



การแพร่กระจายของแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในแหล่งน้ำและตะกอนดินในชุมชนเมือง
และความเสี่ยงด้านสุขภาพของคนในชุมชน

The Spread of Antibiotic-Resistant Bacteria in Water Sources and Soil Sediments in
Urban Communities and the Health Risks to People in the Community

สินันต์ ศรีเดช¹, สาวิตรี ม่วงศรี¹, ดวงเนตร ชรรณกุล^{2*},

กนกอร เนตรชู³, มณฑล สุวรรณประภา¹

Simanata Threedeach¹, Savitree Moungsree¹, Doungnetre Thummakul^{2*},

Kanokaon Netchu³, Montol Suwanprapa¹

(Received: July 9, 2025; Revised: September 3, 2025; Accepted: September 8, 2025)

บทคัดย่อขยาย

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม และความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำตามการรับรู้ของคนในชุมชน

วิธีการวิจัย การศึกษาตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมจากน้ำในลำคลองและตะกอนดินของพื้นที่ชุมชนเมือง ซึ่งวิถีชีวิตแบบเมืองเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ โดยเปรียบเทียบระหว่างชุมชน A ซึ่งเป็นพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่น รายล้อมด้วยอาคารสูง และชุมชน B มีพื้นที่อยู่อาศัยเบาบางกว่า และทำการเกษตรร่วม โดยมีการติดตามแบคทีเรียก่อโรกระบบทางเดินอาหาร *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. และทดสอบการดื้อยาปฏิชีวนะชนิด Tetracycline (TC), Ciprofloxacin (CIP) และ Trimethoprim/sulfamethoxazole (SXT) ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ก่อให้เกิดการดื้อยาปฏิชีวนะ (MIC)

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

¹ Faculty of Science and Technology, Suan Dusit University

² คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

² Faculty of Nursing, Suan Dusit University

³ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

³ Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Corresponding Author: doungnert_thu@dusit.ac.th



ผลการวิจัย พบ *Staphylococcus* sp. (3.1×10^4 - 5.3×10^4 CFU/g wet weight) และ *Enterococcus* sp. (3.4×10^4 - 1.7×10^5 CFU/g wet weight) สะสมในตะกอนดินริมคลองปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับ *E. coli* (1.0×10^3 - 4.9×10^3 CFU/g wet weight) ในขณะที่ตัวอย่างน้ำชุมชน A พบปริมาณแบคทีเรียทั้ง 3 กลุ่ม สูงกว่าชุมชน B มีค่า 4.9×10^1 - 8.2×10^2 CFU/mL และ 1.7×10^1 - 1.1×10^2 CFU/mL ตามลำดับ อีกทั้งพบแบคทีเรียคือตัวยาปฏิชีวนะทั้ง 3 ชนิดในปริมาณที่สูงกว่าเช่นกัน *E. coli* ตัวอย่างน้ำชุมชน A ที่เหลือรอดคือตัวยา TC, CIP และ SXT เฉลี่ยร้อยละ 28.2-49.1 และ *Staphylococcus* sp. จากตัวอย่างน้ำทั้ง 2 ชุมชน คือตัวยา SXT เฉลี่ย 35.0-65.5 แสดงให้เห็นว่าการดำเนินกิจกรรมของพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นส่งผลกระทบต่อการแพร่กระจายของแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะ ส่วนความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำตามการรับรู้ของคนในชุมชน เลือกกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ จำนวน 80 คน ร้อยละ 65 เป็นผู้สูงอายุ ดำรงในชุมชน A โดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่าความเสี่ยงต่อสุขภาพที่มีความรุนแรงระดับน้อย ได้แก่ การก่อให้เกิดพาหะนำโรค การเกิดกลิ่นเหม็นรบกวน และฝุ่นคั้นร้อยละ 3.75, 3.75 และ 1.25 ตามลำดับ ความเสี่ยงต่อสุขภาพที่มีความรุนแรงระดับน้อยมาก ได้แก่ การก่อให้เกิดพาหะนำโรค การเกิดกลิ่นเหม็นรบกวน ฝุ่นคั้น และหายใจลำบาก ร้อยละ 81.25, 53.75, 41.25 และ 36.25 ตามลำดับ

สรุปและข้อเสนอแนะ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาระบบเฝ้าระวังและมาตรการจัดการแหล่งน้ำที่มีประสิทธิภาพ เพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของคนในชุมชน

คำสำคัญ: แบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะ, ชุมชนเมือง, ความเสี่ยงด้านสุขภาพ, แหล่งน้ำ, ตะกอนดิน

Extended Abstract

Background and Objectives This research aimed to study the spread of antibiotic-resistant bacteria in the environment and the health risks from environmental pollution in water sources as perceived by community members.

Methods This study involved analyzing environmental samples from canal water and soil sediment in urban community areas, where urban lifestyles are a significant source of antibiotic-resistant bacteria. The study compared community A, a densely populated residential area surrounded by high-rise buildings, with community B, which has a sparser residential area and practices agriculture. The study monitored the gastrointestinal pathogens *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., and *Enterococcus* sp. and tested for resistance to the antibiotics Tetracycline (TC), Ciprofloxacin



(CIP), and Trimethoprim/sulfamethoxazole (SXT) at the minimum inhibitory concentration (MIC) that creates antibiotic-resistant bacteria.

Results The research results showed the presence of *Staphylococcus* sp. (3.1×10^4 - 5.3×10^4 CFU/g wet weight) and *Enterococcus* sp. (3.4×10^4 - 1.7×10^5 CFU/g wet weight) accumulated in high amounts in the canal bank sediment compared to *E. coli* (1.0×10^3 - 4.9×10^3 CFU/g wet weight), while community water sample A had higher levels of all 3 bacterial groups compared to community B, with values of 4.9×10^1 - 8.2×10^2 CFU/mL and 1.7×10^1 - 1.1×10^2 CFU/mL, respectively. Additionally, three antibiotic-resistant bacteria were found at higher levels too. *E. coli* in community water sample A that survived were resistant to TC, CIP, and SXT at an average of 28.2-49.1%, and *Staphylococcus* sp. from the water samples from both communities had an average resistance to SXT of 35.0-65.5, indicating that activities in densely populated residential areas negatively impact the spread of antibiotic-resistant bacteria. Regarding health risks from environmental pollution in water sources as perceived by community members, an accidental sample of 80 people was selected, with 65% being elderly. The survey was conducted in community A using a quality-checked questionnaire. The research findings showed that health risks with low severity included disease contagions, unpleasant odors, and skin rashes, with percentages of 3.75%, 3.75%, and 1.25%, respectively. Health risks with very low severity included disease contagions, unpleasant odors, skin rashes, and difficulty breathing, with percentages of 81.25%, 53.75%, 41.25%, and 36.25%, respectively.

Conclusion and Recommendations It is essential to develop effective water source monitoring and management measures to reduce health risks to community members.

Keywords: Antibiotic-resistant bacteria, Urban communities, Health risks, Water sources, Soil sediment

บทนำ

แบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะ เป็นภัยคุกคามทางด้านสาธารณสุขที่สำคัญระดับโลกเป็นปัญหาเร่งด่วน เนื่องจากการทำให้การรักษาโรคติดเชื้อมีระดับความยากเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของแบคทีเรีย (Threedeach et al., 2023) ทำให้ไม่สามารถถูกกำจัดได้ด้วยยาปฏิชีวนะชนิดเดิมส่งผลให้ใช้ระยะเวลาการรักษาผู้ป่วยนานขึ้นและมีค่ารักษาพยาบาลสูงขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันการ



แพร่กระจายของแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะยังพบแพร่หลายในสิ่งแวดล้อม ซึ่งวิถีชีวิตประจำวันของผู้คน โดยเฉพาะในชุมชนเมืองมีความเชื่อมโยงกับการแพร่กระจายในหลายมิติ ตั้งแต่การใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่เหมาะสมในระดับครัวเรือนทั้งการซื้อรับประทานเองโดยไม่มีใบสั่งแพทย์ การไม่รับประทานยาตามกำหนด หรือการนำยาปฏิชีวนะที่เหลือจากการรักษาครั้งก่อนมาใช้ซ้ำ (Netthong et al., 2024) พฤติกรรมเหล่านี้ก่อให้เกิดการตกค้างของยาปฏิชีวนะทั้งในร่างกายและในสิ่งแวดล้อมเมื่อผ่านการขับถ่าย และสารคัดหลั่ง นอกจากนี้ การจัดการสุขาภิบาลในครัวเรือน เช่น การทิ้งเศษอาหาร การกำจัดขยะประเภทต่าง ๆ การจัดการน้ำเสียจากการซักล้าง และการประกอบอาหาร ตลอดจน น้ำเสียจากเทศบาล น้ำเสียจากโรงพยาบาล แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน ประกอบกับการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์ และในการเกษตร ได้ส่งผลให้ยาปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการแพร่กระจายเชื้อแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะ และยีนคือยาปฏิชีวนะ และได้กลายเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจระดับโลกในปัจจุบัน (Wang et. al. 2024) ประกอบกับสถานการณ์การระบาดของเชื้อ COVID-19 เป็นการเร่งวิกฤตการคือยาปฏิชีวนะผ่านการใช้ยาปฏิชีวนะเพิ่มสำหรับผู้ป่วยโควิด ซึ่งในประเทศไทยได้ให้ความสำคัญผ่านการยกระดับการต่อต้านจุลินทรีย์คือยาปฏิชีวนะในระดับโลก โดยดำเนินโครงการร่วมกับ 25 ประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ซึ่งมีการลงนามร่วมกันในการประชุม World Health Assembly ที่เจนีวา เมื่อกันยายน 2567 โดยมีเป้าหมายเพื่อเร่งการดำเนินการต่อต้านจุลินทรีย์คือยาปฏิชีวนะรวมถึงการสร้างตระหนักรู้และปรับปรุงการเฝ้าระวังการใช้ยาปฏิชีวนะ สำหรับในบริบทประเทศไทยพบรายงานการใช้ยาปฏิชีวนะมากขึ้นในภาคการเกษตร การรายงานเกี่ยวกับการเพิ่มขึ้นของการติดเชื้อคือยาปฏิชีวนะในโรงพยาบาล อีกทั้งเริ่มมีโครงการส่งเสริมการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างรับผิดชอบผ่านการให้ความรู้ในโรงเรียนและชุมชน (World Health Organization [WHO], 2023)

ในปี 2567 ประเทศไทยมีสัดส่วนประชากรกลุ่มผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไป 13 ล้านคน หรือร้อยละ 20 ของประชากรเข้าสู่สังคมสูงอายุแบบสมบูรณ์ (Complete Aged Society) ในขณะที่อัตราการเกิดและประชากรวัยทำงานกลับลดลง (National Health Commission Office, 2024) สถานการณ์นี้ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาประเทศทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยประเด็นสำคัญคือสุขภาพ การปรับตัวทางสังคม และสุขภาพจิตของผู้สูงอายุ เชื่อมโยงกับการเตรียมความพร้อมสู่สังคมผู้สูงวัยที่มีคุณภาพ ซึ่งผู้สูงอายุนั้น เป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะ มีความรุนแรงมากกว่า และมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่า มีรายงานวิจัยที่รวบรวมข้อมูลจากโรงพยาบาลรัฐจำนวน 111 แห่ง ในประเทศไทยพบว่า สาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของการติดเชื้อในกระแสเลือดที่คือยาปฏิชีวนะที่มีแหล่งกำเนิดจากชุมชนคือ *Escherichia coli* ที่คือต่อยา Cephalosporins รุ่นที่ 3 (ร้อยละ 65.6, 5,101 ราย จากผู้ป่วยทั้งหมด 7,773 ราย) (Tuamsuwan et al., 2024) ทั้งนี้กลุ่มอื่นนอกจากกลุ่มผู้สูงอายุในชุมชนสามารถเกิดความ



เสี่ยงด้านสุขภาพจากแหล่งน้ำได้เช่นกัน ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากแหล่งน้ำ ได้แก่ โรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร โรคติดเชื้อบริเวณผิวหนัง และโรคติดเชื้ออื่น ๆ (Lin et al., 2022) อีกทั้งมีรายงานวิจัยพบความชุกของยีนดื้อยาปฏิชีวนะ (Antibiotic resistant genes: ARGs) ของแหล่งน้ำในคลองมากกว่าแหล่งน้ำจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยความชุกสัมพัทธ์สูงสุดของยีนดื้อยาปฏิชีวนะมีความสัมพันธ์กับความชุกสัมพัทธ์สูงของแบคทีเรียตัวบ่งชี้อุจจาระทั่วไป (Common Fecal Indicator Bacteria) ในแหล่งน้ำคลอง และยาปฏิชีวนะไม่ใช่ปัจจัยหลักในการเหนี่ยวนำยีนดื้อยาปฏิชีวนะในพื้นที่เนื่องจากพบในระดับความเข้มข้นต่ำมาก (น้อยกว่า 250 นาโนกรัมต่อลิตร) (Thongsamer et al., 2021) นอกจากนี้ มีการวิจัยที่ได้จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะผ่านการสนทนาในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากชุมชนและผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานภาครัฐจำนวน 179 ตัวอย่าง พบประเด็นความเข้าใจผิดเกี่ยวกับยาปฏิชีวนะค่อนข้างมาก การสื่อสารและการมีส่วนร่วมเกี่ยวกับการดื้อยาปฏิชีวนะมีจำกัด การใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อรักษาอาการเจ็บป่วยด้วยตนเองเป็นเรื่องปกติทั่วไป และสามารถเข้าถึงการใช้ยาปฏิชีวนะราคาถูกได้อย่างแพร่หลาย (Poomchaichote et al., 2024) โดย *E. coli* นั้น จัดแบคทีเรียชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมที่มีการศึกษาวิจัยด้านการดื้อยาปฏิชีวนะกันอย่างแพร่เป็นเวลานาน เมื่อเปรียบเทียบกับแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ (Wang et. al. 2024) ในขณะที่เชื้อ *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. ได้รับความสนใจเพิ่ม เนื่องจาก *S. aureus* เป็นเชื้อก่อโรคสำคัญของมนุษย์ ส่งผลต่อการติดเชื้อผิวหนัง และเนื้อเยื่ออ่อนตั้งแต่ระดับเล็กน้อยจนถึงรุนแรง เช่นการติดเชื้อในกระแสเลือด และปอดบวม โดยปัจจุบันเชื้อได้พัฒนาความต้านทานต่อยาปฏิชีวนะหลายชนิด (Hamwi and Salem-Sokhn, 2025) ส่วน *Enterococcus* sp. พบตามธรรมชาติในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และเป็นจุลินทรีย์ในลำไส้มนุษย์และสัตว์ ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้ทั้งในชุมชนและโรงพยาบาล ที่พบบ่อย ได้แก่ เชื้อหูมั่วหัวใจอักเสบ การติดเชื้อทางเดินปัสสาวะ การติดเชื้อในช่องท้อง และการติดเชื้อในกระแสเลือด อีกทั้งยังเป็นสาเหตุหลักของการติดเชื้อในโรงพยาบาลที่มีความดื้อยาปฏิชีวนะหลายชนิด (Iqbal et al., 2024)

จากข้อมูลข้างต้น คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาเชิงเปรียบเทียบเพื่อติดตามการแพร่กระจายของแบคทีเรียที่เป็นตัวบ่งชี้การเกิดโรกระบบทางเดินอาหารและลักษณะการดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม โดยเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำและตะกอนดินในพื้นที่ชุมชนเมือง 2 แห่ง ได้แก่ ชุมชนที่มีความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยสูง และชุมชนกึ่งเกษตรกรรมที่ยังคงมีลักษณะความเป็นเมืองแต่มีความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยน้อยกว่า การศึกษานี้มุ่งเน้นวิเคราะห์ความแตกต่างของการปนเปื้อนแบคทีเรียชี้วัด และรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะระหว่างพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน เพื่อเข้าใจถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อมเมือง อีกทั้งให้ความสำคัญกับคนในชุมชน รวมทั้งผู้สูงอายุซึ่งปัจจุบันมีสัดส่วนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



ในชุมชนเมือง และเป็นกลุ่มเปราะบางที่มีความเสี่ยงสูงต่อการติดเชื้อฮิวมนะ ในการเกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำตามการรับรู้ของคนในชุมชน ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จะนำไปสู่การพัฒนามาตรการเฝ้าระวัง และการจัดการมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำที่มีประสิทธิภาพในระดับชุมชนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการกระจายตัวของแบคทีเรียฮิวมนะในสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง
2. เพื่อศึกษาความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำตามการรับรู้ของคนในชุมชน

กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดของการศึกษานี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเชิงพื้นที่ และสิ่งแวดล้อม เพื่อประเมินผลควบคู่กับการศึกษาการแพร่กระจายของแบคทีเรียฮิวมนะในแหล่งน้ำ และผลกระทบต่อสุขภาพของคน โดยมุ่งเน้นการเปรียบเทียบระหว่างชุมชนเมืองที่เป็นที่อยู่อาศัยที่มีความหนาแน่นสูงกับชุมชนกึ่งเกษตรกรรมที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การพัฒนามาตรการและแนวทางการจัดการมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำที่เหมาะสมในระดับชุมชนต่อไป

วิธีการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษาและการเก็บตัวอย่าง พื้นที่ที่ทำการศึกษา ประกอบด้วยชุมชนเมือง 2 แห่งในเขตกรุงเทพมหานคร คือ ชุมชน A และชุมชน B โดยชุมชน A เป็นชุมชนที่มีพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่น มีคลองขนาดเล็กผ่านชุมชน โดยลักษณะปรากฏเป็นลำคลองที่ค่อนข้างตื้นเขินมีตะกอนสะสมตัวมาก บางสายของคลองถูกปิดกั้นด้วยสิ่งปลูกสร้างในชุมชน ทำให้น้ำไม่ไหลเวียน อีกทั้งมีบ้านเรือนบางส่วนตั้งอยู่ติดคลอง หรือใช้พื้นที่คลองบางส่วน โดยบ้านเรือนส่วนใหญ่สร้างติดกันอย่างแออัดและยกพื้นสูง พบการทิ้งขยะในคลองและพื้นที่โล่งใกล้คลองตลอดเส้นทางเดินชุมชน อีกทั้งด้านข้างชุมชนมีอาคารชุดขนาดใหญ่ตั้งอยู่ ส่วนชุมชน B เป็นชุมชนพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นแต่ระดับความหนาแน่นจะน้อยกว่าชุมชน A บริบทพื้นที่ที่มีคลองขนาดใหญ่ไหลผ่าน โดยใช้ประโยชน์เพื่อการสัญจรทางน้ำและการเพาะปลูก

2. การสำรวจข้อมูลความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ การสำรวจข้อมูลความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำของผู้อยู่อาศัยในชุมชน A โดยเป็นการ



ดำเนินงานเพิ่มเติมภายหลังการวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากรในการดำเนินงาน ทำให้ต้องอาศัยการส่งแบบสอบถามให้ผู้ที่ยินดีตอบกลับมา จึงเป็นการจัดเก็บข้อมูลผ่านแบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบบังเอิญ จำนวน 80 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มผู้สูบบุหรี่ (ร้อยละ 65)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามความเครียดด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำตามการรับรู้ของบุคคล ประกอบด้วยข้อคำถามประเด็นด้านความเครียดด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำเป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับน้อยมาก (1) ถึงมากที่สุด (5) จำนวน 19 ข้อ และด้านการจัดการของเสียจำนวน 5 ข้อ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบสอบถามผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ระหว่าง 0.66-1 และมีข้อเสนอแนะในบางรายการได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้มีการพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างโดยได้รับการอนุมัติจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ของคณะกรรมการจริยธรรมในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต เอกสารรับรองเลขที่ SDU-RDI-HS 2024-021 ลงวันที่ 25 เมษายน 2567 และพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างโดยชี้แจงรายละเอียดการวิจัยวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการเก็บข้อมูล การรักษาความลับและทำลายข้อมูล และให้กลุ่มตัวอย่างตัดสินใจพร้อมลงนามยินยอมในแบบฟอร์มการยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form) การรายงานผลการวิจัยในภาพรวม

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาในที่นี้มีการจัดเก็บตัวอย่างน้ำ และตัวอย่างตะกอนจากคลองในชุมชน A จำนวน 4 จุด ประกอบด้วย บริเวณต้นน้ำก่อนเข้าสู่ชุมชน (A1) บริเวณภายในชุมชน (A2) บริเวณภายในชุมชน และใกล้กับอาคารชุดขนาดใหญ่ (A3) และบริเวณท้ายชุมชนที่มีบ้านเรือนหนาแน่น (A4) และตัวอย่างน้ำจากคลองในชุมชน B จำนวน 3 จุด ประกอบด้วย บริเวณที่อยู่อาศัย (B1) บริเวณกลางชุมชนเป็นพื้นที่รวมกลุ่มทำกิจกรรม (B2) และบริเวณที่มีทั้งที่อยู่อาศัยและพื้นที่เพาะปลูก (B3) และแจกแบบสอบถามความเครียดด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำกับคนในชุมชน A โดยประชากรตอบแบบสอบถามของตนเองตามการรับรู้ จำนวน 80 คน



การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิธีการวิเคราะห์แบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ

การติดตามปริมาณแบคทีเรียก่อโรกระบบทางเดินอาหารและแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม ทำการวิเคราะห์ด้วยแบคทีเรียชี้วัดในสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียก่อโรกระบบทางเดินอาหารทั้งหมด *E. coli*, *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. และวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ โดยใช้ *E. coli*, *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. ทดสอบด้วยยาปฏิชีวนะชนิด Tetracycline (TC), Ciprofloxacin (CIP) และ Trimethoprim/ sulfamethoxazole (SXT) โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ประกอบด้วย การเพาะเลี้ยงแบคทีเรียก่อโรกระบบทางเดินอาหารเพื่อติดตามปริมาณที่พบทั้งหมดในตัวอย่างน้ำคลองและตะกอนดิน โดยในตัวอย่างน้ำทำการบ่มเชื้อโดยตรงด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ CHROMagar™ Orientation ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรณีตัวอย่างดินทำการสกัดตัวอย่างด้วยน้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 0.85 และทำการเจือจางตัวอย่างก่อนการเพาะเลี้ยง สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli* ในตัวอย่างดิน และน้ำจะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ CHROMagar™ *E. coli* และใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ CHROMagar™ *Staphylococcus* และ CHROMagar™ VRE สำหรับวิเคราะห์ *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ CHROMagar™ Orientation วิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ (Urinary Tract Infection, UTI) ซึ่งหมายรวมถึงแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดในการศึกษานี้ โดยทั้งหมดทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำการนับโคโลนีที่ปรากฏขึ้น (ในที่นี้ใช้วิธีการอ้างอิงตามคู่มือที่อาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดระบุไว้) ทำการรายงานผลในรูปของจำนวนโคโลนี (Colony Forming Unit, CFU) ที่พบต่อปริมาณน้ำตัวอย่างที่ใช้ทดสอบหรือต่อน้ำหนักเปียกของตะกอนดินที่ใช้

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณ *E. coli*, *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. ที่ดื้อยาปฏิชีวนะนั้น ได้ทำการบ่มเชื้อจากตัวอย่างน้ำและตะกอนดิน โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดเดียวกันกับการทดลองก่อนหน้า และมีการเติมยาปฏิชีวนะชนิด TC, CIP และ SXT ให้มีระดับความเข้มข้นอยู่ที่ค่า Minimum Inhibitory Concentration (MIC) breakpoint หรือค่าความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแปลผลความไวของเชื้อต่อยา เพื่อกำหนดว่าเชื้อดื้อยา (Resistant) หรือไม่ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเฝ้าระวังเชื้อดื้อยา โดยอ้างอิงวิธีการวิเคราะห์และความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะที่ใช้ตามวิธีการของ Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2021) ข้อมูลแสดงดังใน Table 1 เมื่อทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาครบ 24 ชั่วโมง จากนั้นนับโคโลนีที่ปรากฏ หรือเชื้อที่



เหลือรอด ซึ่งสื่อถึงปริมาณเชื้อที่ต่อต้านยาปฏิชีวนะชนิดนั้น ๆ โดยจะมีการนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบในรูปของค่าสัดส่วนกับเชื้อตัวแทนทั้งหมดที่พบในแต่ละจุดต่อไป

Table 1 MIC breakpoints of antibiotics used in antimicrobial resistance testing

Tested bacteria	MIC breakpoints of antibiotics used in antimicrobial resistance testing* (ug/mL)		
	Tetracycline (TC)	Ciprofloxacin (CIP)	Trimethoprim/sulfamethoxazole (SXT)
<i>Escherichia coli</i>	16	1	4/76
<i>Staphylococcus</i> sp.	16	4	4/76
<i>Enterococcus</i> sp.	16	4	NA

Note *CLSI (2021), NA The referenced standard does not specify surveillance for SXT resistance in *Enterococcus* sp.

2. วิเคราะห์ค่าร้อยละความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำตามการรับรู้ของบุคคล โดยใช้สถิติพรรณนา

ผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรกระบบทางเดินอาหารและแบคทีเรียก่อพยาธิในสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง 2 แห่ง คือ ชุมชน A และชุมชน B ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีทั้งลักษณะทางกายภาพของพื้นที่และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกัน โดยเฉพาะในชุมชน A ซึ่งมีความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยสูง และมีข้อจำกัดในระบบการจัดการของเสียบางส่วน of ชุมชน พบผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการศึกษาปริมาณแบคทีเรียชี้วัดในสิ่งแวดล้อม

จากการเก็บตัวอย่างน้ำคลอง 7 จุด และตะกอนจากคลอง 4 จุด พบผลการศึกษาแสดงดัง Table 2 ซึ่งในภาพรวม จะเห็นได้ว่าปริมาณแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ (UTIs bacteria) ตลอดจนปริมาณแบคทีเรียชี้วัดแต่ละชนิดในแหล่งน้ำชุมชน A มีค่ามากกว่าในชุมชน B อีกทั้งยังพบการสะสมตัวเป็นจำนวนมากในตะกอนดิน ซึ่งเมื่อพิจารณาข้อมูลของชุมชน A พบว่า บริเวณต้นน้ำ (AW1) จะมีจำนวนประชากรแบคทีเรียชี้วัดปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำต่ำ ($7.50 \times 10^1 - 5.90 \times 10^2$ CFU/mL) และจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเมื่อลำน้ำไหลผ่านบริเวณชุมชน (AW2-AW4) ($4.90 \times 10^1 - 2.84 \times 10^3$ CFU/mL) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณแบคทีเรียชี้วัดในตะกอนดินไม่ได้มีค่าแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับในตัวอย่างน้ำ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากหลายปัจจัยที่ซับซ้อน เช่น ลักษณะทางกายภาพของ



ตะกอน ความสามารถในการยึดเกาะพื้นผิวของแบคทีเรียแต่ละสายพันธุ์ รวมถึงอัตราการตกตะกอน และการฟุ้งกระจายที่แตกต่างกันในแต่ละจุด นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณ *Enterococcus* sp. ในตะกอน ดินทั้ง 4 จุดของชุมชน A มีค่าสูงที่สุด ($4.90 \times 10^4 - 1.90 \times 10^5$ CFU/g wet weight) เมื่อเทียบกับแบคทีเรียชนิดอื่น ตัวอย่างน้ำและตะกอนดินในชุมชน A พบการปนเปื้อนของ *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. ในปริมาณที่สูงกว่า *E. coli* ในขณะที่ตัวอย่างน้ำของชุมชน B พบแบคทีเรียชนิดทาง สิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ชนิดในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แม้น้ำคลองในชุมชน B จะมีการปนเปื้อนแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ มากกว่าชุมชน A แต่ยังคงตรวจพบทั้ง *E. coli* และ *Enterococcus* sp. โดยพบในช่วง $2.03 \times 10^1 - 7.90 \times 10^3$ CFU/mL และ $1.83 \times 10^1 - 8.88 \times 10^3$ CFU/mL ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Quantity of gastrointestinal pathogenic bacteria found in urban canal water and sediments

Samples	Quantity of gastrointestinal pathogenic bacteria found (mean values)			
	UTIs bacteria	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus</i> sp.	<i>Enterococcus</i> sp.
AW1 (CFU/mL)	5.90×10^2	7.50×10^1	1.03×10^2	2.31×10^2
AW2 (CFU/mL)	1.24×10^3	1.16×10^2	1.36×10^2	3.09×10^2
AW3 (CFU/mL)	1.11×10^3	4.90×10^1	2.70×10^2	4.41×10^2
AW4 (CFU/mL)	2.84×10^3	1.46×10^2	2.77×10^2	8.17×10^2
AS1 (CFU/g wet weight)	2.15×10^5	3.79×10^2	5.28×10^4	1.90×10^5
AS2 (CFU/g wet weight)	4.10×10^5	1.51×10^2	8.01×10^4	1.23×10^5
AS3 (CFU/g wet weight)	1.91×10^5	1.49×10^2	4.50×10^4	4.88×10^4
AS4 (CFU/g wet weight)	1.38×10^5	3.70×10^2	7.13×10^4	4.90×10^4
BW1 (CFU/mL)	1.70×10^3	7.90×10^1	4.33×10^1	8.88×10^1
BW2 (CFU/mL)	5.20×10^2	2.33×10^1	1.68×10^1	2.43×10^1
BW3 (CFU/mL)	1.77×10^3	2.03×10^1	2.93×10^1	1.83×10^1

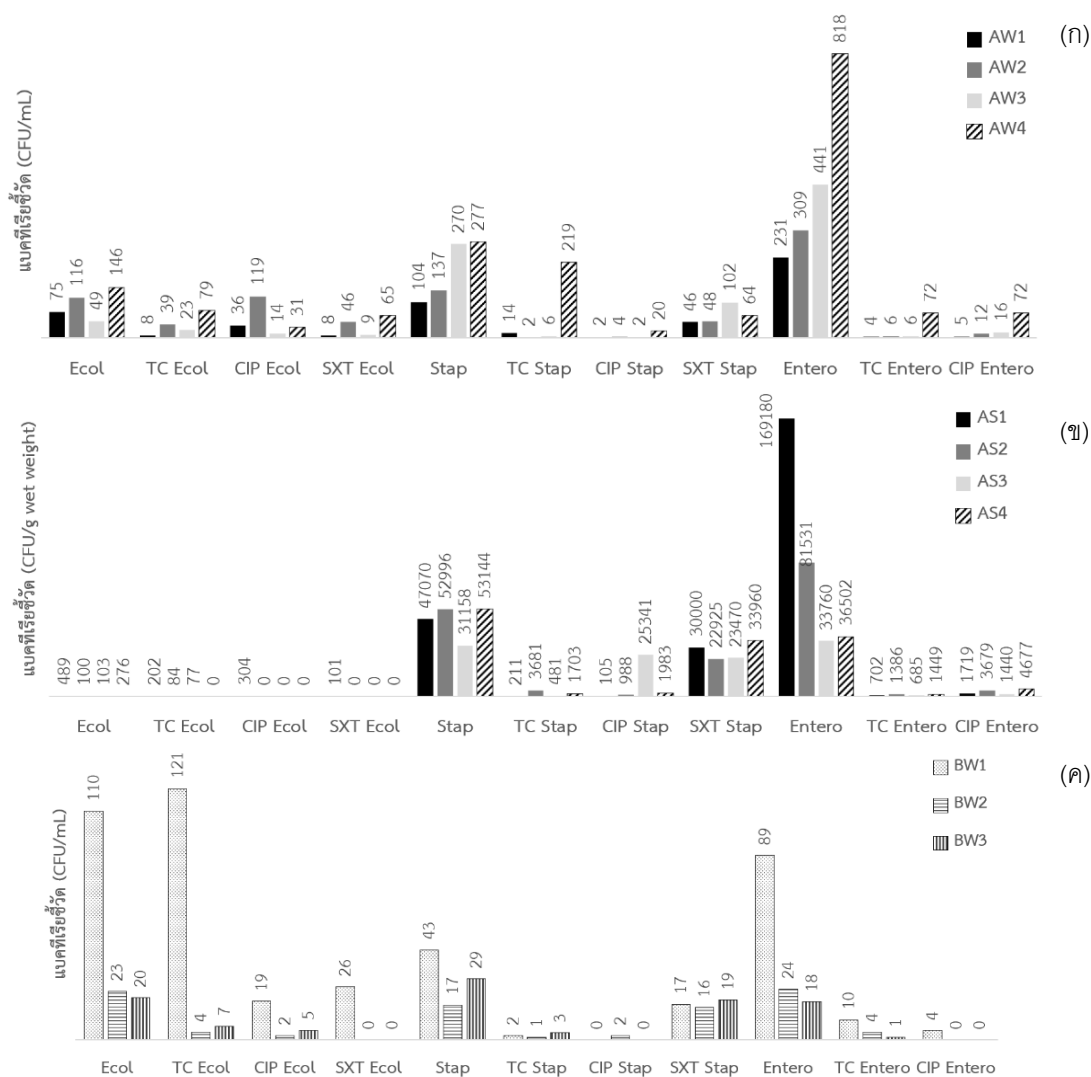
Note UTIs bacteria represents gastrointestinal pathogenic bacteria, A represents Community A, B represents Community B, W represents canal water samples, S represents sediment samples, 1-4 represents water and sediment sampling points in each community

2. ผลการศึกษาแบคทีเรียก่อโรคในสิ่งแวดล้อม

นอกจากการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรกระบบทางเดินอาหารในตัวอย่างน้ำและตะกอนดินในคลองของทั้งสองชุมชนแล้ว ยังได้ทำการทดสอบการอยู่รอดของแบคทีเรียชนิดทั้ง 3 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของยาปฏิชีวนะที่ระบุว่าเป็นแบคทีเรียก่อโรคต่อยาปฏิชีวนะ (MIC breakpoint)



เพื่อประเมินสถานการณ์การดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญด้านสาธารณสุขทั่วโลกที่กำลังได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ชุมชนเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง และมีการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างแพร่หลาย การเฝ้าระวังเชื้อดื้อยาในสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากแหล่งน้ำธรรมชาติอาจเป็นตัวกลางสำคัญในการแพร่กระจายดังกล่าว ซึ่งผลการศึกษาแสดงดังภาพที่ 1 และ Table 3 โดยพบการกระจายตัวในตัวอย่างน้ำ และตะกอนดินในจุดต่าง ๆ ในระดับที่แตกต่างกันออกไป ตัวอย่างน้ำคลองตามจุดต่าง ๆ ในชุมชน A ส่วนใหญ่พบปริมาณ *E. coli* ดื้อยาปฏิชีวนะสูงกว่าแบคทีเรียชนิดอื่น ๆ (8.00×10^0 - 1.19×10^2 CFU/mL) ยกเว้นจุดที่จัดเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นในชุมชน (AW4) ที่พบ *Staphylococcus* sp. ดื้อต่อยา TC ในปริมาณสูงกว่า (2.19×10^2 CFU/mL) อีกทั้งยังพบว่าในจุดดังกล่าว ยังเป็นจุดที่พบปริมาณเชื้อดื้อยาชนิดต่างๆ สูงสุด โดยเฉพาะการดื้อยา TC และ CIP ซึ่งพบอยู่ในช่วงร้อยละ 10.7-54.1 และ 20.9-100.0 ตามลำดับ ส่วนกรณี *Staphylococcus* sp. ในน้ำคลองชุมชน A พบสัดส่วนการดื้อต่อยา SXT สูงในช่วงร้อยละ 23.2-44.0 เมื่อพิจารณาตัวอย่างตะกอนดินในจุดเก็บต่างๆ พบปริมาณ *Staphylococcus* sp. (1.05×10^2 - 3.40×10^4 CFU/g dry weight) และ *Enterococcus* sp. (7.02×10^2 - 3.68×10^3 CFU/g dry weight) ดื้อยาปฏิชีวนะสูงกว่าใน *E. coli* (7.70×10^1 - 3.04×10^2 CFU/g dry weight) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบในรูปแบบสัดส่วนเชื้อดื้อยา ในภาพรวมตัวอย่างตะกอนดินส่วนใหญ่พบในสัดส่วนที่ต่ำมาก (น้อยกว่าร้อยละ 10.00) ยกเว้นการดื้อยาของ *E. coli* และ *Staphylococcus* sp. ในบางจุด เช่น *E. coli* จุดต้นน้ำก่อนไหลผ่านชุมชน (AS1) ดื้อต่อยา TC, CIP และ SXT ร้อยละ 41.4, 62.1 และ 20.7 ตามลำดับ *Staphylococcus* sp. ดื้อต่อยา SXT สูงทุกจุด (AS1-AS4) โดยพบร้อยละ 43.3-75.3 อีกทั้งยังพบดื้อต่อยา CIP ในจุดกลางชุมชน (AS3) ถึงร้อยละ 81.3



ภาพที่ 1 ปริมาณแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะที่พบในน้ำคลองและตะกอนดินในชุมชนเมือง (ก) ตัวอย่างน้ำคลองในชุมชน A (ข) ตัวอย่างตะกอนดินในชุมชน A และ (ค) ตัวอย่างน้ำคลองในชุมชน B โดยที่ Ecol แทน *E. coli*, Stap แทน *Staphylococcus* sp., Entero แทน *Enterococcus* sp., TC แทน เชื้อชนิดนั้นๆ ที่คือยา Tetracycline ที่ทดสอบ, CIP แทน เชื้อชนิดนั้นๆ ที่คือยา Ciprofloxacin ที่ทดสอบ และ SXT แทน เชื้อชนิดนั้นๆ ที่คือยา Trimethoprim/sulfamethoxazole ที่ทดสอบ



ภาพรวมการดื้อยาปฏิชีวนะจากตัวอย่างน้ำคลองในชุมชน B ดังแสดงในภาพที่ 1 พบปริมาณต่ำกว่าในชุมชน A โดย *E. coli* มีคุณสมบัติคือดื้อยาที่ทดสอบมากกว่าแบคทีเรียชนิดอื่นเช่นเดียวกัน ($2.00 \times 10^0 - 1.21 \times 10^2$ CFU/mL) อีกทั้ง *Enterococcus* sp. ในตัวอย่างน้ำคลอง พบการดื้อยาต่ำมาก ($1.00 \times 10^0 - 1.00 \times 10^1$ CFU/mL) หรือบางจุดตรวจวัดไม่พบ อีกประเด็นที่น่าสนใจคือการที่พบ *Staphylococcus* sp. คือดื้อยา SXT ในทุกจุดตรวจวัดทั้งน้ำคลอง และตะกอนดิน ซึ่งพบสูงถึงร้อยละ 23.2-92.3 (Table 3)

Table 3 The proportion of antibiotic-resistant bacteria found in canal water and sediment in urban communities

Samples	The proportion of antibiotic-resistant bacteria to total bacteria (percentage)							
	<i>Escherichia coli</i>			<i>Staphylococcus</i> sp.			<i>Enterococcus</i> sp.	
	TC	CIP	SXT	TC	CIP	SXT	TC	CIP
AW1	10.7	48.0	10.7	13.5	1.9	44.0	1.9	1.9
AW2	33.6	100.0	39.7	1.1	2.9	34.9	1.9	3.9
AW3	45.9	27.6	18.4	2.0	0.7	37.9	1.4	3.6
AW4	54.1	20.9	44.2	78.9	7.3	23.2	8.8	8.8
AS1	41.4	62.1	20.7	0.4	0.2	63.7	0.4	1.0
AS2	83.7	0.0	0.0	6.9	1.9	43.3	1.7	4.5
AS3	74.9	0.0	0.0	1.5	81.3	75.3	2.0	4.3
AS4	0.0	0.0	0.0	3.2	3.7	63.9	4.0	12.8
BW1	100.0	16.8	23.2	4.6	0.0	39.3	10.7	4.9
BW2	15.0	8.6	0.0	6.0	11.9	92.3	14.4	0.0
BW3	32.0	22.2	0.0	11.4	0.0	64.8	5.5	0.0

3. ผลการศึกษาข้อมูลการรับรู้ความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ

จากข้อมูลการแพร่กระจายของแบคทีเรียชนิดทางสิ่งแวดล้อมที่มีคุณสมบัติคือดื้อยาปฏิชีวนะตามที่นำเสนอมาข้างต้น จึงเป็นที่มาของการสำรวจข้อมูลความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำในกลุ่มตัวอย่างชุมชน A เพิ่มเติม โดยผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 65 เป็นกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งข้อมูลที่ได้แสดงดัง Table 4



Table 4 Health risk data from environmental pollution in water sources in community A sample group (n = 80, multiple responses allowed)

Health risks from environmental pollution in water sources			Level of severity					
			Medium		Low		Very low	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Offensive odor	49	76.56	-	-	3	3.75	43	53.75
Disease vector	68	85.00	-	-	3	3.75	65	81.25
Skin rash	35	43.75	1	1.25	1	1.25	33	37.50
Difficulty breathing	29	36.25	-	-	-	-	29	36.25

จากผลการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ พบว่า ทำให้เกิดพาหะนำโรค จำนวนมากที่สุด 68 คน (ร้อยละ 85.00) ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นรบกวน จำนวน 49 คน (ร้อยละ 76.56) เกิดผื่นคัน 35 คน (ร้อยละ 43.75) และทำให้หายใจลำบาก จำนวน 29 คน (ร้อยละ 36.25) โดยให้ความรุนแรงความเสี่ยงด้านสุขภาพ 3 ระดับ ซึ่งความรุนแรงระดับปานกลาง และน้อย เป็นความเสี่ยงของการเกิดผื่นคันที่ผิวหนัง อย่างละ 1 คน (ร้อยละ 1.25) ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพความรุนแรงระดับน้อย ในด้านการเกิดพาหะนำโรค และเกิดกลิ่นเหม็นรบกวน จำนวนเท่ากัน คือ 3 คน (ร้อยละ 3.75) ทั้งนี้ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพความรุนแรงระดับน้อยมาก ได้แก่ การเกิดพาหะนำโรค จำนวน 65 คน (ร้อยละ 81.25) กลิ่นเหม็นรบกวน ผื่นคัน และหายใจลำบาก จำนวน 43, 33 และ 29 คน (ร้อยละ 53.75, 37.50 และ 36.25 ตามลำดับ)

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่าตะกอนดินอาจทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมและเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียก่อโรค แม้ว่าน้ำคลองในชุมชน B มีการปนเปื้อนแบคทีเรียชนิดต่ำกว่าชุมชน A แต่ยังคงตรวจพบทั้ง *E. coli* และ *Enterococcus* sp. ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระที่อาจมาจากระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพหรือการรั่วไหลของน้ำเสียเข้าสู่แหล่งน้ำสาธารณะ (Motlagh & Yang, 2019) การพบ *Staphylococcus* sp. สามารถบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนจากผิวหนัง เชื้อเมือก และสารคัดหลั่งของมนุษย์โดยตรง ไม่ใช่แค่จากอุจจาระเท่านั้น นอกจากนี้อาจพบจากการปล่อยน้ำเสียจากกิจกรรมในครัวเรือน เช่น การอาบน้ำ ซักล้าง ล้างจาน ที่มีการปนเปื้อนจากผิวหนังและเชื้อเมือกสูง (Motlagh & Yang, 2019) ประกอบกับกิจกรรมที่หลากหลายในชุมชน A ทั้งที่อยู่อาศัย การผลิตสินค้าระดับครัวเรือน การค้าขาย อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนจากหลายแหล่ง ตลอดจนการใช้พื้นที่สาธารณะริมน้ำในกิจกรรม



ต่าง ๆ ที่มีการสัมผัสกับแหล่งน้ำโดยตรง และข้อจำกัดเชิงโครงสร้างของชุมชนในการจัดการขยะมูลฝอยและน้ำทิ้ง อาจเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลให้มีการปนเปื้อนจากแหล่งต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ (Cui et al., 2019) อีกทั้ง *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมสูงกว่า *E. coli* โดยเฉพาะในตะกอนดิน ซึ่ง *Staphylococcus* sp. นั้น สามารถสร้างชั้นฟิล์มชีวภาพ (Biofilm) ได้ดีทำให้ยึดเกาะกับตะกอน และอยู่รอดได้นาน (Peng et al., 2022; Zaheer et al., 2020)

การที่ชุมชน B พบสัดส่วนของแบคทีเรียชื้อดชนิดต่างๆ ในระดับที่ใกล้เคียงกันสะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าวที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างมีระบบระเบียบและมีขอบเขตที่ชัดเจน ทำให้การไหลของวัฏจักรชีวภาพและสารอินทรีย์มีความสมดุลมากกว่า นอกจากนี้ ลักษณะกิจกรรมรีมน้ำที่มีปริมาณและความหลากหลายน้อยกว่า ส่งผลให้มีรูปแบบที่คาดการณ์ได้ นำไปสู่การปนเปื้อนจากแหล่งที่มีความแน่นอนและมีลักษณะที่คงที่สม่ำเสมอ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิถีชีวิตชุมชนกับคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการพัฒนาแนวทางส่งเสริมสุขภาวะบุคคล ชุมชน และจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับบริบทพื้นที่ต่อไป

ผลการศึกษาแบคทีเรียคือต่อยาปฏิชีวนะ แสดงให้เห็นว่า สารมลพิษ ตลอดจนสารต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากวิถีชีวิตประจำวัน มีส่วนเหนี่ยวนำให้เกิดคุณสมบัติการคือต่อยาปฏิชีวนะ เมื่อเปรียบเทียบในรูปอัตราส่วนกับปริมาณแบคทีเรียชื้อดแต่ละชนิด แม้ว่าพบ *E. coli* ในแหล่งน้ำต่ำกว่าแบคทีเรียอื่น ๆ แต่กลับพบสัดส่วน *E. coli* ที่คือต่อยาปฏิชีวนะที่มากกว่าการพบ *E. coli* คือต่อยาปฏิชีวนะในปริมาณสูงกว่าแบคทีเรียชื้อดชนิดอื่นๆ ในทั้ง 2 ชุมชน สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่าการคือต่อยาปฏิชีวนะในพื้นที่ชายฝั่งภาคกลางของประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนจากอุจจาระ ทั้งนี้ *E. coli* เป็นแบคทีเรียในลำไส้ที่มีโอกาสสัมผัสกับยาปฏิชีวนะจากการใช้ในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงสูง ส่งผลให้เกิดการคัดเลือกเชื้อคือต่อยาได้ง่าย (Thongsamer et al., 2021) อีกทั้งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความเสี่ยงสูงในการพัฒนาการคือต่อยาโดยเฉพาะ CIP ซึ่งเป็นยาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการรักษาโรคติดเชื้อระบบทางเดินอาหาร (Hanna et al., 2023)

จากการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจากตัวอย่างน้ำ ของชุมชน A (AW4) ซึ่งจัดเป็นบริเวณที่อยู่อาศัยหนาแน่น พบปริมาณแบคทีเรียคือต่อยาปฏิชีวนะสูง อาจเนื่องมาจากประชากรที่หนาแน่นมีแนวโน้มการใช้ยาปฏิชีวนะสูงกว่า ทั้งจากการรักษาด้วยตนเองและการได้รับยาจากสถานพยาบาล ซึ่งการขับถ่ายยาจากผู้ป่วยเป็นแหล่งสำคัญของการปนเปื้อนยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม โดยร้อยละ 30-90 ของยาที่รับประทานถูกขับออกมาในรูปที่ไม่เปลี่ยนแปลงหรือรูป Conjugated form (Zhou et al., 2021) เมื่อสิ่งแวดล้อมมีการปนเปื้อนด้วยยาปฏิชีวนะระดับต่ำเป็นเวลานานจะกระตุ้นให้เกิดการถ่ายทอดยีนคือต่อยาระหว่างแบคทีเรีย (Larsson & Flach, 2022) อีกทั้งระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการใช้งานอยู่ทั่วไปไม่ได้ถูก



ออกแบบมาเพื่อกำจัดยาปฏิชีวนะ โดยเฉพาะทำให้ยาปฏิชีวนะดักค้างและแบคทีเรียสามารถเข้าสู่แหล่งน้ำได้ (Okoye et al., 2022) นอกจากนี้การพบ *Staphylococcus* sp. คือตัวยาส XT ในทุกจุดตรวจวัดทั้งน้ำคลองและตะกอนดินในสัดส่วนที่สูง อาจเนื่องมาจาก *Staphylococcus* sp. มีกลไกการคือยา XT หลายรูปแบบ ทั้งที่มาจากกลายพันธุ์และการถ่ายทอดยีนคือยา (Mlynarczyk-Bonikowska et al., 2022) และยังมีกลไกการอยู่รอดแบบ Small Colony Variants (SCVs) ซึ่งโคโลนีมีขนาดเล็กกว่าปกติ การเจริญเติบโตช้า ระบบเมตาบอลิซึมต่ำ ส่งผลต่อการอยู่รอดภายใต้สภาวะที่มียาปฏิชีวนะ (Sato et al., 2018) ทำให้เชื้อสามารถปรับตัวเพื่อการอยู่รอดได้ดี โดยตะกอนดินทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บทั้งยาปฏิชีวนะและแบคทีเรียคือยา ซึ่งยาปฏิชีวนะที่ถูกดูดซับในตะกอนดินสามารถคงอยู่ได้นานกว่าในน้ำ และสามารถสร้าง Selective pressure ได้ในระยะยาว (Straub, 2013)

การที่ชุมชน B มีปริมาณเชื้อคือยาปฏิชีวนะต่ำกว่าชุมชน A อาจสะท้อนถึงความแตกต่างของปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความหนาแน่นของประชากร รูปแบบการใช้ยาปฏิชีวนะ ระบบการจัดการน้ำเสีย และกิจกรรมทางเศรษฐกิจในพื้นที่ การศึกษาในภูมิภาคอื่นพบว่าพื้นที่ที่มีความหนาแน่นประชากรสูงและมีกิจกรรมทางการแพทย์มากมักพบการคือยาปฏิชีวนะสูงกว่า สอดคล้องกับการศึกษาในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่พบว่าน้ำเสียจากโรงพยาบาลและระบบบำบัดน้ำเสียเป็นจุดสำคัญ (Hotspots) ในการพัฒนาการคือยาปฏิชีวนะ (Hanna et al., 2023) นอกจากนี้ปัญหาสำคัญในการจัดการน้ำเสียที่ไม่เหมาะสมจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการคือยาปฏิชีวนะสูงในแหล่งน้ำของชุมชน การที่ประชากรส่วนใหญ่ระบายน้ำเสียลงพื้นที่ว่างในชุมชนโดยไม่ผ่านการบำบัด อาจทำให้ยาปฏิชีวนะที่ใช้ถูกขับถ่ายจากร่างกายมนุษย์สู่สิ่งแวดล้อมโดยตรง ซึ่งมีงานวิจัยที่พบว่าการคือยาปฏิชีวนะในพื้นที่ชายฝั่งภาคกลางของประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนจากอุจจาระและมลพิษจากพื้นที่เมืองเป็นปัจจัยขับเคลื่อนการคือยาในสิ่งแวดล้อม (Thongsamer et al., 2021) การจัดการน้ำเสียที่ไม่เหมาะสมยังส่งผลให้เกิดการสะสมของยาปฏิชีวนะในตะกอนดิน ซึ่งพบว่า *Staphylococcus* sp. มีการคือยา XT สูงถึงร้อยละ 43.3 – 75.3 ในตะกอนดินทุกจุดที่ศึกษา อีกทั้ง การจัดการขยะที่ไม่เหมาะสมยังอาจมีส่วนในการแพร่กระจายยาปฏิชีวนะที่เหลือใช้หรือหมดอายุสู่สิ่งแวดล้อม

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าผลความเสี่ยงด้านสุขภาพจากมลพิษสิ่งแวดล้อมในรูปของการพบแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะในแหล่งน้ำของคนชุมชน A จะมีระดับความรุนแรงระดับน้อยถึงน้อยมาก แต่พบว่ามลพิษรูปแบบดังกล่าว มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ และก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ รวมถึงผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยเฉพาะการคุกคามต่อคุณภาพแหล่งน้ำ (Ejiohuo et al., 2025) ดังนั้น การบูรณาการมาตรการป้องกันการปนเปื้อนแบคทีเรียคือยาปฏิชีวนะในแหล่งน้ำ การเสริมสร้าง



ประสิทธิภาพของระบบการจัดการของเสีย และการบำบัดน้ำเสียขั้นต้นจากครัวเรือน จึงเป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการลดความเสี่ยงด้านสุขภาพและรักษาความยั่งยืนของระบบนิเวศน้ำในชุมชน

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยนี้ไม่ได้มีการศึกษาข้อมูลแบคทีเรียชื้อชาติของยาปฏิชีวนะถึงระดับยีนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ทำให้ไม่สามารถแปลผลเชิงลึกถึงรูปแบบการถ่ายทอดการดื้อยาตลอดจนกลไกหลักที่พบในพื้นที่ดังกล่าว อีกทั้งไม่ได้มีการศึกษาปริมาณการคงอยู่ของยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม แม้ว่าจะพบน้อยในความเข้มข้นระดับนาโนกรัมก็อาจจะส่งรบกวนระบบแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ก่อเกิดผลกระทบกับการศึกษาเช่นกัน

สรุป

จากการศึกษาข้อมูลแบคทีเรียชื้อชาติทางด้านสิ่งแวดล้อมและการแพร่กระจายของแบคทีเรียชื้อชาติยาปฏิชีวนะในชุมชนเมือง 2 แห่ง สรุปได้ว่า ชุมชนที่เป็นพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นมีการดำเนินกิจกรรมที่หลากหลายประเภทดังเช่น ชุมชน A จะพบแบคทีเรียชื้อชาติทางด้านสิ่งแวดล้อมทั้ง *E. coli*, *Staphylococcus* sp. และ *Enterococcus* sp. ในปริมาณที่สูงกว่าชุมชน B ซึ่งเป็นพื้นที่อยู่อาศัยเบาบางกว่า และมีการทำเกษตรร่วมด้วย โดยพบสัดส่วนของเชื้อชื้อชาติยาปฏิชีวนะ TC, CIP และ SXT ในตัวอย่างจากชุมชน A สูงกว่าชุมชน B เช่นกัน อีกทั้งยังพบการสะสมตัวในตะกอนดินร่วมด้วย ซึ่งให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการพัฒนาระบบการจัดการของเสียแบบบูรณาการในชุมชนเมือง โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นประชากรสูง การติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้นในครัวเรือน การส่งเสริมการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างสมเหตุผล และการพัฒนาระบบจัดการขยะที่เหมาะสม รวมถึงการให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่เหมาะสม จะเป็นมาตรการสำคัญในการลดปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ผู้สูงอายุในชุมชนเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงเป็นพิเศษเนื่องจากมักมีโรคประจำตัวหลายโรคและต้องใช้ยาปฏิชีวนะบ่อยครั้ง ทำให้มีโอกาสติดเชื้อชื้อชาติยาปฏิชีวนะได้ง่ายกว่ากลุ่มอื่น ดังนั้น การพัฒนาระบบการจัดการของเสียในชุมชนอย่างยั่งยืน จึงไม่เพียงแต่ช่วยลดปัญหาการดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม แต่ยังเป็นการคุ้มครองสุขภาพของผู้สูงอายุ และประชากรกลุ่มเปราะบางในชุมชนอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนในการสร้างชุมชนที่ปลอดภัยและมีสุขภาพดีสำหรับประชาชนทุกกลุ่มวัย



ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ด้านการรณรงค์ และการศึกษาในชุมชน ได้แก่ การพัฒนาสื่อความรู้ เกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะ อย่างเหมาะสมที่เข้าถึงได้ง่ายสำหรับประชาชนทุกกลุ่มวัย โดยเฉพาะผู้สูงวัย การจัดตั้งเครือข่ายอาสาสมัครเฝ้าระวังการใช้ยาปฏิชีวนะในชุมชน โดยเน้นการมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุที่มี การสร้างความร่วมมือกับร้านขายยาในชุมชน เพื่อควบคุมการจำหน่ายยาปฏิชีวนะโดยไม่มีใบสั่งแพทย์ และการให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ลูกค้า

ด้านการพัฒนาชุมชนเมืองอย่างยั่งยืน ได้แก่ การวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ด้านสุขาภิบาลที่เหมาะสมกับความหนาแน่นของชุมชนเมือง การพัฒนาแนวทางการจัดการน้ำเสีย และขยะในครัวเรือนที่เหมาะสม เพื่อลดการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยาสู่สิ่งแวดล้อม การส่งเสริมการปรับภูมิทัศน์ชุมชนที่เอื้อต่อการมีสุขภาวะที่ดีของผู้สูงอายุ และลดความเสี่ยงในการสัมผัสแหล่งปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การขยายพื้นที่ศึกษาไปยังชุมชนเมืองที่มีลักษณะทางประชากร และสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน การศึกษาระยะยาว เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะ และผลกระทบต่อสุขภาพของผู้สูงวัยในชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบเพื่อรองรับความเสี่ยงต่อภัยสุขภาพจากปัญหาสิ่งแวดล้อมในเด็ก เยาวชน และผู้สูงวัยในพื้นที่ชุมชนเมือง” ภายใต้งบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สนับสนุนงานมูลฐาน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2567

รายการอ้างอิง (References)

- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2021). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (31st ed.). CLSI supplement M100.
- Cui, Q., Huang, Y., Wang, H., & Fang, T. (2019). Diversity and abundance of bacterial pathogens in urban rivers impacted by domestic sewage. *Environmental Pollution*, 249, 24 - 35. <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.02.094>



- Ejiohuo, O., Onyeaka, H., Akinsemolu, A., Nwabor, O.F., Siyanbola, K.F., Tamasiga, P., & Al-Sharify, Z.T. (2025). Ensuring water purity: mitigating environmental risks and safeguarding human health. *Water Biology and Security*, 4(17), 100341. <http://doi.org/10.1016/j.watbs.2024.100341>
- Hamwi, A.M., & Salem-Sokhn, E. (2025). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and antimicrobial resistance in Lebanon: A scoping review. *The Microbe*, 7, 100405, <http://doi.org/10.1016/j.microb.2025.100405>
- Hanna, N., Tamhankar, A.J., & Lundborg, C.S. (2023). Antibiotic concentrations and antibiotic resistance in aquatic environments of the WHO Western Pacific and South-East Asia regions: a systematic review and probabilistic environmental hazard assessment. *Lancet Planet Health*, 7(1), e45 - e54. [http://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00254-6](http://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00254-6)
- Iqbal, F., Alocious, A., Joy, S.C., Stanly, E.A., Rajesh, V., Unnikrishnan, M.K., Steinke, D., & Chandra, P. (2024). *Clinical Epidemiology and Global Health*, 28, 101663. <http://doi.org/10.1016/j.cegh.2024.10166>
- Larsson, D.G., & Flach, C.F. (2022). Antibiotic resistance in the environment. *Nature Reviews Microbiology*, 20, 257-269. <http://doi.org/10.1038/s41579-021-00649-x>
- Lin, L., Yang, H. & Xu, X. (2022) Effects of water pollution on human health and disease heterogeneity. a review. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 880246. <http://doi.org/10.3389/fenvs.2022.880246>
- Mlynarczyk-Bonikowska, B., Kowalewski, C., Krolak-Ulinska, A., & Marusza, W. (2022). Molecular mechanisms of drug resistance in *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Molecular Science*, 23(15), 8088. <http://doi.org/10.3390/ijms23158088>
- Motlagh, A.M., & Yang, Z. (2019). Detection and occurrence of indicator organisms and pathogens. *Water Environment Research*, 91(10), 1402-1408. <http://doi.org/10.1002/wer.1238>
- National Health Commission Office. (2024 May, 4). *Aging society: 'crisis' or 'opportunity' for Thailand*. <https://old.nationalhealth.or.th/th/node/4901>



- Netthong, R., Donsamak, S., John, D.N., Kane, R., & Armani, K. (2024). Empowering Thai community pharmacists in combating antimicrobial resistance: qualitative insight and sentiment analysis. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, 16, 100535. <http://doi.org/10.1016/j.rcsop.2024.100535>
- Okoye, C.O., Nyaruaba, R., Ita, R.E., Okon, S.U., Addey, C.I., Ebido, C.C., Opabunmi, A.O., Okeke, E.S., & Chukwudozie, K., I. (2022). Antibiotic resistance in the aquatic environment: analytical techniques and interactive impact of emerging contaminants. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 96, 103995. <http://doi.org/10.1016/j.etap.2022.103995>
- Peng, Q., Tang, X., Dong, W., Sun, N., & Yuan, W. (2022). A review of biofilm formation of *Staphylococcus aureus* and its regulation mechanism. *Antibiotics (Basel)*, 12(1), 12. <http://doi.org/10.3390/antibiotics12010012>
- Poomchaichote, T., Kiatying-Angsulee, N., Boonthaworn, K., Naemiratch, B., Ruangajorn, S., Prapharsavat, R., Thirapantu, C., Sukrung, K., Limmathurotsakul, D., Osterrieder, A., & Cheah, P., Y. (2024). Embedding community and public voices in co-created solutions to mitigate antimicrobial resistance (AMR) in Thailand using the ‘Responsive Dialogues’ public engagement framework. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 13(1), 71. <http://doi.org/10.1186/s13756-024-01416-2>
- Sato, T., Kawamura, M., Furukawa, E., & Fujimura, S. (2018) Screening method for trimethoprim/sulfamethoxazole-resistant small colony variants of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 15, 1-5. <http://doi.org/10.1016/j.jgar.2018.05.008>
- Straub, J., O. (2013). An environmental risk assessment for human-use Trimethoprim in European surface waters. *Antibiotics*, 2(1), 115-162. <http://doi.org/10.3390/antibiotics2010115>
- Thongsamer, T., Neamchan, R., Blackburn, A., Acharya, K., Sutheeworapong, S., Tirachulee, B., Pattanachan, P., Vinitnantharat, S., Zhou, X.Y., Su, J.Q., Zhu, Y.G., Graham, D., & Werner, D. (2021). Environmental antimicrobial resistance is associated with faecal pollution in Central Thailand’s coastal aquaculture region. *Journal of Hazardous Materials*, 416, 125718. <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125718>



- Threedeach, S., Yuwananont, P., Srichoopium, J., Srisaard, T., & Chiemchaisri, W. (2023). Fate of *Escherichia coli* and their antibiotic resistant pattern in food waste composting process. *Agriculture and Technology Journal*, 4(3), 14-26. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/atj/article/view/259352>
- Tuamsuwan, K., Chamawan, P., Boonyarit, P., Srisuphan, V., Klaytong, P., Rangsiwutisak, C., Wannapinij, P., Fongthong, T., Stelling, J., Turner, P., & Limmathurotsakul, D. (2024). Frequency of antimicrobial-resistant bloodstream infections in 111 hospitals in Thailand, 2022. *Journal of Infection*, 89(4), 106249. <http://doi.org/10.1016/j.jinf.2024.106249>
- Wang, Y., Geng, M., Jia, H., Cui, J., Zhang, M., Zhao Y., & Wang, J. (2024). Removal of antibiotic resistant bacteria and antibiotic resistance genes: a bibliometric review. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 18, 146. <http://doi.org/10.1007/s11783-024-1906-2>
- World Health Organization. (2023, May 4). *Thailand sounds the alarm on antimicrobial resistance*. <https://www.who.int/thailand/news/detail/14-06-2024-thailand-sounds-the-alarm-on-antimicrobial-resistance>
- Zaheer, R., Cook, S.R., Barbieri, R., Goji, N., Cameron, A., Petkau, A., Polo, R.O., Tymensen, L., Stamm, C., Song, J., Hannon, S., Jones, T., Church, D., Booker, C.W., Amoako, K., Domselaar, G.V., Read, R.R., & McAllister, T.A. (2020). Surveillance of *Enterococcus spp.* reveals distinct species and antimicrobial resistance diversity across a One-Health continuum. *Scientific Reports*, 10, 3937. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-61002-5>
- Zhou, X., Cuasquer, G., J., Li, Z., Mang, H.P., & Lv, Y. (2021). Occurrence of typical antibiotics, representative antibiotic-resistant bacteria, and genes in fresh and stored source-separated human urine. *Environment International*, 146, 106280. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106280>