



วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข.

KKU Veterinary Journal

ISSN 0858-2297



RESEARCH ARTICLE

Prevalence of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* in environment, medical equipment, and clinical specimens in Chonburi Province

Supawan Chuayen¹, Phiraphat Chanhom¹, Suteetida Gatesa¹, Kalyakorn Paengkam¹, Manasanan Phatcharawiwat¹,
Sarut Muangsri², Phirachaya Toeikaew², Suttitass Tongkamsai², Kulchai Nakbubpa^{2*}

¹ 5th year student, Faculty of Veterinary Medicine, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, Thailand

² Faculty of Veterinary Medicine, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, Thailand

*Corresponding author E-mail: kulchai_na@rmutto.ac.th

Received 11 November 2024, Revised 11 March 2025 Accepted 4 April 2025, Published 30 April 2025

Abstract

Objectives: To determine the prevalence and characteristics of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* in the environment, medical equipment, and clinical specimens in the Sriracha and Muang districts of Chonburi Province from 2022 to 2024.

Materials and Methods: The disc diffusion method collected and determined 352 samples mentioned above for *Staphylococcus aureus* and its sensitivity to antimicrobials. The nine antimicrobials were tested: Amoxicillin-Clavulanic acid, Ceftiofur, Cephalexin, Ciprofloxacin, Clindamycin, Doxycycline, Erythromycin, Gentamicin, and Oxacillin.

Results: The prevalence of *Staphylococcus aureus* was 4.55% (16/352), and 18.75% (3/16) were identified as multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. Also, the resistance percentages were as follows: Clindamycin (18.75%, 3/16), Erythromycin (18.75%, 3/16), and Oxacillin (25%, 4/16). But did not find resistance to Ceftiofur.

Conclusion: These results indicated contamination of *Staphylococcus aureus* in the environment, medical equipment, and clinical specimens, including the presence of antimicrobial resistance. These findings can provide a foundation for further studies on the existence of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* in animals, humans, and the environment.

Keywords: Clinical specimens, environment, medical equipment, multidrug resistance, *Staphylococcus aureus*

ความชุกของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพหลายชนิด ในสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิกในเขตจังหวัดชลบุรี

ศุภวรรณ เชื้อเย็น¹, พีรภัทร จันทรหอม¹, สุธิธิดา เกตษา¹, กัลยกร แแบ่งคำ¹, มนัสนันท์ พัทธวิจิตร¹,
ศรุต ม่วงศรี², พิรชญา เตยแก้ว², สุทธิทัศน์ ทองคำใส², กุลชัย นาคบุปผา²

¹ นักศึกษาชั้นปีที่ 5 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี ประเทศไทย

² คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี ประเทศไทย

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ อีเมลล์: kulchai_na@rmutto.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อหาการมีอยู่และลักษณะการดื้อยาต้านจุลชีพหลายชนิดแบบ multidrug-resistant ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิก ในเขตอำเภอศรีราชา และอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ระหว่างปี 2565-2567

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ เก็บตัวอย่างดังที่กล่าวมาทั้งสิ้น 352 ตัวอย่าง นำมาตรวจหาเชื้อ *Staphylococcus aureus* และความไวต่อยาต้านจุลชีพโดยวิธี disc diffusion ต่อยา 9 ชนิด ได้แก่ Amoxicillin-Clavulanic acid, Ceftiofur, Cephalexin, Ciprofloxacin, Clindamycin, Doxycycline, Erythromycin, Gentamicin และ Oxacillin

ผลการศึกษา ความชุกของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ถูกพบเท่ากับ 4.55% จากตัวอย่างทั้งหมด (16/352) โดยในจำนวนนี้ระบุพบการดื้อยาแบบ multidrug-resistant เท่ากับ 18.75% (3/16) นอกจากนี้มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อต่อยา Clindamycin(18.75%, 3/16), Erythromycin(18.75%, 3/16) และ Oxacillin(25%, 4/16) โดยไม่พบการดื้อต่อยา Ceftiofur

สรุป ผลการศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นถึงการปนเปื้อนของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิก รวมถึงการมีอยู่ของการดื้อยาต้านจุลชีพ การค้นพบเหล่านี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อไปถึงการมีอยู่ของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพหลายชนิด ในสัตว์ คน และสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: สิ่งส่งตรวจทางคลินิก, สิ่งแวดล้อม, อุปกรณ์ทางการแพทย์, การดื้อยาต้านจุลชีพหลายชนิด, สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส

บทนำ

เชื้อ *Staphylococcus* เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกรูปร่างกลม (Gram positive cocci) พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมรวมถึงในคนและสัตว์ โดยอยู่เป็นกลุ่มรวมกันคล้ายพวงอุ้ง ซึ่งเชื้อในกลุ่มนี้มีหลายชนิดโดยชนิดที่มีความสำคัญและสามารถก่อโรคทั้งในคนและสัตว์ รวมถึงจัดเป็นปัญหาสำคัญในด้านการสาธารณสุขและการรักษาพยาบาล คือ *Staphylococcus aureus* ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งสภาวะที่มีและไม่มียอกซิเจน รวมถึงสภาวะที่มีเกลือ โดยเชื้อชนิดนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในอุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส ให้ผลบวกต่อการทดสอบการสร้างเอนไซม์ coagulase สามารถผลิตสารพิษชนิด enterotoxin ซึ่งทนความร้อนสูง (Bhumibhamon and Bilhmad, 2011; Shost, 2009; Thomson et al., 2022)

S. aureus เป็นเชื้อที่สามารถพบได้ในอากาศ ทางเดินหายใจ ผิวหนัง ทางเดินปัสสาวะ และบาดแผล เชื้อชนิดนี้เป็นสาเหตุสำคัญของโรคอาหารเป็นพิษซึ่งถือว่าเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญในหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย โดยมีแนวโน้มการพบผู้ป่วยมากขึ้น (DDC, 2018) นอกจากนี้เชื้อชนิดนี้เป็นเชื้อที่สามารถเจริญเติบโตได้ชั่วคราว (transient colonizer) ทั้งในสุนัขและแมวโดยเป็นเชื้อฉวยโอกาสที่ก่อให้เกิดภาวะตุ่มหนอง (pyoderma) หูชั้นนอกอักเสบ (otitis externa) การติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนต้น (upper respiratory tract infections) โรคกระเพาะปัสสาวะอักเสบ (cystitis) ฝี (abscesses) โรคกระดูกอักเสบ (osteomyelitis) หรือโรคเยื่อหัวใจอักเสบ (endocarditis) (Haag et al., 2019; Peton and Le Loir, 2014) ส่วนในกระต่ายทำให้เกิดการติดเชื้อที่ผิวหนัง (skin infection) และเต้านมอักเสบ (mastitis) ในปลูสัตว์ เช่น โคนม (Peton and Le Loir, 2014; Cvetnić et al., 2021) และโรคข้ออักเสบ (arthritis) ในไก่ (Marcon et al., 2019) ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจเนื่องจากผลผลิตที่ลดลง

นอกจากนี้เชื้อชนิดนี้มีรายงานการปรับตัวดื้อยาปฏิชีวนะหลายชนิด (Díaz-Ramírez et al., 2017) เช่น Clindamycin, Erythromycin, Tetracycline, Ampicillin และ Gentamicin (Onanuga and Temedie, 2011; Sonola et al., 2021) ซึ่งเชื้อชนิดนี้บางสายพันธุ์สามารถปรับตัวดื้อยาต้านจุลชีพหลายชนิดพร้อมกัน (multidrug resistance: MDR) โดย MDR เป็นคำจำกัดความที่ใช้กับ *S. aureus* ที่แสดงการดื้อยาต้านจุลชีพอย่างน้อย 1 ชนิด ในยาอย่างน้อย 3 กลุ่มขึ้นไป (Humphries et al., 2021; Magiorakos et al., 2011) โดยเชื้อ *S. aureus* ในกลุ่มนี้รวมถึงเชื้อชนิดเดียวกันนี้ที่ปรับตัวดื้อยา

ปฏิชีวนะในกลุ่มเมธิซิลลิน (Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: MRSA) (Khairullah et al., 2022)

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) มีการเผยแพร่รายชื่อแบคทีเรียที่มีการดื้อยาต้านจุลชีพที่มีความสำคัญรวมถึงเชื้อ *S. aureus* ที่ดื้อยาต่อเมธิซิลลิน และการเฝ้าระวังถึงการดื้อต่อยา Vancomycin ในปี ค.ศ. 2017 (WHO, 2017) นอกจากนี้เชื้อ *Staphylococcus* ที่ไม่สร้างเอนไซม์ coagulase (Coagulase-negative *Staphylococcus*: CoNS) มีแนวโน้มที่พบเพิ่มขึ้นในประเทศไทย (NARST, 2021) และเริ่มมีการถูกมองว่าเป็นแหล่งของยีนดื้อยาสำหรับถ่ายทอดให้กับเชื้อในกลุ่มเดียวกันในมนุษย์และสัตว์ โดยผิวหนังและอุจจาระของสัตว์เลี้ยงมีส่วนทำให้เชื้อ *Staphylococcus* แพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ น้ำเสียเป็นแหล่งสำคัญของยีนดังกล่าวและแบคทีเรียที่มีความต้านทานต่อยาต้านจุลชีพ นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายหรือการเดินทางของมนุษย์และสัตว์ น้ำ อาหาร ดิน หรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ เป็นช่องทางสำคัญในการแพร่กระจายของยีนและแบคทีเรียดังกล่าวให้ออกไปไกลจากจุดที่เป็นแหล่งเริ่มต้นการดื้อยาต้านจุลชีพ (García et al., 2020; Shost, 2009) *S. aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เชื้อชนิดนี้มีความสามารถในการก่อโรคมกขึ้น (Jackson et al., 2013) ในปัจจุบัน *S. aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพมีอุบัติการณ์มากขึ้นและก่อให้เกิดการติดเชื้อที่ผิวหนังในกลุ่มสัตว์เลี้ยงซึ่งเป็นกังวลเนื่องจากข้อจำกัดด้านการรักษาส่งผลโดยตรงต่อการป่วยและการตายของสัตว์ (Costa et al., 2022) ในทางปลูสัตว์มีการรายงานว่า *S. aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR เป็นหนึ่งในปัญหาสำคัญต่อการรักษาโรคเต้านมอักเสบในโคนม (Molineri et al., 2021) และทำให้เกิดภาวะสะดืออักเสบ (omphalitis) ในเป็ด (Mondal and Sahoo, 2014)

จากการที่ *S. aureus* นั้นมีความสำคัญต่อปัญหาด้านสุขภาพสัตว์ รวมถึงข้อมูลการศึกษาความสัมพันธ์ของเชื้อ *S. aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR ในสัตว์และสิ่งแวดล้อมในประเทศไทยมีอยู่น้อย ดังนั้นทางคณะผู้ศึกษาจึงทำการตรวจตัวอย่างสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิก เพื่อสำรวจความชุกของเชื้อ *S. aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR ในเขตอำเภอศรีราชา และอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเพิ่มเติมในการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อ *S. aureus* ที่ดื้อยาต่อยาต้านจุลชีพในสัตว์ คน และสิ่งแวดล้อมต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

แหล่งที่มาของตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิกทั้งหมด 352 ตัวอย่างในพื้นที่อำเภอศรีราชา และอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยมีการเก็บตัวอย่างและตัวอย่างจากการป้าย (swab) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 6 กลุ่ม คือ 1.อาหาร (Food : F) 40 ตัวอย่าง 2.น้ำ (Water : W) 22 ตัวอย่าง 3.ดิน (Soil : So) 12 ตัวอย่าง 4.พื้นผิว (Surface : Su) 132 ตัวอย่าง 5.อุปกรณ์ทางการแพทย์ (Equipment : Eq) 46 ตัวอย่าง และ 6.สิ่งส่งตรวจทางคลินิก (Clinical specimen : C) 100 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) โดยแหล่งที่มาของตัวอย่างอาหาร น้ำ ดิน และ พื้นผิว ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างภายในพื้นที่อำเภอศรีราชา และอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ในส่วนของตัวอย่างอุปกรณ์ทางการแพทย์นั้นเป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้แล้วทิ้ง เช่น เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา และถุงมือยาง ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากโรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก และคลินิกวิชาสัตวอื่น ๆ ภายในพื้นที่อำเภอศรีราชา และอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และในส่วนของตัวอย่างสิ่งส่งตรวจทางคลินิก เช่น แผล สารคัดหลั่ง และเครื่องใน ซึ่งรวมถึงตัวอย่าง swab จากคนและสัตว์ ได้จากโคโลนีของเชื้อจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวซึ่งถูกเก็บรวบรวม ณ หน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ซึ่งการเก็บรวบรวมตัวอย่างทั้งหมดเหล่านี้อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงเดือนพฤษภาคม 2567

การเพาะแยกเชื้อ *S. aureus*

ตัวอย่างทั้งหมดถูกนำมาเพาะเลี้ยงเชื้อในอาหาร Tryptic soy broth (TSB) ที่มีโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 7.5% และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นทำการถ่ายเชื้อจากอาหาร TSB ดังกล่าวที่มีความขุ่นมาเพาะเลี้ยงบนอาหาร Tryptic soy agar (TSA) ที่มีโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 7.5% ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีการศึกษาของ El Sanousi et al. (2015), Kika et al. (2020) และ Missiakas and Schneewind (2018) แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลังจากนั้นเลือกโคโลนีเดี่ยวที่มีสีขาวขุ่นอมเหลืองเพียง 1 โคโลนีจากแต่ละตัวอย่างมาย้อมสีแกรม และทดสอบคุณลักษณะทางชีวเคมี ประกอบไปด้วยการทดสอบการสร้างเอนไซม์ Oxidase และ Catalase (Catalase and oxidase test) การเคลื่อนที่ (Motility test) การสร้างสารอินโดล (Indole production test) การสร้าง

ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide production test) การเจริญเติบโตในอาหาร Triple Sugar Iron agar (TSIA) การสร้างเอนไซม์ Lysine decarboxylase และ Lysine deaminase การทดสอบการสร้างกรดอินทรีย์โมเลกุลเล็ก (Methyl red test / MR), การทดสอบการสร้างสารประกอบ Acetyl methyl carbinol (Voges-Proskauer test / VP), การทดสอบการใช้ซิเตรท (Citrate utilization test), การทดสอบสร้างเอนไซม์ Urease (Urease test) การทดสอบการสร้างเอนไซม์ Coagulase (Coagulase test) และการทดสอบความสามารถในการหมักย่อยน้ำตาลของเชื้อ ซึ่งประกอบไปด้วย glucose (Glu), fructose (Fru), lactose (Lac), mannitol (Man), mannose (Man), sucrose (Suc), trehalose (Tre) และ maltose (Mal) ซึ่งดัดแปลงมาจากการศึกษาของ Aryal (2022), El Sanousi et al. (2015), Kika et al. (2020), Langlois et al. (1990) และ Missiakas and Schneewind (2018) ต่อจากนั้นนำผลการทดสอบคุณลักษณะทางชีวเคมีทั้งหมดดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์และสรุปผลว่าตัวอย่างใดตรวจพบเชื้อ *S. aureus*

การทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพ

นำตัวอย่างเชื้อ *S. aureus* ทั้งหมดที่เพาะแยกได้ไปทำการทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพด้วยวิธี Disc diffusion ของ Kirby-Bauer (Clinical and Laboratory Standards Institute: CLSI, 2020) แล้วแปลผลตามวิธีการศึกษาของ CLSI(2020), Shost (2009) และ Thomson et al. (2022) โดยมีการใช้ข้อมูลจากการศึกษาของ Shost (2009) และ Thomson et al. (2022) ในการเลือกแผ่นยาต้านจุลชีพที่นำมาใช้ทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย Amoxicillin-Clavulanic acid (AMC), Ceftiofur (CTF), Cephalexin (CEX), Ciprofloxacin (CIP), Clindamycin (DA), Doxycycline (DOX), Erythromycin (ERY), Gentamicin (GEN) และ Oxacillin (OXA) โดยใช้เชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 เป็นสายพันธุ์อ้างอิงในการทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพ ทั้งนี้ตัวอย่างเชื้อที่มีความไวต่อยาต้านจุลชีพอย่างน้อย 3 กลุ่มจะถูกจัดว่ามีฤทธิ์ยาแบบ MDR แล้วสรุปค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาต้านจุลชีพ และเปรียบเทียบค่าดังกล่าว เพื่อสรุปเป็นเชื้อ *S. aureus* ที่ดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความชุกของเชื้อ *S. aureus* ในทั้ง 6 กลุ่มตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยอาหาร น้ำ ดิน พื้นผิว อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิก โดยใช้วิธี likelihood ratio test และ Fisher's exact test ผ่านการใช้โปรแกรม R version 3.1.2 (R foundation for statistical com-

puting, Vienna, Austria) ผลที่ได้จะถูกรายงานเป็นค่า odds ratios (OR) ที่มีช่วงความเชื่อมั่น (confidence interval, CI) ที่ 95% และค่า P-value ที่น้อยกว่า 0.05 จะถือว่ามึระดับนัยสำคัญ

ผลการศึกษา

การศึกษาความชุกของเชื้อ *S. aureus*

จากตัวอย่างสิ่งแวดล้อม อุปกรณ์ทางการแพทย์ และสิ่งส่งตรวจทางคลินิกที่นำมาตรวจวิเคราะห์ทั้งหมด 352 ตัวอย่าง พบค่าความชุกของเชื้อ *S. aureus* ในตัวอย่างอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้แล้วทิ้ง (Eq) มากที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.70% (6/352) และเท่ากับ 13.04% (6/46) ในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว โดยมีค่า odds ratio (OR) = 4.44, 95% CI = 1.53-12.87 และ P-value เท่ากับ 0.010 และตัวอย่างสิ่งแวดล้อมประเภทพื้นผิว (Su) มีค่าความชุกดังกล่าวเท่ากับ 0.57% (2/352) ซึ่งเท่ากับ 1.52%

(2/132) ในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว โดยมีค่า OR = 0.23, 95% CI = 0.05-0.99 และ P-value เท่ากับ 0.036 ส่วนค่า OR ของพื้นผิวรอบตัวบ้าน และพื้นผิวในบ้านมีค่าเท่ากับ 1.66 และ 1.53 ตามลำดับ (ตารางที่ 1) ในขณะที่ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจทางคลินิก (C) มีค่าความชุกของเชื้อกลุ่มนี้เท่ากับ 1.70% (6/352) และเท่ากับ 6% (6/100) ในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว และตัวอย่างประเภทอาหาร (F) มีค่าความชุกของเชื้อกลุ่มนี้เท่ากับ 0.57% (2/352) ซึ่งเท่ากับ 5% (2/40) ในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว (ตารางที่ 1) ทั้งนี้ความชุกในการตรวจพบเชื้อ *S. aureus* เท่ากับ 4.55% จากตัวอย่างทั้งหมด (16/352)

การศึกษาการดื้อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *S. aureus*

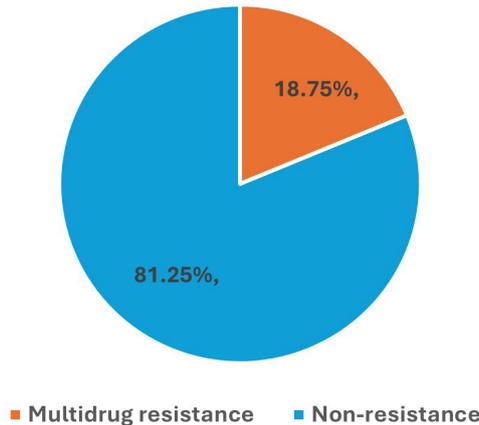
ในการทดสอบผลการดื้อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *S. aureus* ทั้ง 16 ตัวอย่าง พบการดื้อยาแบบ MDR ทั้งหมด 18.75% (3/16) และไวต่อยาทั้งหมด 81.25% (13/16) (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. ความชุกของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในตัวอย่างแต่ละกลุ่ม

Factor	Prevalence (%)	OR	95% CI of OR	P-value*
1. F	2/40 = 5%	1.12	0.25-5.12	0.700
- อาหารคน	1/36 = 2.78%	0.57	0.07-4.47	1.000
- อาหารสัตว์	1/4 = 25%	7.40	0.73-75.42	0.590
2. W	0/22 = 0%	0.00	NA	NA
- น้ำทะเล	0/1 = 0%	0.00	NA	NA
- น้ำประปา	0/4 = 0%	0.00	NA	NA
- น้ำดื่ม	0/7 = 0%	0.00	NA	NA
- บ่อน้ำ	0/9 = 0%	0.00	NA	NA
- น้ำกลั่น	0/1 = 0%	0.00	NA	NA
3. So	0/12 = 0%	0.00	NA	NA
- ดินในพื้นที่ส่วนตัว	0/9 = 0%	0.00	NA	NA
- ดินในที่สาธารณะ	0/3 = 0%	0.00	NA	NA
4. Su	2/132 = 1.52%	0.23	0.05-0.99	0.036
- พื้นผิวอุปกรณ์เครื่องใช้	0/83 = 0%	0.00	NA	NA
- พื้นผิวรอบตัวบ้าน	1/14 = 7.14%	1.66	0.2-13.51	0.490
- พื้นผิวในบ้าน	1/15 = 6.67%	1.53	0.19-12.44	0.510
- พื้นผิวในที่สาธารณะ	0/19 = 0%	0.00	NA	NA
- พื้นผิวในห้องปฏิบัติการ	0/1 = 0%	0.00	NA	NA
5. Eq	6/46 = 13.04%	4.44	1.53-12.87	0.010
- อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใช้แล้วทิ้ง	6/46 = 13.04%	4.44	1.53-12.87	0.010
6. C	6/100 = 6%	1.54	0.55-4.37	0.405
- แผล	2/7 = 28.75%	9.46	1.69-53.07	4.690
- สารคัดหลั่งของสิ่งมีชีวิต	1/11 = 9.09%	2.17	0.26-18.1	0.410
- อวัยวะภายนอกร่างกายสัตว์และคน	3/32 = 9.38%	2.44	0.66-9.07	0.170
- เครื่องในสัตว์	0/50 = 0%	0.00	NA	NA

หมายเหตุ : *The Fisher's exact test statistic at P-value < 0.05

F, Food; W, Water; So, Soil; Su, Surface; Eq, Equipment; C, Clinical specimen (collected colonies); NA, Not Applicable



ภาพที่ 1. การทดสอบเปอร์เซ็นต์การดื้อยาต้านจุลชีพของตัวอย่าง *Staphylococcus aureus* ทั้ง 16 ตัวอย่าง

ตัวอย่างเชื้อ *S. aureus* ที่เพาะแยกได้พบเปอร์เซ็นต์การดื้อยา OXA มากที่สุดเท่ากับ 25% (4/16) ในขณะที่ไม่พบเปอร์เซ็นต์การดื้อยา CTF ส่วน DA และ ERY มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาเท่ากันซึ่งเท่ากับ 18.75% (3/16) และ CIP มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาเท่ากับ 12.50% (2/16) ส่วนเปอร์เซ็นต์การดื้อยาต้านจุลชีพที่เหลืออีก 4 ชนิด คือ AMC, DOX, GEN และ CEX ซึ่งยาทั้ง 4 ชนิดนี้ ล้วนมีค่าเท่ากัน คือ 6.25% (1/16) (ภาพที่ 2)

รูปแบบการดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR ที่พบมากที่สุดคือการดื้อยาต้านจุลชีพ 4 ชนิด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 67% (2/3) ได้แก่ CIP, DA, ERY, OXA และ GEN, DA, ERY, OXA ซึ่งรูปแบบการดื้อยาต้านจุลชีพทั้ง 2 รูปแบบนี้มีความคล้ายกันตรงการดื้อยา DA, ERY และ OXA ซึ่งตัวอย่าง *S. aureus* ที่พบการดื้อยาทั้ง 2 รูปแบบดังกล่าว (C98 และ C99) ล้วนเป็นตัวอย่างเชื้อจากสิ่งส่งตรวจทางคลินิก สำหรับตัวอย่างเชื้อ *S. aureus* จากตัวอย่างอาหารสัตว์ (F32) พบรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะ 5 ชนิด ได้แก่ CIP, DOX, DA, ERY และ OXA ซึ่งมีค่าเท่ากับ 33% (1/3) (ตารางที่ 2)

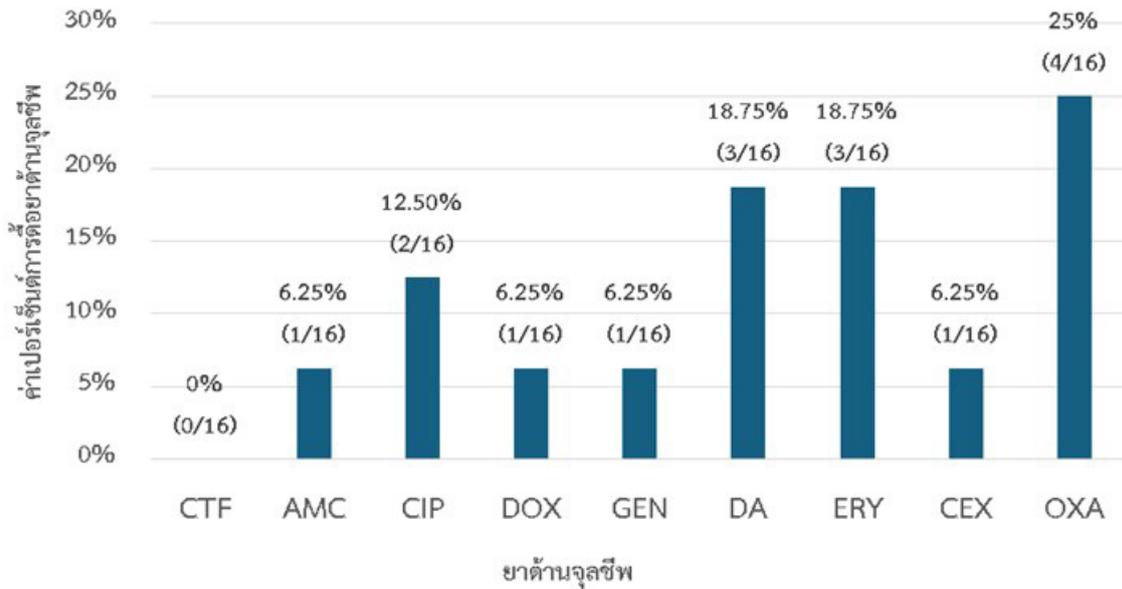
วิจารณ์

ความชุกของเชื้อ *S. aureus*

ค่าความชุกของเชื้อกลุ่มนี้ในตัวอย่างอุปกรณ์ทางการแพทย์ใช้แล้วทิ้ง (Eq) มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 13.04% (6/46) (ตารางที่ 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Kika et al. (2020) ที่พบเชื้อดังกล่าวในตัวอย่าง IV catheter ถึง 22.5% สำหรับตัวอย่างประเภทพื้นผิว (Su) มีค่าความชุกของเชื้อกลุ่มนี้เท่ากับ

1.52% (2/132) ประกอบด้วยพื้นผิวรอบตัวบ้านและพื้นผิวในบ้าน สอดคล้องกับการศึกษาของ Fritz et al. (2014) ที่กล่าวว่าพบ *S. aureus* ในพื้นผิวในบ้านและพื้นผิวรอบตัวบ้านเป็นจำนวนมาก เพราะเป็นเชื้อที่สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อม ในขณะที่ตัวอย่างเชื้อจากสิ่งส่งตรวจทางคลินิก (C) มีค่าความชุกของเชื้อกลุ่มนี้เท่ากับ 6% (6/100) ในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Sapkota et al. (2019) ที่พบเชื้อในแผลหนองมากที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้ของการศึกษานี้ มาจากตัวอย่างโคโลนีเชื้อที่เพาะแยกได้จากแผลสดเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแตกต่างจากแผลที่อยู่ในภาวะการอักเสบและมีการสะสมของหนอง และตัวอย่างประเภทอาหาร (F) มีค่าความชุกของเชื้อกลุ่มนี้เท่ากับ 5% (2/40) โดยตัวอย่างอาหารที่พบเชื้อกลุ่มนี้คือปลาทุและอาหารไก่ ไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Liang et al. (2023) ที่รายงานว่ามักพบเชื้อ *S. aureus* ในเนื้อและเนื้อดิบที่มาจากโรงเชือดซึ่งไม่ได้มาตรฐาน

กลุ่มตัวอย่างที่พบเชื้อ *S. aureus* มากที่สุด คือ อุปกรณ์ทางการแพทย์ ซึ่งมีค่าความชุกของเชื้อชนิดนี้เท่ากับ 1.70% ซึ่งเท่ากับค่าดังกล่าวในสิ่งส่งตรวจทางคลินิก สอดคล้องกับการศึกษาของ Sapkota et al. (2019) ที่มีการพบความชุกของเชื้อชนิดนี้จากสิ่งส่งตรวจทางคลินิกประมาณ 13% และ 10% ของเชื้อชนิดนี้จากสิ่งส่งตรวจทางคลินิกเป็นเชื้อที่แยกได้จากแผลซึ่งมีการติดเชื้อและมีหนอง แต่การที่พบเชื้อดังกล่าวในการศึกษาค้นคว้าเปอร์เซ็นต์ที่น้อยกว่าเป็นเพราะมีตัวอย่างในกลุ่มสิ่งแวดล้อมมากกว่า ซึ่งเชื้อ *S. aureus* โดยปกติจะพบได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น ดิน อาหาร น้ำ อากาศ ผิวหนังของคนและสัตว์ และมีความสามารถในการปรับตัวได้ดี และทนต่อสภาวะต่าง ๆ (Feng et al., 2022)



ภาพที่ 2. ค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *Staphylococcus aureus*

จากการวิเคราะห์ผลจากกลุ่มตัวอย่างที่ไม่พบ *S. aureus* เนื่องจากมีการเก็บตัวอย่างมาจากแหล่งที่มีการรักษา สุขอนามัยที่ดี รวมถึงเป็นแหล่งที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต ของเชื้อ *S. aureus*

การดื้อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *S. aureus*

เชื้อ *S. aureus* ในการศึกษานี้มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยา ต้านจุลชีพแบบ MDR เท่ากับ 18.75% (3/16) (ภาพที่ 1) นั้น ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Shost (2009) ที่ระบุว่า 35.3% ของ เชื้อกลุ่มนี้ที่เพาะแยกได้จากพื้นผิวสิ่งแวดล้อม มีการดื้อยาแบบ MDR ทั้งนี้ค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR ในการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับข้อมูลจากการศึกษาของ Sonola et al. (2021) ที่ระบุว่า 30.2% ของเชื้อกลุ่มนี้ซึ่งประกอบด้วย 14.5, 10.6, 3.1 และ 2.1% ที่เพาะแยกได้จากไก่ คน หนู และดิน ตาม ลำดับ มีการดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR

เมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่าเชื้อ *S. aureus* ไม่มี การดื้อต่อยา Ceftiofur (ภาพที่ 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Badillo et al. (2022) และ Oliveira et al. (2012) ที่ระบุว่าเชื้อ กลุ่มนี้ที่เพาะแยกได้จากตัวอย่างสิ่งส่งตรวจทางคลินิกไม่มีการ ดื้อต่อยา Ceftiofur ประกอบกับยานิดินเป็นยาในกลุ่ม Cepha- losporin รุ่นใหม่ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยากับ ยาในกลุ่มเดียวกัน คือ Cephalexin พบว่ามีความแตกต่างกัน อย่างชัดเจน นอกเหนือจากข้อกล่าวข้างต้นเชื้อกลุ่มนี้มีการดื้อ ต่อยา Oxacillin มากที่สุดอยู่ที่ 25% (4/16) โดยสอดคล้องกับ

รายงานของ Lubna et al. (2023) ที่ระบุว่าเชื้อ *S. aureus* ที่เป็น MDR นั้นมีการดื้อต่อยา Oxacillin ทั้งหมด ส่วน Clindamycin และ Erythromycin มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาเท่ากัน คือ 18.75% (3/16) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Thapa et al. (2021) ที่ ระบุว่าเชื้อกลุ่มนี้มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อต่อยา Clindamycin อยู่ที่ 23.7% และการศึกษาของ Oliveira et al. (2012) ที่ระบุว่าค่า เปอร์เซ็นต์การดื้อต่อยา Erythromycin อยู่ที่ 10.3% ส่วน Gen- tamycin มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาอยู่ที่ 6.25% (1/16) ซึ่ง สอดคล้องกับการศึกษาของ Gurung et al. (2020) ที่รายงานว่า เชื้อ *S. aureus* มีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาชนิดนี้เท่ากับ 7.7% และเชื้อ *S. aureus* ส่วนใหญ่ที่เพาะแยกได้จากตัวอย่างสิ่งส่ง ตรวจทางคลินิกมีแนวโน้มดื้อต่อยา Gentamicin น้อยโดยมีค่า เปอร์เซ็นต์การดื้อต่อยาชนิดนี้อยู่ระหว่าง 5 – 20% (Adesoji et al., 2019; Gurung et al., 2020; Onanuga and Temedie, 2011)

ในการพิจารณารูปแบบการดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR (ตารางที่ 2) ตัวอย่าง C98 และ C99 เป็นโคโลนีของเชื้อซึ่งมา จากสุนัขแต่ละตัวที่แตกต่างกัน โดยเชื้อ *S. aureus* ที่แยกได้จาก ตัวอย่างเหล่านี้พบว่าการดื้อยาแตกต่างกัน ซึ่งมีความเป็นไปได้ ว่าจะ เป็นเชื้อ *S. aureus* ที่มีรูปแบบการดื้อยาที่แตกต่างกัน แม้ว่า รูปแบบ MDR *S. aureus* ของ F32 จะมีความใกล้เคียงกับ C98 แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันเนื่องจากมีที่มาแตกต่างกัน

ในส่วนของเชื้อ *S. aureus* ที่ไม่ดื้อยา ซึ่งได้จากตัวอย่างสิ่ง ส่งตรวจ พบว่าเป็นตัวอย่างที่ได้จากโคโลนีซึ่งมาจากแหล่งต่าง ๆ

ตารางที่ 2. รูปแบบการดื้อยาต้านจุลชีพแบบ Multidrug Resistance

S. aureus ID	Isolated	Pattern of Multidrug Resistance
1	F32	OXA, ERY, DA, CIP, DOX
2	C98	OXA, ERY, DA, CIP
3	C99	OXA, ERY, DA, GEN

หมายเหตุ : 1) F32 คือ ตัวอย่างเชื้อ S. aureus ที่เพาะแยกได้จากอาหารไก่ C98 คือ ตัวอย่างเชื้อ S. aureus ที่เพาะแยกได้จากสิ่งส่งตรวจจากคลินิก: ขนสุนัขติดกับเบตาดีน C99 คือ ตัวอย่างเชื้อ S. aureus ที่เพาะแยกได้จากสิ่งส่งตรวจทางคลินิก

2) CTF, Ceftiofur; AMC, Amoxicillin-Clavulanic acid; CIP, Ciprofloxacin; DOX, Doxycycline; GEN, Gentamicin; DA, Clindamycin; ERY, Erythromycin; CEX, Cephalexin; OXA, Oxacillin

ได้แก่ ตัวอย่างจากแผลสดและผิวหนังของสุนัข ตัวอย่างจากอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น เข็มฉีดยาและ IV Catheter คาดว่าเนื่องจากมีการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างถูกต้องจึงไม่พบการดื้อยาและสัตว์ที่เป็นแหล่งที่มาไม่อยู่ในภาวะติดเชื้อในกระแสเลือด (septicemia) สำหรับตัวอย่างจากอาหาร เช่น ปลาหู รวมถึงตัวอย่างจากพื้นผิวที่อยู่อาศัย อาจเป็นเชื้อ S. aureus ที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม (environmental bacteria) จึงไม่พบการดื้อยา

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่พบเชื้อ S. aureus มากที่สุด คือ ตัวอย่างเชื้อจากสิ่งส่งตรวจทางคลินิก และอุปกรณ์ทางการแพทย์ โดยพบว่าเชื้อชนิดนี้มีการดื้อต่อยา Oxacillin มากที่สุด รองลงมา คือ Clindamycin, Erythromycin และ Amoxicillin-Clavulanic acid, Doxycycline, Gentamicin และ Cephalexin ตามลำดับ แต่ไม่มีการดื้อต่อยา Ceftiofur และมีค่าเปอร์เซ็นต์การดื้อยาต้านจุลชีพแบบ MDR เท่ากับ 18.75% ซึ่งรูปแบบการดื้อยาที่พบมากที่สุด คือ Oxacillin, Clindamycin และ Erythromycin และการศึกษาครั้งนี้มีประโยชน์ในการเพิ่มความเข้าใจในการปรับตัวดื้อต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อ S. aureus และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับวางแผนมาตรการป้องกันเหตุการณ์ดังกล่าว โดยการใช้ยาต้านจุลชีพให้ถูกต้องและเหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลงด้วยดีจากการสนับสนุนของโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก โรงพยาบาลสัตว์ คลินิกรักษาสัตว์ และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในเขต อ.เมืองและอ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างและขอขอบคุณหน่วยชันสูตรโรคสัตว์ และคณะสัตวแพทยศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้การสนับสนุนในการทำปฏิบัติการจนการศึกษาครั้งนี้สัมฤทธิ์ผล และขอขอบคุณ ผศ.สพ.ญ.ดร.สุชวัล พรสุขอารมณ์ ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการศึกษานี้

เอกสารอ้างอิง

- Adesoji AT, Onuh JP, Bagu J, Itohan SA, 2019. Prevalence and antibiogram study of *Staphylococcus aureus* isolated from clinical and selected drinking water of Dutsin-Ma, Katsina state, Nigeria. *Afr Health Sci* 19(1), 1385-1391.
- Aryal S, 2022. Biochemical test of *Staphylococcus aureus* [Internet]. *Microbe Notes*. [Cited 2024 Jun 15]. Available from: <https://microbenotes.com/biochemical-test-of-staphylococcus-aureus/> (<https://microbenotes.com/biochemical-test-of-staphylococcus-aureus/>)
- Badillo E, Escudero E, Galecio JS, Hernandis V, Marin P, 2022. Cephalosporin susceptibility of *Staphylococcus aureus* strains isolated from commercial rabbit and goats farms in Spain. *Vet Ital* 58(3). doi:10.12834/Vett.2241.16176.1.
- Bhumibhamon T, Bilhmad U, 2011. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* in pork from slaughterhouses in the southern part of Thailand during 2006-2008. *Thailand J* 6(1), 1-8.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). 2020. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 30th ed. CLSI Supplement M 100. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne. pp. 18-19, 58-65.
- Costa SS, Ribeiro R, Serrano M, Oliveira K, Ferreira C, Leal M, Pombo C, Couto I, 2022. *Staphylococcus aureus* Causing Skin and Soft Tissue Infections in Companion Animals: Antimicrobial Resistance Profiles and Clonal Lineages. *Antibiotics* 11, 599.
- Cvetnic` L, Samardz`ija M, Duvnjak S, Habrun B, Cvetnic` M, Jaki

- Tkalec V, Duricic` D, Benic` M, 2021. Multi Locus Sequence Typing and spa Typing of *Staphylococcus aureus* Isolated from the Milk of Cows with Subclinical Mastitis in Croatia. *Microorganisms* 9(4), 725. doi: 10.3390/microorganisms9040725.
- DDC, 2018. Food poisoning [Internet]. [cited 2024 Jun 5]. Available from: https://ddc.moph.go.th/disease_detail.php?d=10 (https://ddc.moph.go.th/disease_detail.php?d=10)
- Díaz-Ramírez M, García-Barrientos R, Corte's Sanchez ADJ, Sharma A, 2017. The genus *Staphylococcus*: Harmful and Beneficial Microorganisms in the Environment. *Pak J Life Soc Sci* 15(2), 72-83.
- El Sanousi SM, Said KB, Elbager S, Awad A, Rodwan K, Eltom KH, 2015. A flow chart for the identification of *Staphylococcus* species. *J Vet Med Anim Prod* 6(2), 93-97.
- Feng Y, Ming T, Zhou J, Lu C, Wang R, Su X, 2022. The Response and Survival Mechanisms of *Staphylococcus aureus* under High Salinity Stress in Salted Foods. *Foods* 11, 1503. doi: 10.3390/foods11101503.
- Fritz SA, Hogan PG, Singh LN, Thompson RM, Wallace MA, Whitney K, Al-Zubeidi D, Burnham CA, Fraser VJ, 2014. *Staphylococcus aureus* Contamination of Environmental Surfaces in Households with Children Infected with Methicillin-Resistant *S. aureus*. *JAMA Pediatr* 168(11), 1030–1038.
- García LA, Torres C, López AR, Rodríguez CO, 2020. *Staphylococcus* spp. From wild mammals in Aragón (Spain): antibiotic resistance status. *J Vet Res* 64(3), 373-374, 377.
- Gurung RR, Maharjan P, Chhetri GG, 2020. Antibiotic resistance pattern of *Staphylococcus aureus* with reference to MRSA isolates from pediatric patients. *Future Sci OA* 6(4), FSO464.
- Haag AF, Fitzgerald JR, Penadés JR, 2019. *Staphylococcus aureus* in Animals. *Microbiol Spectr* 7(3). doi: 10.1128/microbiol-spec.GPP3-0060-2019.
- Humphries R, Bobenchik AM, Hindler JA, Schuetz AN, 2021. Overview of Changes to the Clinical and Laboratory Standards Institute Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, M100, *J Clin Microbiol*. doi: 10.1128/JCM.00213-21.
- Jackson CR, Davis JA, Barrett JB, 2013. Prevalence and Characterization of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Isolates from Retail Meat and Humans in Georgia. *J Clin Microbiol* 51(4), 1199–1205.
- Khairullah AR, Sudjarwo SA, Effendi MH, Ramandinianto SC, Gelolodo MA, Widodo A, Priscilia Riwu KH, Kurniawati DA, Rehman S, 2022. Profile of Multidrug Resistance and Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) on dairy cows and risk factors from farmer. *Biodiversitas* 23(6), 2853-2858.
- Kika B, Abazaj E, Petri O, Koraqi A, 2020. Prevalence of *Staphylococcus aureus* and Methicillin-resistant *S. aureus* in Adult Hospitalized Patients in “Mother Theresa” Hospital Center in Albania. *Macedonian J Med Sci* 8(A), 360-364.
- Langlois BE, Parlindungan AK, Harmon RJ, Akers K, 1990. Biochemical Characteristics of *Staphylococcus* Species of Human and Bovine Origin. *J Food Prot* 53(2), 119-126.
- Liang T, Liang Z, Wu S, Ding Y, Wu Q, Gu B, 2023. Global prevalence of *Staphylococcus aureus* in food products and its relationship with the occurrence and development of diabetes mellitus. *Med Adv* 1, 53-78.
- Lubna, Hussain T, Shami A, Rafiq N, Khan S, Kabir M, Khan NU, Khattak I, Kamal M, Usman T, 2023. Antimicrobial Usage and Detection of Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus*: Methicillin- and Tetracycline-Resistant Strains in Raw Milk of Lactating Dairy Cattle. *Antibiotics* 12, 673.
- Magiorakos A-P, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, Harbarth S, Hindler JF, Kahlmeter G, Olsson-Liljequist B, Paterson DL, Rice LB, Stelling J, Struelens MJ, Vatopoulos A, Weber JT, Monnet DL, 2011. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *European Society of CMID*, 268-281.
- Marcon AV, De Oliveira GF, Caldara FR, Garcia RG, Matins RA, Marcon A, Crone C, Assuncion ASA, 2019. Bacteriological and Histopathological Evaluation of Articulations of Chickens Diagnosed with Arthritis. *Braz J Poult Sci* 21(2), 1-4.
- Missiakas DM, Schneewind O, 2018. Growth and laboratory maintenance of *Staphylococcus aureus*. *Curr Protoc Microbiol* 2013. doi: 10.1002/9780471729259.mc09c01s28.
- Molineri AI, Camussone C, Zbrun MV, Archilla GS, Cristiani M, Neder V, Calvino L, Signorini M, 2021. Antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis: Systematic review and meta-analysis. *Prev Vet Med* 188. doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105261.
- Mondal D, Sahoo SK, 2014. Omphalitis in ducklings with *Staphylococcus aureus* infection. *J Anim Res* 4(2), 217.
- NARST, 2021. Antimicrobial resistance situations during 2000-2021(12M) [Internet]. [cited 2024 Jun 14]. Available from: <http://narst.dmsc.moph.go.th>. (<http://narst.dmsc.moph.go.th>)
- Oliveira L, Langoni H, Hulland C, Ruegg PL, 2012. Minimum inhibitory concentrations of *Staphylococcus aureus* recovered from clinical and subclinical cases of bovine mastitis. *J Dairy Sci* 95, 1913-1920.

- Onanuga A, Temedie TC, 2011. Multidrug-resistant intestinal *Staphylococcus aureus* among self-medicated healthy adults in amassoma, south-south, Nigeria. *J Health Popul Nutr* 29(5), 446-453.
- Peton V, Le Loir Y, 2014. *Staphylococcus aureus* in veterinary medicine. *Infect Genet Evol* 21, 602–615.
- Sapkota J, Sharma M, Jha B, Bhatt CP, 2019. Prevalence of *Staphylococcus aureus* Isolated from Clinical Samples in a Tertiary Care Hospital: A Descriptive Cross-sectional Study. *J Nepal Med Assoc* 57(220), 398-402.
- Shost SJ, 2009. Multiple antibiotic resistant *Staphylococcus* spp. in environmental settings [dissertation]. Albany (CA), State University of New York. pp. iii-iv, 1-13, 26-27, 39-42, 62-66, 93-94, 138-139, 142.
- Sonola VS, Misinzo G, Matee MI, 2021. Occurrence of Multidrug-Resistant *Staphylococcus aureus* among Humans, Rodents, Chickens, and Household Soils in Karatu, Northern Tanzania. *Int J Environ Res Public Health* 18, 8496. doi: 10.3390/ijerph18168496.
- Thapa D, Pyakurel S, Thapa S, Lamsal S, Chaudhari M, Adhikari N, Shrestha D, 2021. *Staphylococcus aureus* with inducible clindamycin resistance and methicillin resistance in a tertiary hospital in Nepal. *Trop Med Health* 49(1), 99.
- Thomson P, García P, Miles J, Isla D, Yáñez C, Santibáñez R, Núñez A, Flores-Yáñez C, Río CD, Cuadra F, 2022. Isolation and Identification of *Staphylococcus* Species Obtained from Healthy Companion Animals and Humans. *Vet Sci* 9, 79.
- WHO, 2017. WHO publishes list of bacteria for which new antibiotics are urgently needed [Internet]. [cited 2024 Jun 13]. Available from: <https://www.who.int/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed> (<https://www.who.int/news/item/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed>)