การประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำในลำห้วยหลวง ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี

Microbiological Quality Assessment of Water in Huai Luang River Basin, Sam Phrao Subdistrict, Mueang District, Udon Thani Province

ชาคริต วังคะออม ศรีแพร วิเศษศรี ขวัญทิพา ปานเดชา ธวัชชัย จำรัสแสง และ มัธณา วงศ์อารีย์*

Charkrit Wangka-orm Sriprae Wisetsri Kwanthipha Pandecha Tawatchai Jamrussang and Mathana Wongaree*

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Department of Environmental Science, Faculty of Science, Udon Thani Rajabhat University

*E-mail: mathana.wo@udru.ac.th

Received: Nov 11, 2023

Revised: Jan 10, 2024

Accepted: Jan 14, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำในลำห้วยหลวง ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2565 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำเดือนละ 1 ครั้งจากจุดเก็บตัวอย่าง 4 แห่ง ในลำห้วยหลวง บริเวณพื้นที่ชุมชนสามพร้าวและชุมชนหนองคอนแสน ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี รวมจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง การตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (TCB) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (FCB) ในน้ำตัวอย่างใช้วิธี Multiple-tube fermentation technique และรายงานค่า TCB และ FCB ในหน่วย Most Probable Number index ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (MPN/100 mL) ผลการวิเคราะห์ TCB และ FCB ในน้ำตัวอย่างที่เก็บจากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 4 แห่ง พบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 26,867-137,833 MPN/100 mL และ 5,820-19,454 MPN/100 mL ตามลำดับ ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพของน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (TCB<20,000; FCB<4,000 MPN/100 mL) เมื่อนำ TCB และ FCB ในน้ำตัวอย่างของแต่ละฤดูกาลมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของ TCB (105,813 MPN/100 mL) และ FCB (19,472 MPN/100 mL) ในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม) มีค่าสูงสุด รองลงมาคือค่าเฉลี่ยของ TCB (81,806 MPN/100 mL) และ FCB (12,340 MPN/100 mL) ในฤดูหนาว (ตุลาคม-มกราคม) ส่วนค่าเฉลี่ยของ TCB (45,088 MPN/100 mL) และ FCB (6,525 MPN/100 mL) ในฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน) มีค่าต่ำสุด นอกจากนี้ เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำในลำห้วยหลวงของปี 2565 กับปี 2564 พบว่าค่าเฉลี่ยของ TCB และ FCB ในปี 2565 มีค่าสูงกว่าตลอดทั้งปี จากผลการศึกษานี้ ทำให้ทราบว่าน้ำในลำห้วยหลวงมีแบคทีเรียปนเปื้อน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคได้ ดังนั้นจึงควรมีการบำบัดน้ำเสียและการจัดการน้ำเสียก่อนปล่อยจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะเพื่อลดปัญหามลพิษทางน้ำและการปนเปื้อนเชื้อก่อโรค

คำสำคัญ: แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม คุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ลำห้วยหลวง

Abstract

This research aimed to assess microbiological quality of water in Huai Luang River Basin, Sam Phrao Subdistrict, Mueang District, Udon Thani Province from January to December 2022. A total of 48 water samples were randomly collected once a month from 4 sampling sites in Huai Luang River Basin in the area of Sam Phrao community and Nong Khon Saen community, Sam Phrao Subdistrict, Mueang District, Udon Thani Province. The total coliform bacteria (TCB) and fecal coliform bacteria (FCB) in the water samples were determined by Multiple-tube fermentation technique. The values of TCB and FCB were expressed in units of Most Probable Number index per 100 mL of water (MPN/100 mL). From the determination of TCB and FCB in the water samples collected from all 4 sampling sites, it was demonstrated that the averages of TCB and FCB were in the ranges of 26,867-137,833

MPN/100 mL and 5,820-19,454 MPN/100 mL, respectively, which exceed the type III of surface water quality standards issued by the Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment (TCB<20,000; FCB<4,000 MPN/100 mL). When TCB and FCB in the water samples of each season were compared, it was revealed that the averages of TCB (105,813 MPN/100 mL) and FCB (19,472 MPN/100 mL) in summer (February-May) were the highest, followed by the averages of TCB (81,806 MPN/100 mL) and FCB (12,340 MPN/100 mL) in winter (October-January), while the averages of TCB (45,088 MPN/100 mL) and FCB (6,525 MPN/100 mL) in rainy season (June-September) were the lowest. Moreover, when quality of water in Huai Luang River Basin in 2022 was compared to that in 2021, it was found that the averages TCB and FCB in 2022 were higher throughout the year. From the results of this study, it was found that the water in Huai Luang River Basin was contaminated with bacteria which might affect the health of water users for consumption. Therefore, there should be wastewater treatment and wastewater management before draining it from the communities into public water resources in order to lessen water pollution and pathogen contamination.

Keywords: Coliform bacteria, Fecal coliform, Surface water quality, Huai Luang River Basin

1. บทนำ

การตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยทั่วไปประกอบด้วยดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ 3 ประเภท ได้แก่ ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมีและทางชีวภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำตัวอื่น ๆ ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพมักถูกนำมาใช้ในการบ่งบอกถึงคุณภาพแหล่งน้ำที่เกิดจากการเจือปนของจุลินทรีย์ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ [1] ปริมาณแบคทีเรียสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดและการปนเปื้อนของเสียจากมนุษย์และสัตว์ประกอบด้วยกลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Total coliform bacteria, TCB) และกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria, FCB) โดยแบคทีเรียกลุ่ม TCB สามารถพบได้ในระบบทางเดินอาหารของสิ่งมีชีวิต [2] ในขณะที่ FCB เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่พบในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น [3] ตัวอย่างแบคทีเรียโคลิฟอร์มที่พบได้เฉพาะในระบบทางเดินอาหารและสิ่งขับถ่ายอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น ได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Escherichia* [4] นอกจากนั้น ยังมีแบคทีเรียประเภทนอน-ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-Fecal coliform bacteria, Non-FCB) [5] ซึ่งเป็นโคลิฟอร์มที่พบได้ทั่วไปในดินและพืช ได้แก่ แบคทีเรียสกุล *Enterobacter* และ *Citrobacter* [6]-[9] ดังนั้น การตรวจวัดเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์แบคทีเรียกลุ่ม TCB ซึ่งจะถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะในแหล่งน้ำและอาหาร รวมถึงกระบวนการผลิต หากตรวจพบในอาหารหรือในน้ำก็จะแสดงถึงโอกาสของการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต [10] และการวิเคราะห์แบคทีเรียกลุ่ม FCB ที่พบในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น หากตรวจพบในอาหารหรือน้ำก็แสดงให้เห็นถึงโอกาสการปนเปื้อนจากอุจจาระของมนุษย์และยังแสดงถึงความเสี่ยงของการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในแหล่งน้ำผิวดินอีกด้วย [11] ดังนั้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียจึงเป็นดัชนีที่จะบ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำได้ เนื่องจากมีแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น ไทฟอยด์ บิดและอหิวาห์ เป็นต้น ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ [12] เมื่อถูกขับถ่ายแล้วปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกแพร่กระจายไปโดยมีน้ำเป็นสื่อและจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของคนที่ใช้น้ำในแหล่งน้ำนั้น [13] ในการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำจึงต้องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียก่อโรคต่าง ๆ (Pathogens) ในน้ำ [14] การตรวจสอบชนิดของแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำโดยตรงอาจต้องใช้เวลานาน ยุ่งยากและสิ้นเปลืองมาก ซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้การตรวจหาแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological indicator) โดยเฉพาะแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าแหล่งน้ำนั้นน่าจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายมากน้อยเพียงใด วิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ในน้ำดื่ม น้ำผิวดินและน้ำทะเล รวมถึงน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยวิธีนี้ปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำตัวอย่างจะต้องมีค่าไม่เกิน 1,600 MPN/100 mL ซึ่งถ้ามีปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงมากกว่านี้จะต้องทำการเจือจางน้ำตัวอย่างก่อนนำไปวิเคราะห์ [15] การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ เนื่องจากคุณสมบัติน้ำจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อม ได้แก่

น้ำในแม่น้ำมีลักษณะไม่นิ่ง มีการไหลตลอดเวลา ซึ่งจะมีคุณสมบัติแตกต่างกับน้ำจากอ่างเก็บน้ำที่เป็นแหล่งน้ำนิ่ง หรือน้ำบาดาลที่มีคุณสมบัติแตกต่างจากแหล่งน้ำผิวดินประเภทอื่น ๆ เป็นต้น [16]

สำหรับแหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญในจังหวัดอุดรธานี คือ ลำห้วยหลวง ซึ่งมีต้นน้ำอยู่จังหวัดหนองบัวลำภู และไหลผ่านพื้นที่ในจังหวัดอุดรธานี ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ลำห้วยหลวงเป็นแหล่งน้ำผิวดินธรรมชาติที่ไหลผ่านพื้นที่มีชุมชนตั้งอยู่หนาแน่น ส่วนใหญ่ประชาชนในพื้นที่จะใช้ประโยชน์ในการอุปโภคบริโภคทั้งใช้ในกิจกรรมครัวเรือน ปศุสัตว์และการเกษตร [17], [18] ฤดูฝนมีสภาพน้ำท่วมแต่ฤดูร้อนหรือหน้าแล้งไม่มีน้ำ ซึ่งภัยแล้งลักษณะนี้เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี สำหรับชุมชนหนองคอนแสน ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี เป็นหมู่บ้านสุดท้ายของรอยต่อลำห้วยหลวงจากตัวเมืองอุดรธานี โดยลำน้ำบริเวณนี้เป็นช่วงน้ำลึก และพบปัญหาน้ำเสียที่ไหลมาจากแหล่งรองรับน้ำทิ้งชุมชนจากพื้นที่อื่น ๆ ได้แก่ ชุมชนหนองนาคำ ชุมชนบ้านสามพร้าว รวมถึงน้ำเสียจากตัวเมืองอุดรธานีที่ไม่ได้เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของจังหวัดจะไหลมาลงลำห้วย ดังกล่าวจึงทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำตายจำนวนมากและก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำทุกปี การตรวจวัดคุณภาพน้ำจึงเป็นสิ่งสำคัญและเพื่อที่จะนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างเหมาะสม กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินไว้ 5 ประเภท เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และมีความปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน รวมถึงเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรและสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ โดยแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ 1. การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และ 2. การเกษตร) จะต้องมีค่า TCB และ FCB ไม่เกินกว่า 20,000 และ 4,000 MPN/100 mL ตามลำดับ [17] จากการตรวจวัดคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทยที่ผ่าน พบว่า มีการตรวจพบแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำปริมาณสูงและเกินค่ามาตรฐาน ได้แก่ การตรวจวัดการปนเปื้อนของ TCB และ FCB ของแม่น้ำระยองในรอบ 5 ปี (2558-2562) ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 จังหวัดชลบุรี [4] พบว่าส่วนใหญ่มีค่าเกินค่ามาตรฐาน (อยู่ในช่วง 2,150–160,000 MPN/100 mL) เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (TCB<20,000 MPN/100 mL; FCB<4,000 MPN/100 mL) และผลการประเมินปริมาณ TCB และ FCB ในแหล่งน้ำผิวดินของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลในปี 2555 [1] พบว่าการปนเปื้อนของ TCB และ FCB มีค่าอยู่ระหว่าง (18,000-160,000 MPN/100 mL) และเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งสามารถบ่งชี้ภาพรวมของคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินได้ว่าอาจจะมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งการปนเปื้อนของแบคทีเรียในแหล่งน้ำนี้อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และอาจส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ จากแหล่งน้ำได้ โดยทั่วไปน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อโรคส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ จากชุมชน (Domestic wastewater) [8] ได้แก่ น้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน ที่พักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งมักอยู่ในรูปสารอินทรีย์และแบคทีเรีย ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรม [12] นอกจากนั้นน้ำเสียยังเกิดจากกิจกรรมทางการเกษตร เช่น การเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์ และน้ำเสียที่ไม่ทราบแหล่งกำเนิดอีกด้วย (Nonpoint source wastewater) ได้แก่ น้ำฝนและน้ำหลากที่ไหลผ่านและชะล้างความสกปรก ดังนั้น การวิเคราะห์และตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียจึงมีความสำคัญและสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของประชาชนเป็นอย่างมาก เพราะแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำบางชนิดนั้นสามารถก่อโรคร้ายแรงแก่มนุษย์แบบเฉียบพลันได้

ด้วยเหตุดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำในลำห้วยหลวง ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2565 โดยเก็บตัวอย่างน้ำห้วยหลวงและตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม ซึ่งปริมาณของแบคทีเรียจะเป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดของแหล่งน้ำนั้น และเป็นตัวชี้วัดที่ดีของมลพิษที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ รวมถึงทราบความเสี่ยงของการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในแหล่งน้ำผิวดิน สำหรับจุดเก็บตัวอย่างจะเลือกจากจุดรองรับน้ำเสียชุมชนซึ่งมาจากกิจกรรมที่แตกต่างกัน จำนวน 4 จุดเก็บ ได้แก่ จุดรองรับน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือนของชุมชนบ้านสามพร้าว และชุมชนหนองคอนแสน จุดรองรับน้ำทิ้งจากภาคการเกษตรจากกิจกรรมการเพาะปลูก และการเลี้ยงสัตว์ โดยวิธีการเก็บตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง ดำเนินการตามวิธีมาตรฐานในการประเมินคุณภาพน้ำผิวดินทั่วไปของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเปรียบเทียบ

ผลการวิเคราะห์ที่ได้กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เพื่อใช้ผลดังกล่าวเป็นตัวบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำ ผลที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการนำเสนอแก่ผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในจังหวัดอุดรธานีในการกำหนดนโยบายการบริหารจัดการทรัพยากรแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการตรวจคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางจุลชีววิทยาในแหล่งน้ำผิวดินช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคม 2565 เพื่อประเมินความสะอาดและความปลอดภัยของแหล่งน้ำผิวดินของลำห้วยหลวงบริเวณพื้นที่ชุมชมสามพร้าวและชุมชนหนองคอนแสน ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำจากลำห้วยหลวงบริเวณรองรับน้ำเสียชุมชนซึ่งมาจากกิจกรรมที่แตกต่างกัน (Figure 1) และเลือกจุดเก็บตัวอย่างที่ประชาชนได้รับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำบริเวณนั้น (อุปโภคบริโภค การเกษตร และปศุสัตว์) (Figure 2) จำนวน 4 จุดเก็บ ตามพิกัด GPS (Table 1 และ Figure 3) ได้แก่

จุดเก็บที่ 1 รองรับน้ำทิ้งจากชุมชนบ้านสามพร้าว

จุดเก็บที่ 2 รองรับน้ำทิ้งจากชุมชนหนองคอนแสน

จุดเก็บที่ 3 รองรับน้ำทิ้งจากภาคปศุสัตว์ และ

จุดเก็บที่ 4 รองรับน้ำทิ้งจากภาคการเกษตร

โดยทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียในแต่ละจุดเก็บว่าแตกต่างกันหรือไม่ ปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจวัดได้ว่าขึ้นกับปัจจัยใด และมีสาเหตุมาจากแหล่งกำเนิดประเภทใดมากที่สุด ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 12 เดือน รวมทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง ในแต่ละจุดเก็บทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง และรายงานเป็นค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นตัวแทนคุณภาพน้ำของลำห้วยหลวงในแต่ละเดือน

การเก็บตัวอย่างจะเก็บน้ำปริมาณ 200 มิลลิลิตร ในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขนาด 250 มิลลิลิตร จุดเก็บตัวอย่างอยู่ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ณ จุดกึ่งกลางลำห้วยหลวง จากนั้นรักษาสภาพตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ดำเนินการทดสอบทันทีเมื่อตัวอย่างเดินทางถึงห้องปฏิบัติการ หากตัวอย่างน้ำที่มีความสกปรก จำเป็นต้องมีการเจือจางตัวอย่างเป็นลำดับขั้น (Serial dilution) จนถึงระดับ 1: 10,000 ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate buffer solution)

การวิเคราะห์ปริมาณ TCB และ FCB ใช้วิธี Multiple-tube fermentation technique ระบบ 5 หลอด โดยตรวจวิเคราะห์ TCB ขั้นแรก (Presumptive test) ด้วยอาหาร Lauryl Tryptose Broth (LTB) บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24-48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลบวกหลอดที่มีการเจริญ (ขุ่น) และมีฟองก๊าซในหลอดเดอร์แรม (Durham tube) จากนั้นนำหลอดที่ให้ผลบวกขั้นแรกมาวิเคราะห์ขั้นยืนยัน (Confirmed test) ด้วยอาหาร Brilliant Green Bile Broth (BGLB) บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ตรวจผลบวกหลอดที่มีการเจริญและมีฟองก๊าซ คำนวณค่าโคลิฟอร์มทั้งหมดในหน่วย Most Probable Number index ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร (MPN/100 mL) จากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยันจากตาราง MPN และวิเคราะห์ขั้นสมบูรณ์ (Completed test) หลอดที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยันโดยถ่ายเชื้อลงในอาหารแข็ง Endo หรือ Eosin methylene blue agar บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24±2 ชั่วโมง โคโลนีที่ให้ผลบวกจะมีสีม่วงแดง สีเข้มและเป็นมันวาวคล้ายโลหะ หรือมีสีชมพู จากนั้นถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่ให้ผลบวกลงในอาหารเหลว LTB และถ่ายเชื้อลงในอาหารแข็ง Nutrient agar (NA) บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดอาหาร LTB และเชื้อจากอาหารแข็ง NA เมื่อทำการย้อมสีแกรมติดสีแกรมลบ มีลักษณะเป็นท่อน ไม่มีสปอร์ บ่งชี้ว่าแบคทีเรียในน้ำตัวอย่างนั้นเป็นโคลิฟอร์มสำหรับการตรวจวิเคราะห์ FCB ทำโดยถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจ TCB ขั้นแรกลงในอาหารเหลว *Escherichia coli* (EC) broth และบ่มที่อุณหภูมิ 44.5±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง ถ้าหลอดที่เกิดก๊าซภายใน 24 ชั่วโมง หมายถึงผลทดสอบให้ผลบวก ซึ่งบ่งชี้ว่าเป็น FCB ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำตัวอย่างที่ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น แล้วคำนวณค่า FCB ในหน่วย MPN/100 mL จากหลอดที่ให้ผลบวกจากตาราง MPN

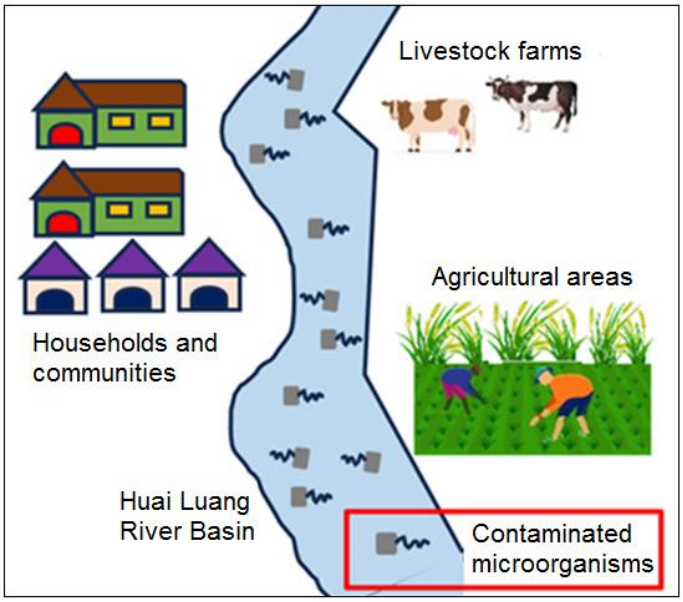

Figure 1 Water contamination of Huai Luang River Basin from various sources

Figure 2 Water sampling sites in Huai Luang River Basin

Table 1 Locations (Universal Transverse Mercator [UTM] coordinates) of water sampling sites in Huai Luang River Basin

Sampling sites	Wastewater sources	E	N
1	Wastewater from Sam Phrao community	277737	1931593
2	Wastewater from Nong Khon Saen community	281846	1933188
3	Wastewater from Livestock farms	282882	1933005
4	Wastewater from agricultural areas	283176	1932107

Figure 3 GIS map of water sampling sites

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำในลำห้วยหลวง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำผิวดินที่ใช้ในกิจกรรมการเกษตร การประมง และผลิตน้ำประปาในพื้นที่ชุมชนสามพร้าวและชุมชนหนองคอนแสน ตำบลสามพร้าว อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ด้วยวิธี Multiple-tube fermentation technique ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่กำหนดโดย American Public Health Association (APHA) สามารถตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มได้ในหน่วย MPN/100 mL ซึ่งตามข้อกำหนดคุณภาพน้ำผิวดินโดยกรมควบคุมมลพิษนั้นได้กำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ 1. การอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และ 2. การเกษตร) ต้องมีค่า TCB และ FCB ไม่เกิน 20,000 และ 4,000 MPN/100 mL ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TCB ทั้ง 4 จุดเก็บ พบว่า มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 26,867-137,833 MPN/100 mL ส่วนปริมาณ FCB มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5,820-19,454 MPN/100 mL (Table 2) จะเห็นได้ว่าปริมาณ TCB และ FCB มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ตามประกาศจากกรมควบคุมมลพิษ บ่งชี้ได้ว่าลำห้วยหลวงมีการปนเปื้อนแบคทีเรียทั้ง TCB และ FCB ในปริมาณสูง ซึ่งมีสาเหตุมาจากของเสียจากการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ที่ไหลลงสู่ท่อระบายน้ำจากจากบ้านเรือน ร้านค้า ร้านอาหาร รวมทั้งน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรรม และปศุสัตว์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Homthong and Nitirojpanya [2] และ Sillberg et al. [14] ที่ระบุแหล่งที่มาของการปนเปื้อนแบคทีเรีย TCB และ FCB ในน้ำผิวดินว่าเกิดจากน้ำเสียชุมชนและปศุสัตว์

Table 2 Averages of TCB and FCB of water samples from different sampling sites in Huai Luang River Basin in 2022

Month	TCB (MPN/100 mL)						FCB (MPN/100 mL)					
	Sampling sites						Sampling sites					
	1	2	3	4	Average	S.D.	1	2	3	4	Average	S.D.
Jan	160,000	160,000	50,000	46,000	104,000	14,684	28,000	18,900	8,000	5,000	14,975	1,539
Feb	160,000	160,000	55,000	16,000	97,750	7,622	24,000	18,900	14,000	16,000	18,225	2,344
Mar	160,000	160,000	80,000	22,000	105,500	12,238	16,000	17,400	35,000	6,000	18,600	2,054
Apr	160,000	160,000	80,000	50,000	112,500	16,199	35,000	16,000	35,000	5,000	22,750	4,841
May	160,000	160,000	80,000	30,000	107,500	13,966	48,350	13,000	9,000	2,900	18,313	2,451
Jun	160,000	55,000	50,000	30,000	73,750	8,506	7,000	18,900	8,500	2,200	9,150	733
Jul	120,000	34,000	16,000	14,400	46,100	5,062	16,000	5,400	1,700	2,200	6,325	655
Aug	50,000	22,000	16,000	16,000	26,000	16,48	9,200	3,500	4,200	3,500	5,100	753
Sep	84,000	22,000	16,000	16,000	34,500	3,121	8,300	6,400	4,700	2,700	5,525	389
Oct	12,000	160,000	18,900	17,000	51,975	7,075	9,600	7,600	8,400	6,940	8,135	845
Nov	160,000	84,000	50,000	35,000	82,250	5,740	16,000	16,000	11,400	9,400	13,200	1,335
Dec	160,000	120,000	46,000	30,000	89,000	9,460	16,000	16,000	12,200	8,000	13,050	1,814
Average	137,833	108,083	46,492	26,867			19,454	13,167	12,675	5,820		
S.D.	17,148	16,318	5,278	2,164			2,431	1,809	1,985	974		

Note: The type III of surface water quality standards issued by the Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand: TCB<20,000 MPN/100 mL and FCB<4,000 MPN/100 mL

จาก Figure 4 จะเห็นได้จากปริมาณ TCB และ FCB ทุกจุดเก็บของลำห้วยหลวงมีค่าเกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และยังพบว่าปริมาณ TCB จุดเก็บที่ 1 (137,833 MPN/100 mL) และจุดเก็บที่ 2 (108,083 MPN/100 mL) ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชนสามพร้าวและชุมชนหนองคอนแสนมีปริมาณสูงกว่าจุดเก็บอื่น ๆ ที่อยู่ไกลนอกเขตชุมชน จะเห็นได้ว่า แหล่งที่มาของมลพิษทางน้ำส่วนใหญ่มาจากน้ำเสียของชุมชน ที่เกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมทำอาหาร ซักล้าง อาบน้ำ โดยไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน สำหรับจุดเก็บที่ 3 ซึ่งเป็นพื้นที่ปศุสัตว์มีค่า TCB 46,492 MPN/100 mL และจุดเก็บที่ 4 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีค่า TCB 26,867 MPN/100 mL ในขณะที่ค่า FCB ตรวจพบในจุดที่ 1 (19,454 MPN/100 mL) สูงสุดเช่นกัน รองลงมา คือ จุดเก็บที่ 2 (13,167 MPN/100 mL) และ 3 (12,675 MPN/100 mL) สำหรับจุดเก็บที่ 4 มีค่า FCB ต่ำสุด (5,820 MPN/100 mL) นอกจากนี้ การตรวจพบฟีคัลโคลิฟอร์มซึ่งเป็นแบคทีเรียชี้วัดการปนเปื้อนของอุจจาระจากคนและสัตว์นั้นบ่งชี้ว่าอาจจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งนำไปสู่สาเหตุของการเกิดโรคและการเจ็บป่วย หากประชาชนในพื้นที่ซึ่งจะนำน้ำดังกล่าวไปใช้อุปโภคบริโภค สอดคล้องกับงานวิจัยของ Seo et al. [7], Ky and Lam [8] และ Zhang et al. [9] ซึ่งตรวจติดตามคุณภาพน้ำของแม่น้ำในประเทศเกาหลีใต้ ประเทศเวียดนามและประเทศจีนตามลำดับ พบว่ามีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ในปริมาณสูง และแหล่งน้ำผิวดินเกือบทุกแหล่งนั้นปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มเกินค่ามาตรฐานทำให้ไม่เหมาะต่อการอุปโภคบริโภคหากปราศจากการฆ่าเชื้ออย่างถูกวิธี

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของ TCB และ FCB ของลำห้วยหลวง พบว่าจุดเก็บที่ 1 มีปริมาณสูงสุด ในขณะที่ปริมาณของ TCB และ FCB ที่จุดตรวจวัด 4 นั้นมีปริมาณต่ำสุด ทั้งนี้อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากจุดตรวจวัดที่ 1 และ 2 เป็นพื้นที่รองรับน้ำเสียจากชุมชนจึงเกิดการปนเปื้อนของเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ และอาจเกิดการปนเปื้อนจากของเสียต่าง ๆ เช่น ซากสัตว์ มูลสัตว์ และน้ำเสียชุมชนลงสู่ลำห้วยหลวงได้ ในขณะที่จุดเก็บที่ 4 นั้นเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียทางการเกษตรและเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้บริเวณรอยต่อแม่น้ำสายอื่น ๆ อีกทั้งยังห่างไกลจากชุมชน จึงอาจเกิดการสะสมของปริมาณ TCB และ FCB น้อยกว่าจุดเก็บอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ทุกจุดเก็บของลำห้วยหลวงตลอดทั้งปี 2565 ตรวจพบปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 จะเห็นได้ว่าปริมาณแบคทีเรียปนเปื้อนในน้ำของลำห้วยหลวงเกิดจากน้ำเสียชุมชนที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันและกิจกรรมที่เป็นอาชีพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน จาก 3 แหล่งกำเนิดหลัก ได้แก่ 1) น้ำทิ้งที่ใช้ในชีวิตประจำวันจากบ้านเรือนที่อยู่อาศัยจากแต่ละครัวเรือนโดยไหลผ่านรางระบายน้ำลงสู่ลำห้วยหลวง และไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียหรือการจัดการน้ำทิ้งของชุมชน 2) น้ำเสียจากการทำปศุสัตว์ มูลสัตว์ประเภทต่าง ๆ ที่มาจากการเลี้ยงสัตว์ พบการเลี้ยงหมู วัว ควายและไก่ โดยไม่มีมาตรการควบคุมการเลี้ยงหรือปล่อยสัตว์อย่างชัดเจนในบริเวณลำน้ำ ทำให้มีการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากสิ่งปฏิกูล 3) สิ่งปฏิกูลจากการเกษตร ได้แก่ ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก และเศษวัสดุทางการเกษตรในชุมชน ซึ่งทำให้มีการชะล้างลงตามทางระบายน้ำและไหลลงสู่ลำห้วยหลวง ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลจากการเพาะปลูกในภาคการเกษตร จึงทำให้ตรวจพบ TCB และ FCB ในปริมาณที่สูงและเกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ทุกจุดเก็บ

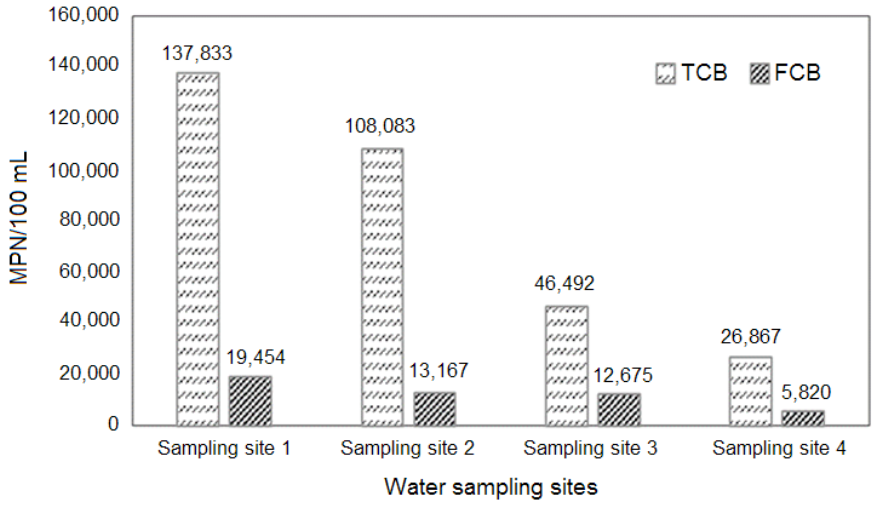

Figure 4 Averages of TCB and FCB of water samples from different sampling sites in Huai Luang River Basin in 2022

ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของลำห้วยหลวงในรอบ 2 ปี (พ.ศ. 2564–2565) พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของ TCB และ FCB ในลำห้วยหลวง (Table 3) ทั้งในฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.) ฤดูฝน (มิ.ย.-ก.ย.) และฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.) มีค่าเฉลี่ย TCB และ FCB เกินเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ตลอดทั้ง 2 ปี โดยในปี 2564 ช่วงฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.) มีค่าเฉลี่ย TCB (58,892 MPN/100 mL) และ FCB (19,472 MPN/100 mL) สูงสุด รองลงมา คือ ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.) (TCB 60,292 MPN/100 mL; FCB 12,340MPN/100 mL) ในขณะที่ฤดูฝน (มิ.ย.-ก.ย.) มีค่าเฉลี่ย TCB (12,478 MPN/100 mL) และ FCB (6,525 MPN/100 mL) ต่ำสุด สำหรับปี 2565 (Figure 5) พบว่ามีปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรีย ซึ่งเป็นแนวโน้มที่สูงขึ้นในช่วงฤดูร้อน (ก.พ.-พ.ค.) มีค่าเฉลี่ย TCB (105,813 MPN/100 mL) และ FCB (19,472 MPN/100 mL) สูงสุดเช่นกัน รองลงมา คือ ฤดูหนาว (ต.ค.-ม.ค.) (TCB 81,806 MPN/100 mL; FCB 12,340 MPN/100 mL) ในขณะที่ฤดูฝน (มิ.ย.-ก.ย.) มีค่าเฉลี่ย TCB (45,088 MPN/100 mL) และ FCB (6,525 MPN/100 mL) ต่ำสุดเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาในแต่ละจุดเก็บ จะเห็นได้ว่าน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนอยู่อย่างหนาแน่นมีปริมาณ TCB และ FCB ใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าน้ำเสียที่มาจากกิจกรรมภาคปศุสัตว์และการเกษตร สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ky and Lam [8] ที่สรุปว่า แบคทีเรียที่ปนเปื้อนในแหล่งในประเทศเวียดนาม ส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มาจากน้ำทิ้งของอาคารบ้านเรือน ที่พักอาศัย โรงแรมหรือโรงพยาบาล ซึ่งมักอยู่ในรูปสารอินทรีย์และแบคทีเรียและเป็นสาเหตุหลักทำให้แหล่งน้ำเสื่อมโทรม

เมื่อพิจารณาปริมาณค่าเฉลี่ยของ TCB และ FCB แล้วพบว่าปริมาณของ TCB และ FCB ในตัวอย่างน้ำในช่วงฤดูร้อนมักจะมีค่าสูงกว่าฤดูฝนและฤดูหนาว เนื่องมาจากปัจจัยของอุณหภูมิน้ำและอุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรีย โดยแบคทีเรียสามารถเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25-40 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปการเพิ่มอุณหภูมิขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส จะทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นได้อีกเท่าตัว จนถึงอุณหภูมิประมาณ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นอุณหภูมิจะร้อนเกินไปจนแบคทีเรียเจริญเติบโตน้อยลง ดังนั้น ในฤดูร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่าฤดูอื่น ๆ จึงทำให้ปริมาณแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในลำห้วยหลวงมีค่าสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bootdee et al. [5] และ Zhang et al. [9] ที่ได้ระบุว่าปริมาณแบคทีเรีย TCB และ FCB ที่ตรวจวัดในแหล่งน้ำผิวดินในฤดูร้อนจะมีค่ามากกว่าฤดูฝน นอกจากนั้น ในฤดูฝนยังเกิดจากการเจือจางของปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อความเข้มข้นของปริมาณแบคทีเรียในแหล่งน้ำนั้นอีกด้วย ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียบ่งชี้ให้เห็นว่าลำน้ำห้วยหลวงมีการปนเปื้อนเป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Seo et al. [7] ซึ่งตรวจติดตามคุณภาพน้ำในประเทศเกาหลีใต้ พบว่า แม่น้ำในประเทศส่วนใหญ่มีการปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ทำให้ไม่เหมาะต่อการอุปโภคบริโภคหากปราศจากการฆ่าเชื้ออย่างถูกวิธี นอกจากนี้ Aram et al. [6] ได้ศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในเขตเมืองใหญ่ พบว่าน้ำเสียมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียและมีสาเหตุมาจากท่อระบายน้ำที่รองรับน้ำทิ้งจากบ้านเรือนที่เกิดจากน้ำเสียจากการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ รวมทั้งน้ำเสียที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรรมและปศุสัตว์ เป็นต้น จะเห็นได้จากปริมาณ TCB และ FCB ที่ศึกษามีค่าเกินค่ามาตรฐานซึ่งอาจนำไปสู่สาเหตุของการเกิดโรคและการเจ็บป่วยหากใช้น้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวไปอุปโภคบริโภค อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดินของลำห้วยหลวงครั้งนี้ได้ตรวจวิเคราะห์ใน 2 รอบปีเท่านั้น หากได้ดำเนินการครบ 3-5 ปี จะสามารถนำไปประเมินผลบอกถึงแนวโน้มในภาพรวมและใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ได้ นอกจากนั้น ควรมีการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและวิเคราะห์ผลกระทบต่อระบบนิเวศซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจติดตามในพารามิเตอร์อื่น ๆ ทั้งทางกายภาพและทางเคมีเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วนในการจัดการคุณภาพของแหล่งน้ำต่อไป

4. บทสรุป

การปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้งกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในลำห้วยหลวงมีค่าเกินค่ามาตรฐานและสูงเกินกว่าสภาพตามธรรมชาติ โดยเฉพาะที่จุดเก็บที่ 1 และจุดเก็บที่ 2 ซึ่งเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากชุมชน แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าลำห้วยหลวงเกิดการปนเปื้อนจากของเสียที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต อีกทั้งยังเกิดจากน้ำเสียที่มิได้รับการบำบัดอย่างเหมาะสมก่อนปล่อยสู่ลำห้วย จึงควรมีการเพิ่มระบบบำบัดน้ำเสียของชุมชนในพื้นที่เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ในแหล่งน้ำ และเพื่อลดระดับความวิกฤติของปัญหาคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรมที่อาจส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ จากผลการตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีปริมาณ

TCB และ FCB เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งหากมีการนำไปใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และต้องมีการเตือนสำหรับการใช้ประโยชน์เพื่อการการประมงและการเกษตรเนื่องจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียชี้วัดความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้น หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการในการตรวจติดตามคุณภาพน้ำลำห้วยหลวงตลอดทั้งปีเพื่อป้องกันและหาแนวทางจัดการน้ำเสียในการลดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคได้ รวมถึงมีการจัดการคุณภาพแหล่งน้ำให้มีคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตรและปศุสัตว์ และควบคุมกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปนเปื้อนของสารมลพิษหรือแบคทีเรียที่มีผลต่อคุณภาพน้ำจากชุมชน

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

Table 3 Averages of TCB (in MPN/100 mL) and FCB (in MPN/100 mL) of water in Huai Luang River Basin in different seasons of the years 2021 and 2022

Seasons	2021		2022	
	TCB	FCB	TCB	FCB
Summer (Feb-May)	58,892	12,821	105,813	19,472
Rainy season (Jun-Sep)	12,478	1,906	45,088	6,525
Winter (Oct-Jan)	60,292	8,874	81,806	12,340

Note: The type III of surface water quality standards issued by the Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand: TCB<20,000 MPN/100 mL and FCB<4,000 MPN/100 mL

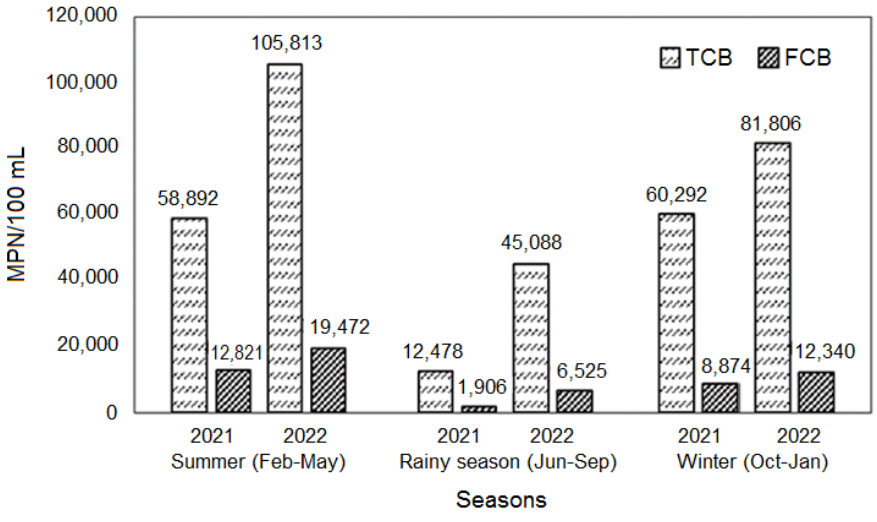

Figure 5 Averages of TCB and FCB of water in Huai Luang River Basin in different seasons of the years 2021 and 2022

6. References

[1] Thongsri, T., Petchkasem, S. and Muangkaew, K. 2014. An assessment of coliform and fecal coliform bacteria levels in surface water resources of Bangkok and vicinity area. **Bulletin of Applied Sciences.** 3(3): 59-67. (*in Thai*)

[2] Homthong, S. and Nitirojpanya, K. 2021. Assessment of coliform bacteria, fecal coliform and *Escherichia coli* in drinking water from water dispensers at Education Building, Burapha University, Chonburi Province. **The Golden Teak: Science and Technology Journal.** 8(2): 1-12. (*in Thai*)

[3] Nimrat, S. and Vuthiphandchai, V. 2017. Physical and microbiological qualities of clear and opaque bottled drinking water distributed in Ayutthaya Province. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University.** 19(3): 193-207. (*in Thai*)

[4] Nuengjui, M. and Chanpiwat, P. 2021. "Bacteria" water quality index biological water of Rayong River in the Eastern Special Economic Area. **Environmental Journal.** 25(2): 1-6. (*in Thai*)

[5] Bootdee, K. and et al. 2022. Monitoring of surface water quality at Ubon Ratchathani University. **The Journal of Industrial Technology.** 18(3): 146-160. (*in Thai*)

[6] Aram, S.A., Saalidong, B.M. and Lartey, P.O. 2021. Comparative assessment of the relationship between coliform bacteria and water geochemistry in surface and ground water systems. **PLoS One.** 16(9): e0257715.

[7] Seo, M., Lee, H. and Kim, Y. 2019. Relationship between coliform bacteria and water quality factors at weir stations in the Nakdong River, South Korea. **Water.** 11(6): 1171.

[8] Ky, N.M. and Lam, N.H. 2016. Analysis of changing trend of fecal coliform levels at lakes in Hue Citadel, Vietnam. **Environment and Natural Resources Journal.** 14(1): 1-7.

[9] Zhang, X. and et al. 2020. Spatiotemporal variability and key influencing factors of river fecal coliform within a typical complex watershed. **Water Research.** 178: 115835.

[10] Wongaree, M. 2019. Water quality assessment by using of water quality index for Mak Khaeng canal, Udon Thani Province, Thailand. **EnvironmentAsia.** 12(2): 96-104.

[11] Some, S. and et al. 2021. Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment. **Energy Nexus.** 1: 100008.

[12] Bigham, T. and et al. 2019. Microbial water quality: Voltammetric detection of coliforms based on riboflavin-ferrocyanide redox couples. **Electrochemistry Communications.** 101: 99-103.

[13] Miloudi, S. 2019. Increasing and eliminating the (fecal coliforms, thermotolerant coliform and fecal streptococcus) bacteria by resin of the poly (para carboxy acid phenol-D-Glucose) to clean up waste water. **Human Microbiome Journal.** 11: 100053.

[14] Sillberg, C.V., Kullavanijaya, P. and Chavalparit, O. 2021.Water quality classification by integration of attribute-realization and support vector machine for the Chao Phraya River. **Journal of Ecological Engineering.** 22(9): 70-86.

[15] Pansuk, N., Vinitnantharat, S. and Pattanachan, P. 2019. Effect of season on water quality of extensive and intensive seabass culture ponds and associated canals. **Veridian E-Journal, Science and Technology Silpakorn University.** 6(6): 1-15. (*in Thai*)

[16] Sittisorn, P. 2017. Assessment of water quality of Bang Pakong River using multivariate analysis. **Burapha Science Journal.** 22(2): 183-196. (*in Thai*)

[17] Wangka-orm, C. and et al. 2023. Water quality analysis for agriculture: A case study of Nong Khon Saen community area, Udon Thani, Thailand. **International Journal of Environmental Science and Development.** 14(3): 185-189.

[18] Monprapussorn, M. 2022. Land use change and ecosystem service variations in Huai Luang River Basin, Udon Thani Province, Thailand. In: **Proceedings of the 2nd Applied Geography and Geoinformatics for Sustainable Development,** 11 December 2022. Phuket, Thailand.