



วันที่รับบทความ : 30/03/2564

วันที่แก้ไขบทความ : 10/06/2564

วันที่ตอบรับบทความ : 10/06/2564

วารสารสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

Journal of Allied Health Sciences Suan Sunandha Rajabhat University

ปัจจัยอากาศที่มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพพนักงานในโรงฆ่าสุกร

ณัฐปติ วิริยาวัฒน์, สมพงษ์ คุณรัตนภรณ์, กันยา ธงวิสัย, สุรชาติ สินวรรณ*

หลักสูตรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

E-mail: surachat_sin@dusit.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยทางอากาศต่อปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียรวมในอากาศและแบคทีเรียก่อโรคในเนื้อสุกร ในโรงฆ่าสุกรขนาดต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในโรงฆ่าสุกร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 3 แห่ง โดยแบ่งออกเป็น 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก คือ โรงฆ่าสุกรป่าใหญ่ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ขนาดกลาง คือ โรงฆ่าสุกรกรุงเทพมหานคร 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร และขนาดใหญ่ คือ โรงฆ่าสุกรเทศบาลตำบลสำโรงเหนือ จังหวัดสมุทรปราการ โดยเก็บตัวอย่างโรงละ 4 จุด คือ จุดที่มีการเอาเลือดออก จุดที่มีการลวกหนัง ลอกหนัง และถอน/ขูดขน จุดที่มีการเอาเครื่องในออก และจุดควบคุม (ห้องบริหารงานทั่วไป) โดยทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศในจุดที่กำหนดด้วยเครื่อง Microflow Alfa 90 แล้วนำผลการเพาะเชื้อในห้องปฏิบัติการมาเทียบกับค่ามาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณของเชื้อรารวมในโรงฆ่าสุกรจำนวนทั้ง 3 แห่ง มีค่าเกินมาตรฐาน ส่วนปริมาณแบคทีเรียรวมในโรงฆ่าขนาดกลางและขนาดใหญ่พบว่าเกินค่ามาตรฐานบริเวณที่มีการเอาเลือดออก บริเวณที่มีการเอาเครื่องในออก บริเวณที่มีการลวกหนัง และถอน/ขูดขน นอกจากนี้ในโรงฆ่าขนาดกลางและขนาดใหญ่ยังพบปริมาณ *Salmonella spp.* และ *S. aureus* ในตัวอย่างเนื้อสุกร ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมปศุสัตว์ ร้อยละ 27.21 และ 67 ตามลำดับ จึงอาจทำให้มีความเสี่ยงในการรับสัมผัสเชื้อจุลินทรีย์และอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพพนักงานในโรงฆ่าสุกรได้ ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุง ป้องกัน และแก้ไขต่อไป

คำสำคัญ : ปัจจัยอากาศ, เชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ, โรงงานฆ่าสุกร

* ผู้ประพันธ์บรรณกิจ



Air Factors Affecting Airborne Microorganisms Affecting Employee Health in Pig Slaughterhouse.

Nuttabodee Viriyawattana, Sompong Kunratanaporn, Kanya Thongvilai, Surachat Sinworn*

Occupational Health and Safety, Faculty of science and Technology, Suan Dusit University

E-mail: surachat_sin@dusit.ac.th*

ABSTRACT

The Objective of this research is to study the air factors on the amount of airborne mold, bacteria and pathogenic bacteria in pig meat and in various sizes of slaughterhouses. Which was affecting the health of employees who work in the pig slaughterhouse. The studied groups of samples comprising of 3 places that can be divided into 3 sizes including small, namely, a large slaughterhouse. In Bangkok, the medium size is the slaughterhouse in Bangkok, 2 provinces of Bangkok, and the large one is the slaughterhouse at Samrong Nuea Sub-District Municipality. SamutPrakan Province. Three sets of air borne microorganisms samples were collected from four points in each slaughterhouse, including the point where blood is removed, the point where skin is boiled, the point where peeled and hair is removed, the point where entrails are removed and the general administration office. The samples of air from these points were collected by using Micro flow Alfa 90 and the culture results from laboratory were then compared with the standard values. The result reveals that the total number of molds from the collected samples of three slaughterhouses exceeded the standard. The total number of bacteria in three size slaughterhouses which exceeds the standard value includes the point where blood is removed. The total bacterial count in medium and large slaughter houses found to exceed the standard was the area where the internals are removed, area where the skin is scalded, and the plucking and scraping area. In addition, both of them landed in medium and large slaughter house have *Salmonella* spp. and *S. aureus* content was also found in the pork sample 27.21 % and 67 %, respectively. Therefore, there may be a risk of exposure to microorganisms and may affect the health of employees in the pig slaughter house. Therefore, It must be improve prevented and corrected further.

Keywords: air factors, airborne microbes, slaughterhouses

* Corresponding Author



บทนำ

โรงฆ่าสุกรเป็นสถานประกอบการประเภทหนึ่ง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อจุลินทรีย์ก่อโรคต่อมนุษย์สูง เนื่องมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ติดมากับเนื้อสัตว์อันเกิดจากระบบการเลี้ยงสัตว์ การทำความสะอาดคอก การจัดการมูลและเลือดของสัตว์ที่ถูกฆ่าในโรงฆ่าสุกรที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เนื่องจากในแต่ละวันมีจำนวนสัตว์ที่ส่งเข้าโรงฆ่าสุกรจำนวนมากทำให้การทำความสะอาดพื้นที่ไม่ทั่วถึง จึงเป็นปัจจัยที่มีการสะสมจุลินทรีย์อยู่ในปริมาณสูง โดยเชื้อแบคทีเรียจะมีการสะสมอยู่ตามผิวหนัง หรือเข้าไปอาศัยอยู่ในลำไส้และทางเดินอาหารของสัตว์ ขณะที่เชื้อ *Salmonella choleraesuis* สามารถมีชีวิตอยู่ในมูลสุกรได้นานถึง 13 เดือน¹ ส่วนเชื้อ *Escherichia coli* หรือ *E. coli* การติดเชื้อส่วนใหญ่มักเกิดจากการปฏิบัติที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เช่น การเข้าห้องน้ำแล้วไม่ล้างมือให้สะอาด ส่วนเชื้อ *Staphylococcus aureus* นั้น สามารถพบได้ที่ผิวหนัง โพรงจมูก เยื่อบุทางเดินหายใจ ทางเดินอาหาร และบาดแผลที่เป็นฝี หนอง รวมถึงในดิน และฝุ่นละออง^{2,3} ซึ่งทำให้เกิดอาการอุจจาระร่วงได้ หรืออาหารเป็นพิษทั้งในคนและสัตว์ รวมทั้งเกิดฝี แผล หนอง และทำให้เต้านมวัวอักเสบ (Mastitis)⁴ การปนเปื้อนทางชีวภาพของจุลินทรีย์บางชนิดในเนื้อสัตว์ สามารถติดต่อกับมนุษย์ และทำให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพของมนุษย์ เช่น *Brucella suis*, *Streptococcus pyogenes* การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการฆ่าสัตว์ในโรงฆ่าสุกร เป็นปัญหาที่สำคัญในอันดับต้นเนื่องจากในทุกกระบวนการของการชำแหละเนื้อ

จุลินทรีย์ก่อโรคสามารถปนเปื้อนได้ตลอดเวลา^{3,4} โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงฆ่าสุกรที่ไม่ได้มาตรฐาน จะทำให้เนื้อสัตว์เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งในประเทศไทยใช้หลักเกณฑ์ข้อกำหนดของกรมปศุสัตว์ที่ยึดถือตามมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex)⁵ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ นอกจากมีการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ มูล และเลือดสัตว์แล้วยังสามารถแพร่กระจายผ่านอากาศในสถานประกอบการได้ด้วย โดยปัจจัยต่างๆ อันได้แก่ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิ ของอากาศที่เหมาะสมเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโต ของเชื้อจุลินทรีย์ ความเร็วลมที่ทำให้เชื้อแพร่กระจายไปยังบริเวณต่าง ๆ หรือทำให้หยุดอยู่กับที่ ปริมาณผู้คนที่เข้า-ออกโรงฆ่าสุกรก็มีผลต่อชนิดและปริมาณเชื้อของ เชื้อจุลินทรีย์เช่นกัน ซึ่งหากระบบระบายอากาศในโรงฆ่าสุกรไม่เหมาะสมย่อมส่งผลทำให้เกิดปริมาณของจุลินทรีย์เพิ่มเติมไปด้วย⁶ โดยพนักงานที่ทำงานในโรงฆ่าสุกรอยู่เป็นประจำเมื่อได้สัมผัสจุลินทรีย์ แบคทีเรียเป็นเวลานานๆ อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ ภายในโรงฆ่าสุกรยังเป็นแหล่งสะสมของแบคทีเรีย และไวรัส ที่เป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยและเกิดโรคติดต่อทางเดินหายใจ เช่น โรคจมูกอักเสบ โรคหืดหอบ ภูมิแพ้ โรคปอดอักเสบ และโรคฝุ่นภูมิไวเกิน⁷ รวมถึงไวรัสที่มีความรุนแรง เช่น ไข้หวัดหมู (ไข้หวัดเม็กซิโก) ซึ่งทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจในคน

ดังนั้นการประเมินปัจจัยอากาศในโรงฆ่าสุกรต่อปริมาณของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่าสุกร จึงเป็น



สิ่งสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการลดความเสี่ยงจากจุลินทรีย์ก่อโรค โดยการศึกษาครั้งนี้แบ่งโรงฆ่าสุกรออกเป็นจำนวน 3 โรง ตามขนาดของโรงฆ่าสุกร ได้แก่ ขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก เพื่อประเมินปริมาณของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในโรงงานฆ่าสัตว์ทั้ง 3 แห่ง เพื่อเป็นข้อมูลต่อการเฝ้าระวัง ป้องกันและการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจเกิดขึ้นได้ในกระบวนการผลิตเนื้อสุกรซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์ และความปลอดภัยต่อสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในโรงฆ่าสุกร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยของอากาศต่อปริมาณของจุลินทรีย์ก่อโรคในโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก
2. เพื่อศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ กลางและเล็ก

ระเบียบวิธีวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 ประชากรและตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างรวบรวมและแบคทีเรียรวมในอากาศจากโรงฆ่าสุกรตามขนาด ได้แก่ ขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก ระหว่างเดือนมิถุนายน 2563 ถึงเดือนสิงหาคม 2563 ในช่วงเวลา 10.00 -12.00 น. และ 13.00 – 15.00 น.จำนวนอย่างละ 1 โรงงาน โดยที่ 1) ขนาดใหญ่ มีกำลังการผลิตสุกร จำนวน 100 – 120 ตัวต่อวัน ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 2,500 ตารางเมตร 2) ขนาดกลาง มีกำลังการผลิตสุกร จำนวน 50 -60 ตัวต่อวัน ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1,600

ตารางเมตร แต่ไม่ถึง 2,500 ตารางเมตร และ 3) ขนาดเล็กมีกำลังการผลิตสุกร จำนวน 20 -30 ตัวต่อวัน ขนาดพื้นที่ไม่ถึง 1,600 ตารางเมตร โดยกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่าง 3 จุด รวมจุดควบคุม (ห้องบริหารงานทั่วไป) เป็นจำนวน 4 จุด เก็บจุดละ 3 ซ้ำ ได้แก่ 1. บริเวณจุดที่มีการเอาเลือดออก 2. บริเวณจุดที่มีการลวกหนัง ลอกหนัง และถอน/ขูดขน 3. บริเวณจุดที่มีการเอาเครื่องในออก เป็นขั้นตอนหลักในโรงฆ่าสุกรทุกโรง ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐานของกรมปศุสัตว์⁸ และ 4. บริเวณจุดควบคุม (ห้องบริหารงานทั่วไป) นอกจากนี้ยังเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 ขนาด

1.2 การเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศจากโรงฆ่าสุกร

เก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ TSA (Trypticase soy agar) เพื่อเก็บตัวอย่างแบคทีเรียทั่วไป และอาหารเลี้ยงเชื้อ MEA (Malt Extract Agar) เพื่อตัวอย่างเก็บราทั่วไป โดยใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างในแต่ละจุด เป็นเวลา 1 นาที⁹ โดยกำหนดตำแหน่งความสูงจากพื้นในช่วง 1.2 - 1.5 เมตร (ระดับหายใจ) พบว่าที่เวลา 1 นาที เหมาะสมที่สุดเนื่องจากเก็บที่อัตราการไหลสูง และปริมาณแบคทีเรีย และราในโรงฆ่าสุกรมีปริมาณมาก โดยได้ทำการทดสอบเวลาจากการเก็บตัวอย่างจริง ที่เวลา 1, 3, 5, 7 และ 10 นาที โดยก่อนทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ได้นำอุปกรณ์เก็บจุลินทรีย์ในอากาศที่เรียกว่า Micro Flow Sampling Head รุ่น 002-92-F-IN-3108 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างในอากาศ ไปนึ่งฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 °C ความดัน 15 ปอนด์/15 นาที เมื่อเปลี่ยนอาหารเลี้ยงเชื้อทุกครั้งเช็ดทำความสะอาดด้วย Isopropyl alcohol 70 % ตีฉลากระบุหมายเลขตัวอย่างที่กักจวน



อาหารเลี้ยงเชื้อ เมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จแล้วใช้พาราฟิล์มพันรอบตรึงรอยต่อของจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้สนิทแล้วนำเข้าตู้เย็นแช่แข็งทันที แล้วนำมาทำการเพาะแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ และสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง จำนวนแห่งละ 15 ตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรชิ้นเดียวปริมาณ 300 กรัมต่อตัวอย่าง โดยสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย

(Simple random) นำตัวอย่างแช่ในน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพ แล้วนำมาทำการเพาะแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการเก็บข้อมูลทางการระบายอากาศในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 โรง อันได้แก่ ร้อยละของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในอากาศ อุณหภูมิของอากาศ และอัตราการไหลของอากาศ เพื่อนำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้ในแต่ละโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 โรง¹⁰



ภาพที่ 1 การเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศจากโรงฆ่าสุกร โดย Micro Flow Sampling Head
ที่มา : ภาพถ่ายโดยณัฐปติ วิริยวัฒน์และคณะ เมื่อวันที่ 10 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563

1.3 การเพาะแยกเชื้อ

นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ไปบ่มที่ตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างเนื้อสุกร นำมาตรวจ *Salmonella spp.* โดยเพาะแยกเชื้อตามมาตรฐาน ISO 6579:2002 และตรวจ *S. aureus* โดยใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูป Petrifilm™ Stab Express Count Plate

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อราและแบคทีเรียมาทำการตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อราและแบคทีเรียรวมทั้งหมดที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยนำปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 โรง มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่ออธิบายถึง



ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในโรงฆ่าสุกรและปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ มาเปรียบเทียบกับกับค่า Indoor Air Quality Investigations (OSHA Standard 1996) ส่วนการวิเคราะห์ *S. aureus* และ *Salmonella* spp. ใช้เกณฑ์ค่ามาตรฐานทางจุลชีววิทยาสำหรับเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ซึ่งต้องไม่พบการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. ต่อตัวอย่าง 25 กรัม และ *S. aureus* ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

ผลการวิจัย

1. การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิ ภายในโรงฆ่าสุกร

ผลการศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงฆ่าสุกรโรงที่ 1 ได้แก่ โรงฆ่าสุกรป่าใหญ่

จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในช่วง 59.50 % ถึง 63.50 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 61.30 ± 1.80 % อุณหภูมิที่วัดได้อยู่ในช่วง 30.00 °C ถึง 32.10 °C อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ 31.17 ± 0.92 °C พบว่า มีปริมาณเชื้อราตั้งแต่ 73.33 ถึง 100.33 CFU/Plate มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.91 ± 12.32 CFU/Plate หรือมีปริมาณเชื้อราในอากาศตั้งแต่ 733.3 ถึง 1,003.3 CFU/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 839.12 ± 123.21 CFU/m³ และมีปริมาณแบคทีเรียตั้งแต่ 11.66 ถึง 104.66 CFU/Plate มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.24 ± 41.06 CFU/Plate หรือมีปริมาณแบคทีเรียในอากาศตั้งแต่ 116.6 ถึง 1,046.6 CFU/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 712.45 ± 410.66 CFU/m³ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณของเชื้อราและแบคทีเรีย ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่ (โรงที่ 1)

จุดที่เก็บตัวอย่างโรงที่ 1	ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (% RH)	อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณรา (CFU/Plate)	ปริมาณราในอากาศ (CFU/m ³)	ปริมาณแบคทีเรีย (CFU/Plate)	ปริมาณแบคทีเรียในอากาศ (CFU/m ³)
จุดที่ 1	63.50	32.10	100.33	1,003.3	104.66	1,046.6
จุดที่ 2	59.50	31.70	86.33	863.3	89.33	893.3
จุดที่ 3	60.20	30.90	75.66	756.6	79.33	793.3
จุดที่ 4	62.00	30.00	73.33	733.3	11.66	116.6
ค่าเฉลี่ย						
±	61.30	31.17	83.91	839.12	71.24	712.45
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	± 1.80	±0.92	± 12.32	±123.21	± 41.06	±410.66
ค่าต่ำสุด	59.50	30.00	73.33	733.3	11.66	116.6
ค่าสูงสุด	63.50	32.10	100.33	1,003.3	104.66	1,046.6



ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายใน โรงฆ่าสุกรโรงที่ 2 ได้แก่ โรงฆ่าสุกรกรุงเทพมหานคร 2 จังหวัดกรุงเทพมหานคร แสดงในตารางที่ 2 มีค่า ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในช่วง 82.00 % ถึง 85.30 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.97 ± 1.55 % อุณหภูมิที่วัดได้อยู่ในช่วง 27.40°C ถึง 27.80°C อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ $27.65 \pm 0.19^\circ\text{C}$ พบว่า มีปริมาณเชื้อราตั้งแต่ 82 ถึง 109.66 CFU/Plate

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.58 ± 12.04 CFU/Plate หรือ มีปริมาณเชื้อราในอากาศตั้งแต่ 820 ถึง 1,096.6 CFU/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 985.80 ± 120.41 CFU/m³ และมีปริมาณแบคทีเรียตั้งแต่ 17.33 ถึง 118.66 CFU/Plate มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.66 ± 48.34 CFU/Plate 173.3 ถึง 1,186.6 CFU/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 896.62 ± 483.45 CFU/m³

ตารางที่ 2 ปริมาณของเชื้อราและแบคทีเรีย ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิโรงฆ่าสุกรขนาดกลาง (โรงที่ 2)

จุดที่เก็บ ตัวอย่าง โรงที่ 2	ความชื้น สัมพัทธ์ ของอากาศ (% RH)	อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณรา (CFU/Plate)	ปริมาณราใน อากาศ (CFU/m ³)	ปริมาณ แบคทีเรีย (CFU/Plate)	ปริมาณ แบคทีเรียใน อากาศ (CFU/m ³)
จุดที่ 1	82.20	27.80	104.66	1,046.6	111.33	1,113.3
จุดที่ 2	82.20	27.60	98	980	111.33	1,113.3
จุดที่ 3	85.30	27.80	109.66	1,096.6	118.66	1,186.6
จุดที่ 4	82.20	27.40	82	820	17.33	173.3
ค่าเฉลี่ย						
$\pm$	82.97	27.65	98.58	985.80	89.66	896.62
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	± 1.55	± 0.19	± 12.04	± 120.41	± 48.34	± 483.45
ค่าต่ำสุด	82.20	27.40	82	820	17.33	173.3
ค่าสูงสุด	85.30	27.80	109.66	1,096.6	118.66	1,186.6

ตารางที่ 3 แสดงผลการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ ในอากาศ ภายในโรงฆ่าสุกรโรงที่ 3 คือ โรงฆ่าสุกรเทศบาล ตำบลสำโรงเหนือ จังหวัดสมุทรปราการ มีค่าความชื้น สัมพัทธ์ของอากาศอยู่ในช่วง 53.20 % ถึง 54.30 % ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 53.77 ± 0.45 % อุณหภูมิที่วัดได้อยู่

ในช่วง 28.20°C ถึง 28.50°C อุณหภูมิเฉลี่ยเท่ากับ $28.32 \pm 0.12^\circ\text{C}$ พบว่า มีปริมาณเชื้อราตั้งแต่ 94 ถึง 116.33 CFU/Plate มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 106.66 ± 10.68 CFU/Plate หรือมีปริมาณเชื้อราในอากาศตั้งแต่ 940 ถึง 1,163.33 CFU/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,066.62 \pm 106.89$



CFU/m³ และมีปริมาณแบคทีเรียตั้งแต่ 25 ถึง 179.66 250 ถึง 1,796.6 CFU/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ
CFU/Plate มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 132.74 ± 72.55 1,327.47 ± 725.58 CFU/m³
CFU/Plate หรือมีปริมาณแบคทีเรียในอากาศตั้งแต่

ตารางที่ 3 ปริมาณของเชื้อราและแบคทีเรีย ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และอุณหภูมิโรงฆ่าสุกรขนาดเล็ก (โรงที่ 3)

จุดที่เก็บ ตัวอย่าง โรงที่ 3	ความชื้น สัมพัทธ์ ของอากาศ (% RH)	อุณหภูมิ (°C)	ปริมาณรา (CFU/Plate)	ปริมาณราใน อากาศ (CFU/m ³)	ปริมาณ แบคทีเรีย (CFU/Plate)	ปริมาณ แบคทีเรียใน อากาศ (CFU/m ³)
จุดที่ 1	53.80	28.30	114.66	1,146.6	155	1,550
จุดที่ 2	53.80	28.20	101.66	1,016.6	171.33	1,713.3
จุดที่ 3	54.30	28.30	116.33	1,163.3	179.66	1,796.6
จุดที่ 4	53.20	28.50	94	940	25	250
ค่าเฉลี่ย ± ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	53.77 ±0.45	28.32 ±0.12	106.66 ± 10.68	1,066.62 ±106.89	132.74 ± 72.55	1,327.47 ±725.58
ค่าต่ำสุด	53.20	28.20	94	940	25	250
-	-	-	-	-	-	-
ค่าสูงสุด	54.30	28.50	116.33	1,163.3	179.66	1,796.6

2. ผลการเปรียบเทียบปริมาณเชื้อรารวมและแบคทีเรียรวมในอากาศกับค่ามาตรฐาน

จากการศึกษาปริมาณเชื้อรารวมในอากาศพบว่า บริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 จุด ในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 โรง (ตารางที่ 4) มีปริมาณเชื้อรารวมในอากาศเกินเกณฑ์มาตรฐานของ Indoor Air Quality Standard (1995)¹¹ ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 200 CFU/m³ เนื่องจากจากราสามารถสร้างสปอร์ได้ เมื่อปลิวไปในอากาศไปตกในบริเวณที่มีความชื้นเพียงเล็กน้อย ก็สามารถเจริญได้ ส่วนปริมาณ

เชื้อแบคทีเรียรวมในอากาศในโรงที่ 1 พบว่า จุดที่เกินมาตรฐานของ OSHA standard¹¹ ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 1,000 CFU/m³ ได้แก่ จุดที่ 1 คือ บริเวณจุดที่มีการเอาเลือดออก ปริมาณของเชื้อที่พบคือ 1,046.6 CFU/m³ จุดที่ไม่เกินมาตรฐาน ได้แก่ บริเวณจุดที่ 2, 3 และ 4 คือ บริเวณจุดที่มีการลากหนัง ลอกหนัง และถอน/ชุดขน ปริมาณของเชื้อที่พบคือ 893.3 CFU/m³ บริเวณจุดที่มีการเอาเครื่องในออก ปริมาณของเชื้อที่พบคือ 793.3 CFU/m³ และบริเวณจุดควบคุม

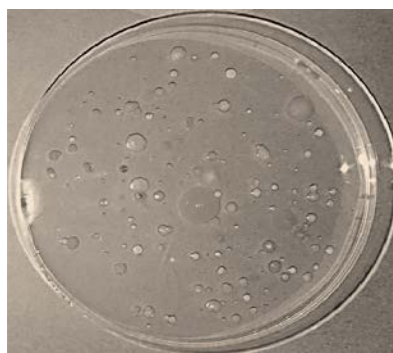


(ห้องบริหารงานทั่วไป) ปริมาณของเชื้อที่พบคือ 166.6 CFU/m^3 ส่วนปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวมในอากาศในโรงที่ 2 พบว่า จุดที่เกินมาตรฐาน ได้แก่ บริเวณจุดที่ 1, 2 และ 3 คือ บริเวณจุดที่มีการเอาเลือดออก ปริมาณของเชื้อที่พบคือ $1,113.3 \text{ CFU/m}^3$ บริเวณจุดที่มีการลวกหนัง ลอกหนัง และถอน/ขูดขน ปริมาณของเชื้อที่พบคือ $1,113.3 \text{ CFU/m}^3$ และบริเวณจุดที่มีการเอาเครื่องในออก ปริมาณของเชื้อที่พบคือ $1,186.6 \text{ CFU/m}^3$ จุดที่ไม่เกินมาตรฐาน คือ บริเวณจุดที่ 4 ซึ่งเป็นจุดควบคุม

ปริมาณของเชื้อที่พบคือ 173.3 CFU/m^3 และในโรงที่ 3 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม จุดที่เกินมาตรฐาน ได้แก่ บริเวณจุดที่ 1, 2 และ 3 คือ บริเวณจุดที่มีการเอาเลือดออก ปริมาณของเชื้อที่พบคือ $1,550 \text{ CFU/m}^3$ บริเวณจุดที่มีการลวกหนัง ลอกหนัง และถอน/ขูดขน ปริมาณของเชื้อที่พบคือ $1,713.3 \text{ CFU/m}^3$ และบริเวณจุดที่มีการเอาเครื่องในออก ปริมาณของเชื้อที่พบคือ $1,796.6 \text{ CFU/m}^3$ จุดที่ไม่เกินมาตรฐาน คือ บริเวณจุดที่ 4 (จุดควบคุม) ปริมาณของเชื้อที่พบคือ 250 CFU/m^3



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ตัวอย่างเชื้อรา (ก) และแบคทีเรีย (ข) ที่เกินค่ามาตรฐานบริเวณจุดที่มีการเอาเลือดออกของโรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่
ที่มา : ภาพถ่ายโดยณัฐปติ วิริยาวัฒน์และคณะ เมื่อวันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2563



ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราและแบคทีเรียกับค่ามาตรฐานในโรงฆ่าสุกรที่ 1, 2 และ 3

โรงฆ่าสุกร								
ประเภท จุลินทรีย์	จุดเก็บ ตัวอย่าง	ค่า มาตรฐาน (CFU/m ³)	โรงที่ 1		โรงที่ 2		โรงที่ 3	
			ปริมาณ	ผ่าน	ปริมาณ	ผ่าน	ปริมาณ	ผ่าน
			จุลินทรีย์ (CFU/m ³)	เกณฑ์ มาตรฐาน	จุลินทรีย์ (CFU/m ³)	เกณฑ์ มาตรฐาน	จุลินทรีย์ (CFU/m ³)	เกณฑ์ มาตรฐาน
รา	จุดที่ 1	200	1,003.3	ไม่ผ่าน	1,046.6	ไม่ผ่าน	1,146.6	ไม่ผ่าน
	จุดที่ 2	200	863.3	ไม่ผ่าน	980	ไม่ผ่าน	1,016.6	ไม่ผ่าน
	จุดที่ 3	200	756.6	ไม่ผ่าน	1,096.6	ไม่ผ่าน	1,163.3	ไม่ผ่าน
	จุดที่ 4	200	733.3	ไม่ผ่าน	820	ไม่ผ่าน	940	ไม่ผ่าน
แบคทีเรีย	จุดที่ 1	1,000	1,046.6	ไม่ผ่าน	1,113.3	ไม่ผ่าน	1,550	ไม่ผ่าน
	จุดที่ 2	1,000	893.3	ผ่าน	1,113.3	ไม่ผ่าน	1,713.3	ไม่ผ่าน
	จุดที่ 3	1,000	793.3	ผ่าน	1,186.6	ไม่ผ่าน	1,796.6	ไม่ผ่าน
	จุดที่ 4	1,000	166.6	ผ่าน	173.3	ผ่าน	250	ผ่าน

สรุปและอภิปรายผล

จากการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในโรงฆ่าสุกรพบว่า อุณหภูมิภายในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง อยู่ในช่วง 27.40 - 32.10 °C โดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในโรงที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 31.17 °C, 27.65 °C และ 28.32 °C ตามลำดับ ซึ่งนับว่ามีอุณหภูมิสูง โดยอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 20.00 - 25.00 °C (OSHA Standard, 1996)¹¹ ซึ่งอุณหภูมิภายในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 โรง มีสภาพอุณหภูมิของอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงฆ่าสุกร ประกอบกับมีการชำแหละสัตว์ทุก ๆ วัน ทำให้มีจุลินทรีย์เพิ่มเข้ามาเรื่อย ๆ ค่าที่พบจึงสูงเกินค่ามาตรฐานในบางจุด

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่วัดได้ภายใน

โรงฆ่าสุกร อยู่ในช่วงระหว่าง 53.00 - 85.30 % ซึ่งในโรงที่ 1 โดยค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเฉลี่ยในโรงที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 61.30 % , 82.97 % และ 53.77 % ตามลำดับ ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่อยู่ในเกณฑ์สูงมาก โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เหมาะสมที่ก่อให้เกิดความสบายในโรงฆ่าสุกร อยู่ในช่วงระหว่าง 20.00 ถึง 60.00 % (OSHA Standard, 1996)¹¹ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่เกิน 60.00 % อาจเกิดจาก ช่วงที่ทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมอยู่ในช่วงฤดูฝน ทำให้มีความชื้นสูง มีผลต่อการการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ในอากาศบางชนิดในโรงฆ่าสุกร เนื่องจากแบคทีเรีย



และเชื้อราบางชนิดมีอัตราการรอดชีวิตและเจริญ
ที่ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ 80.00 %⁹

เมื่อพิจารณาปริมาณแบคทีเรียรวม
ในอากาศพบว่า ในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 โรงนั้น จุดที่พบ
ปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศเกินมาตรฐาน ได้แก่
จุดที่ 1 ที่มีการเอาเลือดออก เนื่องมาจากเลือด
เป็นแหล่งอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ จึงทำให้บริเวณจุด
นี้พบปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศเกินมาตรฐาน
ส่วนจุดที่ 2 และ 3 คือ บริเวณจุดลวกหนัง ลอกหนัง
และถอน/ขูดขน และบริเวณจุดที่เอาเครื่องในออก
ในโรงที่ 1 พบว่า มีค่าปริมาณแบคทีเรียรวม
ในอากาศไม่เกินมาตรฐาน เนื่องมาจากเป็นโรงฆ่าสุกร
ที่มีขนาดเล็กมีกำลังการผลิตสุกร จำนวน 20 - 30
ตัวต่อวัน จึงมีการปนเปื้อนปริมาณแบคทีเรียรวมไม่
เกินมาตรฐาน ส่วนโรงที่ 2 และ 3 มีค่าปริมาณ
แบคทีเรียรวมในอากาศเกินมาตรฐาน เนื่องมาจาก
เป็นโรงฆ่าสุกรที่มีขนาดกลางและใหญ่มีกำลัง
การผลิตสุกร จำนวน 50 - 60 ตัวต่อวัน และ 100 -
120 ตัวต่อวัน ตามลำดับ จึงมีการปนเปื้อนปริมาณ
แบคทีเรียรวมสูงเกินค่ามาตรฐาน ส่วนจุดที่ 4 ซึ่งเป็น
ห้องบริหารงานทั่วไป หรือจุดควบคุม ในโรงฆ่าสุกร
ทั้ง 3 แห่ง พบว่า มีค่าปริมาณแบคทีเรียรวมใน
อากาศไม่เกินมาตรฐาน แต่ก็พบบ้าง ซึ่งถือว่าไม่มี
อันตราย แต่ก็ควรจะมีการป้องกันโดยการระบาย
อากาศที่เหมาะสม ทำความสะอาดห้องบ่อย ๆ หรือ
ใช้หน้ากากอนามัย เป็นต้น

ส่วนผลการศึกษาปริมาณ *Salmonella*
spp. และ *S. aureus* ในตัวอย่างเนื้อสุกร ที่สุ่มเก็บ
จากโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 แห่ง จำนวน 45 ตัวอย่าง พบว่า

มีตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อน
Salmonella spp. ในเนื้อสัตว์จากโรงฆ่า ของกรม
ปศุสัตว์เพียง 27.21 % โดยพบปริมาณ *Salmonella*
spp. อยู่ระหว่าง 300 - 500 cfu/g ซึ่งเกินค่า
มาตรฐานของกรมปศุสัตว์¹² ที่กำหนดว่าต้องไม่พบ
Salmonella spp. ซึ่ง *Salmonella spp.* มักพบใน
ลำไส้ของสุกร การปนเปื้อน จึงอาจเกิดขึ้นในขั้นตอน
การชำแหละซากสัตว์ ซึ่งโรงฆ่าสุกรควรมีการล้างทำ
ความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการ
ชำแหละอย่างเหมาะสม เพื่อลดการปนเปื้อน
ซึ่งหากในขั้นตอนนี้มีการปนเปื้อนที่เกินค่ามาตรฐาน
อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงสูงที่ผู้บริโภคจะติดเชื้อจาก
การบริโภคเนื้อสุกร ที่ผ่านมามีการศึกษาของนิรุฒ
และธีรพงศ์ (2556)¹³ ได้ศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรีย
ในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสุกร 7 แห่ง ในจังหวัดกาฬสินธุ์
จำนวน 118 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างเนื้อสุกรมีการ
ปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella spp.* Group B มากถึง
50.54 % เนื่องมาจากพนักงานทำลำไส้สุกรแตก
ระหว่างการชำแหละ ทำให้เนื้อสุกรปนเปื้อน
Salmonella spp. Group B เชื้อนี้สามารถทำให้
เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และไข้ไทฟอยด์ได้ พนักงาน
ในโรงฆ่าสุกรสามารถได้รับเชื้อจากการหยิบจับ
อาหารรับประทาน โดยไม่ล้างมือให้สะอาดภายหลัง
การปฏิบัติงาน

และผลการศึกษาปริมาณ *S. aureus*
พบว่า มีตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 67%
โดยพบปริมาณเชื้อ อยู่ระหว่าง 50 - 200 cfu/g
ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของกรมปศุสัตว์ (2551)¹²
ที่กำหนดให้ปริมาณ *S. aureus* ในเนื้อสัตว์จาก



โรงฆ่า ต้องไม่เกิน 100 cfu/g เนื่องจาก *S. aureus* สามารถพบได้ในเยื่อเมือก ผิวหนัง เส้นผม เล็บ ขนสัตว์ ทั้งจากคนและจากสัตว์ การพบ *S. aureus* เกินมาตรฐาน แสดงว่า สุขลักษณะส่วนบุคคลของ พนักงานฆ่าสัตว์ยังไม่ดี รวมถึงโรงฆ่าสุกรมีการจัดการ ซากสัตว์เช่น การลวกหนัง การลอกหนัง การถอน/ ขูดขนที่ยังไม่เหมาะสม ซึ่ง *S. aureus* สามารถสร้าง สารพิษทนความร้อน ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ในคน ซึ่งถ้าเป็นเด็กเล็กหรือผู้สูงอายุได้รับสารพิษ อาจเสียชีวิตได้¹⁴

โดยสรุปการศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ ในอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพพนักงานในโรงฆ่า สุกร โดยศึกษาปริมาณเชื้อรารวมและแบคทีเรียรวม ในอากาศในโรงฆ่าสุกร นำไปเปรียบเทียบกับ ค่ามาตรฐานของ Indoor Air Quality Standard (1995)¹⁵ ซึ่งกำหนดปริมาณเชื้อรารวมในอากาศไว้ ไม่เกิน 200 CFU/m³ และค่ามาตรฐานของ OSHA Standard ปี 1996 ที่กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรีย รวมในอากาศไม่เกิน 1,000 CFU/m³ ซึ่งโรงฆ่าสุกร ทั้ง 3 แห่ง มีปริมาณเชื้อรารวมในอากาศเกินเกณฑ์ มาตรฐาน ส่วนปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศนั้น จุดที่มีการเอาเลือดออก พบปริมาณแบคทีเรียรวมใน อากาศเกินมาตรฐาน ในโรงฆ่าสุกรทั้ง 3 ขนาดได้แก่ เล็ก กลาง และใหญ่ ส่วนจุดลวกหนัง ลอกหนัง และ ถอน/ขูดขน และบริเวณจุดที่เอาเครื่องในออก พบปริมาณแบคทีเรียรวมในอากาศเกินเกณฑ์ มาตรฐานในโรงฆ่าสุกรที่มีขนาดกลาง และขนาดใหญ่ แสดงว่า ปริมาณของจุลินทรีย์ในอากาศมีความสัมพันธ์ในเชิงปริมาณการผลิต โดยจะพบว่าใน โรงฆ่าสุกรขนาดใหญ่จะมีปริมาณเชื้อรารวมและ

แบคทีเรียรวมในอากาศสูงกว่า โรงฆ่าสุกรขนาดกลาง และขนาดเล็กตามลำดับ เนื่องจากโรงงานฆ่าสุกร ขนาดใหญ่มีการสะสมของเลือด เศษเนื้อ หนังและ อวัยวะของซากสุกรตกค้างจำนวนมาก ซึ่งก่อให้เกิด การเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งเชื้อราและแบคทีเรียได้ มากกว่า จึงควรระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อนในพื้นที่ ทำงาน ซึ่งทำให้เกิดโรคต่อพนักงานที่ปฏิบัติงานในที่ นั้นๆ และปนเปื้อนในเนื้อสุกรไปยังผู้บริโภคได้ ส่วนการศึกษาปริมาณ *Salmonella* spp. และ *S. aureus* ในตัวอย่างเนื้อสุกร ที่สุ่มเก็บจากโรงฆ่าสุกร ทั้ง 3 แห่ง จำนวน 45 ตัวอย่าง พบว่า มีตัวอย่าง เนื้อสุกรที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อน *Salmonella* spp. และ *S. aureus* ของกรมปศุสัตว์ ร้อยละ 27.21 และ 67 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาเป็นผลการประเมิน ในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นสภาพอากาศที่มีเหมาะสม ในการเติบโตของจุลินทรีย์สูง จึงสะท้อนความเสี่ยงของ เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่อาจมีผลต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า สุกรและผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งในการศึกษารั้งนี้ไม่ได้ ดำเนินการวิเคราะห์จุลินทรีย์ตัวอื่นๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่ ดังกล่าวเนื่องจากปัญหาในเรื่องระยะเวลาที่การอำนวยความสะดวกของสถานที่เก็บตัวอย่าง จึงขอเสนอแนะ ให้ผู้ที่ดำเนินการศึกษาต่อยอด ให้พิจารณาข้อมูล จุลินทรีย์ตัวอื่นๆ เพื่อประเมินความเสี่ยงที่จะก่ออันตราย ต่อผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่าสุกรและการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ ด้วย อีกประการหนึ่งจะเห็นได้ว่าหากมีการพิจารณา ระบายอากาศให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและอุณหภูมิ



ให้เหมาะสม จะสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศลงไปได้ โรงฆ่าสุกรจึงควรนำข้อมูลการศึกษานี้เป็นฐานในการออกแบบระบบระบายอากาศให้เหมาะสมเพื่อระบายและลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคจากพื้นที่ลงไป

เอกสารอ้างอิง

- Gray, J.T. and Cray, P. F. Survival and Infectivity of Salmonella Choleraesuis in Swine. Feces 2001,64(7) : 945-6.
- Dee, S. A, Martinez, B. C and Clanton, C. Survival and infectivity of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus in Swine Lagoon Effluent. Vet Rec. 2005, 156(2): 56-7.
- Corzo, C. A., Culhane, M., Dee, S., Morrison, R. B. and Torremorell, M. Airborn Detection and Quantification of Swine Influenza A Virus in Air Samples Collected Inside Outside and Downwind from Baruns. Phos One 2013,8(8) 1-7.
- นงลักษณ์ สุวรรณพินิจและปรีชา สุวรรณพินิจ. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (พิมพ์ครั้งที่ 4). 2547.
- จิรวรรณ บุญพุดมี, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, ประภาพร ขอไพบุลย์, และกัญญา ตันติวิสุทธิกุล. การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกระบวนการฆ่าและตัดแต่งของโรงฆ่าสุกรมตรฐานสากลขนาดกลางและขนาดเล็ก. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 : สาขาสัตวและสัตวแพทยศาสตร์ 2550, 45 : 1 - 8.
- ศิริลักษณ์ วงษ์วิจิตรสุข.อันตรายและการควบคุมจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเฉลิมพระเกียรติวชิราภรณ์ 2553, 13 : 65 - 80.
- แมนสรวง วุฒิจุดมเลิศ. เชื้อที่มากับมลพิษในอากาศ : รา, 2555. [เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงได้จาก: จาก <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0116.pdf>.
- กรมปศุสัตว์. มาตรฐานโรงฆ่า. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษร; 2549.
- วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์. หน่วยที่ 12 การประเมินสิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ, 2551.[เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงได้จาก: www.safetystou.com/UserFiles/File/54113%20unit%2012%20master.doc.
- Ahmed, S.A., & Sarangi, S.K. Comparative Studies on the Air Microflora in Some Slaughtering Houses of Bangalore City. Journal of International. Pharmaceutical Science Invention 2013, 2 (9) 11 - 4.
- OSHA. (1996). Indoor Air Quality Investigation. [Internet]. [cited 2020 Sep 16]. Available from: https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_2.html#3
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่อง เกณฑ์ด้านจุลชีววิทยาของสินค้าปศุสัตว์เพื่อการส่งออก. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษร; 2551.



13. นิรุต์ ศรีสร้อย, อีรพงศ์ ใจซื่อ และรัชภูมิ เขียว
สนาม. 2556. การเฝ้าระวังการปนเปื้อนเชื้อ
แบคทีเรียในเนื้อสุกรจาก โรงฆ่าสุกรในเขต
พื้นที่จังหวัดกาฬสินธุ์ 2556 . [Internet].
[cited 2020 Sep 16]. Available from:
[http://www.dld.go.th/region4/th/index.php?](http://www.dld.go.th/region4/th/index.php?option=com_content&view=article&id=571&Itemid=71)
[option=com_content&view=article&id=571&](http://www.dld.go.th/region4/th/index.php?option=com_content&view=article&id=571&Itemid=71)
[Itemid=71](http://www.dld.go.th/region4/th/index.php?option=com_content&view=article&id=571&Itemid=71)
14. Banwart, G. J. Basic food microbiology
(2nd ed.). New York : An AVI Book, 1989.
15. Hams, H. Comparative Study of Bacteria
and Fungi Air Polluted Slaughterhouse
of Al Diwaniya City. Journal of Kufa.
Veterinary Medical Sciences 2013), 4 (1)
81 - 9.