การประเมินปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

An assessment of coliform and fecal coliform bacteria levels in surface water resources of Bangkok and vicinity area

เทพวิทูรย์ ทองศรี[1*] สุรัตน์ เพชรเกษม[1] และ กัญญา ม่วงแก้ว[1]

Tepwitoon Thongsri[1*] , Surat Petchkasem[1] , Kanya Muangkaew[1]

บทคัดย่อ

การตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม ในแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อประเมินความสะอาดและความปลอดภัยของแหล่งน้ำในช่วงเดือนมิถุนายน-กันยายน 2555 โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำจาก แม่น้ำเจ้าพระยา ลำคลอง และแหล่งน้ำ จำนวน 64 ตัวอย่าง ทดสอบตามวิธี Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group และประเมินปริมาณโคลิฟอร์มเป็นค่า Most Probable Number (MPN) index ต่อน้ำ 100 มล. ผลการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มด้วยวิธี MPN พบว่า การปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่า MPN index ต่อน้ำ 100 มล. อยู่ระหว่าง <1.8 ถึง 1.6 X 10^7 เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเทศไทย พบว่า ตัวอย่างร้อยละ 15.6 มีปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 และตัวอย่างร้อยละ 39 มีปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 งานวิจัยนี้บ่งชี้ภาพรวมคุณภาพของแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่สุ่มเก็บตัวอย่างศึกษาว่าอาจจะมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร ต้องผ่านการฆ่าเชื้อและปรับปรุงคุณภาพน้ำ ก่อนนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภค

Abstract

Coliforms and fecal coliform bacteria of surface water resources in Bangkok and vicinity areas were measured and assessed regarding pathogen contamination. 64 samples were taken from the Chao Phraya River, canals, and reservoirs during June to September, 2012. Coliforms and fecal coliform bacteria were enumerated by multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group and estimated coliform concentration as MPN index/100 mL. Results indicated that the level of coliform and fecal coliform bacteria measured by MPN was in the range of MPN index/100 ml <1.8 to 1.6 X 10^7. It was found that 15.6 % of total samples, coliforms and fecal coliforms level was exceeded surface water quality standard class 2. Furthermore, 39 % of total samples, coliforms and fecal coliforms level was exceeded surface water Class 3. Results revealed the overall sanitary quality of selected surface water resources in Bangkok and vicinity areas that the source water may have been contaminated by gastrointestinal pathogens and must be treated and be improved for consuming purposes.

คำสำคัญ : แบคทีเรียโคลิฟอร์ม, ฟีคัลโคลิฟอร์ม, คุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน

Keywords : Coliform Bacteria, Fecal Coliform, Surface Water Quality

[1]กรมวิทยาศาสตร์บริการ

*Corresponding author E-mail address : tep@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction

ปริมาณแบคทีเรีย สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดและการปนเปื้อนของของเสียจากมนุษย์และสัตว์ โดยเฉพาะแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Total coliform bacteria, TCB) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มักพบในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ สัตว์ และสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ (1) นอกจากนั้นยังพบได้ในดินและพืช (2)

แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ประกอบด้วย แบคทีเรีย 2 กลุ่ม คือ ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform bacteria, FCB) และ นอน-ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non-fecal coliform bacteria) ฟีคัลโคลิฟอร์ม เป็นโคลิฟอร์มที่พบได้เฉพาะในระบบทางเดินอาหารและสิ่งขับถ่าย อุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น ได้แก่ แบคทีเรียสกุล Escherichia ขณะที่นอน-ฟีคัลโคลิฟอร์ม เป็นโคลิฟอร์มที่พบในดิน และพืช ได้แก่ แบคทีเรียสกุล Enterobacter และ Citrobacter (2)

การตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียในแหล่งน้ำผิวดิน จะตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม ซึ่งปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จะเป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดของแหล่งน้ำนั้น และ FCB พบได้เฉพาะในอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่นเท่านั้น ดังนั้น FCB สามารถเป็นตัวชี้วัดการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลจากมนุษย์และสัตว์ในแหล่งน้ำ สำหรับ Escherichia coli (E. coli) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของ FCB นั้นเป็นแบคทีเรียตัวชี้วัดที่ดีของมลพิษที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์และความเสี่ยงของการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในแหล่งน้ำผิวดิน (2) มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน (3) ได้ให้คำจำกัดความของแหล่งน้ำผิวดินไว้โดย แหล่งน้ำผิวดิน หมายถึง แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ภายในผืนแผ่นดิน รวมถึงแหล่งสาธารณะที่อยู่ภายในผืนแผ่นดินบนเกาะด้วย แต่ไม่รวมถึงน้ำบาดาล และในกรณีที่แหล่งน้ำนั้นอยู่ติดกับทะเลให้หมายความถึงแหล่งน้ำที่อยู่ภายในปากแม่น้ำหรือปากทะเลสาบ ปากแม่น้ำและปากทะเลสาบให้ถือแนวเขตตามที่กรมเจ้าท่ากำหนด

ทั้งนี้ประกาศดังกล่าว ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ โดยกำหนดค่า MPN แบคทีเรียโคลิฟอร์มไม่เกินกว่า 5,000 ต่อ 100 มล. และแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์ม มีค่า MPN ไม่เกินกว่า 1,000 ต่อ 100 มล. แหล่งน้ำประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน โดยกำหนดค่า MPN ของแบคทีเรียโคลิฟอร์มไม่เกินกว่า 20,000 ต่อ 100 มล. และแบคทีเรียฟีคัล-โคลิฟอร์ม มีค่าไม่เกินกว่า 4,000 ต่อ 100 มล.(3)

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสะอาดและความปลอดภัยของแหล่งน้ำผิวดินตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเทศไทย (3) และตรวจสอบมลพิษจากสิ่งปฏิกูลในแหล่งรับน้ำ คลองระบายน้ำทั่วไปด้วย

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

ดำเนินการตรวจคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางจุลชีววิทยาในแหล่งน้ำผิวดินพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลช่วงเดือนมิถุนายน-กันยายน 2555 เพื่อประเมินความสะอาดและความปลอดภัยของแหล่งน้ำ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา จำนวน 16 จุด ลำคลอง 34 จุด และแหล่งน้ำผิวดินอื่น ๆ 6 จุด รวมทั้งสิ้น 64 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แหล่งน้ำผิวดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและจุดเก็บตัวอย่าง

แหล่ง ผิวดิน	จุดเก็บตัวอย่าง
แม่น้ำเจ้าพระยา 16 จุด	ป้อมพระสุเมรุ พุทธสถานเชิงท่าหน้าโบสถ์ ท่านนท์ กรมชลประทาน-สามเสน ท่าเรือเทเวศร์ สะพานพระราม 7 สะพานซังฮี้ ศูนย์ดับเพลิงพระนั่งเกล้า ท่าเรือเอเชียทีค ท่าพระจันทร์ ท่าเตียน สะพานพุทธ สะพานพระราม 8 ท่าเรือสาทร สะพานกรุงเทพฯ ตลาดน้อย
ลำคลอง 20 คลอง 34 จุด	คลองประปา 3 จุด ได้แก่ เดอะมอลล์-งามวงศ์วาน โรงกรอง สามเสน และสมาคมวิศวกรรม สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย คลองบางซื่อ 5 จุด ได้แก่ ถนนพหลโยธิน ถนนวิภาวดี ถนนแจ้งวัฒนะ ถนนพระราม 5 และถนนรัชดาภเษก คลองเปรมประชากร 3 จุด ได้แก่ สถานีอุโมงค์ วัดเทวสุนทร และวัดเบญจมบพิตร คลองสามเสน 3 จุด ได้แก่ ถนนพิชัย ถนนพระราม 5 และถนนสวรรคโลก คลองลาดพร้าว 3 จุด ได้แก่ วัดลาดพร้าว ซอยเสนานิคม และถนนเกษตร-นวมินทร์ คลองบางเขน 2 จุด ได้แก่ ถนนประชาชื่นและถนนกรุงเทพฯ-นนท์ คลองผดุงกรุงเกษม คลองแสนแสบ-รามคำแหง คลองบางบัว คลองหน้าสโมสรตำรวจ คลองไส้ไก่-อุดมสุข คลองหน้าหมู่บ้านเอื้ออาทร-นนทบุรี คลอง 3 ลำลูกกา คลอง 4 คลอง 5 ศูนย์เทคโนธานี คลอง 6 คลอง 7 คลอง 8 คลอง 9 คลอง 10 และคลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์-ศูนย์รังสิต
แหล่งผิวดินอื่นๆ 6 แหล่ง 14 จุด	สระ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สระเก็บ พระราม 9 จุดที่ 1-9 บึงบางบอนสวนหลวง ร.9 โครงการแก้มลิงบึงพระราม 9 ถนนประดิษฐ์มนูธรรม บึงวัดพระศรีมหาธาตุ และทะเลสาบเมืองทองธานี

การเก็บตัวอย่างโดยเก็บน้ำปริมาณ 200 มล.ในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วขนาด 250 มล. จุดเก็บตัวอย่างอยู่ที่ระดับความลึก 30 ซม. (3) ณ จุดที่ห่างจากฝั่งประมาณ 50 ซม. จากนั้นรักษาสภาพตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ดำเนินการทดสอบทันทีเมื่อตัวอย่างเดินทางถึงห้องปฏิบัติการ หากตัวอย่างน้ำที่มีความสกปรกจำเป็นต้องมีการเจือจางตัวอย่างเป็นลำดับขั้น จนถึงระดับ 1 : 10,000 ด้วยสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (4)

การวิเคราะห์ปริมาณ TCB และ FCB ใช้วิธี Multiple tubes fermentation (3) ระบบ 5 หลอด ตรวจวิเคราะห์ TCB ขั้นแรกด้วยอาหาร Lauryl tryptose broth (LTB) broth บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24-28 ชั่วโมง ตรวจสอบผลบวกหลอดที่มีการเจริญ (ขุ่น) และมีฟองก๊าซในหลอดเดอร์แรม จากนั้นนำหลอดที่ให้ผลบวกขั้นแรกมาวิเคราะห์ขั้นยืนยันด้วยอาหาร Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) broth บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-28 ชั่วโมง ตรวจผลบวกหลอดที่มีการเจริญและมีฟองก๊าซ คำนวณค่าโคลิฟอร์มทั้งหมดในรูปของ MPN index/100 มล. จากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยันจากตาราง MPN (3) และวิเคราะห์ขั้นสมบูรณ์หลอดที่ให้ผลบวกในขั้นยืนยัน

โดยถ่ายเชื้อลงในอาหารแข็ง Endo หรือ Eosin methylene blue agar บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส 24 ± 2 ชั่วโมง โคโลนีที่ให้ผลบวกจะมีสีม่วงแดง สีเข้มและเป็นมันวาวคล้ายโลหะ หรือมีสีชมพูเยิ้ม ถ่ายเชื้อจากโคโลนีที่ให้ผลบวกลงในอาหารเหลว LTB และถ่ายเชื้อลงในอาหารแข็ง NA บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง ถ้ามีก๊าซเกิดขึ้นในหลอดอาหาร LTB และเชื้อจากอาหารแข็ง NA เมื่อย้อมสีแกรมติดสีแกรมลบ มีลักษณะเป็นท่อน ไม่มีสปอร์ บ่งชี้ว่าแบคทีเรียในน้ำตัวอย่างนั้นเป็นโคลิฟอร์ม

การตรวจวิเคราะห์ FCB ทำโดยถ่ายเชื้อจากอาหารเหลวในหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจ TCB ขั้นแรกลงในอาหารเหลว Escherichia coli (EC) broth และบ่มที่ 44.5 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง ถ้าหลอดที่เกิดก๊าซภายใน 24 ชั่วโมง หมายถึงผลทดสอบให้ผลบวก ซึ่งบ่งชี้ว่าเป็น FCB ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำตัวอย่างที่ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น แล้วคำนวณค่า FCB ในรูปของ MPN index ต่อน้ำ 100 มล. จากหลอดที่ให้ผลบวกจากตาราง MPN (5)

3. ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย พบว่า ปริมาณ TCB และ FCB สูงสุดพบที่คลองเปรมประชากร หน้าวัดเบญจมบพิตร มีค่า MPN index ต่อน้ำ 100 มล. 1.6x107 ขณะที่ ปริมาณ TCB และ FCB ต่ำสุดตรวจวัดได้ที่สระเก็บน้ำพระราม 9 จุดที่ 6 มีค่า MPN index ของ TCB และ FCB ต่อ 100 มล. < 1.8 (ตารางที่ 2)

เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาทั้งหมด 16 จุด พบว่าTCB มีค่า MPN index ต่อ 100 มล.อยู่ระหว่าง 2.4x103 - 9.2x104 และ FCB มีค่า MPN index ต่อ 100 มล. ระหว่าง 2.2x103 — 9.2x104 นอกจากนั้นพบว่า จุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด มีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 คือ จุดเก็บตัวอย่างกรมชลประธาน-สามเสน สะพานพระราม 7 ศูนย์ดับเพลิงพระนั่งเกล้า ท่าเรือเอเชียทีค ท่าเรือสาธร และตลาดน้อย ขณะที่จุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด มีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือ จุดเก็บตัวอย่างพุทธสถานเชิงท่าหน้าโบสถ์ ท่าเรือเทเวศร์ และสะพานซังฮี้ ส่วนจุดเก็บตัวอย่างที่เหลือ 7 จุด มีปริมาณ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (ตารางที่ 2)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในลำคลอง 8 คลอง ในเขตกรุงเทพมหานครที่เก็บตัวอย่างน้ำจาก 21 ตัวอย่าง พบว่า คลองประปา ที่จุดเก็บตัวอย่างเดอะมอลล์-งามวงศ์วาน และโรงกรองน้ำสามเสน มีปริมาณ TCB และ FCB ไม่เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ขณะที่คลองประปา จุดเก็บตัวอย่างสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม พบว่า ปริมาณ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 สำหรับคลองบางซื่อ คลองเปรมประชากร คลองสามเสน คลองลาดพร้าว คลองบางเขน คลองผดุงกรุงเกษม และคลองแสนแสบ-รามคำแหงนั้น พบว่า มีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ในทุกจุดเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 2) แหล่งน้ำผิวดินอื่นๆ รวมถึงแหล่งรับน้ำและคลองระบายน้ำ คณะผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่าง 27 จุด พบว่า TCB มีค่า MPN index ต่อ 100 มล. ระหว่าง 20 — 5.4x106 ขณะที่ FCB มีค่า MPN index ต่อ 100 มล. อยู่ในช่วง <18 -5.4x106 โดยคลอง 3 ลำลูกกา คลอง 6 คลอง 7 และโครงการแก้มลิงบึงพระราม 9 ถนนประดิษฐ์มนูธรรม มีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 สำหรับจุดเก็บตัวอย่างสระเก็บน้ำพระราม 9 จุดที่ 7 คลอง 4 บึงวัดพระศรีมหาธาตุ และทะเลสาบเมืองทองธานี มีปริมาณ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2

ขณะที่จุดเก็บตัวอย่างคลองบางบัว คลองหน้าสโมสรตำรวจ คลองไส้ไก่-อุดมสุข และคลองหมู่บ้านเอื้ออาทร-นนทบุรี มีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มิถุนายน — กันยายน 2555 โดยวิธี MPN

จุดเก็บตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม MPN index ต่อน้ำ 100 มล.	ฟีคัลโคลิฟอร์ม MPN index ต่อน้ำ 100 มล.
1. แม่น้ำเจ้าพระยา		
1.1 ป้อมพระสุเมรุ [2]	2.8×10^3	2.2×10^3
1.2 พุทธสถานเชิงท่าหน้าโบสถ์ [3,1]	9.2×10^4	9.2×10^4
1.3 ท่าน้ำนนท์ [2]	2.2×10^3	2.2×10^3
1.4 กรมชลประทาน สามเสน [1]	9.2×10^3	5.4×10^3
1.5 ท่าเรือเทเวศน์ [3,1]	1.6×10^4	9.2×10^3
1.6 สะพานพระราม 7 [1]	9.2×10^3	9.2×10^3
1.7 สะพานซังฮี้ [3,1]	1.6×10^4	1.6×10^4
1.8 ศูนย์ดับเพลิงพระนั่งเกล้า [1]	9.2×10^3	9.2×10^3
1.9 ท่าเรือเอเชียทีค [1]	5.4×10^3	5.4×10^3
1.10 ท่าพระจันทร์ [2]	3.5×10^3	3.5×10^3
1.11 ท่าเตียน [2]	3.5×10^3	3.5×10^3
1.12 สะพานพุทธ [2]	2.4×10^3	2.4×10^3
1.13 สะพานพระราม 8 [2]	3.5×10^3	3.5×10^3
1.14 ท่าเรือสาทร [1]	5.4×10^3	3.5×10^3
1.15 สะพานกรุงเทพฯ [2]	3.5×10^3	2.4×10^3
1.16 ตลาดน้อย [1]	9.2×10^3	9.2×10^3
2. คลองประปา		
2.1 เดอะมอลล์ งามวงศ์วาน	1.7×10^2	1.4×10^2
2.2 โรงกรองน้ำสามเสน	3.0×10^2	2.3×10^2
2.3สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย[2]	1.3×10^3	1.1×10^3
3. คลองบางซื่อ		
3.1 ถนนพหลโยธิน [3,1]	5.4×10^4	5.4×10^4
3.2 ถนนวิภาวดี [3,1]	$2. 4 \times 10^5$	2.4×10^5
3.3 ถนนแจ้งวัฒนะ [3,1]	5.4×10^4	5.4×10^4
3.4 ถนนพระราม 5 [3,1]	3.5×10^5	3.5×10^5
3.5 ถนนรัชดาภิเษก [3,1]	1.7×10^6	1.7×10^6
4. คลองเปรมประชากร		
4.1 สถานีอุโมงค์น้ำ [3,1]	2.4×10^5	2.4×10^5
4.2 วัดเทวสุนทร [3,1]	3.5×10^5	7.9×10^4

ตารางที่ 2 (ต่อ) ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มิถุนายน — กันยายน 2555 โดยวิธี MPN

จุดเก็บตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม MPN index ต่อน้ำ 100 มล.	ฟีคัลโคลิฟอร์ม MPN index ต่อน้ำ 100 มล.
4.3 วัดเบญจมบพิตร [3,1]	1.6×10^7	1.6×10^7
5. คลองสามเสน		
5.1 ถนนพิชัย [3,1]	9.2×10^5	9.2×10^5
5.2 ถนนพระราม 5 [3,1]	2.8×10^5	2.8×10^5
5.3 ถนนสวรรคโลก [3,1]	3.5×10^5	4.0×10^4
6. คลองลาดพร้าว		
6.1 วัดลาดพร้าว [3,1]	3.5×10^5	1.7×10^5
6.2 ซอยเสนานิคม [3,1]	1.6×10^6	9.2×10^5
6.3 ถนนเกษตร-นวมินทร์ [3,1]	1.3×10^6	1.6×10^6
7. คลองบางเขน		
7.1 ถนนประชาชื่น [3,1]	5.4×10^5	5.4×10^5
7.2 ถนนกรุงเทพฯ-นนท์ [3,1]	5.4×10^5	5.4×10^5
8. คลองผดุงกรุงเกษม [3,1]	1.7×10^6	1.7×10^6
9. คลองแสนแสบ รามคำแหง [3,1]	1.6×10^6	3.5×10^4
10. คลองบางบัว [3,1]	2.4×10^5	2.4×10^5
11. คลองหน้าสโมสรตำรวจ [3,1]	2.2×10^6	2.2×10^6
12. คลองไส้ไก่ อุดมสุข [3,1]	5.4×10^6	5.4×10^6
13. คลองหน้าหมู่บ้านเอื้ออาทร นนทบุรี [3,1]	2.4×10^5	2.4×10^5
14. คลอง 3 ลำลูกกา [1]	7.0×10^3	7.0×10^3
15. คลอง 4 [2]	1.3×10^3	1.3×10^3
16. คลอง 5 ศูนย์เทคโนธานี	7.9×10^2	7.9×10^2
17. คลอง 6 [1]	1.6×10^4	3.5×10^3
18. คลอง 7 [1]	1.6×10^4	3.5×10^3
19. คลอง 8	3.4×10^2	3.4×10^2
20. คลอง 9	7.9×10^2	3.3×10^2
21. คลอง 10	2.3×10^2	2.3×10^2
22. คลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	2.3×10^2	78
23. สระเก็บน้ำพระราม 9		
23.1 จุดที่ 1	79	22
23.2 จุดที่ 2	33	13

ตารางที่ 2 (ต่อ) ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มิถุนายน — กันยายน 2555 โดยวิธี MPN

จุดเก็บตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม MPN index ต่อน้ำ 100 มล.	ฟีคัลโคลิฟอร์ม MPN index ต่อน้ำ 100 มล.
23.3 จุดที่ 3	13	13
23.4 จุดที่ 4	7.8	7.8
23.5 จุดที่ 5	9.3	9.3
23.6 จุดที่ 6	<1.8	<1.8
23.7 จุดที่ 7 [2]	3.5×10^3	3.5×10^3
23.8 จุดที่ 8	17	17
23.9 จุดที่ 9	20	<18
24. โครงการแก้มลิงบึงพระราม 9 ถนนประดิษฐ์มนูธรรม[1]	5.4×10^4	2.4×10^3
25. บึงบางบอน สวนหลวง ร. 9	20	20
26. สระน้ำจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	7.9×10^2	7.9×10^2
27. บึงวัดพระศรีมหาธาตุ [2]	3.5×10^3	3.5×10^3
28. ทะเลสาบเมืองทองธานี [2]	2.2×10^3	2.2×10^3

หมายเหตุ

1 ปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (3)

2 ปริมาณ FCB เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (3)

3 ปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (3)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียบ่งชี้ให้เห็นว่า แหล่งน้ำผิวดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีการปนเปื้อน เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Bhardwaj,2005(6) ซึ่งตรวจติดตามคุณภาพน้ำแหล่งน้ำในประเทศอินเดีย พบว่า แม่น้ำสายหลักในอินเดียมีการปนเปื้อนสารอินทรีย์และแหล่งน้ำผิวดินเกือบทุกแหล่งปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ทำให้ไม่เหมาะต่อการอุปโภคบริโภคหากปราศจากการฆ่าเชื้ออย่างถูกวิธี

การปนเปื้อนของแหล่งน้ำผิวดินในเขตเมืองใหญ่อาจมีสาเหตุมาจากแหล่งที่มีจุดกำเนิดแน่นอน "point sources" ได้แก่ ท่อระบายน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนและอุตสาหกรรม หรือแหล่งที่มีจุดกำเนิดไม่แน่นอน "nonpoint sources." เช่น น้ำฝน น้ำท่วม ของเสียจากการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ รวมทั้งน้ำจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรรม เหมืองแร่ เป็นต้น (5,7) จะเห็นได้จากปริมาณ TCB และ FCB ในหลายจุดที่ศึกษามีค่าเกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และประเภทที่ 3 และยังพบว่าลำคลองต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ในพื้นที่ชุมชน มีปริมาณ TCB และ FCB สูงกว่าแหล่งน้ำนอกเขตชุมชน (สระเก็บน้ำพระราม 9 จุดที่ 1-6,8 และ 9 คลอง 8-10) นอกจากนี้การตรวจพบฟีคัลโคลิฟอร์มซึ่งเป็นแบคทีเรียชี้วัดการปนเปื้อนของอุจจาระจากคนและสัตว์และอาจจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร (8,9) ซึ่งนำไปสู่สาเหตุของการเกิดโรคและการเจ็บป่วยหากประชาชนในพื้นที่นำน้ำดังกล่าวไปอุปโภคบริโภค

Maitera and Ismaila, 2011 (10) ได้ศึกษาและประเมินคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียของแม่น้ำ Gongola ในรัฐ Adamawa ไนจีเรีย พบว่าปริมาณ TCB ที่พบในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2007 (ฤดูแล้ง) มีค่าต่ำกว่า

ปริมาณ TCB ที่พบในช่วงเดือน สิงหาคม-ตุลาคม (ฤดูฝน) ในปีเดียวกัน ขณะที่การตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม ในแหล่งน้ำผิวดินเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลครั้งนี้ ตรวจประเมินปริมาณ TCB และ FCB ในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน) เท่านั้น หากได้ดำเนินการในฤดูแล้งจะได้ข้อมูลครบทุกฤดูและสามารถนำไปประเมินผลในภาพรวมทั้งปีและเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและสาธารณสุขของประเทศได้

ทั้งนี้การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและผลกระทบต่อระบบนิเวศ นอกจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรียแล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจติดตามคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่ ค่าความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย, alkalinity, โลหะหนัก COD, BOD, DO และพารามิเตอร์อื่น ๆ ด้วย (2) เพื่อประโยชน์สูงสุดในการจัดการแหล่งน้ำต่อไป

4. สรุป (Conclusion)

ผลการศึกษาและประเมินคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินทางแบคทีเรียในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยการเปรียบเทียบผลการสำรวจปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และประเภทที่ 3 พบว่า ร้อยละ 15.6 ของตัวอย่าง มีปริมาณ TCB และ FCB เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 ซึ่งหากมีการนำไปใช้เพื่อการอุปโภคและบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และต้องมีการเตือนสำหรับการใช้ประโยชน์เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ เนื่องจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียชี้วัดความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร

ขณะที่ร้อยละ 39 ของตัวอย่าง มีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นน้ำเพื่อการเกษตรและหากมีการนำไปใช้อุปโภคบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

จะเห็นได้ว่า ร้อยละ 54.6 ของตัวอย่างที่ศึกษามีปริมาณ TCB และ FCB เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และ/หรือ ประเภทที่ 3 ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีมาตรการในการกำกับดูแลและการตรวจติดตามเพื่อป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคได้

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะผู้บริหารกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงานโครงนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ไว้ ณ ที่นี้

6. เอกสารอ้างอิง (References)

(1 ELERIA, A. and R. M., VOGEL. Predicting fecal coliform bacteria levels in the Charles River, Massachusetts, USA. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA). 2005, 41(5), 1195-1209.

(2) ASHBOLT, N.J., Willie O.K., GRABOW., and M. SNOZZI. Indicators of microbial water quality. In: Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Lorna FEWTRELL and Jamie BARTRAM, eds. London: IWA Publishing, 2001, pp. 289-316.

(3) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน. (2537, 24 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง.

(4) AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION., WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington, D.C.: APHA, 2012, pp. 66-75.

(5) ABRAHAM, W.R. Megacities as sources for pathogenic bacteria in rivers and their fate downstream. International Journal of Microbiology (online). 2011, (viewed16 April 2014). Available from: http://www.hindawi.com/journals/ijmicro/2011/798292/

(6) BHARDWAJ, R.M. Water quality monitoring in India-Achievement and constraints. In: IWG-Env, International Work Session on Water Statistics, Vienna, June 20-22. 2005. (online). (viewed16 April 2014). Available from: https://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/envpdf/pap_wasess5a2india.pdf

(7) WIECKOWICZ, R., K. SANDERS., and J.R. ZEISLER. Fecal and total coliform TMDL for choctawhatchee river WBID 49F. (online). 2005. (viewed16 April 2014). Available from: http://www.epa.gov/waters/tmdldocs/choctawhatchee_river_fctc_tmdl.pdf

(8) BAUER, H. Monitoring water quality and fecal coliform bacteria in the Upper Susquehanna River, summer 2010. (online). 2010. (viewed16 April 2014). Available from: http://www.oneonta.edu/academics/biofld/PUBS/ANNUAL/2010/7%20Upper%20Susquehanna%20River%20Water%20Quality%20Monitoring%202010.pdf

(9) KATZ, R. Monitoring water quality and fecal coliform bacteria in the Upper Susquehanna River, summer 2012. (online). 2012. (viewed16 April 2014). Available from: http://www.oneonta.edu/academics/biofld/PUBS/ANNUAL/2012/08%20Upper_Susquehanna_River_Water_Quality_Monitoring%5B1%5D.pdf

(10) MAITERA, N. O. and Y. I. SUDI. An assessment of total coliform levels of some portions of River Gongola in Adamawa State, Nigeria. Advances in Applied Science Research, 2011, 2 (3), 191-197.