบเปิดโล่งบางส่วนจัดให้เป็นความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อน) อาคารผลิตไม่มีการแบ่งพื้นที่แยกกันระหว่างส่วนสะอาดและส่วนสกปรกมีสัดส่วนร้อยละ 29.5 พื้นที่โรงฆ่าสัตว์ไม่มีอ่างล้างมือหรือพนักงานไม่มีการล้างมือก่อนปฏิบัติงานมีสัดส่วนร้อยละ 20.3 ทางด้านการจัดการ พบว่ามีโรงฆ่าสุกรที่พนักงานไม่มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ผลิตสัดส่วนมากถึงร้อยละ 25.4 มีการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างพื้นที่ส่วนสะอาดและส่วนสกปรกร่วมกันสัดส่วนร้อยละ 17.5 โดยในพื้นที่ผลิตไม่มีการใช้รอก แคร่ หรืออุปกรณ์ที่ช่วยไม่ให้ซากสัมผัสพื้นพบสัดส่วนร้อยละ 2.8 และไม่ได้ใช้อุปกรณ์สำหรับฆ่าเชื้อมีดแทงคอคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 47.3 นอกจากนี้ มีโรงฆ่าที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน น้ำบาดาล หรือแหล่งน้ำอื่นที่ไม่ใช่น้ำประปา มีสัดส่วนร้อยละ 45.6 โรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้บำบัดน้ำก่อนนำมาใช้มีสัดส่วนร้อยละ 75.7 รวมทั้งไม่ได้มีการควบคุมน้ำในบ่อลวกให้มีอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 58 ℃ มีสัดส่วนร้อยละ 70.0 และมีการล้างเครื่องใน (ทั้งเครื่องในขาวและเครื่องในแดง) แต่ไม่ได้ทำการแยกพื้นที่ล้างออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 79.7

ตารางที่ 3 ลักษณะทั่วไปของโรงฆ่าสุกรที่ทำการศึกษา (Characteristics)

รายละเอียด		**N=1,409** **% (n)**
อาคารผลิต	อาคารเปิดโล่ง	49.3 (695)
	อาคารปิดบางส่วน	45.1 (635)
	อาคารปิดทั้งหมด	5.6 (79)
แหล่งน้ำใช้	น้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรืออื่นๆ	45.6 (643)
	น้ำประปา	54.4 (766)
การบำบัดน้ำใช้	ไม่มีการบำบัดน้ำก่อนใช้	75.7 (1,066)
	มีการบำบัดก่อนใช้	24.3 (343)
การแบ่งพื้นที่ส่วนสะอาดและส่วนสกปรก	ไม่แบ่ง	29.5 (416)
	แบ่ง	70.5 (993)
การแยกเครื่องมือและอุปกรณ์ของส่วน	ไม่แยก	17.5 (246)
สะอาดและส่วนสกปรก	แยก	82.5 (1,163)
การล้างมือของพนักงานก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่มีการล้าง	20.3 (286)
	มีการล้าง	79.7 (1,123)
การเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้า	ไม่เปลี่ยน	25.4 (358)
พื้นที่ผลิต	เปลี่ยน	74.6 (1,051)
การมีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ช่วยไม่ให้ซาก	ไม่มี	2.8 (40)
สุกรสัมผัสพื้น	มี	97.2 (1,369)
การใช้อุปกรณ์หรือวิธีการฆ่าเชื้อมีดแทงคอ	ไม่ใช้	47.3 (667)
	ใช้	52.7 (742)
การควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อลวก	ไม่ควบคุมอุณหภูมิ	70.0 (987)
≥ 58°C	ควบคุมอุณหภูมิ	30.0 (422)
การแยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องใน	ไม่มีการแยกพื้นที่ล้าง	79.6 (1,122)
ออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์	ไม่มีการล้าง หรือมีการล้างแต่แยกพื้นที่	20.4 (287)

2. การปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่เกินมาตรฐานจากตัวอย่างเนื้อสุกรที่เก็บจากโรงฆ่าสุกร

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เก็บจากโรงฆ่าสุกร 1,409 แห่ง (ตารางที่ 4) พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. เกินมาตรฐานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.8 และพบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*, Coliform และ *S. aureus* รองลงมา คิดเป็นร้อยละ 23.5, 17.2 และ 13.8 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของปริญญาและคณะ (2562)

ที่ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกรเมื่อปี 2560 และ 2562 ที่พบลำดับการปนเปื้อน *Salmonella* spp. มากที่สุด และรองลงมา คือ *E. coli*, Coliform และ *S. aureus* ตามลำดับ นอกจากนี้ โรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรอง GMP ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* เลย แต่ตัวอย่างจากโรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้รับรอง GMP พบการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* เกินมาตรฐานจำนวน 195 แห่ง จากทั้งหมด 1,372 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 14.2 โดยผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Osama และคณะ (2011) ในประเทศอียิปต์ที่พบว่าพนักงานที่ปฏิบัติงานในร้านจำหน่ายเนื้อสัตว์ที่ได้รับการรับรองระบบ GMP จะมีความตระหนักเรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคลเป็นอย่างมาก ทำให้สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* และเชื้อแบคทีเรีย Coliform ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในร้านจำหน่ายเนื้อสัตว์ได้อย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ตารางที่ 4 ร้อยละของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในเนื้อสุกรที่เกินเกณฑ์มาตรฐานแยกตามประเภทโรงฆ่าสุกรที่ได้รับรอง GMP และโรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้รับรอง GMP (non GMP)

ประเภทโรงฆ่า		**ร้อยละของการปนเปื้อนเกินมาตรฐาน % (n)**			
		Coliform	*Escherichia coli*	*Staphylococcus aureus*	*Salmonella* spp.
GMP	N=37	10.8 (4)	5.4 (2)	0 (0)	21.6 (8)
non GMP	N=1,372	17.3 (238)	24.0 (330)	14.2 (195)	29.0 (398)
Total	N=1,409	17.2 (242)	23.5 (332)	13.8 (195)	28.8 (406)

3. ปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform, *E. coli*, *S. aureus* และ *Salmonella* spp.

3.1 Univariate analysis

จากตารางที่ 5 พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.2) มีจำนวนทั้งสิ้น 3 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) การใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรือแหล่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่น้ำประปา โดยปัจจัยนี้เพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform ในเนื้อ 1.37 เท่า (95%CI: 1.03-1.80) เมื่อเทียบกับการใช้แหล่งน้ำจากน้ำประปาเพียงอย่างเดียว 2) การไม่ล้างมือของพนักงานก่อนเข้าพื้นที่ผลิตเพิ่มโอกาสการปนเปื้อน 1.26 เท่า (95%CI: 0.91-1.76) เมื่อเทียบกับการที่พนักงานมีการล้างมือก่อนเข้าพื้นที่ผลิต และ 3) การไม่แยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์เพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อไปยังเนื้อสัตว์ 1.3 เท่า (95%CI : 0.96-1.72) เมื่อเทียบกับการแยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์

ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.2) พบได้ 3 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) การใช้น้ำจากแหล่งน้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรือแหล่งอื่นๆ ที่ไม่ใช่น้ำประปา โดยปัจจัยนี้เพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* ในเนื้อ 1.36 เท่า (95%CI: 1.06-1.74) เมื่อเทียบกับการใช้แหล่งน้ำจากน้ำประปาเพียงอย่างเดียว 2) การที่พนักงานไม่มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต เพิ่มโอกาสการปนเปื้อน 1.34 เท่า (95%CI: 1.02-1.76)

เมื่อเทียบกับการที่พนักงานมีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต และ 3) การไม่แยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์เพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อไปยังเนื้อสุกร 1.28 เท่า (95%CI: 1.00-1.54) เมื่อเทียบกับการแยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* พบว่ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.2) กับ 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) การไม่แยกเครื่องมือและอุปกรณ์ของส่วนสะอาดและส่วนสกปรก เพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ไปยังเนื้อสุกรเป็น 1.31 เท่า (95%CI: 0.90-1.91) เมื่อเทียบกับการแยกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างพื้นที่ทั้งสองส่วน และ 2) การไม่แยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ เพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ไปยังเนื้อสุกร 1.67 เท่า (95%CI: 1.23-2.26) เมื่อเทียบกับกับการแยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Lakshmikantha (2015) พบว่าการไม่ล้างมือของพนักงานก่อนเข้าพื้นที่ผลิตและพนักงานไม่มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิตเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่ม การปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ซึ่งปัจจัยดังกล่าวไม่พบการเพิ่มความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญในการศึกษานี้ (p<0.2) ([1a,1b]) นอกจากนี้ การศึกษาของ Valeria และคณะ (2015) พบว่ามีการปนเปื้อนสารพันธุกรรมของเชื้อ *S. aureus* จากสัตว์และมนุษย์ไปยังห่วงโซ่การผลิตเนื้อสัตว์ โดยมีที่มาจากขั้นตอนต่างๆ เช่น กระบวนการฆ่าหรือชำแหละในโรงฆ่าสัตว์ จากทั้ง 2 การศึกษาที่กล่าวมา แสดงให้เห็นว่าการไม่ล้างมือของพนักงานก่อนเข้าพื้นที่ผลิตและพนักงานไม่มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิตอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ได้ ดังนั้น ในการศึกษานี้ผู้ทำการศึกษาจึงได้นำทั้ง 2 ปัจจัยไปวิเคราะห์ Multivariate logistic regression ในขั้นต่อไปด้วย

ในขณะที่ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.2) มีทั้งสิ้น 1 ปัจจัย คือ การเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต ซึ่งเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ไปยังเนื้อสุกรเป็น 1.52 เท่า (95%CI: 1.18-1.97) อย่างไรก็ตาม รายงานของหน่วยงานมาตรฐานอาหารออสเตรเลียนิวซีแลนด์ได้ระบุไว้ว่าการลวกขนสุกรเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. (Food Standards Australia New Zealand, 2009) โดยหากทำการควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อลวกให้ไม่ต่ำกว่า 60°C และใช้เวลาลวกระหว่าง 1-4 นาที จะช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ (Bolton และคณะ, 2003) นอกจากนี้ การศึกษาของ Gislaine (2021) รายงานว่ากระบวนการนำเครื่องในออกมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. จากทางเดินอาหารไปยังเนื้อสัตว์ได้ โดยเฉพาะหากมีการรั่วของอาหารจากทางเดินอาหารออกมา กระบวนการนำเครื่องในออกของต่างประเทศเทียบได้กับกระบวนการเปิดล้างเครื่องในขาวในโรงฆ่าสุกรของประเทศไทย ถ้าหากไม่มีการแยกพื้นที่ล้างออกจากบริเวณผลิตเนื้อสัตว์อย่างชัดเจนแล้ว ก็อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนข้ามได้ จากผลการวิเคราะห์ Univariate analysis พบว่าการที่บ่อลวกไม่ได้มีการควบคุมอุณหภูมิน้ำไม่น้อยกว่า 58°C และการที่โรงฆ่าสัตว์ไม่ได้แยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ไม่ได้เป็นปัจจัยทางสถิติที่เพิ่มความเสี่ยงการเกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. (p<0.2) ([2a, 2b]) แต่ปัจจัยดังกล่าวได้รับการกล่าวถึงมาจากการศึกษาก่อนหน้า ดังนั้น ทั้ง 2 ปัจจัยนี้จึงถูกนำไปวิเคราะห์ Multivariate logistic regression ด้วย เพื่อยืนยันว่าทั้งสองปัจจัยเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือไม่

ตารางที่ 5 Univariate analysis

Factors		Univariate Analysis							
		Coliform		*Escherichia coli*		*Staphylococcus aureus*		*Salmonella* spp.	
		Crude OR (95%CI)	*p*-value	Crude OR (95%CI)	*p*-value	Crude OR (95%CI)	*p*-value	Crude OR (95%CI)	*p*-value
อาคารผลิต	อาคารเปิดหรือปิดบางส่วน อาคารปิดทั้งหมด (Ref)	1.05 (0.80-1.38)	0.738	1.03 (0.80-1.32)	0.825	1.19 (0.88-1.61)	0.268	1.10 (0.88-1.39)	0.393
แหล่งน้ำใช้	น้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรืออื่นๆ น้ำประปา (Ref)	1.37 (1.03-1.80)	0.027*	1.36 (1.06-1.74)	0.014*	0.85 (0.62-1.15)	0.279	1.02 (0.81-1.29)	0.839
การบำบัดน้ำใช้	ไม่มีการบำบัดน้ำก่อนใช้ มีการบำบัดก่อนใช้ (Ref)	1.15 (0.82-1.59)	0.653	1.04 (0.78-1.39)	0.79	1.21 (0.78-1.61)	0.533	0.77 (0.59-1.00)	0.052
การแบ่งพื้นที่ส่วนสะอาด และส่วนสกปรก	ไม่แบ่ง แบ่ง (Ref)	0.97 (0.71-1.31)	0.822	1.04 (0.79-1.36)	0.79	1.13 (0.82-1.57)	0.454	0.94 (0.73-1.21)	0.618
การแยกเครื่องมือและอุปกรณ์ ของส่วนสะอาดและส่วนสกปรก	ไม่แยก แยก (Ref)	1.25 (0.88-1.77)	0.208	1.21 (0.88-1.65)	0.245	1.31 (0.90-1.91)	0.158*	0.93 (0.69-1.27)	0.655
การล้างมือของพนักงาน ก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่มีการล้าง มีการล้าง (Ref)	1.26 (0.91-1.76)	0.166*	1.09 (0.81-1.48)	0.57	0.81 (0.54-1.19)	0.284[1a]	1.06 (0.80-1.41)	0.705
การเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูท ก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่เปลี่ยน เปลี่ยน (Ref)	1.21 (0.89-1.65)	0.223	1.34 (1.02-1.76)	0.035*	0.81 (0.56-1.16)	0.246[1b]	1.52 (1.18-1.97)	0.001*
การมีเครื่องมืออุปกรณ์ ที่ช่วยไม่ให้ชากสุกรสัมผัสพื้น	ไม่มี มี (Ref)	0.85 (0.35-2.04)	0.711	0.68 (0.30-1.55)	0.359	0.69 (0.24-1.95)	0.476	0.71 (0.34-1.51)	0.371
การใช้อุปกรณ์หรือวิธีการ ฆ่าเชื้อมีดแทงคอ	ไม่ใช้ ใช้ (Ref)	1.05 (0.80-1.38)	0.730	1.05 (0.82-1.34)	0.721	1.07 (0.79-1.44)	0.678	1.01 (0.80-1.27)	0.924
การควบคุมอุณหภูมิน้ำ ≥58° C	ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมอุณหภูมิ (Ref)	0.97 (0.71-1.30)	0.815	1.09 (0.83-1.43)	0.543	0.93 (0.67-1.29)	0.662	1.15 (0.89-1.49)	0.270[2a]
การแยกพื้นที่การล้างเครื่องใน ออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์	ไม่มีการแยกพื้นที่ล้าง ไม่มีการล้าง หรือล้างแต่แยกพื้นที่ (Ref)	1.30 (0.96-1.72)	0.063*	1.28 (1.00-1.54)	0.047*	1.67 (1.23-2.26)	0.001*	1.07 (0.85-1.35)	0.559[2b]

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.2$) [1a, 1b, 2a, 2b] ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.2$) แต่นำข้อมูลไปวิเคราะห์ Multivariate logistic regression

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform

Factors		Univariate analysis		Multivariate analysis	
		Crude OR (95%CI)	*p*-value	Adjusted OR (95%CI)	*p*-value
แหล่งน้ำใช้	น้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรืออื่นๆ น้ำประปา (Ref)	1.37 (1.03-1.80)	0.027	1.39 (1.05-1.83)	0.022*
การล้างมือของพนักงานก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่มีการล้าง มีการล้าง (Ref)	1.26 (0.91-1.76)	0.166	1.24 (0.89-1.72)	0.208
การแยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์	ไม่มีการแยกพื้นที่ล้าง มีการแยกพื้นที่ล้าง (Ref)	1.30 (0.96-1.72)	0.063	1.30 (0.98-1.71)	0.068

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

3.2 Multivariate logistic regression analysis

จากผลการวิเคราะห์ Multivariate logistic regression พบว่าการใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน น้ำบาดาล หรือแหล่งน้ำอื่นที่ไม่ใช่น้ำประปา เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform และเชื้อ *E. coli* โดยเพิ่มความเสี่ยงเป็น 1.39 เท่า (95%CI: 1.05-1.83) และ 1.4 เท่า (95%CI: 1.09-1.80) ตามลำดับ โดยเทียบกับการมีแหล่งน้ำใช้จากน้ำประปาเพียงแหล่งเดียว (ตารางที่ 6 และ ตารางที่ 7) จากข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่าโรงฆ่าสุกรที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน น้ำบาดาล หรือแหล่งน้ำอื่นที่ไม่ใช่น้ำประปาในการดำเนินการมีมากถึงร้อยละ 45.6 ของโรงฆ่าสุกรทั้งหมด และมีโรงฆ่าสุกรที่ไม่มีการบำบัดน้ำก่อนใช้มากถึงร้อยละ 75.7 ดังนั้น หากโรงฆ่าสุกรใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติในการดำเนินงาน เช่น การล้างตัวสุกร การล้างอุปกรณ์ต่างๆ ย่อมเพิ่มโอกาสเสี่ยงในการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform และ *E. coli* จากสิ่งแวดล้อม เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้สุขอนามัยของการผลิตอาหารที่สำคัญ (Halkman, 2014) ทั้งนี้ ประเทศไทยมีกฎหมายหลักที่ใช้ในการกำกับดูแลการประกอบกิจการโรงฆ่าสัตว์ให้ดำเนินไปอย่างถูกสุขอนามัย คือ กฎกระทรวงการประกอบกิจการฆ่าสัตว์ พ.ศ. 2564 ภายใต้พระราชบัญญัติควบคุมการฆ่าสัตว์เพื่อการจำหน่ายเนื้อสัตว์ พ.ศ. 2559 ซึ่งมีเงื่อนไขกำหนดคุณภาพน้ำใช้ในโรงฆ่าสัตว์อ้างอิงตามประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2563 ที่กำหนดให้ตัวอย่างน้ำที่เก็บจากอาคารโรงฆ่าสัตว์จะต้องมีผลวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรีย Coliform น้อยกว่า 1.1 MPN/100 มิลลิลิตร และเชื้อ *E. coli* น้อยกว่า 1.1 MPN/100 มิลลิลิตร (กรมอนามัย, 2563) เมื่อมีการบังคับใช้กฎกระทรวงฉบับนี้แล้ว ผู้ประกอบกิจการฆ่าสัตว์ทุกรายต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำใช้ให้เป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ทุกๆ 5 ปี ตามรอบอายุใบอนุญาตประกอบกิจการฆ่าสัตว์ (ราชกิจจานุเบกษา, 2564) ซึ่งอาจจะช่วยลดปัจจัยเสี่ยงการปนเปื้อนนี้ลงได้

ตารางที่ 7 ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*

Factors		Univariate analysis		Multivariate analysis	
		Crude OR (95%CI)	*p*-value	Adjusted OR (95%CI)	*p*-value
แหล่งน้ำใช้	น้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรืออื่นๆ น้ำประปา (Ref)	1.36 (1.06-1.74)	0.014	1.40 (1.09-1.80)	0.008*
การเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่เปลี่ยน เปลี่ยน (Ref)	1.34 (1.02-1.76)	0.035	1.36 (1.03-1.79)	0.030*
การแยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์	ไม่มีการแยกพื้นที่ล้าง มีการแยกพื้นที่ล้าง (Ref)	1.28 (1.00-1.54)	0.047	1.28 (0.99-1.64)	0.051

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

นอกจากปัจจัยด้านแหล่งน้ำแล้ว การวิเคราะห์ Multivariate logistic regression ยังพบว่าการที่พนักงานไม่เปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิตเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* และเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกรมากขึ้น 1.36 เท่า (95%CI: 1.03-1.79) และ 1.45 เท่า (95%CI: 1.15-1.94) ตามลำดับ เมื่อเทียบกับการที่พนักงานมีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต (ตารางที่ 7 และตารางที่ 9) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nel และคณะ (2004) ที่รายงานว่าการสวมเครื่องแต่งกายที่มิดชิดร่วมกับการสวมรองเท้าบูท สามารถป้องกันการปนเปื้อนข้ามของเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* spp. จากพนักงานไปสู่ผลิตภัณฑ์ในโรงฆ่าสัตว์ได้ จากข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่ามีโรงฆ่าสุกรที่พนักงานไม่ได้มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าปฏิบัติงานจำนวนร้อยละ 25.4 และโรงฆ่าสัตว์ที่ไม่มีอุปกรณ์เครื่องจักรไม่ให้ชากสัมผัสพื้นร้อยละ 2.8 ปัจจัยดังกล่าวอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* และ *Salmonella* spp. ไปสู่ซากสัตว์และผลิตภัณฑ์ได้ (Nega, 2021)

ปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* มีทั้งสิ้น 2 ปัจจัย ได้แก่ 1) การไม่แยกเครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างพื้นที่ส่วนสะอาดและส่วนสกปรกออกจากกัน และ 2) การไม่แยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ ซึ่งการไม่แยกเครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างพื้นที่ส่วนสะอาดและส่วนสกปรกออกจากกันเพิ่มโอกาสเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อในเนื้อสัตว์ 1.66 เท่า (95%CI: 1.07-2.58) เมื่อเทียบกับโรงฆ่าสัตว์ที่มีการแยกเครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างทั้งสองส่วน ผลการศึกษาของ Nel และคณะ (2004) พบว่าการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ในเนื้อสัตว์เกิดจากการไม่ล้างมือของพนักงานหรือพนักงานล้างมือโดยไม่ได้ใช้สบู่ ทำให้มีเชื้อ *S. aureus* หลงเหลืออยู่ที่มือ แล้วปนเปื้อนไปยังผลิตภัณฑ์ จากข้อมูลของโรงฆ่าสัตว์พบว่าโรงฆ่าสัตว์ ร้อยละ 20.3 ไม่มีอ่างล้างมือหรือมีอ่างล้างมือแต่พนักงานไม่ได้ล้างมือก่อนเข้าพื้นที่ผลิต (ตารางที่ 3) ทำให้อาจเกิดการปนเปื้อนข้ามจากพนักงานไปยังเนื้อสุกรได้ แต่ปัจจัยดังกล่าวไม่ได้ถูกระบุเป็นปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* ($p<0.05$) อย่างไรก็ตาม

แม้ปัจจัยดังกล่าวจะไม่พบความเกี่ยวข้องในเชิงสถิติ แต่ก็เป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงและทำความเข้าใจต่อผู้ประกอบการโรงฆ่าสัตว์ต่อไป

ตารางที่ 8 ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus*

Factors		Univariate analysis		Multivariate analysis	
		Crude OR (95%CI)	*p*-value	Adjusted OR (95%CI)	*p*-value
การแยกเครื่องมือและอุปกรณ์ของส่วนสะอาดและส่วนสกปรก	ไม่แยก แยก (Ref)	1.31 (0.90-1.91)	0.158	1.66 (1.07-2.58)	0.025*
การล้างมือของพนักงานก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่มีการล้าง มีการล้าง (Ref)	0.81 (0.54-1.19)	0.284[1a]	0.74 (.045-1.22)	0.239
การเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่เปลี่ยน เปลี่ยน (Ref)	0.81 (0.56-1.16)	0.246[1b]	0.74 (0.46-1.18)	0.198
การแยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์	ไม่มีการแยกพื้นที่ล้าง มีการแยกพื้นที่ล้าง (Ref)	1.67 (1.23-2.26)	0.001	1.68 (1.24-2.29)	0.001*

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ส่วนอีกหนึ่งปัจจัยเสี่ยงที่เพิ่มโอกาสในการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* คือ การไม่แยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ โดยเพิ่มความเสี่ยง 1.68 เท่า (95%CI: 1.24-2.29) เมื่อเทียบกับโรงฆ่าสัตว์ที่มีการแยกพื้นที่ของกิจกรรมดังกล่าวอย่างชัดเจน จากตารางที่ 3 พบว่าโรงฆ่าสุกรที่ศึกษามีกิจกรรมการล้างเครื่องในโดยไม่ได้มีการแยกพื้นที่ล้างเครื่องในขาวและเครื่องในแดงออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์อย่างชัดเจน มีสัดส่วนมากถึงร้อยละ 79.7 ซึ่งการปฏิบัติงานในพื้นที่เดียวกันมีความเป็นไปได้ว่ามีการใช้เครื่องมืออุปกรณ์และพนักงานชุดเดียวกันอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามของเชื้อ *S. aureus* ทั้งจากขั้นตอนการล้วงเครื่องในและการล้างเครื่องใน แล้วมีเศษอาหารจากอวัยวะระบบทางเดินอาหารปนเปื้อนไปยังเนื้อสุกรได้ (Birgit และคณะ, 2013) อีกทั้ง *S. aureus* ยังสามารถปนเปื้อนข้ามจากพนักงานที่ปฏิบัติงานในกิจกรรมดังกล่าวได้เช่นเดียวกัน (Nel และคณะ, 2004) ดังนั้น การตระหนักถึงสุขอนามัยที่ดีในทุกกิจกรรมของสถานประกอบการโรงฆ่าสัตว์จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง

ทั้งนี้ Hang และคณะ (2021) รายงานว่าการแพร่กระจายเชื้อ *Salmonella* spp. ภายในอาคารโรงฆ่าสัตว์เกิดจากอาหารที่ออกมาจากลำไส้ของสุกร ดังนั้น หากไม่มีการแยกพื้นที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ และผู้ปฏิบัติงานในกิจกรรมดังกล่าวอย่างชัดเจน โดยเฉพาะการล้างเครื่องในขาวในพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์หรือพื้นที่ส่วนสะอาด จะยิ่งเพิ่มความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ไปสู่ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้มากยิ่งขึ้น แต่จากผลการศึกษาในตารางที่ 9 พบว่า

ตารางที่ 9 ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp.

Factors		Univariate analysis		Multivariate analysis	
		Crude OR (95%CI)	*p*-value	Adjusted OR (95%CI)	*p*-value
การเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิต	ไม่เปลี่ยน เปลี่ยน (Ref)	1.52 (1.18-1.97)	0.001	1.45 (1.15-1.94)	0.003*
การควบคุมอุณหภูมิน้ำในบ่อลวก ≥58° C	ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมอุณหภูมิ (Ref)	1.15 (0.89-1.49)	0.270[2a]	1.08 (0.83-1.39)	0.573
การแยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องใน	ไม่มีการแยกพื้นที่ล้าง มีการแยกพื้นที่ล้าง (Ref)	1.07 (0.85-1.35)	0.559[2b]	1.05 (0.83-1.33)	0.675

* มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การไม่แยกพื้นที่กิจกรรมการล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสัตว์ไม่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อสุกร อาจเกิดจากคำถามในแบบสอบถามที่ไม่ได้มีการแยกประเด็นเรื่องการเปลี่ยนชุดออกจากการเปลี่ยนรองเท้าบูทให้ชัดเจน ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จึงเป็นข้อมูลรวมว่าไม่ได้มีการเปลี่ยนทั้งชุดและเปลี่ยนรองเท้าบูท ทั้งที่จริงแล้วอาจไม่ได้มีการเปลี่ยนชุด หรือรองเท้าบูทอย่างใดอย่างหนึ่ง จึงทำให้ผลการศึกษานี้แตกต่างจากการศึกษาของ Annette และคณะ (2022) ที่ศึกษาหาแหล่งของการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในแต่ละพื้นที่ผลิตของโรงฆ่าสัตว์ โดยพบเชื้อปริมาณมากที่สุดในช่องปากของสุกรมีชีวิต โดยมีสัดส่วนมากถึงร้อยละ 96.7 และรองลงมาคือจากตัวอย่างอุจจาระที่เก็บจากสุกร โดยพบร้อยละ 55 ของสุกรทั้งหมด และพบในขั้นตอนการเอาเครื่องในออกคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16.7 นอกจากนี้ การศึกษาของ Annette และคณะ (2022) ยังพบอีกว่าขั้นตอนการลวกและเอาขนออกนั้น เป็นขั้นตอนที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในบ่อลวกขนและปนเปื้อนไปยังกระบวนการต่อๆ ไป ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนน้ำในอ่างลวกขนอย่างสม่ำเสมอ และควบคุมอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมไม่น้อยกว่า 58 °C ควบคู่ไปด้วย (Bolton, 2003) อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าผลการศึกษาในครั้งนี้มีบางปัจจัยที่พบว่าไม่เป็นไปตามแนวปฏิบัติที่ควรจะเป็น อาจเกิดจากการที่ผู้ศึกษาไม่ได้มีการทดลองทำแบบสอบถามก่อนนำไปใช้จริง เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ จึงอาจทำให้ผู้ตอบแบบสอบถามมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้

สรุปผล

การศึกษาในครั้งนี้พบการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. เกินเกณฑ์มาตรฐานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 28.8 และพบการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli*, Coliform และ *S. aureus* รองลงมา คิดเป็นร้อยละ 23.5, 17.2 และ 13.8 ตามลำดับ โดยเนื้อสุกรที่เก็บจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* เลย และการหาปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) พบว่าการใช้น้ำบาดาล น้ำผิวดิน หรือน้ำจาก

แหล่งอื่นที่ไม่ใช่น้ำประปาเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เพิ่มโอกาสให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย Coliform และเชื้อ *E. coli* การที่พนักงานไม่มีการเปลี่ยนชุดและรองเท้าบูทก่อนเข้าพื้นที่ผลิตเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* และเชื้อ *Salmonella* spp. การที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้แยกการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างพื้นที่ส่วนสะอาดและส่วนสกปรกออกจากกัน และการไม่แยกพื้นที่การล้างเครื่องในออกจากพื้นที่ผลิตเนื้อสุกรจะเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* สูงขึ้น โดยผลการศึกษาครั้งนี้จะนำไปใช้ในการปรับปรุงโรงฆ่าสุกรด้านการจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในโรงฆ่าสัตว์ที่เพียงพอและเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ผลิต ตลอดจนส่งเสริมให้พนักงานมีความตระหนักด้านสุขลักษณะส่วนบุคคลให้มากยิ่งขึ้น เพื่อให้กระบวนการเชือดและชำแหละเนื้อสุกรของประเทศไทยมีสุขอนามัยที่ดีในการผลิต จนสามารถลดโอกาสการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคจากการผลิตในโรงฆ่าสัตว์ให้ได้เนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลจากการศึกษานี้ช่วยทำให้เข้าใจและระบุปัจจัยเสี่ยงของการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียก่อโรคที่สำคัญในกระบวนการผลิตเนื้อสุกรในโรงฆ่าสัตว์ของประเทศไทย ซึ่งเป็นการสำรวจข้อมูลในภาพรวมทั่วประเทศ เพื่อให้บุคลากรของกรมปศุสัตว์สามารถนำไปให้ข้อแนะนำในการปรับปรุงโครงสร้างอาคารผลิตและเครื่องจักรหรือเครื่องมืออุปกรณ์ รวมทั้งให้มีการปฏิบัติงานในโรงฆ่าสัตว์โดยคำนึงถึงเรื่องสุขอนามัยส่วนบุคคลและสุขลักษณะที่ดีในการปฏิบัติงานทุกขั้นตอน ตั้งแต่กระบวนการเชือด เอาเลือด เอาขน เอาเครื่องในออก รวมถึงการล้างเครื่องในการตัดแต่ง จนไปถึงการเก็บรักษาและการขนส่งเพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียไปสู่ผลิตภัณฑ์ จากผลการศึกษาส่วนหนึ่งที่พบว่าเนื้อสุกรที่เก็บจากโรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ (Good Manufacturing Practices: GMP) ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus* เลย จึงควรมีการส่งเสริมและยกระดับโรงฆ่าสัตว์ของประเทศไทยให้ได้มาตรฐานตามหลักการของ GMP เพื่อให้สามารถผลิตเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานสากล

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่กลุ่มควบคุมโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ที่ช่วยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ขอขอบคุณ สพ.ญ.ธนิดา หรินทรานนท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานการปศุสัตว์ระหว่างประเทศ สพ.ญ.คชาภรณ์ เต็มยอด ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาระบบและรับรองคุณภาพเนื้อสัตว์ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำเนื้อหาผลงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ ผศ.น.สพ.ดร.พีรุทย์ เชียรวิชัย คณะแพทยศาสตร์และการสาธารณสุข วิทยาลัยแพทยศาสตร์ศรีสวางควัฒน ราชวิทยาลัยจุฬาภรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ ตลอดจนให้คำแนะนำและสนับสนุนการจัดทำงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณ สพ.ญ.คุณณณัสม์ กล้าหาญ นายสัตวแพทย์ชำนาญการ ที่ให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและให้คำปรึกษาการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2551. เกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออก. ประกาศกรมปศุสัตว์ ลงวันที่ 30 ธันวาคม 2551.

กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. แนวทางการพัฒนามาตรฐานโรงฆ่าสัตว์และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. หน้า 28

กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563a. โรงฆ่าสัตว์ที่ได้รับรองการปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ภายในประเทศและผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2564. [Online]. Available: https://certify.dld.go.th/certify/index.php/th/

กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2563b. คู่มือปฏิบัติงานกิจกรรมตรวจสอบและออกใบอนุญาตประกอบกิจการโรงฆ่าสัตว์. กรมปศุสัตว์. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 เมษายน 2564. [Online]. Available: http://certify.dld.go.th/certify/index.php/th/2021-09-21-08-14-33/2021-09-23-06-01-39/2563/1109-2019-11-19-01-56-48

กรมวิทยาศาสตร์บริการ. กระทรวงสาธารณสุข. 2558. การพัฒนาชุดทดสอบเชื้อโคลิฟอร์มและ อี.โคไล ในน้ำบริโภคและอุปโภค. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 63 ฉบับที่ 197 มกราคม 2558. หน้า 24-26.

กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 2563. เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้กรมอนามัย พ.ศ. 2563. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2565. Available: https://rldc.anamai.moph.go.th/th/water-quality-standards.

ปริญญา เชียรวิชัย และจารุวดี เปรมฤดี. 2562. การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรที่เก็บจากโรงฆ่าสัตว์ในประเทศไทยระหว่างปี 2560-2562. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2565. Available: http://certify.dld.go.th/certify/images/research/ 2563/630710.pdf

ราชกิจจานุเบกษา. 2564. กฎกระทรวงการประกอบกิจการฆ่าสัตว์ พ.ศ. 2564. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กรกฎาคม 2565. Available: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2564/A/078/T_0006.PDF

Algino R.J. 2009. Factors associated with *Salmonella* spp. Prevalence on pork carcasses in very small abattoirs in Wisconsin. Journal of Food Protection, 72(4): 714-721.

Annette D., Declan M., Finola C. L., William B., Tracey C., Gillian M., Margaret Gr., John E. & Deirdre M. P. 2022. Prevalence of *Salmonella* spp. in slaughter pigs and carcasses in Irish abattoirs and their antimicrobial resistance. Irish Veterinary Journal. Volume 75, Article number: 4 (2022).

Birgit L. and Bernd-A.T. 2013. Review from Pig to Pork: Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in the Pork Production Chain. Journal of Food Protection, Vol. 76, No. 6, 2013, p 1095-1108.

Bolton D.J., Pearce R., Sheridan J.J., McDowell D.A. and Blair I.S. 2003. Decontamination of pork carcasses during scalding and the prevention of Salmonella cross-contamination. Journal of Applied Microbiology 2003,94. p 1036–1042.

Choi Y.M. et al. 2012. Changes in microbial contamination levels of porcine carcasses and fresh pork in slaughterhouses, processing lines, retail outlets, and local markets by commercial distribution. Research in Veterinary Science. 94 (2013) p 413-418.

Diego M R. and Martha C. S. 2014. *Salmonella* spp. in the pork supply chain: a risk approach. Rev Colom Cienc Pecua vol.27 no.2 Medellín Apri./June 2014.

Ethan Rubinstein, Marin H. Kollef and Dilip Nathwani. 2008. Pneumonia Caused by Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. Clinical Infectious Diseases, Volume 46, Issue Supplement_5, June 2008, p S378–S385.

Food Standards Australia New Zealand. 2009. Assessment of microbiological hazards associated with the four main meat species. Risk assessment microbiology section. (Cited 4 Jul 2022). Available: https://www.foodstandards.gov.au/code/proposals/Documents/P1014-MeatPPPS-AppR-SD2.pdf

Gislaine R. R., 2021. Reflexes and microbiological interrelationships in pork processing and Base. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v.7, n.3, p. 25395-25430 MAR 2021.

Halkman H.B.D., Halkman A.K. 2014. Indicators organisms. Encyclopedia of Food Microbiology. Volume 2. p 358-363.

Hang Z., Geertrui R., Lieven D.Z., Wesley M., Koen D.R., 2021. Identification of the Source for Salmonella Contamination of Carcasses in a Large Pig Slaughterhouse. Pathogens. 2021 Jan 17;10(1):77.

Lakshmikantha C. 2015. *Staphylococcus aureus* food poisoning: Food Safety Risks and Prevention Strategies. Quality Assurance & Food Safety. July-August 2015. (Cited 4 Jul 2022). Available: https://www.qualityassurancemag.com/article/aib0815-staphylococcus-aureus-food-safety-risks/

Nega D.T., Endrias Z.G., Feleke M., Bizunesh M.B., Lencho M.M., Edilu J.S., Hirut A., Kebede A.K., Dagmawit A. and Belay T. 2021. Occurrence and Antibiogram of *Escherichia coli* O157 : H7 in Raw Beef and Hygienic Practices in Abattoir and Retailer Shops in Ambo Town, Ethiopia. Veterinary Medicine International. Volume 2021, Article ID 8846592, 12 pages.

Nel S., Lues J.F.R., Buys E.M. and Venter P. 2004. The personal and general hygiene practices in the deboning room of a high throughput red meat abattoir. Food control. 2004;15. P 571–578.

Olivier H., Sophie L.B., Marie-J. L., Virginie A., Françoise L., Isabelle P., Sandra R., Ségolène Q., Pierre-Yves G., Mélanie P., Julien S., Gilles S., Stéphanie B. and Marianne C. 2010. Prevalence of and risk factors for Campylobacter spp. contamination of broiler chicken carcasses at the slaughterhouse. Food Microbiology 27 (2010) p 992-999.

Osama A. Attala and Gehan M.A. Kassem. 2011. Effect of good manufacturing practices (GMPs) application procedures on the bacteriological status of butcher's area in small scale meat processing plant. Global Veterinaria 7(2). p 123-128.

Sara E. Cosgrove and Vance G. Fowler, Jr. 2008. Management of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Bacteremia. Clinical Infectious Diseases, Volume 46, Issue Supplement_5, June 2008, p S386–S393.

Simone B. 2015. Variability *of Escherichia coli* and *Enterobacteriaceae* counts on pig carcasses: A systematic review. Food Control. 55 (2015) p 115-126.

Valeria V., Esra B., Julie S. S., Ryan M. S., Ryan J. K., Catherine M. L. 2015. Characterization of *Staphylococcus aureus* from Humans and a Comparison with İsolates of Animal Origin, in North Dakota, United States. PLoS ONE. 2015;10(10): e0140497.