สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

2 (2)

รายงานการวิจัย

ดรรชนีทางแบคทีเรียของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2548

ภายใต้แผนงานวิจัยเรื่อง
การศึกษาสภาวะแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2548

พัฒนา ภูลเปี่ยม
สายสมร ศรีแก้ว

QR 003936.2
16 พ.ย. 2549
213853 QK0075120

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2548
สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา

พ.ศ. 2549

เริ่มบริการ
- 2 มี.ค. 2550

ISBN 974-384-291-8

ดรรชนีทางแบคทีเรียของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2548

พัฒนา ภูลเปี่ยม และ สายสมร ศรีแก้ว
สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน จังหวัดชลบุรี 20131

บทคัดย่อ

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่งภาคตะวันออก ตั้งแต่ ปากแม่น้ำบางปะกง ไปจนถึงอ่าวคุ้งกระเบน ทั้งหมด 22 สถานี ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม 2548) และฤดูฝน (ตุลาคม 2548) มาตรวจสอบหาปริมาณแบคทีเรียบางชนิดที่เป็นเครื่องบอกถึงคุณภาพน้ำ เช่นแบคทีเรีย Coliform, Fecal coliform, *Vibrio* spp. และ Enterococci พบว่าตัวอย่างน้ำจากสถานีส่วนใหญ่มีแบคทีเรียปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ หน้าศาลากลางจังหวัดชลบุรี อ่างศิลา และศรีราชา ปริมาณ Coliform สูงสุดที่ตรวจพบ คือ 1.75×10^5 MPN/100 มิลลิลิตร ที่หน้าศาลากลางจังหวัดชลบุรี ในเดือนตุลาคม ปริมาณของ *Vibrio* Spp. และ Enterococci มีความหนาแน่นสูงสุด คือ 3.80×10^5 โคโลนี/100 มิลลิลิตร และ 2.0×10^3 MPN/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ที่อ่างศิลา ในเดือนมีนาคม

คำสำคัญ : ดรรชนีทางแบคทีเรีย, น้ำทะเล, ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก, โคลีฟอร์ม, เอ็นเตโรคอคไค

Bacterial indices of seawater quality along the eastern coast of Thailand in 2005

Pattana POONPIUM and Saisamorn SRIKAEW

Institute of Marine Science, Burapha University, Bangsaen, Chonburi 20131

Abstract

Seawater samples were collected from Bangpakong estuary to Ao Khung Kmben (22 stations) to investigate the water quality in the dry (March 2005) and wet (October 2005) seasons. Some bacterial strains occured in the seawater were quantified : coliform, fecal coliform, *Vibrio* spp. and Enterococci. Result showed seawater quality was heavily polluted by the bacteria in many stations especially at Chon Buri city hall, Ang Sila, and Sri Racha. The highest number of the total coliforms detected was 1.75×10^5 MPN/100 ml at Chon Buri city hall in October. And the highest number of the *Vibrio* spp. and Enterococci detected were 3.80×10^5 colony/100 ml and 2.0×10^3 MPN/100 ml respectively at Ang Sila in March.

Keywords : bacterial indices, seawater, Eastern coast, Coliform, Enterococci

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่องนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน หมวดเงินอุดหนุน มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2548 คณะผู้ทำการวิจัยใคร่ขอขอบคุณเป็นอย่างมากไว้ ณ โอกาสนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกท่านที่มีส่วนช่วยทำให้งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทนำ	1
ทบทวนเอกสาร	4
วิธีดำเนินการวิจัย	14
ผลและวิจารณ์ผล	18
สรุปผล	39
บรรณานุกรม	42

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สถานีตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก	14
2	คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียของน้ำบริเวณต่างๆ ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม)	37
3	คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียของน้ำบริเวณต่างๆ ในช่วงฤดูฝน (ตุลาคม)	38

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก	15
2.1	ปริมาณแบคทีเรียรวม บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา	19
2.2	ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา	19
2.3	ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา	20
2.4	ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา	20
2.5	ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา	20
3.1	ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่บางแสน	22
3.2	ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่บางแสน	22
3.3	ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่บางแสน	23
3.4	ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่บางแสน	23
3.5	ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค บริเวณพื้นที่บางแสน	23
4.1	ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)	25
4.2	ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)	25
4.3	ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)	26
4.4	ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)	26
4.5	ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)	26
5.1	ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)	28
5.2	ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)	29
5.3	ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)	29
5.4	ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)	29
5.5	ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)	30

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
6.1	ปริมาณแบคทีเรียรวม บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์	32
6.2	ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์	32
6.3	ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-แหลมแม่พิมพ์	33
6.4	ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์	33
6.5	ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค บริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์	33
7.1	ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน	35
7.2	ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน	35
7.3	ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน	36
7.4	ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน	36
7.5	ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน	36

ดรรชนีทางแบคทีเรียของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2548

Bacterial indices of seawater quality along the eastern coast of Thailand in 2005

บทนำ

ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเป็นบริเวณที่มีความสำคัญอย่างมากในหลายๆ ด้าน เนื่องจากเป็นภูมิภาคที่มีความงดงามตามธรรมชาติจึงเป็นที่นิยมในการท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ และได้รับการพัฒนาตามแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งให้เป็นฐานเศรษฐกิจทางด้านอุตสาหกรรมตามแผนพัฒนาประเทศ ตั้งแต่ต้นปี พ.ศ.2524 (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2537) ปัจจุบันพบว่าชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกกำลังประสบกับปัญหามลภาวะบริเวณชายฝั่ง อันเนื่องมาจากกิจกรรมของชุมชน และภาคอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว สถานบริการด้านการท่องเที่ยวที่ขยายตัวอย่างมาก อาทิ เช่น โรงแรม สถานพักตากอากาศ ภัตตาคาร ร้านอาหาร ห้องอาบน้ำและสุขา กิจการให้บริการอุปกรณ์การเล่นน้ำทะเล เป็นต้น และอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งตั้งแต่ชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด จำนวนมากที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลและปล่อยน้ำเสียที่เกิดขึ้นลงสู่ทะเล ซึ่งแต่ละกิจกรรมล้วนส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของสิ่งสกปรกอย่างมาก ทั้งในรูปแบบของน้ำทิ้ง ขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลจากแหล่งต่างๆ เมื่อสิ่งสกปรกต่างๆ ดังกล่าว ได้รับการชะล้างหรือพัดพาลงสู่ทะเลในแต่ละบริเวณ ก่อให้เกิดความสกปรกทั้งบริเวณดังกล่าวและพื้นที่ใกล้เคียงได้ และเพิ่มความเสี่ยงในการระบาดของโรคต่างๆ ได้ หากไม่มีมาตรการแก้ไขปรับปรุงที่เหมาะสม

นอกจากนี้ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกยังมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่ได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำสายต่างๆ ที่พัดพาสิ่งสกปรกไหลลงสู่ทะเล โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน มีผลต่อระดับความเค็มของน้ำทะเลที่ได้รับการเจือจางจากน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล สิ่งปนเปื้อนต่างๆ ดินตะกอน จุลินทรีย์ จากชายฝั่งและพื้นที่ต้นน้ำจะไหลลงสู่ทะเลได้มากขึ้น อันจะเป็นผลกระทบมากขึ้นต่อ ชนิด ปริมาณ และคุณภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำ ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านมามีแนวโน้มลดน้อยลงอย่างต่อเนื่องโดยปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและปัจจัยอื่น

แหล่งน้ำที่มีแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ต่างๆ ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง มักส่งเสริมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดี ส่งผลให้ความหนาแน่นของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำนั้นเพิ่มสูงขึ้น โดยมักพบในบริเวณปากแม่น้ำสายต่างๆ แหล่งชุมชน และแหล่งอุตสาหกรรมที่มีการระบายน้ำทิ้งหรือน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และ/หรือแร่ธาตุ จะมีปริมาณแบคทีเรียสูงมากตามไปด้วย โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำที่มีปริมาณแร่ธาตุต่างๆ ปะปนอยู่สูง จึงพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์สูงกว่าน้ำทะเลชายฝั่งในบริเวณอื่น (Tortora, 1986.)

กิจกรรมต่างๆ ของนักท่องเที่ยวบนชายฝั่ง จากการลงเล่นน้ำ เรือ สกี สกูตเตอร์ การทิ้งขยะมูลฝอย ตลอดจนที่พักอาศัยที่รองรับนักท่องเที่ยวที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่ทะเลโดยตรง หาดทรายที่สกปรก หรือน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดยังไม่สมบูรณ์ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้ความเข้มข้นของแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ในน้ำทะเลชายฝั่งเพิ่มมากขึ้น และมีผลทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดี ซึ่งแบคทีเรียบางชนิดจะสามารถทนต่อสภาพความเค็มของน้ำทะเลได้นาน เช่น *Staphylococcus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ตามผิวหนัง ต่อมบริเวณผิวหนัง และเยื่อเมือกของสัตว์เลือดอุ่น สามารถทนความเข้มข้นของ NaCl ได้ถึง 10% ที่อุณหภูมิ 18° - 40° C (Kloos และ Schleifer, 1986) ถ้าเป็น *Streptococcus* ในกลุ่ม Enterococci และประมาณ 80% ในกลุ่ม B สามารถเจริญได้ใน NaCl 6.5% (Hardie, 1986) หากแบคทีเรียเหล่านี้ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทะเล ก็จะสามารถทนทานอยู่ได้นานพอที่จะขยายจำนวนเพิ่มขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมอีกครั้ง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลบริเวณหาดบางแสน หาดพัทยา หาดจอมเทียน จังหวัดชลบุรี และหาดแม่รำพึง หาดสวนรุกขชาติเพ หาดเหลมแม่พิมพ์ จังหวัดระยอง ระหว่างมกราคมถึงพฤศจิกายน 2541 พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มบริเวณหาดพัทยาสูงเกินมาตรฐานเหมาะสำหรับการว่ายน้ำตลอดช่วงที่ทำการตรวจวัด และมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละแหล่งท่องเที่ยวเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2538 - 2539 แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำทะเลด้านแบคทีเรียมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง (ฉลวย และวันชัย, 2542)

ดังนั้นไม่เพียงแต่คุณภาพน้ำทางด้านภายภาพ และทางเคมีเท่านั้นที่มีผลกระทบต่อปริมาณและคุณภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำโดยตรง คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์ประกอบของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทะเลชายฝั่งก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึง เนื่องจากจุลินทรีย์เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) ที่สำคัญในทุกๆ ระบบนิเวศรวมทั้งระบบนิเวศทางทะเล และยังมีอิทธิพลต่อปริมาณสัตว์น้ำได้โดยตรง หากน้ำทะเลมีจุลินทรีย์ให้โทษปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่สามารถทำให้สัตว์น้ำเกิดโรคได้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของน้ำทะเลอีกด้วย

นอกจากนี้ปัญหามลภาวะของน้ำทะเลเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ บริเวณชายฝั่งที่ต้องสัมผัสน้ำทะเล รวมทั้งสิ่งสกปรกและขยะมูลฝอยตามชายหาด การระบายน้ำทิ้ง ทำให้แบคทีเรียที่มีอยู่แล้วในอากาศ ในดิน และทราย มีโอกาสที่แพร่กระจายลงสู่น้ำทะเลได้สูงขึ้น มีส่วนที่จะเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อสุขภาพของชุมชนบริเวณนั้นในระดับหนึ่งด้วย โดยอาจมีแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ได้แอบแฝงปนเปื้อนอยู่ด้วย และในผู้คนจำนวนมากที่นิยมลงเล่นน้ำทะเลหรือกระทำกิจกรรมต่างๆ ด้านนันทนาการก็อาจเป็นพาหะและมีส่วนในการแพร่เชื้อแบคทีเรียบางชนิดที่ไม่เคยมีอยู่ก่อนในน้ำทะเลได้เช่นกัน ซึ่งถ้าหากเชื้อเหล่านั้นสามารถปรับตัวให้สามารถทนอยู่ในสภาพที่แตกต่างออกไปของน้ำทะเลได้ก็จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นเวลานานหรืออาจถึงขั้นเพิ่มปริมาณก็เป็นได้ จึงเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงอย่างยิ่งว่าอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่ไม่พึงประสงค์ก็อาจจะมีมากขึ้นด้วย หากน้ำทะเลในบริเวณดังกล่าวมีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุหรือก่อให้เกิดโรคได้ปนเปื้อนอยู่

เมื่อน้ำทะเลได้รับการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคต่อคนและสัตว์ ย่อมส่งผลเสียต่อกิจกรรมหลายอย่าง เช่น การทำประมง การเพาะเลี้ยง การท่องเที่ยวและนันทนาการ เป็นต้น นอกจากนี้การเพิ่มปริมาณของแบคทีเรียที่ความหนาแน่นสูง อาจเป็นสาเหตุการขาดออกซิเจนของน้ำทะเลซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้นๆ การกำจัดมลพิษที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลไม่ว่าด้วยแนวทางใดทั้ง กายภาพ เคมี และชีวภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลพื้นฐานของน้ำทะเลในแต่ละแหล่งนั้นๆ เพื่อสามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมต่อการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เป็นการส่งเสริมให้การบำบัดมีประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งลดค่าใช้จ่ายและความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นในการบำบัดด้วย

งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจหาแบคทีเรียบางชนิดที่เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับคุณภาพน้ำชายฝั่งรวมทั้งการศึกษาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total viable count) แบคทีเรียในกลุ่มโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม แบคทีเรียในกลุ่ม Enterococci และแบคทีเรียในสกุล *Vibrio* sp. ทั่วไป ในสภาพน้ำทะเลแต่ละแห่ง ตลอดจนศึกษาถึงอิทธิพลของฤดูกาลต่อการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานต่อการใช้ประโยชน์โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก การวางมาตรการควบคุม ป้องกัน และแก้ไข สภาวะแวดล้อมชายฝั่งอันเป็นผลกระทบโดยตรงต่อชุมชนต่อไป

ทบทวนเอกสาร

ในน้ำทะเลตามธรรมชาติโดยทั่วไปสามารถตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มผู้ย่อยสลาย หรือ พวกเฮเทอโรโทรป (heterotroph) แม้บริเวณใจกลางมหาสมุทรซึ่งมีสารอาหารอยู่ในปริมาณน้อยมากก็สามารถพบแบคทีเรียกลุ่มนี้อาศัยอยู่ ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายอินทรีย์สารเป็นอย่างมาก ทั้งยังทำให้เกิดการหมุนเวียนของแร่ธาตุกลับมาใช้ได้ใหม่ (Akagi *et al*, 1977) ปริมาณของจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับปริมาณแร่ธาตุในแหล่งน้ำ ถ้าในแหล่งน้ำนั้นมีแร่ธาตุสูง ปริมาณของจุลินทรีย์ก็จะสูงตามไปด้วย การปนเปื้อนของแหล่งน้ำเนื่องจากการไหลเข้ามาของน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสีย ท่อน้ำทิ้ง หรือของเสียที่เป็นสารอินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายได้จากโรงงานอุตสาหกรรม มักสามารถตรวจนับปริมาณแบคทีเรียในแหล่งน้ำนั้นได้เป็นจำนวนมาก ในทำนองเดียวกันบริเวณปากแม่น้ำซึ่งมีปริมาณแร่ธาตุสูงมาก เนื่องจากเป็นที่รวมของสิ่งต่างๆ ดินตะกอน สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ ที่ถูกกระแสน้ำพัดพามาตามลำแม่น้ำสายต่างๆ ลงสู่ทะเลบริเวณบริเวณปากแม่น้ำ ดังนั้นจะพบว่าบริเวณปากแม่น้ำมักจะมีปริมาณแบคทีเรียที่ตรวจพบสูงกว่าน้ำชายฝั่งบริเวณอื่นๆ ส่วนในน้ำที่มีปริมาณแร่ธาตุอยู่น้อย จุลินทรีย์จะอาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าของผิวน้ำ และอาศัยเกาะอยู่ตามวัตถุเล็กๆ ในน้ำเพื่อเพิ่มการสัมผัสกับสารอาหาร และแร่ธาตุต่างๆ ในกระแสน้ำ (Tortora *et al*, 1986)

นอกจากปัจจัยด้านกายภาพเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการแพร่กระจายของจุลินทรีย์ในน้ำทะเล โดยลักษณะของกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบน หรือบริเวณชายหาดบางแสนเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้น – น้ำลง (Tidal current) เป็นสำคัญ อิทธิพลจากลมจะมีน้อย โดยในช่วงน้ำขึ้นกระแสน้ำหน้าชายหาดจะไหลขึ้นไปทางทิศเหนือ ขนานไปกับชายฝั่งในอัตราเร็ว 1.0 – 1.5 น็อต ส่วนในช่วงน้ำลงกระแสน้ำจะไหลในทิศทางตรงกันข้าม ด้วยความเร็วที่ใกล้เคียงหรือเท่ากัน (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536)

แบคทีเรียที่ตรวจพบได้ในน้ำทะเลมีน้อยชนิดและจำนวนกว่าแหล่งน้ำหรือสิ่งแวดล้อมอื่นๆ แบคทีเรียที่สามารถตรวจพบได้ในน้ำทะเลทั่วไป เช่น *Vibrio* spp. และแบคทีเรียอื่นๆ ที่ปนเปื้อนมาจากชายฝั่ง จากแหล่งน้ำเสียต่างๆ และสามารถปรับตัวจนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในทะเลได้ และที่สำคัญ คือ แบคทีเรียบางชนิดดังกล่าวอาจก่อให้เกิดโรคหรือให้โทษต่อคน และสัตว์ได้หากอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม

การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียในน้ำสามารถทำได้ทั้งทางตรง และทางอ้อม ทางตรงคือการตรวจหาแบคทีเรียชนิดนั้น ๆ ซึ่งอาจใช้เวลาในการตรวจวัดนานและมีวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อน ส่วนทางอ้อมคือการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียบ่งชี้ (Bacteriological indicator) ซึ่งรวดเร็วกว่า โดยถ้าตรวจพบก็แสดงว่าน้ำนั้นไม่น่าจะปลอดภัยโดยทั่วไปแบคทีเรียบ่งชี้จะต้องมีคุณสมบัติคือ (กรมควบคุมมลพิษ, 2544-2545)

1. เมื่อพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในตัวอย่างน้ำจะต้องพบแบคทีเรียบ่งชี้ในน้ำนั้นด้วย
2. มีจำนวนผันแปรตามจำนวนของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค
3. สามารถอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค
4. ไม่ควรมีในน้ำบริสุทธิ์
5. มีวิธีการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก

แบคทีเรียที่ถูกเลือกให้เป็นแบคทีเรียชี้แนะมีอยู่ด้วยกันหลายตัว คือ โคลิฟอร์ม (Coliform) สเตร็ปโตคอคคัส (Streptococcus) คลอสตริเดียม (Clostridium) ซูโดโมแนส (Pseudomonas) การที่จะเลือกใช้ชนิดใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำที่จะตรวจนั้น

แบคทีเรียบางชนิดที่ตรวจพบได้ในน้ำทะเล

1. แบคทีเรียในสกุลวิบริโอ (*Vibrio* spp.)

แบคทีเรียในสกุลวิบริโอ เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ทั้งในน้ำกร่อย และน้ำทะเล นอกจากนี้สามารถตรวจพบได้จากภายในลำไส้ของสัตว์ทะเล แบคทีเรียในสกุลวิบริโอหลายชนิดสามารถก่อให้เกิดโรคได้ในคน ตลอดจนสัตว์ทั้งที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง เซลมีลักษณะเป็นแท่งตรง (Straight rod) หรือโค้ง (Curved rod) ขนาดกว้าง 0.5 - 0.8 ไมโครเมตร และยาว 1.4 - 2.6 ไมโครเมตร เซลที่มีอายุมากหรือหรืออยู่ในภาวะที่ไม่เหมาะสมมักมีลักษณะม้วนงอ ไม่สร้างเอ็นโดสปอร์ หรือ microcysts ติดสีแกรมลบ ในอาหารเหลวจะเคลื่อนที่ด้วยแฟลกเจลลาเส้นเดียว (monotrichous) หรือหลายเส้น (multitrichous polar flagella) ที่มีปลอกหุ้ม บนอาหารแข็งอาจจะมีการสร้างแฟลกเจลลาด้านข้าง (lateral flagella) จำนวนมาก วิบริโอสามารถเจริญได้ดีที่ 20° C และส่วนใหญ่เจริญได้ที่ 30° C หลายชนิดเจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำทะเลเป็นส่วนประกอบ สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีอากาศ (facultative anaerobes) กล่าวคือมีขบวนการเมตาโบลิซึมได้ทั้งแบบการหมัก และแบบใช้ออกซิเจน แบคทีเรียในกลุ่มนี้หลายชนิดสามารถสร้างเอ็นไซม์ออกซิเดสได้ (Baumann et al, 1984)

อันตรายจากการได้รับเชื้อวิบริโอ

แบคทีเรียในสกุลวิบริโอ เช่น *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus* และ *V. cholerae* เป็นแบคทีเรียที่มีความสามารถก่อให้เกิดโรคได้ โดยปกติในทะเลมักตรวจพบได้ในปริมาณเล็กน้อย แต่ก็สามารถก่อให้เกิดโรคที่มีอาการคล้ายอหิวาต์ได้ เป็นบ่งชี้ให้มีความตระหนักว่าแบคทีเรียที่พบในทะเลโดยเฉพาะแบคทีเรียในสกุลวิบริโอไม่ใช่เรื่องที่จะมองข้ามไปโดยไม่มีมาตรการป้องกันตามที่เป็นกันอยู่ได้ (Mualu และ Ijumba, 1982)

นอกจากนี้ได้มีรายงานว่าตรวจพบแบคทีเรีย *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. metchnikovii*, *V. cholerae*, *V. anguillarum* และ *Vibrio* sp. ในกลุ่ม F ในปลาและกุ้งทะเลสดแช่แข็ง สูงถึง 30 เปอร์เซ็นต์จากทั้งหมด 129 ตัวอย่าง (Prasad และ Rao, 1994)

พบว่าผู้ป่วยบางรายที่ได้รับบาดแผลจากหนามของปลากด มีอาการติดเชื้ออย่างรุนแรง และต้องเข้ารับการรักษาทันที ตรวจพบว่าเกิดจากการติดเชื้อจากแบคทีเรียในสกุลวิบริโอ โดยส่วนใหญ่การติดเชื้อวิบริโอจะทำให้เนื้อเยื่ออ่อนตัวลงและสามารถทำให้เกิดอาการที่รุนแรงขึ้นได้เป็นรายๆ ไป แม้แต่ในรายที่มีสุขภาพดี นอกจากนี้ยังพบว่า *Vibrio vulnificus* ในผู้ป่วยบางรายที่รับประทานหอยที่ปรุงไม่สุก หรือผู้ป่วยได้รับบาดแผลและสัมผัสกับน้ำทะเล (Midani และ Rathore, 1994)

โรคสัตว์น้ำที่มีสาเหตุจากการติดเชื้อแบคทีเรียวิบริโอ

แบคทีเรียในกลุ่มวิบริโอหลายชนิด เป็นสาเหตุของโรคที่สำคัญในปลาทะเลทั้งที่เจริญเติบโตอยู่ตามธรรมชาติ และตามแหล่งเพาะเลี้ยงต่างๆ โรคที่พบบ่อยๆ จากการติดเชื้อวิบริโอ คือ โรควิบริโอซิส (Vibriosis) จากการติดเชื้อ *V. anguillarum* (Colwell และ Grimes, 1983) และอาจจะพบวิบริโอชนิดอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi*, *V. tubiashii* เป็นต้น (Sindermann และ Lightner, 1988)

สัตว์ทะเลที่ติดเชื้อวิบริโอมักพบอาการจุดสีแดงๆ (hemorrhage) เนื่องจากมีการคั่งของเลือดบริเวณผิว โคนครีบ และรอบๆ รูเปิดต่างๆ ของลำตัว อวัยวะภายในก็จะมีอาการตกเลือดในส่วนของช่องว่างภายในลำตัว ทำให้ปลาเคลื่อนไหวช้า หยุดกินอาหาร และมักจะมีการตายเกิดขึ้นอย่างรุนแรง โดยพบโรควิบริโอซิสในกลุ่มปลาแซลมอนหลายชนิด เช่นปลาแซลมอนชินุค (*Oncorhynchus tshawytscha*) ปลาแซลมอนชุม (*O. keta*) ปลาแซลมอนซอคเคจ (*O. gorbuscha*) ปลาแซลมอนโคโอ (*O. kisutch*) และปลาแซลมอนเชอร์รี (*O. masu*) เป็นต้น โดยพบว่าส่วนใหญ่มีสาเหตุจาก *V. anguillarum* โดยมีปริมาณแบคทีเรียในกระแสเลือดสูงมาก และนอกยังพบว่าเชื้อจะกระจายสู่อวัยวะภายในต่างๆ เช่น ม้าม ไต เหงือก เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และทางเดินอาหารตอนปลายด้วย ตรงข้ามกับ *V. ordalii* ซึ่งมักมีการสร้างโคโลนีเล็กๆ ในหัวใจ เหงือก ทางเดินอาหาร (ทั้งส่วนต้น และส่วนปลาย) และในกล้ามเนื้อลาย ปลาที่ใกล้ตายมักจะมีเลือดจาง และจำนวนเม็ดเลือดขาวลดลง (leukopenia) รวมทั้งการสูญเสียหน้าที่ของอิเลคโตรไลท์ (electrolytes) ในระบบไหลเวียนด้วย (Schiewe, 1988)

นอกจากปลาทะเลแล้ว แบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio* sp. ยังสามารถทำให้เกิดโรคใน หอย กุ้ง ปู หรือในสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น ตัวอ่อนของหอยนางรม หอยเป๋าฮื้อ และตัวอ่อนของหอยกาบคู่ต่างๆ โดยพบว่าโรควิบริโอซิสในหอยนางรม (*Crassostrea virginica*) เป็นโรคที่ค่อนข้างรุนแรงมาก โดยเฉพาะเมื่อเกิดขึ้นกับตัวอ่อนที่เพาะจากไข่ เนื่องจากมีการทำลายเนื้อเยื่อหอยโดยตรง โดยที่

วิบริโอบางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษที่สามารถทำลายเนื้อเยื่อตัวอ่อนหอยได้ ทำให้เกิดการตายในที่สุด (Sindermann, 1988 a)

การเกิดโรควิบริโอซิสในหอยกาบคู่ *Mercenaria mercenaria* ตัวอ่อนหอยเซลล์ (Bay scallops, *Argopecten irradians*) เมื่อมีการติดเชื้อวิบริโอ ตัวอ่อนหอยจะค่อยๆ จมลงก้นบ่อ การเคลื่อนที่ลดลง และตายทันที โดยเชื้อ *Vibrio* ที่เป็นสาเหตุ มีหลายชนิด เช่น *V. anguillarum*, *V. alginolyticus*, *V. tubiashii* และ *Vibrio* sp. อื่นๆ (Sindermann, 1988 b)

แบคทีเรียวิบริโอหลายชนิดทำให้เกิดโรคในกุ้ง เช่น *V.parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. anguillarum* และ *Vibrio* sp. อื่นๆ อีกบางชนิด โดยเชื้อจะเข้าทำลายที่ผิว ขา หรือเหงือก ปรากฏให้เห็นเป็นสีดำ หรือสีน้ำตาลขึ้นกับเมลานินที่สร้างขึ้นจากเซลฮีโมไซท์ (hemocytes) ของกุ้ง รวมทั้งมีการอักเสบเฉพาะที่ เรียกว่าโรคจุดสีน้ำตาล (brown spot) (Lightner, 1988)

2. แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม และฟีคอลโคลิฟอร์ม

แบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นกลุ่มของแบคทีเรียที่มีทั้งพวกที่ต้องการอากาศ (aerobic) หรือไม่ต้องการอากาศก็เจริญได้ (facultative anaerobic) เซลรูปแท่งสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างเอ็นโด-สปอร์ แบคทีเรียทุกชนิดในกลุ่มนี้สามารถหมักน้ำตาลแลคโทสและเกิดก๊าซได้ภายใน 24-48 ชั่วโมง ที่ 35°C สามารถทำให้เกิดแก๊สจากอาหารเหลวชนิด Brilliant Green Lactose Bile broth ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายใน 24 ± 2 ชั่วโมง แต่แบคทีเรียโคลิฟอร์มบางชนิดไม่ได้เป็นแบคทีเรียที่อาศัยในลำไส้ ถ้าเป็นฟีคอลโคลิฟอร์ม ส่วนใหญ่คือ *Escherichia coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบมากในลำไส้ของคน แบคทีเรียโคลิฟอร์มไม่เป็นแบคทีเรียที่ให้โทษภายใต้ปัจจัยสภาวะแวดล้อมปกติ แม้ว่าบางกรณีอาจจะทำให้เกิดอาการถ่ายท้อง (diarrhea) และเกิดการติดเชื้อโดยบังเอิญบริเวณทางเดินปัสสาวะได้ในบางครั้ง (Tortora *et al*, 1986) แต่ถ้ามีการตรวจพบในน้ำครั้งใด นั่นหมายถึงมีการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายจากคน หรือสัตว์ในน้ำนั้น สามารถแบ่งตามแหล่งที่มาได้เป็น 2 ชนิด คือ (วีระชัย โชควิญญู, 2530)

1. ฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคน และสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ เมื่อเกิดการระบาดของโรคระบบทางเดินอาหารจะพบแบคทีเรียบ่งชี้ชนิดนี้ ได้แก่ *E. coli*

2. นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม (Non – fecal coliform) พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืช มีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น *Enterobacter aerogenes*

โคลิฟอร์ม เป็นแบคทีเรียในวงศ์ Enterobacteriaceae สามารถเติบโตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีองค์ประกอบของสูตรอาหารพื้นฐานไม่ซับซ้อน โดยปกติแบคทีเรียกลุ่มนี้จะอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น เรียกว่า ฟีคัลโคลิฟอร์ม ส่วนพวกที่พบในดินและพืชเรียกว่า โคลิฟอร์ม หรือ

นอนฟีคัลโคลิฟอร์ม (สาเหตุที่พบเชื้อจากลำไส้ในดินหรือน้ำ เพราะแรกเริ่มเป็นเชื้อที่ปนเปื้อนจากอุจจาระ แต่ต่อมาเชื้อที่อยู่ในดินหรือน้ำนี้สามารถปรับตัวและเพิ่มจำนวนได้ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว) สามารถแบ่งโคลิฟอร์มออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่

1. Escherichia group เช่น *E. coli*
2. Citrobacter group เช่น *C. freundii*
3. Klebsiella group เช่น *K. pneumoniae K. rhinoscleromatis*
4. Enterbacter group เช่น *E. herogenes E. cloacae*

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมให้โคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระหรือที่เรียกว่า index microorganisms เนื่องจาก

1. ใช้วิธีการตรวจง่าย ไม่ยุ่งยาก
2. โคลิฟอร์มมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้มากกว่าเชื้อโรค
3. แม้มีเชื้อโคลิฟอร์มเพียง 1 เซลล์ ยังสามารถตรวจพบได้
4. การพบเชื้อโคลิฟอร์มแสดงให้ทราบว่ามีการปนเปื้อนของอุจจาระ

ข้อจำกัดการใช้แบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ คือ

1. สามารถเพิ่มจำนวนได้ในแหล่งน้ำนั้น ๆ
2. สามารถแพร่กระจายได้ในระบบส่งน้ำ
3. แบคทีเรียอื่น ๆ สามารถยับยั้งการเจริญได้
4. ไม่สามารถบ่งชี้กับสุขภาพอนามัยได้
5. ไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนโปรโตซัวและไวรัส

ฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนหรือสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ แต่ที่พบโดยทั่วไปมากกว่าร้อยละ 90 คือ *Escherichia coli* (Khatiwada, NR., 1999) หากพบเชื้อนี้ในน้ำเป็นการบ่งชี้ให้ทราบว่าน้ำนั้นได้รับการปนเปื้อนจากอุจจาระของคนหรือสัตว์เลือดอุ่น สามารถแยกฟีคัลโคลิฟอร์ม ออกจากพวกนอนฟีคัลโคลิฟอร์ม โดยอาศัยความสามารถในการเติบโตที่อุณหภูมิต่างกัน ฟีคัลโคลิฟอร์มสามารถย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสและผลิตแก๊สออกมาได้ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลุ่มนอนฟีคัลโคลิฟอร์มไม่เติบโตที่อุณหภูมิดังกล่าว (สุมาลี เหลืองสกุล, 2539)

คุณสมบัติของแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม สามารถกล่าวได้สรุปดังต่อไปนี้ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ, 2540)

1. รูปร่างเป็นท่อนสั้น (rod shape) ไม่มีสปอร์ (non–spore forming)

2. เป็นพวกแกรมเนคกาทีฟหรือย้อมติดสีแกรมลบนั่นเอง

3. สามารถย่อยสลายพวกแลคโตส (lactose) ให้เกิดกรดและก๊าซ เมื่อนำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือ 48 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 30 – 37 องศาเซลเซียส ภายใน 48 ชั่วโมง

4. สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีออกซิเจน (aerobic) และไม่มีออกซิเจน (anaerobic) จึงจัดแบคทีเรียพวกนี้เป็นแฟคคัลเททีฟ (facultative anaerobes)

5. สามารถทำให้เกิดแก๊สจากอาหารเหลวชนิด EC medium ที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส ภายใน 24 ± 2 ชั่วโมง

การตรวจสอบแบคทีเรียที่เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงความไม่สะอาดของน้ำ

ไม่ใช่สิ่งที่ปฏิบัติได้ง่ายนักที่จะตรวจหาแบคทีเรียที่เป็นอันตรายหรือก่อให้เกิดโรคได้จากตัวอย่างน้ำของแหล่งน้ำต่างๆ เหตุผลสำคัญประการหนึ่งคือถ้ามีการตรวจพบแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคไทฟอยด์ หรืออหิวาต์ในแหล่งน้ำใดแหล่งน้ำหนึ่ง การตรวจพบนั้นอาจเป็นสิ่งที่สายเกินสำหรับการแก้ไขหรือป้องกันการระบาดของโรค นอกจากนี้แบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอาจปนเปื้อนอยู่ในปริมาณน้อย และไม่อยู่ในตัวอย่างน้ำที่นำมาทดสอบ ทั้งที่ความเป็นจริงอาจมีเชื้อชนิดนั้นอยู่ในน้ำบริเวณนั้น และเหตุผลสำคัญอย่างมากที่ไม่นิยมทำการตรวจหาเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคโดยตรงนั้น เพราะถือเป็นการเพิ่มอัตราการเสี่ยงต่อการติดเชื้อของผู้ปฏิบัติงานเสียเองหากเกิดอุบัติเหตุขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติงานหรือโดยความประมาท และหากการควบคุมไม่ดีพออาจมีเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคหลุดออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งห้องปฏิบัติการตรวจสอบจะกลายเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อเองไปโดยปริยาย ถือเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเสียหายขึ้นได้โดยตรง

การทดสอบคุณภาพน้ำจึงมุ่งเป้าหมายไปที่การตรวจจุลินทรีย์บางชนิด ที่เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้ ซึ่งก็ต้องมีข้อกำหนดในการตรวจหาหลายประการ ตัวอย่างเช่นการตรวจหาว่าในน้ำนั้นมีการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของคน และสัตว์ อยู่ด้วยหรือไม่ สิ่งที่เลือกตรวจหาคือ 1) การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียที่พบอยู่เป็นปริมาณมากในลำไส้ 2) แบคทีเรียนั้นต้องสามารถทนทานอยู่ในน้ำได้ยาวนานพอที่จะสามารถตรวจหาได้ 3) จุลินทรีย์ที่เป็นเครื่องชี้บอกนั้นควรจะเป็นตัวที่สามารถตรวจหาได้ด้วยวิธีง่ายๆ ซึ่งเมื่อตรวจพบว่ามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ดังกล่าวจะหมายถึงว่าแหล่งน้ำนั้นมีการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายจากคนและสัตว์ ซึ่งเป็นเหตุผลเบื้องต้นที่ใช้ในการคาดเดาว่าในแหล่งน้ำนั้นอาจมีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่อระบบลำไส้ปนเปื้อนอยู่ เป็นต้น

แบคทีเรียบ่งชี้ที่ดีต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1.มีอยู่ในน้ำขณะที่มีแบคทีเรียที่ก่อโรค (pathogenic bacteria) อยู่ และเป็นเชื้ออาศัยปกติ (normal flora) ในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์

2.มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียที่ก่อโรค

3.สามารถอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ก่อโรค ทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้ดี

4.ไม่ควรมีในน้ำบริสุทธิ์

5.ง่ายต่อการตรวจหา และไม่สิ้นเปลือง

โดยปกติจะนิยมใช้แบคทีเรียโคลิฟอร์ม และฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นแบคทีเรียบ่งชี้ แต่เนื่องจากแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และฟีคัลโคลิฟอร์ม เป็นเชื้อไม่ทนความร้อน หรือการแช่เยือกแข็ง ในบางกรณีจึงต้องใช้จุลินทรีย์ชนิดอื่นเป็นเชื้อดัชนีแทน ซึ่งได้แก่เชื้อ faecal Streptococci และ Enterococci (เดิมจัดอยู่ในสกุล*Streptococcus*) เชื้อกลุ่มนี้สามารถตรวจพบได้ในอุจจาระเช่นเดียวกัน (คนและสัตว์เลือดอุ่น) รวมทั้งพบเชื้อนี้แพร่กระจายอยู่ในขน หนังของสัตว์ ในน้ำ ในดิน และอาหาร เป็นเชื้อที่เติบโตได้ที่อุณหภูมิระหว่าง 10 – 45 องศาเซลเซียส และยังเป็นเชื้อที่เติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใส่เกลือแกง 6.5 เปอร์เซ็นต์ และมีพีเอช 9.6 เป็นเชื้อที่ทนเกลือน้ำดี (bile salt) ได้สูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ การเติบโตของเชื้อจะมีมากเมื่อเลี้ยงเชื้อในอาหารที่มีความอุดมสมบูรณ์ โดยเชื้อนี้จะมีชีวิตรอดภายนอกระบบทางเดินอาหารได้สูงกว่าเชื้อโคลิฟอร์ม โดยเชื้อ *Streptococcus faecalis* จะรอดชีวิตสูงกว่าเชื้อ *E. coli* เมื่อเชื้ออยู่ในอาหารที่เป็นกรด (acid foods) (Khatiwada, NR., 1999)

3. *Streptococcus* spp. (Hardie, 1986)

สเตรปโตคอคไค เป็นแบคทีเรียกลุ่มใหญ่ จัดอยู่ใน Family Streptococcaceae มีสมาชิกอยู่ใน genus นี้มากกว่า 100 ชนิด พบเชื้อนี้ได้ในปาก ลำคอ ลำไส้ อวัยวะสืบพันธุ์ของคน นอกจากนั้นยังพบในน้ำ ฝุ่น นม และพืชผักต่าง ๆ เชื้อสเตรปโตคอคไคที่ทำให้เกิดโรคในคนที่สำคัญ ได้แก่ *S. Pyogens* และ *S. Pneumoniae* ส่วนเชื้อสายอื่น ๆ ที่พบทั่วไปบางครั้งอาจทำให้เกิดโรคได้

เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรี พบอยู่เป็นคู่ ๆ หรือเป็นลูกโซ่ มีขนาดของเซลล์ 0.6-2.0x0.6-2.5 ไมโครเมตร ติดสีแกรมบวก (ดวงพร คันธโชติ, 2537) เชื้อแบ่งตัวในแนวเดียว จึงเห็นลักษณะการเรียงตัวอยู่เป็นคู่ ๆ หรือต่อกันเป็นสาย ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ และไม่สร้างรงควัตถุ สเตรปโตคอคไคมารถสร้างแคปซูล ซึ่งประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ หรือ กรด hyaluronic ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของเชื้อ ผนังเซลล์มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นแอนติเจน และมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันเช่น แอนติเจน M, T, R และแอนติเจนที่เป็นสารคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีคุณสมบัติเป็น group specific (จันทร์เพ็ญ วิวัฒน์, 2531) เจริญได้ไม่ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อธรรมดา และเจริญได้ดีบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเลือดหรือซีรัมผสมอยู่ด้วย เมื่อเจริญในอาหารเหลวโดยปกติแล้วจะไม่เคลื่อนที่ ส่วนมากมีการดำรงชีวิตแบบ facultative anaerobe และในบางชนิดอาจต้องการ CO_2 เพิ่มเติมสำหรับการเจริญ และบางชนิดเจริญได้ในที่ไม่มีอากาศเท่านั้น (strictly anaerobe) หรือเป็นพวกที่ใช้สารเคมีเป็นแหล่งพลังงาน (chemoorganotrophs) และมีเมตาโบลิซึมแบบการหมัก (fermentative metabolism) (Hardie , 1986)

กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส โคโลนีมีขนาดเล็กประมาณ 1-2 มิลลิลิตร กลมใสและไม่มีสี ลักษณะโคโลนีและการทำลายเม็ดเลือดแดงบน Blood agar plate สามารถจำแนกเชื้อสเตรปโตคอคไค ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (นันทนา อรุณฤกษ์, 2537)

1. Alpha-hemolytic streptococci เป็นพวกที่ทำลายเม็ดเลือดแดงได้บ้างเป็นบางส่วน จะเห็นลักษณะรอบ ๆ โคโลนีของเชื้อมีสีน้ำตาล หรือสีเขียวอ่อน ๆ เชื้อในกลุ่มนี้ได้แก่ *S. viridans* และ *S. salivarius* เป็นต้น

2. Beta-hemolytic streptococci เป็นพวกที่ทำลายเม็ดเลือดแดงได้อย่างสมบูรณ์ จะเห็นลักษณะรอบ ๆ โคโลนีมีขอบใส เชื้อกลุ่มนี้ได้แก่ *S. pyogenes*

3. Gamma-hemolytic streptococci เชื้อไม่สามารถทำลายเม็ดเลือดแดง จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงรอบ ๆ โคโลนี ตัวอย่างเชื้อกลุ่มนี้คือ *S. faecalis*

ชนิดที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคในคน เช่น *S. pyogenes* และ *S. agalactiae* โดยสามารถอาศัยคนเป็นพาหะของเชื้อได้โดยที่ไม่แสดงอาการ แบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ คือ

1) **Pyogenic Hemolytic Streptococci** เช่น *Streptococcus pyogenes*, *S. pneumoniae* โดยปกติแล้วสามารถเป็นโทษได้ทั้งคน และสัตว์

2) **Enterococci** เช่น *S. faecalis* และ *S. faecium* มักพบในทางเดินลำไส้ของคน และสัตว์ ส่วน *S. avium* และ *S. gallinarum* มักพบในสัตว์ปีก *S. bovis* และ *S. equinus* พบในลำไส้วัวและม้า

3) **Lactic acid Streptococci** คือ *S. Lactis* และ *S. raffinolactis*

4) **Oral Streptococci** เป็น Streptococci ที่อาศัยในช่องปากและทางเดินหายใจส่วนบนของคน และสัตว์ บางชนิดสามารถเป็นเชื้อโรคฉวยโอกาสในบางส่วนของร่างกายได้ เช่น *S. salivarius*, *S. sanguis*, *S. milleri*

5) **Anaerobic Streptococci** เจริญได้ในที่ไม่มีออกซิเจนเท่านั้น เช่น *S. morbillorum*, *S. hansenii*, *S. pleomorphus*

6) **สเตรปโตคอคไคอื่นๆ** เช่น *S. acidominimus*, *S. thermophilus S. acidominimus*

Streptococci เป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคในคน และสัตว์ได้มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่ม Pyogenic Hemolytic Streptococci แต่ชนิดอื่นๆ ก็สามารถก่อให้เกิดโรคได้เช่นกัน และมักพบเป็นเชื้อฉวยโอกาสที่ทำให้เกิดการติดเชื้อเฉพาะที่ในคนได้หลายรูปแบบ เช่น ทอนซิลอักเสบ โรคผิวหนังที่ติดต่อได้ (impetigo) อาการไข้เจ็บคอ และเป็นจุดแดงบริเวณผิวหนัง โรคผิวหนังที่มีสาเหตุจาก Streptococci มักติดต่อได้โดยทางสัมผัส มีอาการผิวหนังร้อนแดง มีอาการเจ็บปวดร่วมด้วย และสามารถกระจายไปยังบริเวณอื่นๆ ได้

อันตรายจากการได้รับเชื้อ Streptococci

คนไข้ 5-10 เปอร์เซ็นต์ของผู้ที่รับเชื้อพวกเอนเตอโรคอคไค อาจจะเริ่มมีการติดเชื้อที่บริเวณใดบริเวณหนึ่งของร่างกาย เช่น ฟัน หรือต่อมทอนซิล หลังจากนั้นเชื้อแบคทีเรียจะเริ่มเคลื่อนตัวหลุดออกจากฟัน หรือเมื่อมีการผ่าตัดต่อมทอนซิล เชื้อจะเข้าสู่กระแสเลือด และเข้าสู่หัวใจ ซึ่งโดยปกติแล้ว แบคทีเรียต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกายมักจะถูกกำจัดออกจากร่างกายอย่างรวดเร็วจากกลไกการป้องกันการติดเชื้อของร่างกายเอง แต่ในคนที่มีลิ้นหัวใจผิดปกติโดยทางพันธุกรรมหรืออิทธิพลของโรค เช่น ไข้รูมาติค (rheumatic fever) หรือ ซิฟิลิส แบคทีเรียจะเข้าเกาะในบริเวณที่สามารถเกาะได้ และเกิดการแบ่งเซล เมื่อมีเลือดแข็งตัว (clots) เซลแบคทีเรียจะดักจับไว้ซึ่งเป็นการป้องกันจากการถูกทำลายโดยระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เมื่อมีการแบ่งตัวมากขึ้น จะสามารถดักจับเลือดที่แข็งตัวได้มากขึ้นจนเริ่มเป็นก้อนเลือดแข็งตัวที่ใหญ่ และจะแตกออกไปอุดตันเส้นเลือดในไตได้ ในขณะเดียวกันหน้าที่ของลิ้นหัวใจก็จะเสียไป โดยมีการอักเสบอย่างรุนแรงของผนังหัวใจชั้นใน คนไข้จะแสดงอาการมีไข้ โลหิตจาง อ่อนเพลีย และหัวใจมีเสียงไหลของเลือด ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมีสาเหตุจากแอลฟา-ฮีโมไลติค streptococci และอาจมีผลถึงตายได้ ส่วนมากมีสาเหตุจาก *Staphylococcus aureus* หรือ *Streptococcus pneumoniae* เข้าทำลายบริเวณที่เหมาะสมในการเจริญของเชื้อก่อน ทั้งในคนที่มีลิ้นหัวใจปกติ และผิดปกติ ลิ้นหัวใจจะถูกทำลายไปอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้คนไข้ตายภายในไม่กี่วัน หรือไม่กี่สัปดาห์ นอกจากนี้ *Streptococcus* ยังสามารถทำให้เยื่อหุ้มหัวใจอักเสบได้ด้วย (Tortora *et al*, 1986)

นอกจากนี้อาจพบอาการไข้รูมาติค (rhematic fever) แสดงออกในลักษณะไขข้ออักเสบโดยเฉพาะอย่างยิ่งในคนสูงอายุ อาการของไข้ที่พบจะไม่ทำลายข้อต่อโดยถาวรแต่สามารถทำให้หัวใจถูกทำลายอย่างถาวรได้ (Tortora *et al* 1986)

โรคสัตว์น้ำที่มีสาเหตุจากการติดเชื้อ *Streptococcus*

พบการติดเชื้อ *Streptococcus* จำนวน 286 สายพันธุ์ ในปลาหางเหลืองที่เป็นโรค ส่วนใหญ่ตรวจพบเชื้อในส่วนสมองของปลามากกว่าอวัยวะส่วนอื่น (Kitao, 1982) และพบการติดเชื้อ *Streptococcus* บริเวณตับและไตของปลาเรนโบว์ เทราท์ ที่เป็นโรค และจากผลการตรวจวินิจฉัยพบว่าเป็น enterococci ซึ่งคาดว่าเป็นเชื้อ *S. faecalis* (Bullock และคณะ, 1971)

4. แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลสเตรปโตคอคไค

ฟีคัลสเตรปโตคอคไคที่พบในลำไส้คนและสัตว์เลือดอุ่น ได้แก่ *S. faecalis* และ *S.faecium* ในคน *S.faecium* ในวัวและแกะ *S.equinus* ในม้า (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ, 2547) ได้มีการใช้ฟีคัล-สเตรปโตคอคไค เป็นตัวชี้วัดมลภาวะที่เกิดจากน้ำทิ้งกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วจะมีการรอดชีวิตที่ดีกว่าฟีคัลโคลิฟอร์ม จึงใช้เป็นตัวชี้วัดแทนฟีคัลโคลิฟอร์มได้ในกรณีที่สถานการณ์

ที่ไม่สามารถตรวจพบฟีคัลโคลิฟอร์ม (สุบัณฑิต เมฆขยายและคณะ, 2536) และเป็นแบคทีเรียที่มีความจำเพาะ ไม่มีการแพร่กระจายทั่วไปเหมือนกับโคลิฟอร์ม พบได้จากอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น (Figueras, et.al.,1996) โดยมีการจัดแบ่งฟีคัลสเตรปโตคอคไคออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้แก่ (Stanfield G. และคณะ , 1978)

1. Lancefield's Group D แบ่งเป็น
    1.) กลุ่มเอนเตอโรคอกคัส เช่น *S. faecalis, S. faecalis subsp. Liquefacie S. faecalis subsp. Zymogenes, S. faecium , S. duran*
    2.) กลุ่มวิริแดนส์ เช่น *S. bovis, S. equines*
2. Lancefield's Group Q ได้แก่ กลุ่ม วิริแดส์ เช่น *S. mitis, S. salivarius*

แต่ยังไม่มีการตกลงอย่างแน่ชัดว่าฟีคัลสเตรปโตคอคไค ที่กล่าวกันหมายถึงกลุ่มใด จนกระทั่งประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอังกฤษ ได้สรุปกันว่าฟีคัลสเตรปโตคอคไคว่าคือพวกจุลินทรีย์ที่อยู่ในกลุ่มแลนซฟีลด์ส นั่นเอง เนื่องจากพบได้ในอุจจาระ

ข้อดีในการใช้ฟีคัลสเตรปโตคอคไคเป็นอินดิเคเตอร์ เมื่อเปรียบเทียบกับ แบคทีเรียชนิดอื่น ๆ คือ

1. สามารถดำรงชีวิตได้นานในสภาพแวดล้อมทั่วไป ทั้งในดินและน้ำ
2. สามารถทนต่อสารเคมี เช่น คลอรีน ได้ดีกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
3. มักไม่เพิ่มจำนวนในแหล่งน้ำ
4. สามารถทนต่อเกลือที่ความเข้มข้นสูงได้ดีกว่าโคลิฟอร์ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สถานีเก็บตัวอย่าง

การกำหนดสถานีและพื้นที่ศึกษาได้กำหนดให้ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก โดยเริ่มจากบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จนถึงจังหวัดจันทบุรี ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ได้แก่ เขตสงวนรักษาธรรมชาติ เขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เขตนันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ และเขตเมืองและการใช้ประโยชน์อื่นๆ เป็นต้น โดยการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่เป็นดัชนีนั้น เน้นบริเวณที่มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสน้ำทะเล ซึ่งอาจมีโอกาสเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค โดยได้กำหนดสถานีศึกษาดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 สถานีตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

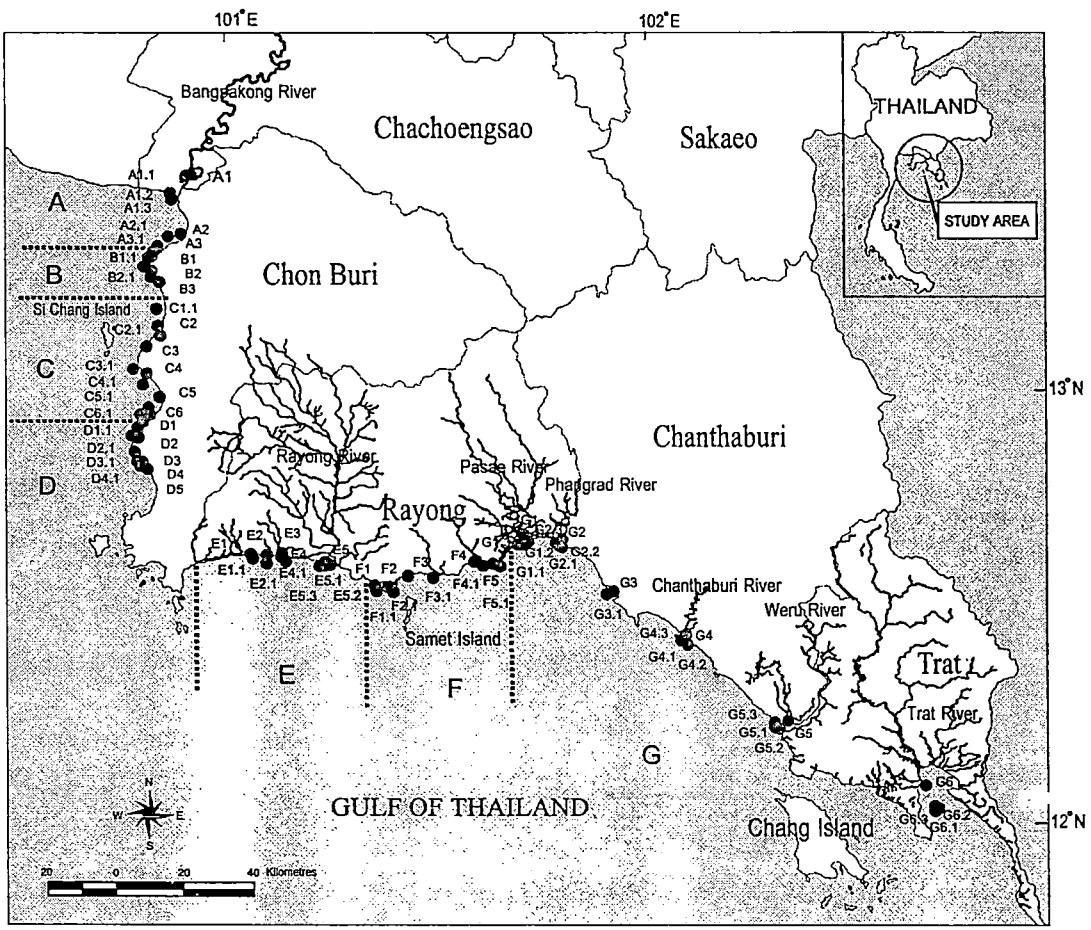
พื้นที่ / การใช้ประโยชน์	สถานี	ระยะห่างฝั่ง	รหัสสถานี	ละติจูด	ลองติจูด
Zone A	แม่น้ำบางปะกง (วัดบน)	n	A1	N 13° 29' 30.4"	E100°59'52.4"
ปากแม่น้ำบางปะกง -	ปากแม่น้ำบางปะกง (ทุ่น 7)	o	A1.1	N 13°26'50.2"	E 100°57'03.5"
อ่างศิลา	อ่าวชลบุรี (หน้าศาลากลาง)	n	A2	N 13°21'09.2"	E 100°58'33.2"
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	อ่างศิลา (ท่าเรือประมง)	n	A3	N 13°20'16.7"	E 100°55'30.2"
(หอยนางรม หอยแมลงภู่)					
Zone B	แหลมแท่น	n	B1	N 13°18'58.2"	E 100°54'25.0"
บางแสน	บางแสน (ตอนกลาง)	n	B2	N 13°17'16.7"	E 100°54'35.5"
นันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ	บางแสน (วอนนภา)	n	B3	N 13°15'42.1"	E 100°55'29.7"
Zone C	ศรีราชา (เกาะลอย)	n	C2	N 13°10'04.8"	E 100°55'30.1"
แหลมฉบัง	โรงโป๊ะ	n	C5	N 13°01'00.7"	E 100°55'35.9"
(บางพระ - นาเกลือ)	ตลาดนาเกลือ	n	C6	N 12°58'20.2"	E 100°54'20.7"
อุตสาหกรรมขนาดกลาง					
และท่าเรือน้ำลึก					
Zone D	รร. วงศ์อำมาตย์	n	D1	N 12°57'34.0"	E 100°53'10.2"
พัทยา	พัทยากลาง (ธ.ไทยพาณิชย์)	n	D2	N 12°55'38.6"	E 100°52'37.2"
(พัทยา – จอมเทียน)	จอมเทียน (ต้นหาด; ทิศเหนือ)	n	D3	N 12°53'42.9"	E 100°52'05.5"
นันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ	จอมเทียน (ป้อมตำรวจ)	n	D4	N 12°52'26.2"	E 100°53'11.1"
	จอมเทียน (สุดหาด; ทิศใต้)	n	D5	N 12°51'30.1"	E 100°53'45.4"

ตารางที่ 1 (ต่อ)

พื้นที่ / การใช้ประโยชน์	สถานี	ระยะห่างฝั่ง	รหัสสถานี	ละติจูด	ลองติจูด
Zone F	หาดแม่รำพึง	n	F1	N 12°37'41.5"	E 101°20'17.2"
หญ้า – แหลมแม่พิมพ์	หาดแม่รำพึง (จุดตรวจ)	n	F2	N 12°35'54.5"	E 101°24'08.8"
อุทยานแห่งชาติทางทะเล	สวนรุกขชาติเพ	n	F3	N 12°37'35.0"	E 101°27'19.6"
เพื่อการว่ายน้ำ	แหลมแม่พิมพ์ (ต้นหาด)	n	F4	N 12°38'25.0"	E 101°38'01.0"
	อ่าวไข่	n	F5	N 12°38'21.4"	E 101°39'08.2"
Zone G	อ่าวคุ้งกระเบน	n	G3	N 12°35'04.8"	E 101°53'52.6"
จันทบุรี – ตราด	อ่าวคุ้งกระเบน	o	G3.1	N 12°34'56.1"	E 101°53'23.2"
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ					
และประมงชายฝั่ง					

หมายเหตุ : n คือ สถานีใกล้ฝั่ง (ระยะห่างจากฝั่งประมาณ 100 เมตร หรือจากปากแม่น้ำลึกเข้าไปสู่ต้นน้ำ ประมาณ 1-3 กิโลเมตร)

o คือ สถานีไกลฝั่ง (ระยะห่างจากฝั่งหรือจากปากแม่น้ำออกสู่ทะเล ประมาณ 1000 เมตร)



ภาพที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก

2. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำ 2 ครั้งในปี พ.ศ.2548 คือ ฤดูแล้ง (มีนาคม) และฤดูฝน (ตุลาคม)

เก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ขวดเก็บตัวอย่างขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตรที่ฆ่าเชื้อแล้ว โดยการเปิดฝาขวดเก็บตัวอย่างใต้ผิวน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างน้ำทะเลจนเกือบเต็มขวด (เหลือส่วนที่เป็นอากาศประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด) ปิดฝาขวดใต้ผิวน้ำ นำขวดเก็บตัวอย่างไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส โดยป้องกันไม่ให้ได้รับแสงแดดและการปนเปื้อนระหว่างนำส่งห้องปฏิบัติการ ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างภายใน 24 ชั่วโมง เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแบคทีเรียในน้ำตัวอย่าง

3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรีย

ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total viable count)

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดยการเจือจางน้ำทะเลตัวอย่างที่ 10, 100 และ 1000 เท่า แล้วทำการกระจายน้ำทะเลตัวอย่างที่ความเจือจางต่างๆ (Spread plate technique) ลงบนอาหาร TSA (Tryptic soy agar; Difco laboratories Detroit Michigan 48232 USA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง นำจานเพาะเชื้อที่มีแบคทีเรียเจริญมาตรวจนับจำนวนโคโลนี และคำนวณกลับเพื่อหาความหนาแน่นของแบคทีเรียต่อปริมาตร 100 มิลลิลิตรของน้ำทะเลตัวอย่าง

ปริมาณวิบริโอทั้งหมด (Total Vibrio count)

การตรวจหาปริมาณ *Vibrio* spp. ทั้งหมด โดยการเจือจางน้ำทะเลตัวอย่างที่ 10 และ 100 เท่า แล้วทำการกระจายน้ำทะเลตัวอย่างที่ความเจือจางต่างๆ ลงบนอาหาร TCBS (Thiosulfate citrate bilesalts sucrose; Difco laboratories Detroit Michigan 48232 USA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 $\pm$ 2 ชั่วโมง นำจานเพาะเชื้อที่มีแบคทีเรียเจริญมาตรวจนับจำนวนโคโลนี และคำนวณกลับเพื่อหาความหนาแน่นของ *Vibrio* spp. ต่อปริมาตร 100 มิลลิลิตรของน้ำทะเลตัวอย่าง

ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม (Coliform)

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม โดยวิธี multiple tube fermentation technique (APHA., AWWA., & WEF., 1992)

ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม (Fecal coliform)

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม โดยวิธี multiple tube fermentation technique (APHA., AWWA., & WEF., 1992)

ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค (Enterococci)

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค โดยวิธี multiple tube fermentation technique (APHA., AWWA., & WEF., 1992)

ผลและวิจารณ์ผล

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่งภาคตะวันออก ตั้งแต่ ปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ไปจนถึงอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียที่บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำระหว่างฤดูแล้ง ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2548 กับฤดูฝน ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม 2548 พบว่าปริมาณแบคทีเรียบางกลุ่มในน้ำทะเลชายฝั่งมาจากการปนเปื้อนจากชุมชน และบางส่วนเป็นแบคทีเรียที่เจริญเติบโตอยู่เดิมในน้ำทะเล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ชนิดและปริมาณแบคทีเรียที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำชายฝั่ง แบ่งตามการใช้ประโยชน์พื้นที่

Zone A : ปากแม่น้ำบางปะกง - อ่างศิลา (ภาพที่ 2.1 –2.5)

-ปากแม่น้ำบางปะกง

เดือนมีนาคม 2548 จากน้ำตัวอย่างด้านในแม่น้ำบริเวณหน้าวัดบน (A1) ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 4.28×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 4.33×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 130 และ 65 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 560 MPN / 100 มิลลิลิตร และในตัวอย่างน้ำบริเวณด้านนอกปากแม่น้ำ (A1.1) ตรวจพบแบคทีเรียทั้งหมด 3.40×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 8.70×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 16 และ 4 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 216 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 จากน้ำตัวอย่างด้านในแม่น้ำบริเวณหน้าวัดบน ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 2.25×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 1250 และ 185 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 9 MPN / 100 มิลลิลิตร และในตัวอย่างน้ำบริเวณด้านนอกปากแม่น้ำ ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 3.70×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.00×10^2 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 1867 และ 97 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 22 MPN / 100 มิลลิลิตร ในเดือนตุลาคม 2548 นี้พบว่าน้ำตัวอย่างจากด้านนอกปากแม่น้ำ มีปริมาณแบคทีเรียวิบริโอทั้งหมดน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้

-อ่าวชลบุรี (หน้าศาลากลาง : A2)

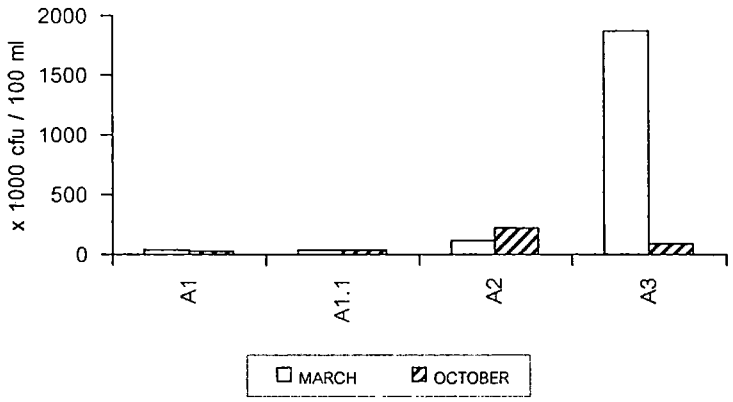
เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.12×10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 1.19×10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 4000 และ 2300 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 72 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 2.23×10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.50×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 175000 และ 1250 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 950 MPN / 100 มิลลิลิตร

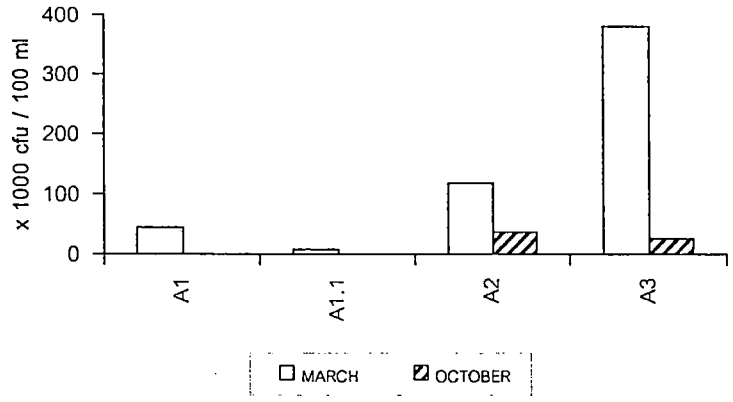
-อ่างศิลา (ท่าเรือประมง : A3)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.88 x 10^6 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.80 x 10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 205 และ 32 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 2000 MPN / 100 มิลลิลิตร

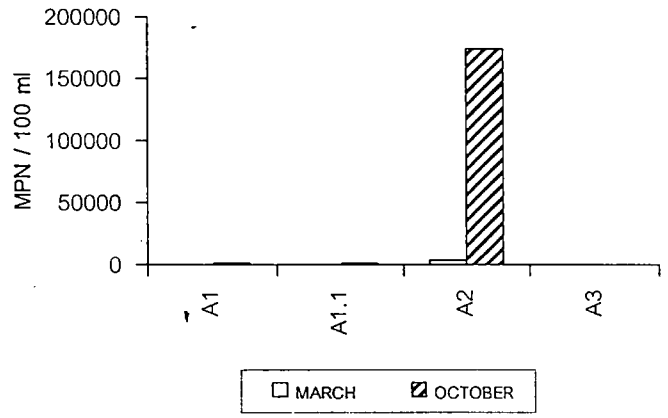
เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 8.80 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.48 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 600 และ 185 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 31 MPN / 100 มิลลิลิตร



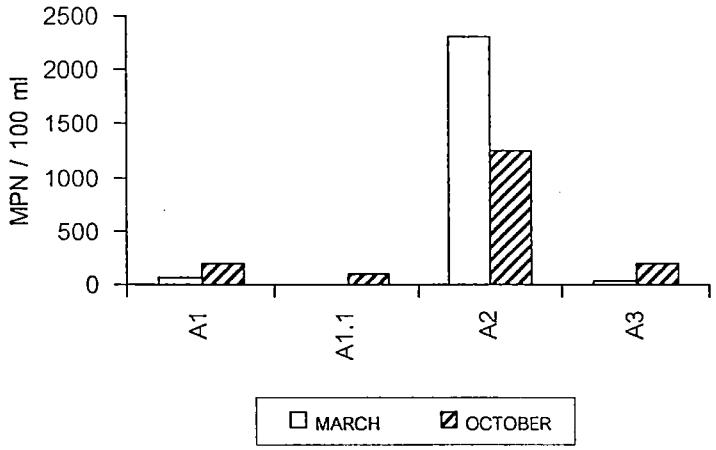
ภาพที่ 2.1 ปริมาณแบคทีเรียรวม บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา



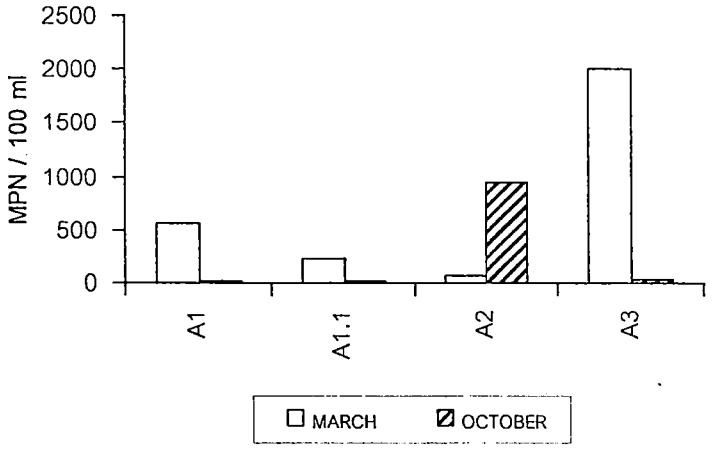
ภาพที่ 2.2 ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา



ภาพที่ 2.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา



ภาพที่ 2.4 ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา



ภาพที่ 2.5 ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรค็อคไค บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำบางปะกง – อ่างศิลา

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในพื้นที่โซน A พบความหนาแน่นการปนเปื้อนของแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ยกเว้นบริเวณอ่าวชลบุรีที่มีแบคทีเรียรวมปนเปื้อนในฤดูฝนสูงกว่าแต่อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มโคลีฟอร์มพบการปนเปื้อนเล็กน้อยในช่วงฤดูแล้ง แต่จะพบการปนเปื้อนมีค่าสูงมากในช่วงฤดูฝน ยกเว้นบริเวณอ่าวชลบุรี ที่มีการปนเปื้อนเกินมาตรฐานทั้ง 2 ช่วงฤดู โดยแบคทีเรียกลุ่มโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์มมีค่าสูงสุดบริเวณอ่าวชลบุรี รองลงไปคือบริเวณแม่น้ำบางปะกงตามลำดับ โดยค่าแบคทีเรียโคลีฟอร์มที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด 1000 MPN/100 มิลลิลิตร แสดงถึงการชะล้างสิ่งสกปรกที่สะสมบริเวณผิวดินลงสู่แหล่งน้ำมีค่าสูงมาก และบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีความหนาแน่นของแบคทีเรียโคลีฟอร์มมีค่าสูงกว่าบริเวณด้านในแม่น้ำ แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกไม่ได้มาจากการพัดพามาตามสายน้ำเพียงแหล่งเดียวน่าจะได้รับการปนเปื้อนจากบริเวณชายฝั่งที่อยู่ใกล้เคียงด้วย ส่วนการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอ็นเตโรค็อคไคมีพฤติกรรมในทำนองเดียวกับแบคทีเรียรวม โดยในช่วงฤดูแล้งมีความหนาแน่นสูงกว่าในช่วงฤดูฝนมาก ยกเว้นบริเวณอ่าวชลบุรี ส่วนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจะมีความหนาแน่นน้อยกว่าบริเวณด้านในแม่น้ำ แสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณด้านในแม่น้ำน่าจะมีการปนเปื้อนของสิ่งขับถ่ายของสัตว์เลือดอุ่นที่เกษตรกรทำการเลี้ยงตามฟาร์มต่างๆ ที่ตั้งอยู่บริเวณริมแม่น้ำ การปนเปื้อนดังกล่าวมีค่าลดลงในฤดูฝนน่าจะเกิดจากการเจือจางของปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นตามฤดูกาล จะพบว่าพฤติกรรมการปนเปื้อนคล้ายคลึงกับในช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) แต่มีปริมาณการปนเปื้อนในหลายบริเวณมีค่าสูงกว่า แสดงให้เห็นถึงการเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำด้านชีวภาพในพื้นที่โซนนี้มีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งหลายๆ บริเวณเกินกว่าค่ามาตรฐาน ชี้ให้เห็นว่าสมควรได้รับการควบคุมและปรับปรุงอย่างถูกต้องต่อไป

Zone B : บางแสน (ภาพที่ 3.1 – 3.5)

-แหลมแท่น (B1)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 7.40×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.48×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 370 และ 22 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 275 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.16×10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 6.15×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 9000 และ 250 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 65 MPN / 100 มิลลิลิตร

-บางแสน (ตอนกลาง : B2)

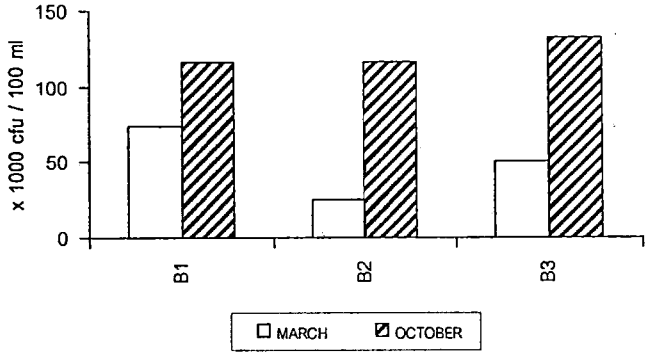
เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 2.53×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.30×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 94 และ 3 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 315 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.16 x 10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.05 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 3300 และ 110 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 7 MPN / 100 มิลลิลิตร

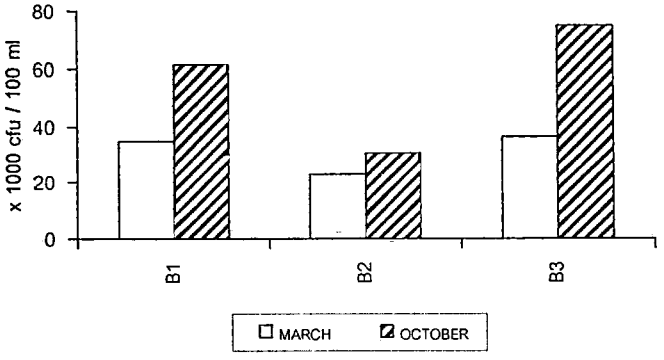
-บางแสน (วอนนภา : B3)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 5.05 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.63 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 160 และ 10 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 77 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.32 x 10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 7.45 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 95 และ 7 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 18 MPN / 100 มิลลิลิตร

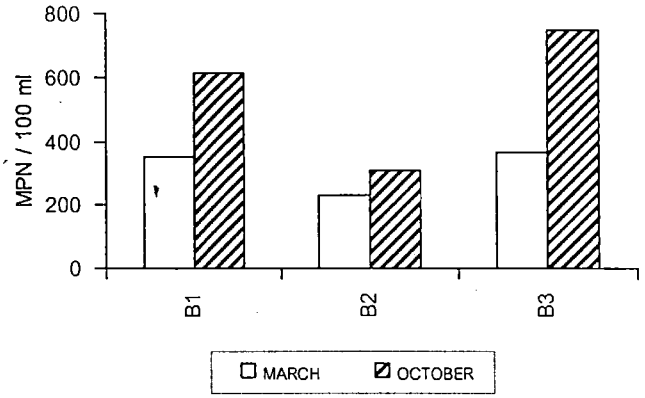


ภาพที่ 3.1 ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่บางแสน

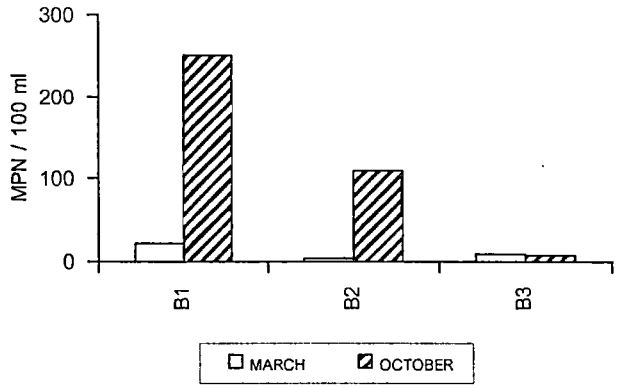


ภาพที่ 3.2 ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่บางแสน

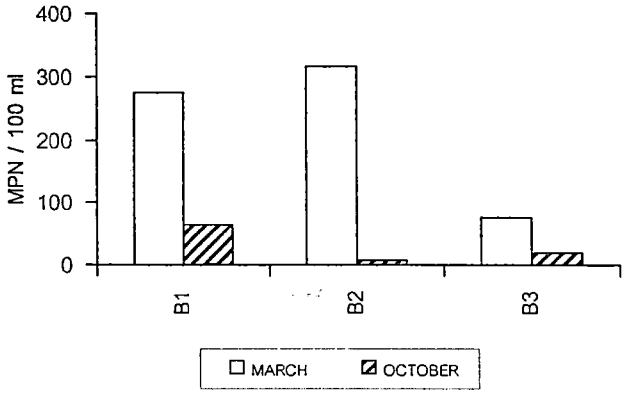
สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131



ภาพที่ 3.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่บางแสน



ภาพที่ 3.4 ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่บางแสน



ภาพที่ 3.5 ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรค็อคไค บริเวณพื้นที่บางแสน

213853

571.3
W5320
2548
ก.3

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในพื้นที่โซน B พบความหนาแน่นการปนเปื้อนของแบคทีเรียรวม แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ กลุ่มโคลีฟอร์ม และกลุ่มฟีคอลโคลีฟอร์ม ในช่วงฤดูฝนเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีการสะสมสิ่งสกปรกตามผิวหน้าดิน เมื่อถึงช่วงฤดูฝนจึงเกิดการชะล้างสิ่งสกปรกดังกล่าวลงสู่ทะเลบริเวณดังกล่าวมากขึ้น ส่วนการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอ็นเตโรค็อคไคโดยรวมมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวบ่งบอกการปนเปื้อนสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ ซึ่งในบริเวณดังกล่าวน่าจะมีปริมาณคงตัว เมื่อถึงฤดูฝนมีปริมาณน้ำเจือจางมากทำให้มีค่าความหนาแน่นของแบคทีเรียกลุ่มนี้ลดลง

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่นี้ เมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) จะพบว่าความหนาแน่นลดลง หากมีปริมาณการท่องเที่ยวใกล้เคียงกัน อาจชี้ให้เห็นถึงมาตรการควบคุมดูแล และการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชน ผู้ประกอบการท่องเที่ยว และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่ดูแลพื้นที่นี้อยู่ มีความเหมาะสม สามารถรองรับสภาวะการเกิดมลพิษได้ดีมากขึ้น และปริมาณการปนเปื้อนมีค่าต่ำ ทำให้สามารถกล่าวได้ว่าคุณภาพน้ำด้านชีวภาพในพื้นที่โซนนี้ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

Zone C : แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ) : (ภาพที่ 4.1 –4.5)

-ศรีราชา (C2)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.25×10^5 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.28×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 150 และ 29 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 370 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 2.65×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 1.30×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 900 และ 300 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 38 MPN / 100 มิลลิลิตร

-โรงโป๊ะ (C5)

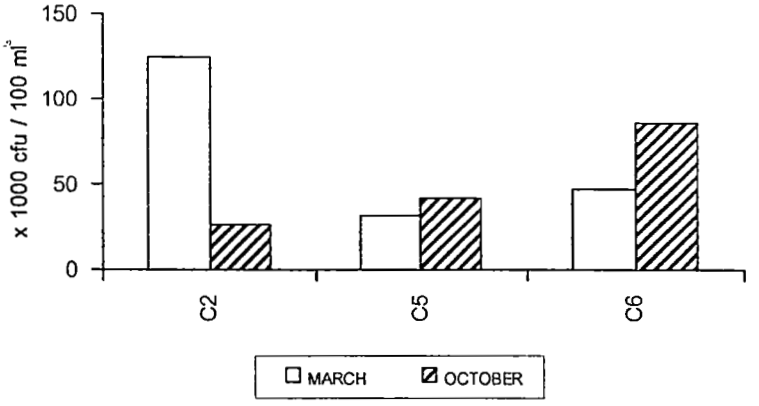
เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 3.13×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.55×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและ ฟีคอลโคลีฟอร์ม 3 และ 3 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 40 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 4.15×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 7.00×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 86 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 5 MPN / 100 มิลลิลิตร

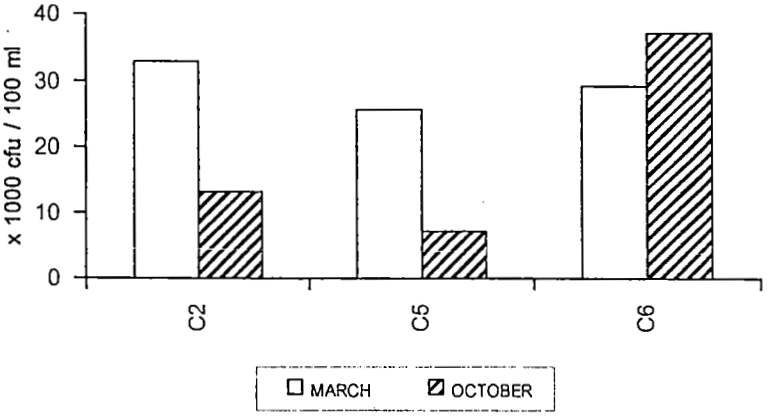
-ตลาดนาเกลือ (C6)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 4.73 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.93 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 1050 และ 335 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 700 MPN / 100 มิลลิลิตร

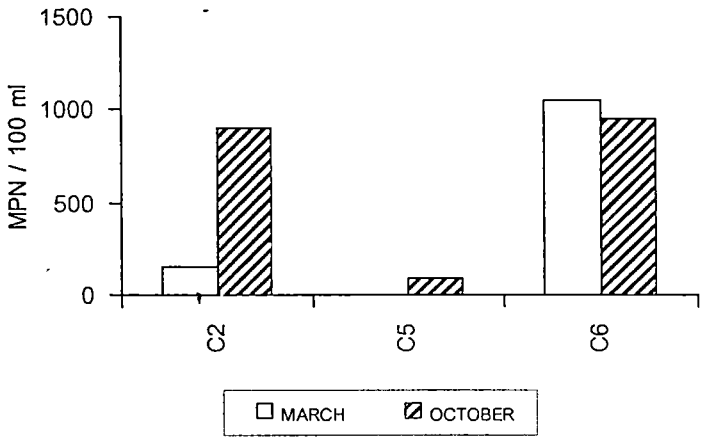
เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 8.55 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.70 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 950 และ 22 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 9 MPN / 100 มิลลิลิตร



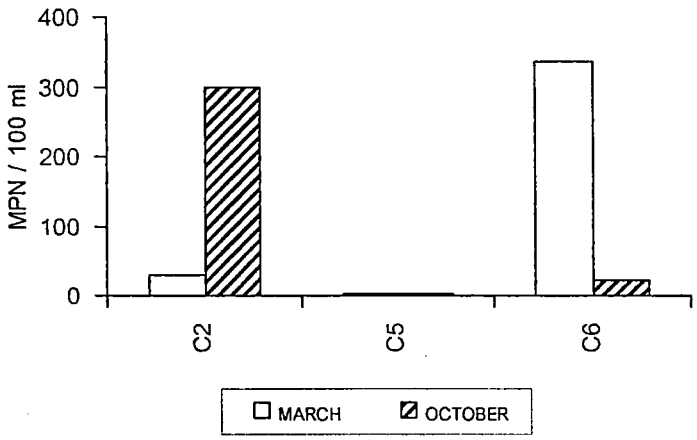
ภาพที่ 4.1 ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)



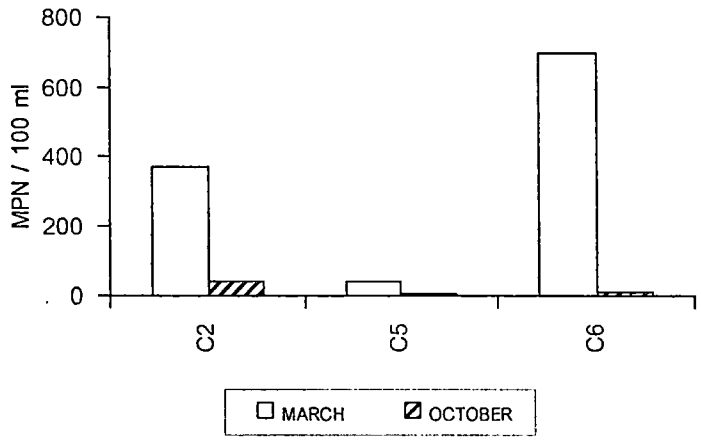
ภาพที่ 4.2 ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)



ภาพที่ 4.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)



ภาพที่ 4.4 ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)



ภาพที่ 4.5 ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรค็อคไค บริเวณพื้นที่แหลมฉบัง (บางพระ – นาเกลือ)

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในพื้นที่โซน C พบความหนาแน่นการปนเปื้อนของแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์มพบการปนเปื้อนน้อยไม่เกินมาตรฐานทั้งใน 2 ช่วงฤดู มีเพียงบริเวณนาเกลือเท่านั้นที่ตรวจพบในปริมาณสูงในช่วงฤดูแล้ง ส่วนการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอ็นเตโรค็อคไคโดยรวมมีความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนักในเขตพื้นที่นี้ ยกเว้นปริมาณที่ตรวจพบบริเวณนาเกลือที่มีความหนาแน่นสูงกว่าบริเวณอื่น ทั้งนี้อาจสืบเนื่องจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างเป็นแหล่งชุมชนที่มีการระบายน้ำทิ้ง ทำให้มีปริมาณสิ่งขับถ่ายจากมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นปนเปื้อนอยู่สูง และความหนาแน่นมีค่าลดลงในช่วงฤดูฝน ทั้งนี้อาจได้รับการเจือจางจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นตามฤดูกาลดังกล่าว

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่นี้ เมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) จะพบว่าความหนาแน่นอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน อาจชี้ให้เห็นถึงปริมาณการปล่อยของเสียสู่แหล่งน้ำของชุมชนยังอยู่ในปริมาณที่ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม แต่ปริมาณการปนเปื้อนบริเวณศรีราชาและนาเกลือมีค่าใกล้เคียงที่จะเกินมาตรฐาน ควรมีมาตรการป้องกันเพื่อดูแลคุณภาพน้ำด้านชีวภาพในพื้นที่โซนนี้ให้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีต่อไป

Zone D : พัทยา (พัทยา – จอมเทียน) : (ภาพที่ 5.1 –5.5)

-โรงแรมวงศ์อำมาตย์ (D1)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 6.00×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.00×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 16 และ 5 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 52 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 5.10×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 8.80×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 115 และ 32 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 12 MPN / 100 มิลลิลิตร

-พัทยากลาง (ธนาคารไทยพาณิชย์ : D2)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.13×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.50×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 9 และ 3 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 141 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 2.45×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 8.50×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 370 และ 82 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 5 MPN / 100 มิลลิลิตร

-จอมเทียน (ต้นหาด; ทิศเหนือ : D3)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 5.80 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.00 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 55 และ 34 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 22 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.80 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 900 และ 360 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 24 MPN / 100 มิลลิลิตร

-จอมเทียน (ป้อมตำรวจ : D4)

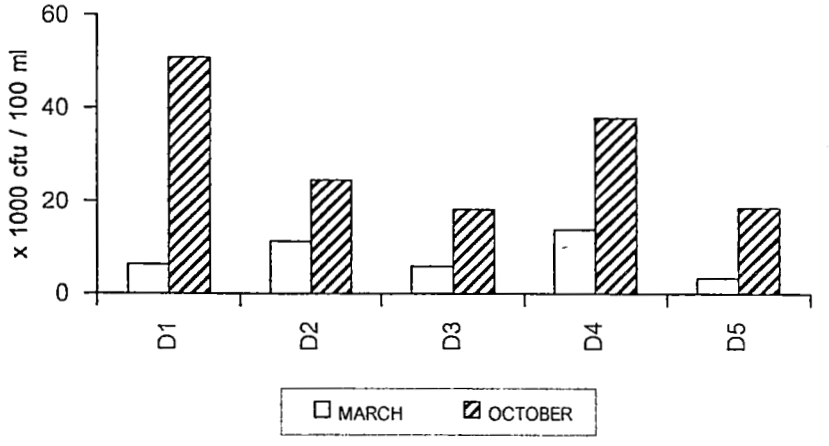
เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.38 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.00 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 700 และ 335 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 175 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 3.80 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 7.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 59 และ 18 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 13 MPN / 100 มิลลิลิตร

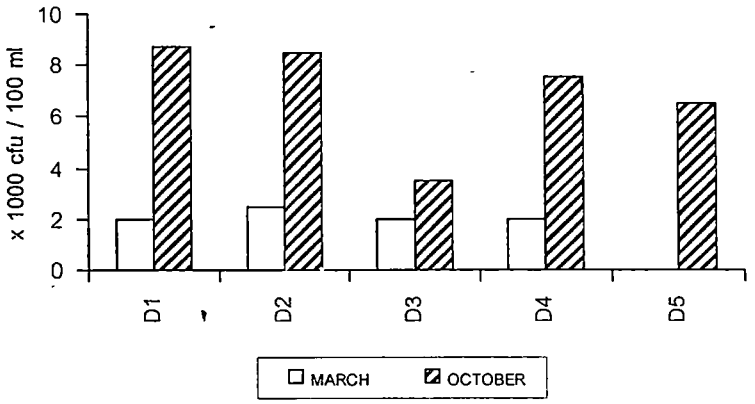
-จอมเทียน (สุดหาด; ทิศใต้ : D5)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 3.30 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมดมีปริมาณน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 2 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 2517 MPN / 100 มิลลิลิตร

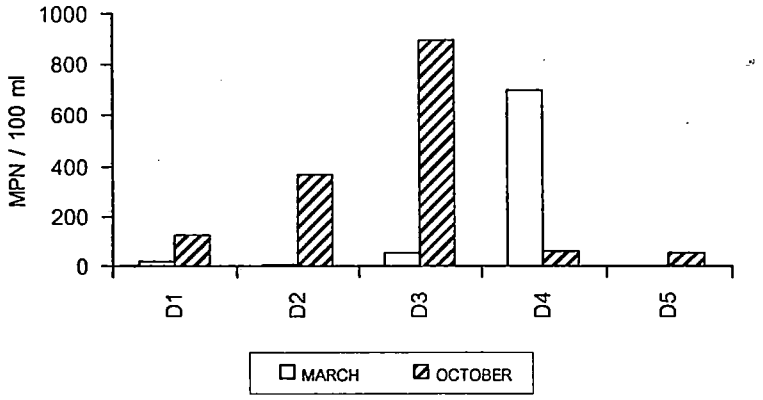
เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.85 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 6.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 57 และ 5 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 6 MPN / 100 มิลลิลิตร



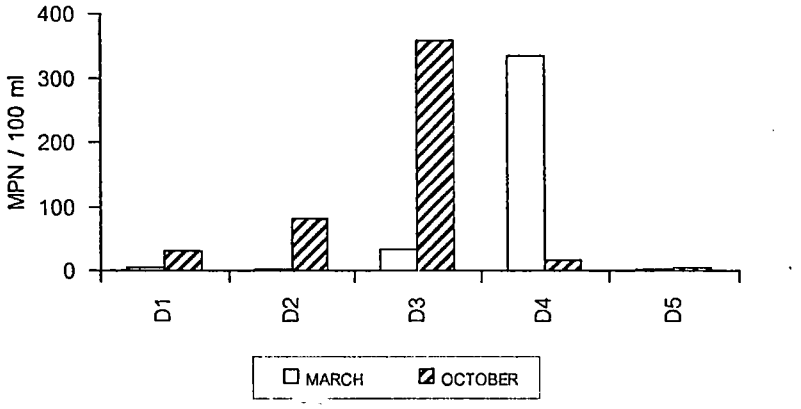
ภาพที่ 5.1 ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)



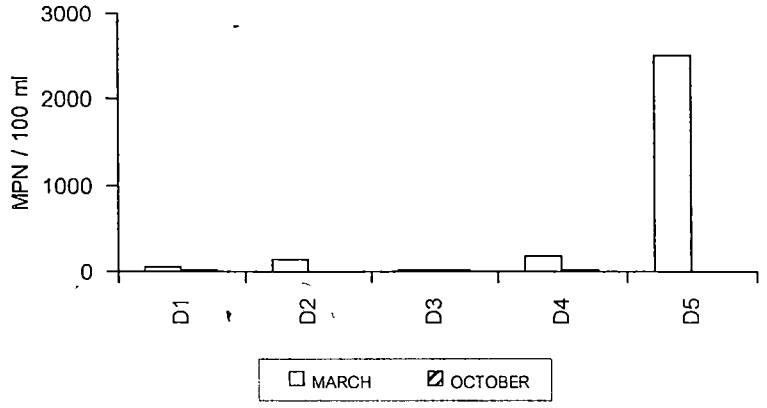
ภาพที่ 5.2 ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)



ภาพที่ 5.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)



ภาพที่ 5.4 ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)



ภาพที่ 5.5 ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรค็อคไค บริเวณพื้นที่พัทยา (พัทยา – จอมเทียน)

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในพื้นที่โซน D พบความหนาแน่นการปนเปื้อนของแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในช่วงฤดูฝนเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์มพบพฤติกรรมการปนเปื้อนแบบเดียวกับแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอ พบปริมาณการปนเปื้อนเล็กน้อยทั้งใน 2 ช่วงฤดู มีเพียงบริเวณจอมเทียนกลางหาดเท่านั้นที่ตรวจพบในปริมาณสูงในช่วงฤดูแล้ง แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกินมาตรฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการชะล้างสิ่งสกปรกที่สะสมบริเวณผิวดินลงสู่แหล่งน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น หากบริเวณใดการชะล้างมีค่ามากกว่าการเจือจางของปริมาณน้ำตามฤดูกาลความหนาแน่นการปนเปื้อนที่ตรวจพบก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น และถ้าการเจือจางสิ่งสกปรกที่สะสมตามผิวดินของน้ำตามฤดูกาลมีปริมาณมากความหนาแน่นการปนเปื้อนที่ตรวจพบก็จะมีค่าลดลง จากช่วงฤดูแล้ง ส่วนการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอ็นเตโรค็อคไค โดยรวมมีความหนาแน่นไม่แตกต่างกันมากนักในเขตพื้นที่นี้ ยกเว้นปริมาณที่ตรวจพบบริเวณจอมเทียนสุดหาดในช่วงฤดูแล้งที่มีความหนาแน่นสูงกว่าบริเวณอื่น และความหนาแน่นมีค่าลดลงในช่วงฤดูฝนใกล้เคียงกับบริเวณอื่น ทั้งนี้อาจเพราะได้รับการจัดการบำบัดหรือได้รับการเจือจางจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นตามฤดูกาลดังกล่าว

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่นี้ เมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) จะพบว่าความหนาแน่นลดลง หากมีปริมาณการท่องเที่ยวใกล้เคียงกัน อาจชี้ให้เห็นถึงมาตรการควบคุมดูแล และการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของชุมชน และผู้ประกอบการท่องเที่ยว มีความเหมาะสม สามารถรองรับสภาวะการเกิดมลพิษได้ดีมากขึ้น แต่ปริมาณการปนเปื้อนมีค่าใกล้เคียงที่จะเกินมาตรฐาน ควรมีมาตรการป้องกันเพื่อดูแลคุณภาพน้ำด้านชีวภาพในพื้นที่โซนนี้ให้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีต่อไป

Zone F : อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์ (ภาพที่ 6.1 – 6.5)

-หาดแม่รำพึง (F1)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 3.58 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 7.80 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 3 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 34 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 6.10 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 1.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 3 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค <2 MPN / 100 มิลลิลิตร

-หาดแม่รำพึง (จุดตรวจ : F2)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 8.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.00 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม <2 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 11 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 8.00 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.80 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 13 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 3 MPN / 100 มิลลิลิตร

-สวนรุกขชาติเพ (F3)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 6.50 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.05 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 6 และ 3 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 150 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.93 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.80 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 8 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 12 MPN / 100 มิลลิลิตร

-แหลมแม่พิมพ์ (ต้นหาด : F4)

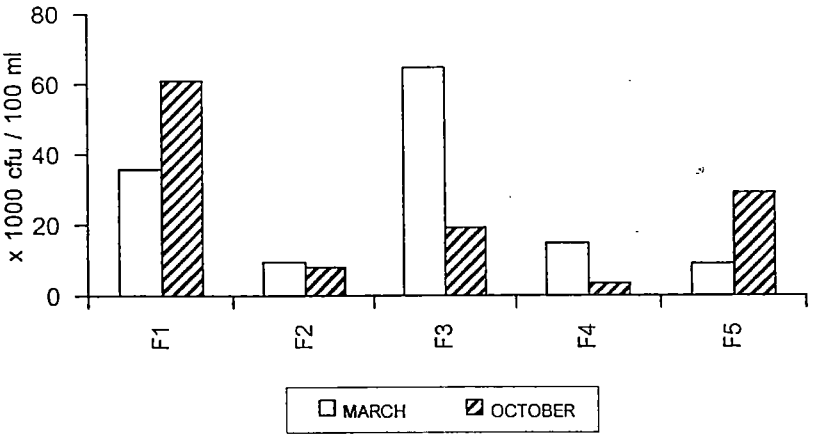
เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 1.48 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 4.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 5 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 87 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 3.50 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 3.00 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 12 และ 3 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 9 MPN / 100 มิลลิลิตร

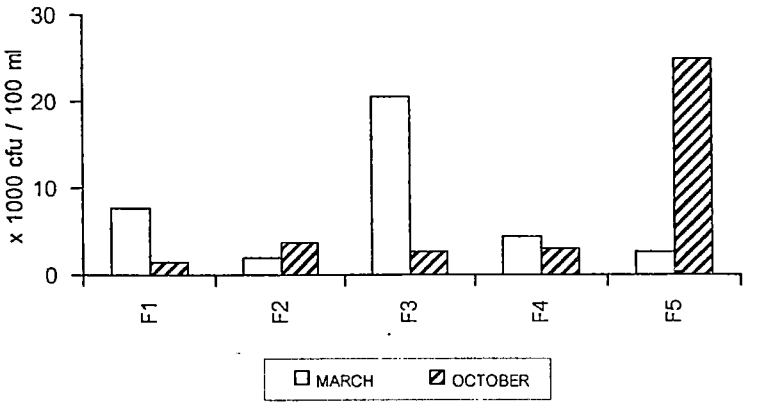
-อ่าวไข่ (F5)

เดือนมีนาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 9.00 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.80 x 10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 9 และ 5 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 87 MPN / 100 มิลลิลิตร

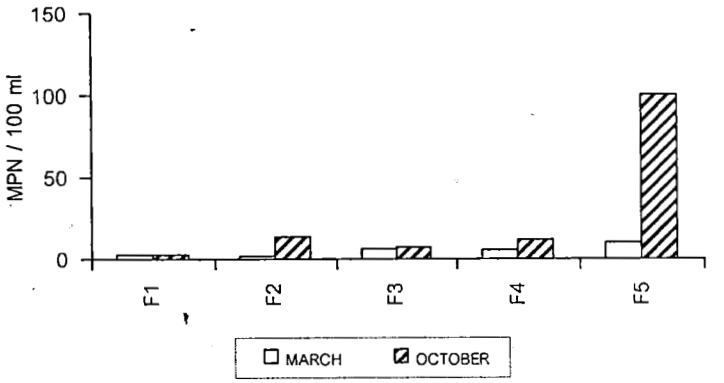
เดือนตุลาคม 2548 ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 2.93 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.48 x 10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 100 และ 22 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 9 MPN / 100 มิลลิลิตร



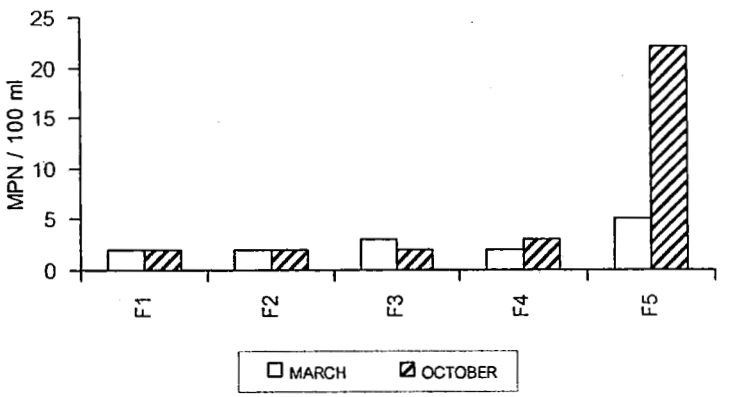
ภาพที่ 6.1 ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า - แหลมแม่พิมพ์



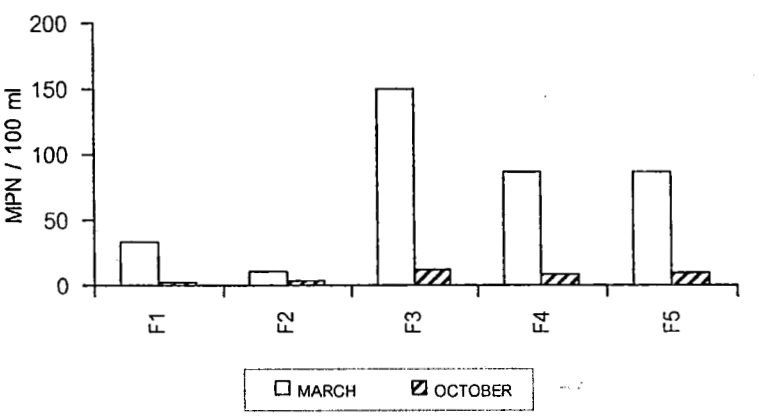
ภาพที่ 6.2 ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า - แหลมแม่พิมพ์



ภาพที่ 6.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์มบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-แหลมแม่พิมพ์



ภาพที่ 6.4 ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณพื้นที่
อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์



ภาพที่ 6.5 ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรค็อคไค บริเวณพื้นที่
อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า – แหลมแม่พิมพ์

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในพื้นที่โซน F พบความหนาแน่นการปนเปื้อนของแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ยกเว้นบริเวณหาดแม่รำพึง และอ่าวไข่ ที่มีปริมาณการปนเปื้อนในช่วงฤดูฝนสูงกว่าช่วงฤดูแล้งอย่างชัดเจน ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์มพบการปนเปื้อนเล็กน้อยทั้งใน 2 ช่วงฤดู ในหลายพื้นที่มีค่าต่ำกว่า 2 MPN/100 มิลลิลิตร ส่วนการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอ็นเตโรค็อคไคมีมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงลดลงเมื่อเทียบกับช่วงฤดูแล้ง

จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบ่คทีเรียในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่นี้ เมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) จะพบว่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในหลายๆ บริเวณ แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เกินมาตรฐาน ชี้ให้เห็นว่าถึงควรมีมาตรการควบคุมดูแลเพื่อป้องกันไม่ให้พฤติกรรมการปนเปื้อนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นต่อไป

Zone G : จันทบุรี – ตราด (ปากแม่น้ำประแสร์ – ปากแม่น้ำตราด) : (ภาพที่ 7.1 – 7.5)

-อ่าวคุ้งกระเบน

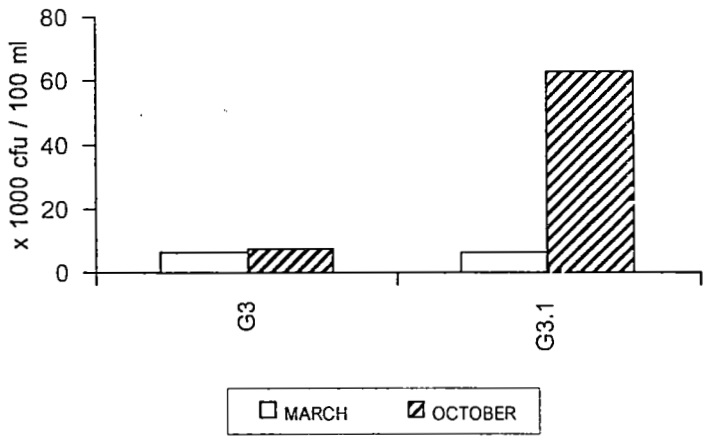
เดือนมีนาคม 2548 จากน้ำตัวอย่างใกล้ชายฝั่ง (G3) ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 6.30×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 2.00×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 3 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 155 MPN / 100 มิลลิลิตร และจากตัวอย่างน้ำไกลชายฝั่ง (G3.1) ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 6.50×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 1.50×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 3 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 18 MPN / 100 มิลลิลิตร

เดือนตุลาคม 2548 จากน้ำตัวอย่างใกล้ชายฝั่ง ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 7.50×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 5.00×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 2 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค <2 MPN / 100 มิลลิลิตร และจากตัวอย่างน้ำไกลชายฝั่ง ตรวจพบ แบคทีเรียทั้งหมด 6.25×10^4 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร แบคทีเรียวิบริโอทั้งหมด 1.98×10^3 โคโลนี / 100 มิลลิลิตร พบแบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์ม 3 และ <2 MPN / 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ แบคทีเรียเอ็นเตโรคอคไค 66 MPN / 100 มิลลิลิตร

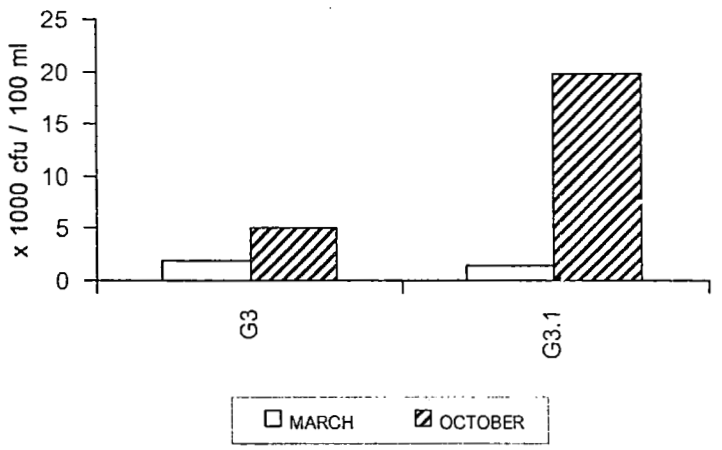
จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบคทีเรียในพื้นที่โซน G บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน พบความหนาแน่นการปนเปื้อนของแบคทีเรียรวม และแบคทีเรียกลุ่มวิบริโอในปริมาณที่ถือว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ในอื่นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่ามีความสกปรกปะปนอยู่น้อย แต่มีพฤติกรรมค่อนข้างชัดเจนว่าได้รับอิทธิพลการปนเปื้อนจากชะล้างจากชายฝั่งในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง ส่วนแบคทีเรียในกลุ่มโคลีฟอร์มและ

ฟีคอลโคลีฟอร์มพบการปนเปื้อนน้อยมาก ทั้ง 2 ช่วงฤดู ส่วนของส่วนการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเอ็นเตโรค็อคไคมีลักษณะแตกต่างกัน คือ บริเวณด้านในอ่าวความหนาแน่นในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าฤดูฝน แต่ด้านนอกอ่าวมีลักษณะตรงข้ามกันโดยความหนาแน่นในช่วงฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าฤดูฝน แสดงให้เห็นว่าด้านในอ่าวได้รับผลการเจือจางจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นตามฤดูกาลทำให้ความหนาแน่นมีค่าลดลง และด้านนอกอ่าวน่าจะได้รับอิทธิพลการปนเปื้อนจากบริเวณชายฝั่งใกล้เคียงที่ไม่ใช่จากด้านในอ่าวเพียงแหล่งเดียว

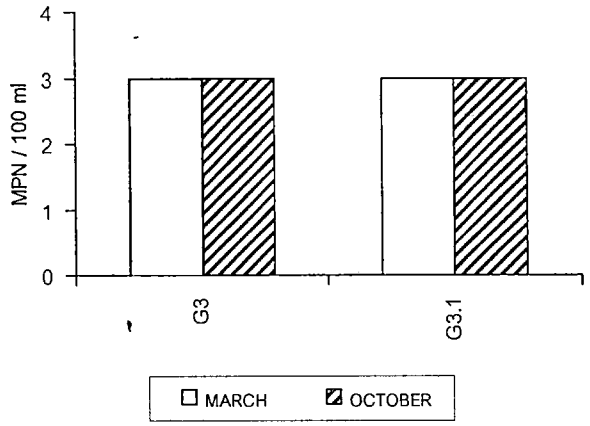
จากข้อมูลการปนเปื้อนของแบ่คทีเรียในกลุ่มต่างๆ ในพื้นที่นี้ มีค่าใกล้เคียงเมื่อเทียบกับช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) แต่จะพบว่ามีแนวโน้มลดลง อาจมีผลจาก 2 ปัจจัย คือ ปริมาณความสกปรก และปริมาณการเจือจางของน้ำตามฤดูกาล โดยปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งหรือทั้ง 2 ปัจจัยดังกล่าว



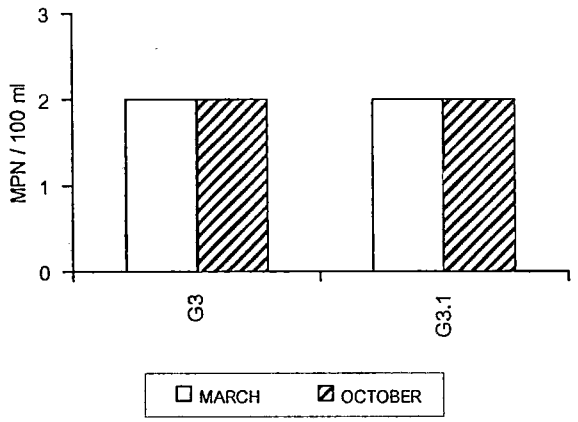
ภาพที่ 7.1 ปริมาณแบคทีเรียรวมบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน



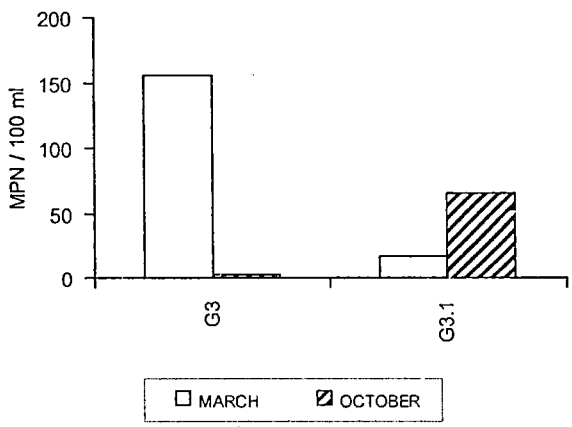
ภาพที่ 7.2 ปริมาณแบคทีเรียวิบริโอ บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน



ภาพที่ 7.3 ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์ม บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน



ภาพที่ 7.4 ปริมาณแบคทีเรียฟีคอลโคลีฟอร์ม บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน



ภาพที่ 7.5 ปริมาณแบคทีเรียเอ็นเตโรค็อคไค บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียของน้ำบริเวณต่างๆ ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม)

พื้นที่ / การใช้ประโยชน์	สถานี	รหัส	กลุ่มแบคทีเรียที่ตรวจวิเคราะห์				
			Total bacteria (colony/ml)	*Vibrio* spp. (colony/ml)	Coliform (MPN/100 ml)*	Fecal coliform (MPN/100	Enterococci (MPN/100 ml)
Zone A ปากแม่น้ำบางปะกง - อ่างศิลา เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	แม่น้ำบางปะกง (วัดบน)	A1	428	433	130	65	560
	ปากแม่น้ำบางปะกง (ทุ่น 7)	A1.1	340	87	16	4	216
	อ่าวชลบุรี (หน้าศาลากลาง)	A2	1120	1185	4000	2300	72
	อ่างศิลา (ท่าเรือประมง)	A3	18750	3800	205	32	2000
Zone B บางแสน นันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ	แหลมแท่น	B1	740	348	370	22	275
	บางแสน (ตอนกลาง)	B2	253	230	94	3	315
	บางแสน (วอนนภา)	B3	505	363	160	10	77
Zone C แหลมฉบัง (บางพระ - นาเกลือ) อุตสาหกรรมขนาดกลาง และท่าเรือน้ำลึก	ศรีราชา (เกาะลอย)	C2	1250	328	150	29	370
	โรงโป๊ะ	C5	313	255	3	3	40
	ตลาดนาเกลือ	C6	473	293	1050	335	700
Zone D พัทยา (พัทยา – จอมเทียน) นันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ	รร. วงศ์อำมาตย์	D1	60	20	16	5	52
	พัทยากลาง (ธ.ไทยพาณิชย์)	D2	113	25	9	3	141
	จอมเทียน (ต้นหาด; ทิศเหนือ)	D3	58	20	55	34	22
	จอมเทียน (ป้อมตำรวจ)	D4	138	20	700	335	175
	จอมเทียน (สุดหาด; ทิศใต้)	D5	33	ND	2	<2	2517
Zone F หญ้า – แหลมแม่พิมพ์ อุทยานแห่งชาติทางทะเล เพื่อการว่ายน้ำ	หาดแม่รำพึง	F1	358	78	3	<2	34
	หาดแม่รำพึง (จุดตรวจ)	F2	95	20	<2	<2	11
	สวนรุกขชาติเพ	F3	650	205	6	3	150
	แหลมแม่พิมพ์ (ต้นหาด)	F4	148	45	5	<2	87
	อ่าวไข่	F5	90	28	9	5	87
Zone G จันทบุรี - ตราด เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และประมงชายฝั่ง	อ่าวคุ้งกระเบน	G3	63	20	3	<2	155
	อ่าวคุ้งกระเบน	G3.1	65	15	3	<2	18

หมายเหตุ ND = น้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้

* มาตรฐานเพื่อการว่ายน้ำไม่เกิน 1000 MPN/100 ml

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียของน้ำบริเวณต่างๆ ในช่วงฤดูฝน (ตุลาคม)

พื้นที่ / การใช้ประโยชน์	สถานี	รหัส	กลุ่มแบคทีเรียที่ตรวจวิเคราะห์				
			Total bacteria (colony/ml)	*Vibrio* spp. (colony/ml)	Coliform (MPN/100 ml)*	Fecal coliform (MPN/100	Enterococci (MPN/100 ml)
Zone A ปากแม่น้ำบางปะกง - อ่างศิลา เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	แม่น้ำบางปะกง (วัดบน)	A1	225	ND	1250	185	9
	ปากแม่น้ำบางปะกง (ทุ่น 7)	A1.1	370	3	1867	97	22
	อ่าวชลบุรี (หน้าศาลากลาง)	A2	2225	350	175000	1250	950
	อ่างศิลา (ท่าเรือประมง)	A3	880	248	600	185	31
Zone B บางแสน นันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ	แหลมแท่น	B1	1155	615	9000	250	65
	บางแสน (ตอนกลาง)	B2	1163	305	3300	110	7
	บางแสน (วอนนภา)	B3	1318	745	95	7	18
Zone C แหลมฉบัง (บางพระ - นาเกลือ) อุตสาหกรรมขนาดกลาง และท่าเรือน้ำลึก	ศรีราชา (เกาะลอย)	C2	265	130	900	300	38
	โรงโป๊ะ	C5	415	70	86	<2	5
	ตลาดนาเกลือ	C6	855	950	950	22	9
Zone D พัทยา (พัทยา – จอมเทียน) นันทนาการเพื่อการว่ายน้ำ	รร. วงศ์อำมาตย์	D1	510	88	115	32	12
	พัทยากลาง (ธ.ไทยพาณิชย์)	D2	245	85	370	82	5
	จอมเทียน (ต้นหาด; ทิศเหนือ)	D3	180	35	900	360	24
	จอมเทียน (ป้อมตำรวจ)	D4	380	75	59	18	13
	จอมเทียน (สุดหาด; ทิศใต้)	D5	185	65	57	5	6
Zone F หญ้า – แหลมแม่พิมพ์ อุทยานแห่งชาติทางทะเล เพื่อการว่ายน้ำ	หาดแม่รำพึง	F1	610	15	3	<2	<2
	หาดแม่รำพึง (จุดตรวจ)	F2	80	38	13	<2	3
	สวนรุกขชาติเพ	F3	193	28	8	<2	12
	แหลมแม่พิมพ์ (ต้นหาด)	F4	35	30	12	3	9
	อ่าวไข่	F5	293	248	100	22	9
Zone G จันทบุรี - ตราด เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และประมงชายฝั่ง	อ่าวคุ้งกระเบน	G3	75	50	2	<2	<2
	อ่าวคุ้งกระเบน	G3.1	625	198	3	<2	66

หมายเหตุ ND = น้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้

* มาตรฐานเพื่อการว่ายน้ำไม่เกิน 1000 MPN/100 ml

สรุปผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลชายฝั่งภาคตะวันออก ตั้งแต่ ปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ไปจนถึงอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียที่บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำ ระหว่างฤดูแล้ง ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2548 กับฤดูฝน ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม 2548 พบปริมาณแบคทีเรียในหลายๆ พื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงไปจากน้ำทะเลตามธรรมชาติขึ้นกับอิทธิพลของปัจจัยสภาวะแวดล้อมในขณะนั้นของพื้นที่บริเวณต่างๆ โดยแบ่งออกเป็นปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ 1) ปัจจัยจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทิ้งขยะมูลฝอยลงสู่แหล่งน้ำ การซ่อมแซมเครื่องยนต์หรือเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องของเรือประเภทต่างๆ การระบายน้ำเสียจากท่อระบายน้ำจากชุมชน บ้านเรือน แหล่งเพาะเลี้ยง โดยไม่ดำเนินการบำบัดก่อนการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ 2) ปัจจัยจากสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น อุณหภูมิของบรรยากาศที่แตกต่างกันซึ่งอาจเป็นปัจจัยร่วมจากความเข้มของแสงแดดในแต่ละช่วงฤดู ปริมาณน้ำฝนซึ่งจะชะล้างสิ่งสกปรกที่สะสมอยู่ที่ผิวดิน หรือชะล้างจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนหรือเจริญอยู่บริเวณหน้าผิวดินบริเวณชายฝั่งทะเลลงสู่แหล่งน้ำและแม่น้ำสายต่างๆ พัดพาแร่ธาตุ จุลินทรีย์ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ต่างๆ ซึ่งจัดเป็นสารอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการในการเจริญเติบโตลงสู่น้ำทะเลชายฝั่ง มีผลต่อสมดุลย์ทางชีวภาพและความเค็มของน้ำทะเล ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตหรือจุลินทรีย์กลุ่มต่างๆ ทั้งในแง่ส่งเสริมหรือทำลายแบคทีเรียที่ต้องการตรวจวัด ตามกลไกของการแข่งขัน หรือระบบห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติ ซึ่งปัจจัยต่างๆ อาจส่งเสริมให้แบคทีเรียบางกลุ่มเจริญเติบโตได้ดี สามารถตรวจพบได้ในปริมาณมาก บางชนิดพบน้อยลง หรือไม่สามารถตรวจพบได้ ซึ่งจากการเปรียบเทียบข้อมูลความหนาแน่นของแบคทีเรียแต่ละกลุ่ม โดยรวมพบว่าในช่วงฤดูฝนในหลายๆ พื้นที่จะมีความหนาแน่นของแบคทีเรียรวมมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง น่าจะมีผลมาจากหลายๆ ปัจจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นของแบคทีเรียอาจมองในแง่ปัจจัยหลัก คือ การชะล้างแบคทีเรีย สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และแร่ธาตุ ลงสู่ทะเลมีปริมาณมาก มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีอยู่ตามธรรมชาติให้มีปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ชุมชน และสถานที่ท่องเที่ยวโดยรวมจะมีความหนาแน่นในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่อื่นอยู่แล้ว แต่ในฤดูฝนจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นอย่างมากในหลายพื้นที่ ทั้งๆ ที่ได้รับการเจือจางจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นตามฤดูกาลดังกล่าว โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 3.3×10^3 ถึง 1.9×10^6 โคโลนี/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และอยู่ในช่วง 3.5×10^3 ถึง 2.2×10^5 โคโลนี/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูฝน ในส่วนความหนาแน่นของแบคทีเรียกลุ่มอื่นๆ ก็จะมีพฤติกรรมในทำนองเดียวกันกับแบคทีเรียรวมเช่นกัน โดยมีความหนาแน่นของแบคทีเรียวิบริโออยู่ในช่วงตั้งแต่มีค่าน้อยมากจนไม่สามารถตรวจวัดได้ ถึง 3.8×10^5 โคโลนี/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และอยู่ในช่วง 1.5×10^3 ถึง 7.5×10^4 โคโลนี/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูฝน เมื่อพิจารณาการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากดิน

และสิ่งขับถ่ายจากคนและสัตว์เลือดอุ่น โดยใช้ความหนาแน่นของแบคทีเรียโคลีฟอร์ม และฟีคอลโคลีฟอร์มเป็นตัวชี้วัด พบว่าพื้นที่โดยรวมในภาคตะวันออกมีการปนเปื้อนดังกล่าวในปริมาณน้อยกว่ามาตรฐานที่กำหนดมาก คือ ปริมาณแบคทีเรียโคลีฟอร์มไม่เกิน1000 MPN / 100 มิลลิลิตร และในหลายพื้นที่มีค่าน้อยกว่า 2 MPN/100 มิลลิลิตร ยกเว้นเพียงบางพื้นที่ คือ อ่าวชลบุรีบริเวณหน้าศาลากลาง ตลาดนาเกลือ และบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง เท่านั้นที่มีความหนาแน่นเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ 1) เกินมาตรฐานทั้งสองช่วงฤดู ได้แก่ อ่าวชลบุรีบริเวณหน้าศาลากลาง ซึ่งความหนาแน่นในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงกว่าช่วงฤดูแล้งมาก 2) เกินมาตรฐานเฉพาะในช่วงฤดูฝน ได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง 3) เกินมาตรฐานเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ได้แก่ ตลาดนาเกลือ ประเภทที่ 1-3 สามารถบ่งชี้การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากดิน และสิ่งขับถ่ายจากคนและสัตว์เลือดอุ่น และระดับความจำเป็นในการปรับปรุงแก้ไข คือ ประเภทที่ 1 การปนเปื้อนส่วนใหญ่อยู่ในระบบระบายน้ำทิ้ง และอาจมีบางส่วนปนเปื้อนมาจากพื้นดินชายฝั่ง ทำให้มีค่าการปนเปื้อนสูง แม้ได้รับการเจือจางจากน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นก็ยังมีระดับการปนเปื้อนสูงเกินมาตรฐานควรได้รับการควบคุมดูแลในส่วนของระบบน้ำทิ้งและการบำบัดก่อนการระบายทิ้งสู่แหล่งน้ำ ตลอดจนปรับปรุงสุขลักษณะในการจัดการสิ่งสกปรกที่สะสมบริเวณผิวดินในบริเวณดังกล่าว ประเภทที่ 2 การปนเปื้อนเกิดจากการชะล้างและพัดพาจากพื้นดินชายฝั่งโดยฝนตามฤดูกาล ชี้ให้เห็นว่าควรปรับปรุงสุขลักษณะในการจัดการสิ่งสกปรกที่สะสมบริเวณผิวดินในบริเวณดังกล่าว ประเภทที่ 3 การปนเปื้อนมีแหล่งมาจากระบบระบายน้ำทิ้ง เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูฝนจึงได้รับการเจือจางจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้น ชี้ให้เห็นว่าควรได้รับการควบคุมดูแลในส่วนของระบบน้ำทิ้งและการบำบัดก่อนการระบายทิ้งสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ โดยสามารถตรวจวัดการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลีฟอร์มและฟีคอลโคลีฟอร์มในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกอยู่ในช่วง <2 – 4000 MPN/100 มิลลิลิตร และ <2 – 2300 MPN/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ในช่วงฤดูแล้ง และอยู่ในช่วง 2 – 175000 MPN/100 มิลลิลิตร และ <2 – 1250 MPN/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ในช่วงฤดูฝน ส่วนการปนเปื้อนของเอ็นเตโรคอคไคในส่วนของพื้นที่ชายฝั่งจะมีทั้งแบบที่มีความหนาแน่นช่วงฤดูแล้งมีค่ามากกว่าฤดูฝน และแบบที่มีความหนาแน่นในฤดูแล้งมีค่าน้อยกว่าฤดูฝน น่าจะขึ้นอยู่กับลักษณะการสะสมปริมาณเอ็นเตโรคอคไคบริเวณพื้นผิวดิน น้ำทิ้ง และลักษณะการชะล้างโดยฝน ที่แตกต่างกันไปแต่ละพื้นที่ โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 11 – 2000 MPN/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และอยู่ในช่วง <2 – 950 MPN/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูฝน ส่วนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจะมีความหนาแน่นช่วงฤดูแล้งมีค่ามากกว่าฤดูฝน แสดงให้เห็นว่าปริมาณเอ็นเตโรคอคไคที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำได้รับการเจือจางจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นตามฤดูกาล โดยมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 216 – 560 MPN/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูแล้ง และอยู่ในช่วง 9 – 22 MPN/100 มิลลิลิตร ในช่วงฤดูฝน ซึ่งมาตรฐานความหนาแน่นของเอ็นเตโรคอคไคในแหล่งน้ำของประเทศไทยยังไม่มีการกำหนดค่า แต่จะพบว่าความ

หนาแน่นของเอ็นเตโรคอคไคในหลายพื้นที่ของชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกมีสูงมากเมื่อนำไปเทียบกับมาตรฐานที่มีกำหนดไว้ในต่างประเทศ โดยกำหนดให้มีค่าน้อยกว่า 35 MPN/100 มิลลิลิตร

ผลงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงปริมาณแบคทีเรียบางชนิดในน้ำทะเลที่เป็นเครื่องบ่งชี้ระดับอัตราเสี่ยงต่อสุขภาพของชุมชน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการให้น้ำทะเลมีการปนเปื้อนของมลพิษในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อคนและสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ตลอดจนบ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการบำบัดน้ำทิ้งก่อนการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำหรือทะเล เพื่อช่วยรักษาสภาวะสมดุลย์ของทะเลให้อยู่ในสภาพที่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนต่อไป ซึ่งจะหมายถึงปริมาณสัตว์ทะเลซึ่งเป็นอาหารของคนและทรัพยากรทางทะเลอื่นๆ อีกในหลากหลายรูปแบบที่เป็นประโยชน์ รวมถึงประโยชน์ในด้านนันทนาการต่อประชากรซึ่งอยู่อาศัยบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกและประชากรโดยรวมของประเทศไทยด้วย และทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการตัดสินใจจัดการปรับปรุงดูแลด้านสิ่งแวดล้อมอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป ทั้งนี้หากเปรียบเทียบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มต่างๆ ในหลายๆ พื้นที่กับข้อมูลในช่วงปี พ.ศ.2547 (พัฒนาและคณะ, 2547) จะพบว่าการปนเปื้อนมีแนวโน้มต่ำลง ซึ่งหน่วยงานที่ดูแลด้านสิ่งแวดล้อมอาจต้องพิจารณาให้ชัดเจนว่า สิ่งสกปรกบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกมีการจัดการควบคุมดูแลมากขึ้นหรือเพียงแต่มีการเจือจางที่เพิ่มขึ้นโดยปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างกันในแต่ละปี เพื่อจัดเตรียมและปรับปรุงมาตรการควบคุมดูแลการใช้ประโยชน์น้ำทะเลชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกในอนาคตต่อไปอย่างยั่งยืน

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2544-2545). รายงานสถานการณ์การจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ ปี 2544-2545. กรุงเทพฯ : กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ.

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. การจัดทำแผนการจัดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมธรรมชาติบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี. เมษายน 2536.

วีระชัย โชควิญญู. (2530). เทคนิคการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรีย. กรุงเทพ ฯ : โอเดียนสโตร์.

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล. 2537. การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี. 165 น.

สุบัณฑิต เมฆขยาย, บัญญัติ สุขศรีงาม. จิระ เครือทราย และทรงศักดิ์ พ่วงศรี. (2536). คุณภาพน้ำด้านแบคทีเรียและพาโธเจนิคแบคทีเรียในแม่น้ำบางปะกง.

สุมาลี เหลืองสกุล. (2539). จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ฉลวย มุสิกะ และวันชัย วงสุดาวรรณ. 2542. คุณภาพน้ำในแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่สำคัญบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี. 74 น.

ดวงพร คันธโชติ. (2537). อนุกรมวิธานของแบคทีเรียและปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ:โอเดียนสโตร์.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ. 379 น.

นงลักษณ์ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. (2547). จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทนา อรุณฤกษ์. (2537). การจำแนกแบคทีเรียกลุ่มแอโรปส์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พัฒนา ภูลเปี่ยม นัฐธิรา บุญรับ และสายสมร ศรีแก้ว. 2548. ดรรชนีทางแบคทีเรียของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ปี 2547. สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี. 56 น.

Akagi, Y., N. Taga and Simidu. 1977. Isolation and distribution of oligotrophic marine bacteria. Can. J. Microbiol. 23 : 981 – 987.

APHA., AWWA., & WEF., 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, New York.

Baumann, P., A.L. Furniss and J.V. Lee. 1984. Genus *Vibrio*, pp. 518 – 545. *In* Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 1. The Williams and Wilkins. Co., Baltimore.

Bullock, G.L., D.A. Conroy and S.F. Snieszko. 1971. Diseases of Fishes. Book 2A. T.F.H. Publications, Neptune. 151 p.

Colwell, R.R. and D. J. Grimes. 1983. Vibrio diseases of marine fish populations. International Helgoland Smposium on Diseases of Marine Organisms. 11 Sep. 1983. Helgoland (FRG).

Hardie, J.M. 1986. Genus *Steptococcus*, pp. 1013 – 1035. *In* Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 2. The Williams and Wilkins. Co., Baltimore.

Khatiwada, NR. 1999. Kinetice of organic matter and fecal micro-organism removal in free water surface constructed wetland : [Ph.D.Thesis in Engineering]. Asian Institute of Technology. อ้างโดย รตีวรรณ อ่อนรัศมี. 2542. ผลกระทบของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพต่อการรอดชีวิตของฟีคัลโคลิฟอร์มและฟีคัลสเตรปโตคอคไคในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง. คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา. 100 หน้า

Kitao, T. 1983. Strain Variation associated with pathogenesis of *Streptococcus* sp., the causative agent of streptococcosin in cultured Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*), pp. 231 – 24. *In* Proc. 2nd N. Pacific Aquaculture Symp. Sep 1983. Tokyo.

Kloos, W.E. and K.H. Schleifer. 1986. Genus *Staphylococcus*, pp. 1013 – 1035. *In* Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol. 2. The Williams and Wilkins. Co., Baltimore.

Lightner, D V. 1988. Vibriosis of Penaeid Shrimp, pp. 42 – 47. *In* Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York.

Midani, S. and M.H. Rathore. 1994. Vibrio species infection of a catfish spine puncture wound. Pediatr. Infect. Dis. J. 13 : 333 – 334.

Mualu, F.S. and P.K. Ijumba. 1982. Importance of the marine environment and marine fish in human microbial diseases. Univ. Sci. J. Dar Es Salam. 8 : 89 100.

Prasad, M.M. and C. C. P. Rao. 1994. Pathogenic *Vibrio* associated with seafood in and around Kakinada, India. Fish technol. Soc. 31 : 185 – 187.

Schiewe, M. H., A.J. Novotny and L.W. Harrell. 1988. Vibriosis of salmonids, pp. 323 – 327. *In* Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York.

Sindermann, C.J. 1988 a. Vibriosis of juvenile oysters, pp. 275 – 276. *In* Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York.

213853

Sindermann, C.J. 1988 b. Vibriosis of juvenile hard clams, pp. 309 – 310. *In* Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York.

Sindermann, C.J. and D.V. Lightner. 1988. Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture. Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York, 431 p.

Stanfield G, Irving TE and Robinson JA. (1978). *Isolation of Fecal streptococci from seaage.* In: Technical Report TR83. Coasts and Estuaries Division, Water Research Centre.

Tortora, G. J., B.R. Funke and C.L. Case. 1986. Microbiology. The Benjamin Cummings Publishing Company, California, 826 p.