

การปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และฟิคอลโคลิฟอร์มในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวชลบุรี ถึง อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี

Total coliform and fecal coliform bacteria contamination in aquaculture areas of Chon Buri Bay to Ang Sila, Chon Buri Province

ทิ้มพร กรรเจียก^{1*}, พัฒนา ปูลเปี่ยม¹, ฉลวย มุสิกะ¹, วันชัย วงศ์ดาวรรณ¹ และ อาวุธ ห่มน้าหาผล¹
Tikumporn Kunjiek^{1*}, Pattana Poonpium¹, Chaluay Musika¹, Wanchai Wongsudawan¹
and Arvut Munhapon¹

บทคัดย่อ: การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟิคอลโคลิฟอร์มในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณอ่าวชลบุรี ถึง อ่างศิลา ระหว่างเดือนมีนาคม ปี พ.ศ.2549 ถึงเดือนธันวาคม 2559 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 4 สถานี ทุกเดือนๆ ละ 1 ครั้ง รวม 504 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนแบคทีเรียสูงเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คิดเป็นร้อยละ 85 ของจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา ซึ่งบริเวณที่มีการปนเปื้อนสูงสุด คือ คลองโปร่ง โดยความหนาแน่นเฉลี่ยของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม คิดเป็น $79,791 \pm 281,250$ MPN/100 mL และฟิคอลโคลิฟอร์ม คิดเป็น $437 \pm 1,766$ CFU/100 mL แสดงให้เห็นว่าบริเวณที่ทำการศึกษามีการปนเปื้อนของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร การนำน้ำทะเลและสัตว์น้ำมาใช้เพื่ออุปโภค บริโภคจำเป็นต้องผ่านการฆ่าเชื้อและปรับปรุงคุณภาพก่อนนำมาใช้ประโยชน์
คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด, ฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย, อ่าวชลบุรี, อ่างศิลา

ABSTRACT: The objective of the study was to investigate the contamination of total coliform bacteria and fecal coliform bacteria in aquaculture areas, of Chon Buri Bay to Ang Sila. Water samples were collected from four stations one time per month from March 2006 to December 2016 (504 samples in total). The results showed that bacterial contamination was found 85% of all the water samples, which is excessively higher than the Marine Water Quality Standard for Aquaculture. The highest contamination was found in Klong Prong at $79,791 \pm 281,250$ MPN/ 100 mL of the total coliform density and at $437 \pm 1,766$ CFU/ 100 mL of the fecal coliform density. This study also indicated that the contaminated can cause digestive diseases. Therefore, it is necessary to sterilize and improve sea water quality as well as marine organisms in these areas before use.

Keywords: Water quality, Total coliform bacteria, Fecal coliform bacteria, Chon Buri Bay, Ang Sila

บทนำ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อการส่งออกมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ในปี พ.ศ.2559 มีมูลค่ากว่า 88 ล้านล้านบาท (สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี, 2560)

โดยบริเวณอ่าวชลบุรี ถึง อ่างศิลานับเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดชลบุรีที่มีการส่งออกสัตว์น้ำสูง แต่เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำสายต่างๆ ที่พัดพาสิ่งสกปรกไหลลงสู่ทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูฝน มีผลต่อ

¹ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

Institute of Marine Science, Burapha University, Chon Buri Province 20131

* Corresponding author: tikumporn.ku@buu.ac.th

ระดับความเค็มของน้ำทะเลที่ได้รับการเจือจางจากน้ำจืดไหลลงสู่ทะเล สิ่งปนเปื้อนต่างๆ ดินตะกอน จุลินทรีย์ จากชายฝั่งและพื้นที่ต้นน้ำ จะไหลลงสู่ทะเลมากขึ้น (ชลวย และคณะ, 2549) ซึ่งส่งผลกระทบต่ออย่างมากต่อ ชนิด ปริมาณ คุณภาพของน้ำทะเล และทรัพยากรสัตว์น้ำ โดยแหล่งน้ำที่มีแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ต่างๆ ปนเปื้อนในปริมาณสูง จะส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี และส่งผลให้ความหนาแน่นของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำนั้นสูงขึ้น

ปัญหาคุณภาพน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งน้ำเสีย ชุมชน อุตสาหกรรม และเกษตรกรรมซึ่งมักมีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์หรือแบคทีเรียเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นไม่เพียงแต่คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีเท่านั้นที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำ แต่คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำนั้นเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึง เนื่องจากแบคทีเรียเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศ การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียในน้ำสามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรง คือ การตรวจหาแบคทีเรียชนิดนั้นๆ ซึ่งอาจใช้เวลาในการตรวจวัดนาน มีวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อน และมีความเสี่ยงต่อผู้วิเคราะห์ ส่วนทางอ้อม คือ การตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียบ่งชี้ (bacteriological indicator) เพราะสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ง่าย และมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้ดี (Frederick, 1993) ซึ่งรวดเร็วกว่า โดยแบคทีเรียที่นิยมใช้เป็นแบคทีเรียบ่งชี้ความสะอาดและการปนเปื้อนของเสียจากมนุษย์และสัตว์ คือ แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliform bacteria) และฟีคอลโคลิฟอร์ม (fecal coliform bacteria) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มักพบในระบบทางเดินอาหาร สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น นอกจากนี้ยังสามารถพบได้ในดินและพืชอีกด้วย (Anna et al, 2005) การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย โดยใช้แบคทีเรียบ่งชี้กลุ่มโค

ลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์ม ในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณอ่าวชลบุรี ถึง อ่างศิลา ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2559 ทั้งนี้เพื่อจะได้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการหาสาเหตุ แนวทางป้องกันแก้ไข และควบคุมปัญหาสิ่งแวดล้อมทางทะเล รวมทั้งสามารถใช้บ่งชี้คุณภาพสัตว์น้ำเบื้องต้นได้

วิธีการศึกษา

บริเวณที่ศึกษา คือ แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวชลบุรี ถึง อ่างศิลา โดยเก็บตัวอย่าง 4 สถานี ได้แก่ อ่าวชลบุรี สะพานท่าเทียบเรือวัดโกมุก สะพานท่าเทียบเรือซอยคุณปลื้ม และคลองโปรง (Figure 1) การตรวจสอบตำแหน่งสถานี ใช้เครื่องตรวจวัดพิกัดบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Garmin GPS 12) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่ เดือนมีนาคม พ.ศ.2549 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2559 รวมทั้งสิ้น 504 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ขวดที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ เก็บตัวอย่างในถังน้ำแข็ง ก่อนนำตัวอย่างที่ได้ตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์ม ตามวิธี Multiple tube fermentation technique และ Membrane filter method (APHA, 1992) ในห้องปฏิบัติการ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ภายในเวลา 24 ชั่วโมง การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์ม และทดสอบความแตกต่างทางสถิติในระหว่างสถานที่ (4 สถานี) และเวลา (10 ปี 10 เดือน) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ S-N-K (Student-Newman-Keuls) รวมทั้งหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้ Pearson correlation

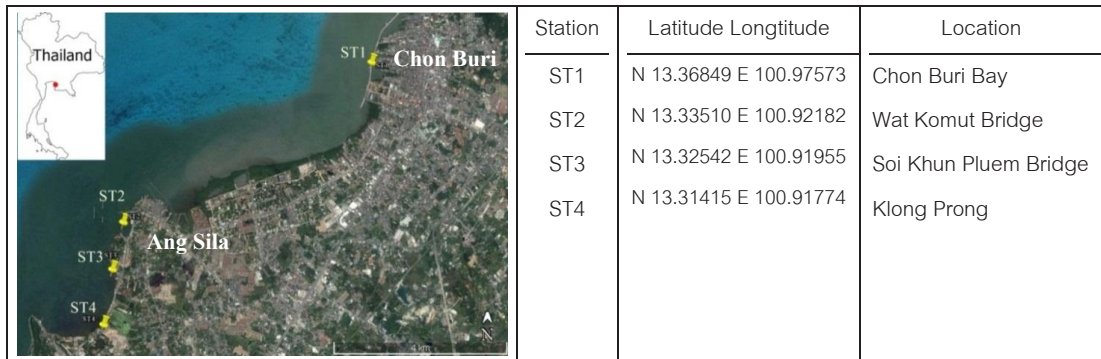


Figure 1 Sampling stations in aquaculture areas of Chon Buri Bay to Ang Sila.

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การปนเปื้อนแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตั้งแต่อำเภอลือชัย ถึงอ่างศิลา พบค่าพีอี และค่าเฉลี่ยดังแสดงใน Table 1 โดยผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างปี โดยขึ้นกับสถานีด้วย ($P < 0.05$) โดยพบการปนเปื้อนสูงสุดในสถานีคลองโปรง คิดเป็น $79,791 \pm 281,250$ MPN/100 mL รองลงมา คือ อำเภอชลบุรี ($20,881 \pm 42,067$ MPN/100 mL) ส่วนบริเวณสะพานท่าเรือชอยคุณปลื้ม ($4,311 \pm 7,938$ MPN/100 mL) และสะพานท่าเรือวัดโกมุท ($2,713 \pm 8,831$ MPN/100 mL) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (Table 1) ทั้งนี้ทุกสถานีมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด สูงกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะ

เลี้ยงสัตว์น้ำที่กำหนดไว้มีค่าไม่เกิน 1,000 MPN/100 mL (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) คิดเป็นร้อยละ 94 ของตัวอย่างที่ทำการทดสอบ สอดคล้องกับการศึกษาของพรเพ็ญ (2559) ที่พบการปนเปื้อนแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดบริเวณสถานีใกล้เคียงทะเลอ่างศิลา มีค่ามากกว่า 1,600 MPN/100 mL และการศึกษาของพัฒนา และคณะ (2547) พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่ม vibrio บริเวณคลองโปรง สูงกว่าบริเวณท่าเรืออ่างศิลา และอำเภอชลบุรี รวมทั้งกรมควบคุมมลพิษ (2560) ได้รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในช่วง 10 ปี (พ.ศ.2550-2559) พบว่าบริเวณอ่าวไทยตอนใน มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงเสื่อมโทรมมาก โดยพารามิเตอร์หลักที่บ่งชี้ถึงปัญหาคุณภาพน้ำทะเลในภาพรวม ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน-ไนโตรเจน

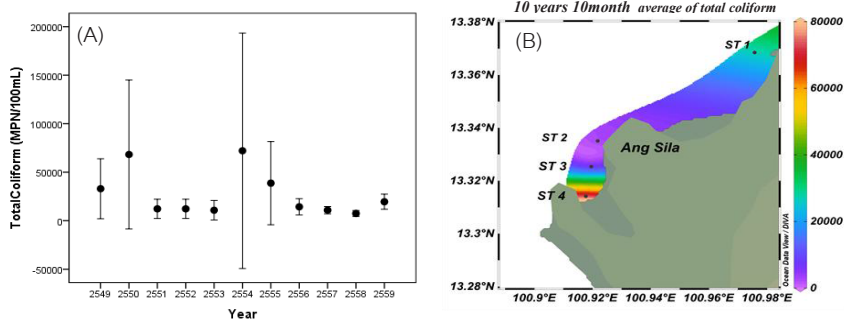


Figure 2 Distribution of total coliform bacteria during 2006 - 2016 (A) in various years (mean $\pm$ SD) and (B) in various stations.

Table 1 Mean ± SD of total coliform and fecal coliform bacterias in aquaculture areas of Chon Buri Bay to Ang Sila (four stations) in 2006-2016.

Year	No. of Samples Year average	Total coliform bacteria (MPN / 100 mL)				Fecal coliform bacteria (CFU / 100 mL)				
		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	Year average	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4
2549	40	32,958 ± 106,560 ^{ns} (14-500,000)	2,866 ± 4,483 (900-16,000)	3,150 ± 4,503 (130-16,000)	2,138 ± 3,501 (14-9,000)	123,676 ± 191,033 (240-500,000)	-	-	-	-
2550	48	68,259 ± 264,125 ^{ns} (9-1,600,000)	9,124 ± 25,589 (2,200-16,000)	9,118 ± 25,598 (50-90,000)	2,750 ± 4,398 (9-16,000)	252,043 ± 497,580 (220-1,600,000)	848 ± 2,615 ^b (1-16,000)	349 ± 592 (35-1,600)	238 ± 444 (2-900)	116 ± 164 (1-500)
2551	48	12,238 ± 34,103 ^{ns} (50-160,000)	3,418 ± 4,614 (300-160,000)	1,505 ± 1,239 (50-90,000)	3,501 ± 6,929 (130-24,000)	40,528 ± 61,088 (38-160,000)	251 ± 448 ^a (1-240)	368 ± 572 (48-201)	266 ± 499 (4-1,600)	78 ± 141 (1-198)
2552	48	12,944 ± 32,125 ^{ns} (17-160,000)	3,349 ± 2,143 (300-9,000)	1,515 ± 1,056 (22-3,000)	6,589 ± 6,621 (17-24,000)	40,264 ± 31,047 (240-160,000)	251 ± 464 ^a (0-1,560)	365 ± 479 (83-1,080)	269 ± 501 (10-900)	68 ± 132 (0-450)
2553	48	10,794 ± 34,715 ^{ns} (240-24,000)	24,358 ± 68,353 (9,000-24,000)	2,918 ± 4,802 (240-16,000)	4,051 ± 6,095 (240-16,000)	11,850 ± 9,888 (500-24,000)	173 ± 179 ^a (0-780)	126 ± 281 (50-480)	98 ± 86 (0-240)	174 ± 171 (2-510)
2554	48	72,093 ± 379,450 ^{ns} (4-2,400,000)	12,000 ± 13,856 (9,000-24,000)	2,797 ± 6,721 (170-24,000)	8,170 ± 13,856 (7-50,000)	225,345 ± 688,159 (240-2,400,000)	40 ± 103 ^a (0-480)	277 ± 247 (35-480)	9 ± 10 (1-40)	14 ± 32 (0-112)
2555	44	38,697 ± 141,230 ^{ns} (9-900,000)	78,765 ± 93,274 (40-24,000)	543 ± 813 (9-3,000)	3,030 ± 6,637 (21-24,000)	85,805 ± 256,564 (170-900,000)	42 ± 80 ^a (0-310)	117 ± 150 (12-310)	8 ± 8 (0-24)	12 ± 12 (0-38)
2556	44	14,299 ± 27,638 ^{ns} (27-160,000)	36,888 ± 46,638 (900-160,000)	2,532 ± 6,783 (30-24,000)	4,889 ± 9,027 (27-24,000)	18,920 ± 25,480 (220-90,000)	30 ± 42 ^a (0-250)	46 ± 53 (4-160)	17 ± 12 (0-40)	30 ± 60 (0-220)
2557	44	10,864 ± 12,884 ^{ns} (27-36,000)	21,666 ± 11,292 (5,000-36,000)	789 ± 777 (36-24,000)	4,780 ± 9,091 (27-24,000)	16,709 ± 13,709 (2,400-36,000)	94 ± 147 ^a (0-642)	191 ± 171 (24-485)	19 ± 11 (5-41)	26 ± 17 (5-58)
2558	44	7,471 ± 9,802 ^{ns} (70-30,000)	13,240 ± 8,748 (2,400-24,000)	540 ± 419 (70-16,000)	3,516 ± 7,253 (240-24,000)	14,370 ± 11,838 (900-30,000)	43 ± 51 ^a (0-350)	73 ± 48 (0-165)	51 ± 77 (0-250)	20 ± 12 (0-42)
2559	48	19,554 ± 26,794 ^{ns} (80-90,000)	40,050 ± 35,730 (900-90,000)	4,443 ± 8,283 (80-30,000)	7,025 ± 9,719 (500-30,000)	26,700 ± 26,331 (2,400-50,000)	114 ± 205 ^a (0-865)	149 ± 148 (0-412)	28 ± 19 (0-56)	18 ± 10 (0-36)
Whole average		20,881 ± 42,067 ^b (40-160,000)	2,713 ± 8,831 ^a (9-90,000)	4,311 ± 7,938 ^a (7-50,000)	79,791 ± 281,250 ^c (170-2,400,000)	Whole average 204 ± 358 ^a (0-1,600)				
Standard value [†]		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	70	70	70	70

(Number) : Range , The same letter indicates no statistically significant differences, Significant at P = 0.05

[†] Marine water quality standard (Pollution control department , 2549)

การปนเปื้อนแบคทีเรียในกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม

ผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนของแบคทีเรียฟิคอลโคลิฟอร์ม ในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณอ่าวชลบุรี ถึง อ่างศิลาพบค่าพีสัย และค่าเฉลี่ยดังแสดงใน Table 1 ซึ่งสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งกำหนดไว้มีค่าไม่เกิน 70 CFU/100 mL (กรมควบคุมมลพิษ , 2549) คิดเป็น ร้อยละ 78 ของตัวอย่างที่ทำการทดสอบ และมีความแตกต่างกันในระหว่างปีอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยพบการปนเปื้อนแบคทีเรียฟิคอลโคลิฟอร์มสูงสุด ในปี พ.ศ.

2550 มีค่าเฉลี่ย $848 \pm 2,615$ CFU/100 mL (Figure 3) และเมื่อทำการเปรียบเทียบการแพร่กระจายของแบคทีเรียฟิคอลโคลิฟอร์มแต่ละสถานี ระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2559 พบว่า บริเวณคลองโปรงมีการปนเปื้อนสูงสุด คิดเป็น $437 \pm 1,766$ CFU/100 mL ส่วนบริเวณอ่าวชลบุรี สะพานท่าเรือวัดโกมุก และสะพานท่าเรือชอยคุณปลื้ม มีค่า คิดเป็น 204 ± 358 CFU/100 mL, 97 ± 267 CFU/100 mL และ 60 ± 112 CFU/100 mL ตามลำดับ (Figure 3) ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

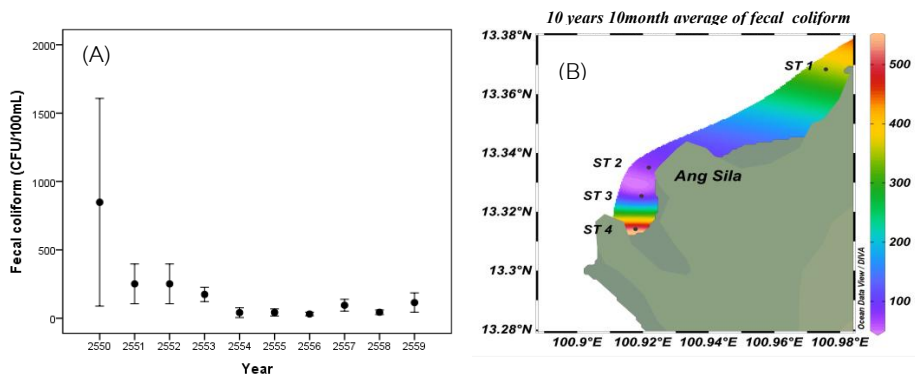


Figure 3 Distribution of fecal coliform bacteria during 2007 - 2016 (A) in various years (mean $\pm$ SD) and (B) in various stations.

จากผลการศึกษาพบว่า บริเวณคลองโปรง อ่างศิลา มีการปนเปื้อนทั้งแบคทีเรียบ่งชี้กลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟิคอลโคลิฟอร์มสูงสุด เนื่องจากลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นบริเวณแอ่งรับน้ำ ทำให้ของเสียจากการชะล้างชายฝั่ง และชุมชนอ่างศิลา เกิดการสะสมในบริเวณคลองโปรง สูงกว่าบริเวณอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า มีการปนเปื้อนของอุจจาระจากคน และสัตว์เลื้อยคลาน ซึ่งอาจจะมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารด้วย (Schlierman et al., 2012) ทั้งนี้แบคทีเรียในกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์มที่พบทั่วไปมากกว่าร้อยละ 90 คือ *Escherichia coli* (Nawa, 1999)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมดกับปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์ม

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และปริมาณฟิคอลโคลิฟอร์ม ในแต่ละสถานี ที่ระยะเวลา 10 ปี 10 เดือน พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.506$, $P < 0.01$) สอดคล้องกับการรายงานของ Akira et al. (1987) ซึ่งพบเช่นเดียวกันว่าโคลิฟอร์มทั้งหมด และฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) ทั้งนี้เนื่องจากฟิคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ดังนั้น ถ้าพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูง อาจจะพบฟิคอลโคลิฟอร์มสูงตามไปด้วย

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมาก โดยเฉพาะบริเวณคลองโปรง ซึ่งเป็นทางน้ำธรรมชาติที่ได้รับอิทธิพลจากบนบกออกสู่ทะเล ดังนั้นควรมีมาตรการแก้ไขปรับปรุงคุณภาพน้ำทั้งชุมชนให้ได้มาตรฐาน ก่อนปล่อยลงสู่ทะเล เพื่อลดความเสี่ยงการเกิดโรคจากแบคทีเรียสูดตัวน้ำ และผู้บริโภค ทั้งนี้การประเมินความเสี่ยง และผลกระทบต่างๆ นอกจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียแล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจติดตามคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีประกอบด้วย เพื่อประโยชน์สูงสุดในการจัดการแหล่งน้ำต่อไป

คำขอบคุณ

การวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานประจำ ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณ ดร.แววตา ทองระอา ที่ให้ความอนุเคราะห์ปรับแก้ต้นฉบับของงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2549. มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลส่วนแหล่งน้ำทะเล. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
กรมควบคุมมลพิษ. 2560. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

ฉลวย มุสิกะ, วันชัย วงศ์ดาวรรณ, อาวุธ หมั่นหาผล และแววตา ทองระอา. 2549. รายงานการวิจัยการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลในบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2548. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
พัฒนา ภูลเปี่ยม นัฐริธา บุญรับ และสายสมร ศรีแก้ว. 2547. รายงานการวิจัยธรรมชาติทางแบคทีเรียของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2547. สถาบันวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
พรเพ็ญ ทองสะอาด. 2559. ผลกระทบของปัจจัยสิ่งแวดล้อมน้ำทะเลต่ออุบัติการณ์และปัจจัยความรุนแรงในการก่อโรค ของแบคทีเรียในสกุล *Vibrio* บริเวณชายฝั่งอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
สำนักงานประมงจังหวัดชลบุรี. 2560. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/ywwoX>. ค้นเมื่อ 5 กันยายน 2560.
สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. 2558. สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2558. สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง ระบบสถิติทางการทะเบียน, กรุงเทพฯ.
Akira H., K. Saheki, and S. Horie. 1987. Relationships of total coliform, fecal coliform, and Organic pollution Levels in the Tamagawa river. JSFS. 50: 991-997.
Anna E., and R. M. Vogel. 2005. Predicting fecal coliform bacteria levels in the Charles River, Massachusetts. JAWRA. 41: 1195-1209.
APHA., AWWA., and WEF. 1992. Standard methods for the examination of water and waste water . 18th Edition. Lewis Publishers, London.
Frederick, P. W. 1993. Water quality and treatment. American Public Health Association. Washington.
Nawa , R. K. 1999. Kinetics of organic matter and fecal micro-organism removal in free water surface constructed wetland : Ph.D. Thesis in Engineering. Humbolt State University, United states.
Schlierman, S., and M. Albright. 2012. Monitoring fecal coliform bacteria and water quality in the Upper Susquehanna River. Available: <https://goo.gl/HEQo69>. Accessed Sep. 14, 2017.