การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Monitoring of Water Quality and Distribution of *Vibrio* spp. in Bandon Bay, Kanjanadit District, Suratthani Province

สายฝน ทิศกองราช
Sayfon Tidkongrach

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University
2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ผู้เขียน นางสาวสายฝน ทิศกองราช
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานดา ค้ำชู)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรมาศ สุทธินุ่น)

.....กรรมการ
(ดร.สรายุทธ อ่อนสนิท)

.....กรรมการ
(ดร.ชมพูนุท ชัยรัตนะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานดา ค้ำชู)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานดา ค้ำชู)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นางสาวสายฝน ทิศกองราช)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นางสาวสายฝน ทิศกองราช)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ผู้เขียน นางสาวสายฝน ทิศกองราช
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดำเนินการโดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ เก็บตัวอย่าง 2 ฤดูกาลในรอบปี คือช่วงฤดูร้อนในเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ช่วงฤดูฝนในเดือน สิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 ในพื้นที่ศึกษาบริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ พบการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูร้อนมีค่ามากกว่าฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.75, 18.88 CFU/ml ตามลำดับ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. กับคุณภาพน้ำพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยวิธี Pearson correlation ผลการศึกษาพบว่าในฤดูร้อน บริเวณชายฝั่งทะเล ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเป็น กรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.998$, $p < 0.05$) กล่าวคือ เมื่อความเป็น กรด-ด่างสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. ลดลง มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=-0.999$, $p<0.05$) กล่าวคือปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มสูงขึ้นเมื่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดต่ำลง มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันกับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.998$, $p<0.05$) กล่าวคือ เมื่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนค่าความโปร่งแสงทั้งในฤดูร้อน และฤดูฝนมีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันกับการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 1.0$, $p<0.01$) กล่าวคือ ในช่วงที่ค่าความโปร่งแสงเพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย โดยพบว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)

Thesis Monitoring of Water Quality and Distribution of *Vibrio* spp. in Bandon Bay, Kanjanadit District, Suratthani Province
Author Miss Sayfon Tidkongrach
Major Program Environmental Management
Academic Year 2016

Abstract

The monitoring of water quality and distribution of *Vibrio* spp. study was conducted at Bandon bay, Kanjanadit District, Suratthani Province. Physical, chemical and biological characteristics of water were monitored during a year of 2015 – 2016 comparing between dry season (April, June, February) and rainy season (August, October, December). The sample were collected from three different locations: coastal area, oyster and cockle farming area, and non-farming area. The findings showed that the distribution of *Vibrio* spp. in dry season was higher than rainy season with the average concentration of the collected samples at 64.75 and 18.88 CFU/ml, respectively. The associations between *Vibrio* spp. and a water quality indicator was analyzed by using Pearson correlation. In dry season at the coastal area, it was found that the concentration of *Vibrio* spp. was negatively correlated with pH ($r = -0.998$, $p < 0.05$), which means if pH values increased, the number of *Vibrio* spp. would decrease. Furthermore, *Vibrio* spp. was negatively correlated with ammonia-nitrogen ($r=-0.999$, $p<0.05$). However, *Vibrio* spp. was positively correlated with coliform bacteria ($r = 0.998$, $p<0.05$). It is noted that transparency was positively correlated with *Vibrio* spp. in both dry and rainy seasons ($r = 1.0$, $p<0.01$). The results showed that the water quality can be classified in the marine water quality standard class 3 (marine water quality for aquaculture).

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาวิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานดา ค้ำชู ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี คอยชี้แนะแนวทาง และข้อคิดในการแก้ไขปัญหา ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่สนับสนุน เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ เอื้อเฟื้อสถานที่ และขอขอบคุณบุคลากรทุกๆท่านที่ช่วยให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรมาศ สุทธินุ่น ดร.สรายุทธ อ่อนสนิท และ ดร.ชมพูนุท ชัยรัตนะ ที่ได้สละเวลามาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำ ปรับปรุง แก้ไข ในรายละเอียดเนื้อหาต่างๆตามหลักวิชาการ สำหรับจัดทำเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์แก่ผู้ศึกษาวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้ศึกษาวิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดาเป็นอย่างสูง ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุน ดูแลเอาใจใส่ และขอขอบคุณปิยวุฒิ จิ๋วประดิษฐกุล ที่คอยเป็นกำลังใจ ดูแลเอาใจใส่ คอยเป็นห่วงจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ถ้าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดบกพร่องประการใด ผู้ศึกษาวิจัยขอน้อมรับแต่เพียงผู้เดียว หากมีประโยชน์ทางการศึกษาไม่ว่าประการใด ผู้ศึกษาวิจัยขออุทิศความดีทั้งปวงให้แก่บิดา มารดา ครอบครัว และครูอาจารย์ของผู้ศึกษาวิจัยต่อไป

สายฝน ทิศกองราช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(5)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญ(ต่อ)	(9)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(11)
รายการภาพประกอบ(ต่อ)	(12)
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 ตรวจเอกสาร	3
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	19
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	19
1.5 ขอบเขตการวิจัย	20
2 ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย	
2.1 วัสดุอุปกรณ์ในการตรวจคุณภาพน้ำ	21
2.2 วัสดุอุปกรณ์ในการแยกเชื้อแบคทีเรีย	21
2.3 สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อ	22
2.4 การกำหนดพื้นที่ศึกษา	23
2.5 การศึกษาคุณภาพน้ำ และการวิเคราะห์เชื้อ *Vibrio* spp.	25
2.6 การเก็บตัวอย่าง	25
2.7 วิธีการและการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อวิบริโอ (*Vibrio* spp.)	26
2.8 วิธีการและการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	27
2.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	27
3 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	
3.1 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ	28
3.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp.	52
4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปผลการศึกษาวิจัย	57
4.2 ข้อเสนอแนะ	58

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	
ก วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	65
ข แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็มและความเชื่อมั่น 95%	75
ค ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำต่ำสุด-สูงสุด	81
ง ผลคุณภาพน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษา	83
จ ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล	98
ประวัติผู้เขียน	102

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2554 – 2556	5
2	ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงกุ้งจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามชนิด ปี 2553-2557	9
3	ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามชนิด ปี 2553-2557	9
4	ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงหอยจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามชนิด ปี 2553-2557	9
5	เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร	15
6	รายละเอียดบริเวณที่เก็บตัวอย่างและพิกัดทางภูมิศาสตร์	23
7	วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	15
8	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน	28
9	ค่าเฉลี่ยของความเค็มในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน	30
10	ค่าเฉลี่ยของความโปร่งแสงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน	32
11	ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในฤดูร้อนและฤดูฝน	34
12	ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ในฤดูร้อนและฤดูฝน	34
13	ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ในฤดูร้อนและฤดูฝน	37
14	ค่าเฉลี่ยของบีโอดีในฤดูร้อนและฤดูฝน	39
15	ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนและฤดูฝน	40
16	ค่าเฉลี่ยของไนไตรต์-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนและฤดูฝน	41
17	ค่าเฉลี่ยของไนเตรท-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนและฤดูฝน	41
18	ค่าเฉลี่ยของออร์โธฟอสเฟตในฤดูร้อนและฤดูฝน	45
19	ค่าเฉลี่ยของคลอโรฟิลล์ เอ ในฤดูร้อนและฤดูฝน	46
20	ค่าเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในฤดูร้อนและฤดูฝน	49
21	ค่าเฉลี่ยของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูร้อนและฤดูฝน	51
22	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูร้อน	54
23	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูฝน	55

รายการภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่การเดินเรือ และระดับความลึกอ่าวบ้านดอนที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง	4
2	แผนที่แปลงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หอย และปลาในกระชัง พื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัด สุราษฎร์ธานี	8
3	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี	24
4	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	29
5	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	29
6	ค่าเฉลี่ยความเค็มจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	31
7	ค่าเฉลี่ยความเค็มจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	31
8	ค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	33
9	ค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	33
10	ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	35
11	ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	35
12	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	36
13	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	36
14	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	38
15	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	38
16	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	39

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	40
18	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	42
19	ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	43
20	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรต์-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	43
21	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรต์-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	44
22	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	45
23	ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	46
24	ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟต จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	47
25	ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟต จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	47
26	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559	48
27	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558	48
28	ค่าเฉลี่ยปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำแนกตามพื้นที่ศึกษา	50
29	ค่าเฉลี่ยปริมาณการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. จำแนกตามพื้นที่ศึกษา	51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีอาณาเขตติดต่อกับฝั่งทะเลตะวันออก มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเลยาว 156 กิโลเมตร จำนวน 9 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอท่าชนะ อำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง อำเภอพุนพิน อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก อำเภอเกาะสมุย และอำเภอเกาะพะงัน แหล่งน้ำจืดที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน ประกอบไปด้วยลำน้ำหลายสาย ลำน้ำสายหลักที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอนได้แก่ แม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง แม่น้ำตาปีมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาหลวงจังหวัดนครศรีธรรมราชไหลลงชายฝั่งทะเลอ่าวบ้านดอน มีความยาว 200 กิโลเมตร ส่วนแม่น้ำพุมดวง มีต้นกำเนิดจากเขาสก จังหวัดสุราษฎร์ธานีไหลมาบรรจบกับแม่น้ำตาปี ที่อำเภอพุนพิน มีความยาว 120 กิโลเมตร ลักษณะพื้นที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ และมีความอุดมสมบูรณ์ เนื่องมาจากปริมาณน้ำจืด และตะกอนที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน เกิดการผสมกันระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม โดยมีข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี 2554 มีปริมาณน้ำฝน 1,978.8 มิลลิเมตร ปี 2555 มีปริมาณน้ำฝน 1,559 มิลลิเมตร และปี 2556 มีปริมาณน้ำฝน 1,435.3 มิลลิเมตร (กรมอุตุวิทยา, 2557) (ตารางที่ 1) จากปริมาณน้ำฝนในแต่ละปีที่ไหลสู่อ่าวบ้านดอน ประกอบกับอ่าวบ้านมีความลาดชันต่ำ ความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 1-5 เมตร ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (ประเดิม อุทธยานมณี, 2555) ลักษณะพื้นที่จึงเหมาะสมเป็นแหล่งอนุบาลวางไข่ของสัตว์น้ำวัยอ่อน และเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่สำคัญของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีการเลี้ยงสัตว์น้ำซึ่งมีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น การเลี้ยงกุ้งทะเล ได้แก่ กุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ การเลี้ยงหอย ได้แก่ หอยแครง หอยนางรม หอยแมลงภู่ และการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย เช่น ปลากะพง ปลากะรัง โดยมีฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากในเขตพื้นที่ อำเภอพุนพิน อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก อำเภอท่าฉาง อำเภอไชยา และอำเภอท่าชนะ

จากการสำรวจผลผลิตสัตว์น้ำทะเลของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในปี 2557 มีปริมาณผลผลิตจากพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จำนวน 37,848 ไร่ แบ่งเป็นพื้นที่การเลี้ยงกุ้งทะเล จำนวน 11,462 ไร่ พื้นที่การเลี้ยงหอย จำนวน 25,412 ไร่ พื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย จำนวน 974 ไร่ มีปริมาณผลผลิตในการจับสัตว์น้ำโดยรวม จำนวน 34,620 ตัน นอกจากนี้ยังพบว่าผลผลิตสัตว์น้ำทะเลมีปริมาณลดน้อยลงจากปี 2556 (กรมประมง, 2559) เนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่แปรปรวนมากขึ้นในปัจจุบัน ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลมีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ เช่น น้ำกร่อย สัตว์น้ำตาย น้ำทะเลเปลี่ยนทิศ และการขยายตัวของเศรษฐกิจชุมชนเมือง และการเพาะเลี้ยงขนาดใหญ่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำตามแหล่งเลี้ยงกุ้งต่างๆเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากแหล่งเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับลำคลองซึ่งมีขีดจำกัดในการรองรับของเสีย และตะกอนแขวนลอยที่ปะปนมากับน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง จากการศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนของสารอาหารจากการเลี้ยงกุ้ง พบว่าการผลิตกุ้ง 1 ตัน น้ำทิ้งที่ระบายออกมานั้นจะประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ 1,250 กิโลกรัม ไนโตรเจน 87 กิโลกรัม และฟอสฟอรัส 28 กิโลกรัม สารอาหารเหล่านี้เมื่อลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดการเจริญเติบโต

ของแพลงก์ตอนพืช แบคทีเรียชนิดต่างๆ โดยเฉพาะเชื้อ *Vibrio* ซึ่งมีการแพร่กระจายทั้งในตะกอนดิน แหล่งน้ำ และสัตว์น้ำ ทำให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง เนื่องจากจุลินทรีย์นำไปใช้ย่อยสลายของเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้เกิดการสะสมของเชื้อโรค เป็นสาเหตุเกิดโรคระบาดชนิดต่างๆ ในสัตว์น้ำและบางชนิดอาจติดต่อถึงผู้บริโภค นอกจากนี้การทับถมของตะกอนปริมาณมากยังทำให้แหล่งน้ำตื้นเขินด้วย (นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา, 2540) ซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้ ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลจากการเพาะเลี้ยง และจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีแนวโน้มลดต่ำลง ส่งผลกระทบโดยตรงต่ออาชีพประมงชายฝั่งก่อให้เกิดปัญหาต่อการดำรงชีวิตของผู้คนที่ยึดเป็นอาชีพหลัก จากการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำที่สำคัญในการประกอบอาชีพประมงชายฝั่งและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ในปัจจุบันมีปัจจัยหลายด้านที่ทำให้มีปริมาณเชื้อ *Vibrio* เพิ่มมากขึ้น เช่น การเพิ่มพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ การเลี้ยงหอยนางรม หอยแครง หอยแมลงภู่ การเลี้ยงกุ้งทะเล การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย และบริเวณชายฝั่งมีความหนาแน่นชุมชนที่อยู่อาศัยเพิ่มมากขึ้น เมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นมีการตั้งบ้านเรือนใกล้แหล่งน้ำ และที่พักใกล้แหล่งเลี้ยงหอย (ขนำกลางทะเล) และเลี้ยงสัตว์น้ำทำให้ปริมาณของเสียและสิ่งปฏิกูลจากที่อยู่อาศัยลงสู่อ่าวบ้านดอน ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบอันตรายต่อคุณภาพน้ำ และด้านสุขอนามัยจากสัตว์น้ำที่เลี้ยง ก่อให้เกิดเชื้อแบคทีเรียที่มีปนเปื้อนมากับสัตว์ทะเลหลายชนิด ได้แก่ *Shigella* spp. *Samonella* spp. และ *Vibrio* spp. โดยเฉพาะเชื้อสกุลวิบริโอหลายชนิดที่มีรายงานการปนเปื้อนในอาหารทะเล ได้แก่ *Vibrio parahaemolyticus, Vibrio vulnificus* (วราลักษณ์ ตังคณะกุล และคณะ, มปป.) ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ พบว่าโรคท้องร่วงจากอาหารเป็นพิษมีสาเหตุมาจากแบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio* โดยอัตราการเกิดโรคนี้สูงกว่าโรคท้องร่วงที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียชนิดอื่นๆ (Cavallo and Stabilli, 2002) แบคทีเรียกลุ่ม *Vibrio* ตรวจพบในอาหารทะเล เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่ในน้ำทะเลตามชายฝั่ง สามารถแพร่กระจายไปกับแหล่งน้ำ อาศัยอยู่ในดินตะกอน และแพลงก์ตอนที่เป็นอาหารของสัตว์น้ำ (Parker and Duerden, 1990) นอกจากนี้ยังพบว่าหอยนางรมที่เลี้ยงในพื้นที่อ่าวบ้านดอน บริเวณอำเภอกาญจนดิษฐ์ มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* spp. 3 ชนิด ได้แก่ *V. parahaemolyticus, V. vulnificus* และ *V. Cholera* (พงษ์เทพ วิไลพันธ์ และคณะ, 2554) และยังพบเชื้อดังกล่าวในฟาร์มเลี้ยง กุ้งขาว จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งพบในบริเวณตับ ตับอ่อน เลือด และลำไส้ของตัวกุ้งขาว ทำให้กุ้งขาวเป็นโรคขี้ขาว จากรายงานของ (แก้วตา ลิ้มเฮง, 2558) พบว่าในปี 2555 เกิดการระบาดของโรคกุ้งตายด่วน (Early Mortality Syndrome: EMS) ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง และอุตสาหกรรมการส่งออกกุ้งของประเทศ ทำให้ผลผลิตลดลง เนื่องจากอาการตับอ่อนตายเฉียบพลันในกุ้งขางแวนนาไม กุ้งกุลาดำ โดยมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรียกลุ่ม *V. parahaemolyticus* เข้าทำลายเซลล์ตับ และตับอ่อนของกุ้งอย่างรุนแรงกุ้งจะเริ่มตายก้นบ่อ และจะพบซากกุ้งลอยขึ้นมา จนกระทั่งตายหมดทั้งบ่อ (กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มปป.) โดยพบว่าเชื้อสามารถแพร่กระจายได้ทั้งในแหล่งน้ำ สัตว์ทะเล ดั้งนั้นสัตว์ทะเลจึงเป็นพาหะสำคัญที่ทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อไปสู่ผู้บริโภค

งานวิจัยในครั้งนี้ได้มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำ

ที่สำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด ประกอบกับกิจกรรมชายฝั่งที่หลากหลายส่งผลต่อแหล่งน้ำโดยตรงผ่านลำคลองหลายสายที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน เพื่อใช้ประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1. ที่ตั้งและอาณาเขต

อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี อยู่ในบริเวณภาคใต้ตอนบน มีเนื้อที่ประมาณ 298,125 ไร่ ลักษณะของอ่าวเป็นรูปตัวยู ชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่เป็นหาดโคลนมีป่าชายเลนขึ้นตลอดแนวโดยมีแม่น้ำสายหลักคือ แม่น้ำตาปี แม่น้ำพุมดวง ตลอดจนลำคลองคลองสั้นๆประมาณ 14 คลอง ระบายน้ำจืด และน้ำท่า จำนวนมากตลอดทั้งปีลงสู่พื้นที่ของอ่าวบ้านดอนทำให้ความเค็มของน้ำไม่สูงมากนักจึงมีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กฤตพล ยังวนิชเศรษฐ์ และคณะ, 2542) เกษตรกรส่วนใหญ่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีประกอบอาชีพประมงที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ได้แก่ ประมงทะเล การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการประมงน้ำจืด มีผลผลิตจากการประมงในสัดส่วนที่สูง สัตว์น้ำสำคัญที่จับได้จากการทำประมงทะเลในเขตประมงสุราษฎร์ ได้แก่ ปลา กุ้ง ปู และหอยชนิดต่างๆ เช่น หอยนางรม หอยแครง หอยแมลงภู่ และหอยกะพง

อำเภอกาญจนดิษฐ์ ตั้งอยู่ที่ทิศตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่ทั้งหมด 873.539 ตารางกิโลเมตร (616,875 ไร่)

ทิศเหนือ	ติดต่อกับอ่าวไทย
ทิศใต้	ติดต่อกับ อำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอำเภอสิชล อำเภอนพพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศตะวันตก	ติดต่อ อำเภอเมือง และอำเภอบ้านนาสาร จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2. ลักษณะภูมิประเทศ

โดยทั่วไปมีความลาดชันต่ำ ความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 1-5 เมตร โดยมีความลึกเฉลี่ย 2.9 เมตร ที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาพที่ 1) ลักษณะที่ราบสลับกับคลื่นลอนลาดเล็กน้อยจนถึงคลื่นลอนชันมีแนวเทือกเขาอยู่ทางตอนใต้และตะวันออกเฉียงใต้ของอำเภอ เช่น เขาหัวช้าง เขาขี้มวน เขาใหญ่ เขาไฟไหม้ เขารอยคน ซึ่งเป็นเขตป่าสงวนแห่งชาติ ทางด้านเหนือของอำเภอเป็นพื้นที่แถบชายทะเลที่ติดต่อกับอ่าวบ้านดอน ซึ่งเป็นป่าชายเลนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตอนกลางเป็นที่ราบลุ่ม เหมาะแก่การทำนา เพาะปลูก ตอนในสุดเป็นที่ราบสูงและป่าเขาเหมาะแก่การทำสวนยางพาราและสวนผลไม้

ภาพที่ 1 แผนที่การเดินเรือ และระดับความลึกอ่าวบ้านดอนที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง
ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ (2533)

3. ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่อ่าวบ้านดอน สภาพอากาศจะได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ จากมหาสมุทรอินเดีย จึงมีลักษณะอากาศแบบมรสุมเขตร้อน (Tropial Monsoon Climate) และมีฤดูฝนยาวนานระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม และฤดูร้อนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งอากาศจะร้อนจัดระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน และอุณหภูมิเฉลี่ย 32.2 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ปี 2554-2556 มีปริมาณน้ำฝน 1,978.8 มิลลิเมตร 1,559 มิลลิเมตร 1,435.3 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดสุราษฎร์ธานี พ.ศ. 2554 – 2556

หน่วยเป็น : มิลลิเมตร

เดือน	สุราษฎร์ธานี		
	2554	2555	2556
มกราคม	137.0	286.6	47.2
กุมภาพันธ์	28.6	73.3	36.1
มีนาคม	809.4	100.7	14
เมษายน	53.1	164.7	155.6
พฤษภาคม	88.6	116.6	109.5
มิถุนายน	69.5	228.8	93.1
กรกฎาคม	118.8	67.8	202.8
สิงหาคม	159.4	121.9	66.2
กันยายน	94.7	101.2	11
ตุลาคม	160.1	84.6	132.5
พฤศจิกายน	81.7	104.2	515.6
ธันวาคม	177.9	108.6	51.7
รวมทั้งปี	1,978.8	1,559	1,435.3

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (2557)

4. ประเภทแหล่งน้ำ

ลำคลองในอำเภอกาญจนดิษฐ์ มีแม่น้ำลำคลองจำนวนหลายสายที่ไหลลงสู่ปากแม่น้ำแต่ลำคลองส่วนใหญ่จะมีน้ำในบางฤดูเท่านั้น ลำคลองที่สำคัญ ๆ ได้แก่

1. คลองกะแดะ ต้นน้ำเกิดจากเขาญวนเฒ่า เขาทุ่งคาโรง เขาขุนห้วยซึ่งเป็นเทือกเขาบรรทัด อยู่ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ลำน้ำไหลจากทิศใต้ขึ้นไปทางทิศเหนือไหลผ่านตำบลป่าร่อน ตำบลช้างซ้าย ตำบลกะแดะ ไหลลงอ่าวบ้านดอนที่บริเวณปากน้ำกะแดะ รวมความยาวลำน้ำประมาณ 62 กิโลเมตร

2. คลองท่าทอง ต้นน้ำเกิดจากเขาปลายคราม เขาคีโหมด ซึ่งเป็นเทือกเขาบรรทัด อยู่ในเขตตำบลปากแพรก อำเภอดอนสักและตำบลป่าร่อน อำเภอกาญจนดิษฐ์ลำน้ำไหลจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือไหลผ่าน ตำบลป่าร่อน อำเภอกาญจนดิษฐ์ ตำบลปากแพรก ตำบลไชยคราม อำเภอดอนสัก แล้วไหลลงอ่าวบ้านดอนที่ปากน้ำท่าทอง ตำบลท่าทอง อำเภอกาญจนดิษฐ์ ความยาวลำน้ำประมาณ 55 กิโลเมตร

3. คลองท่าทองใหม่ เกิดจากเขาในตำบลทุ่งกง ไหลผ่านตำบลทุ่งกง ตำบลท่าทองใหม่ ไหลออกทะเลที่อ่าวบ้านดอน กว้างประมาณ 80 เมตร ยาวประมาณ 8 กิโลเมตร เดิมเรียกคลองท่าเพชร

นอกจากนี้ภายในพื้นที่ตำบลต่าง ๆ ยังมีลำห้วย ลำคลองขนาดเล็กอีกหลายสายกระจายอยู่ทั่วไป ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่ขุดขึ้น แต่ส่วนใหญ่มีสภาพตื้นเขินและขาดน้ำในหน้าแล้ง (สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2551)

1.2.2 ชนิดสัตว์น้ำกร่อยที่มีการเพาะเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

บริเวณอ่าวบ้านดอนเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์เนื่องจากเป็นอ่าวขนาดใหญ่มีพื้นที่ราบชายฝั่ง รวม 7 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอท่าชนะ อำเภอไชยา อำเภอท่าฉาง อำเภอพุนพิน อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอดอนสัก ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงในอ่าวบ้านดอน โดยชนิดสัตว์น้ำกร่อยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยงกัน ได้แก่

1. หอยนางรม หอยนางรมเป็นหอยสองฝาแบ่งเป็น 2 พวก คือ พันธุ์เล็ก เรียกว่า หอยเจาะ หรือ หอยปากจีบ พันธุ์ใหญ่ เรียกว่า หอยตะโกรม หอยนางรมที่นิยมเลี้ยงกันได้แก่ หอยนางรมตะโกรมกรามขาว และหอยตะโกรมกรามดำ พบโดยทั่วไปตามบริเวณน้ำตื้นชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำลำคลอง ลูกพันธุ์ที่ใช้เลี้ยงเป็นพันธุ์หอยที่เกิดตามธรรมชาติในอ่าวบ้านดอน ซึ่งมีปริมาณลูกหอยออกมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม หอยจะกรองกินพืชน้ำขนาดเล็กที่แขวนลอยในแหล่งน้ำเค็มเป็นอาหารหลัก รูปแบบการเลี้ยงมีอยู่หลายวิธี เช่น การใช้หลอดหรือท่อซีเมนต์ การเลี้ยงแบบพวงอุบะแขวน การเลี้ยงโดยใช้หลักไม้ วิธีการเลี้ยงเป็นที่นิยมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี คือการใช้หลอดหรือท่อซีเมนต์ เหมาะสมสำหรับแหล่งเลี้ยงมีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลา เป็นปากแม่น้ำลำคลอง พื้นดินเป็นโคลนหรือโคลนอ่อนปนทราย การเลี้ยงหอยนางรมมีการเลี้ยงอยู่ 2 อำเภอ คือ อำเภอกาญจนดิษฐ์ และอำเภอไชยา หอยนางรมที่นำมาบริโภคเกือบทั้งหมดเป็นหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยง

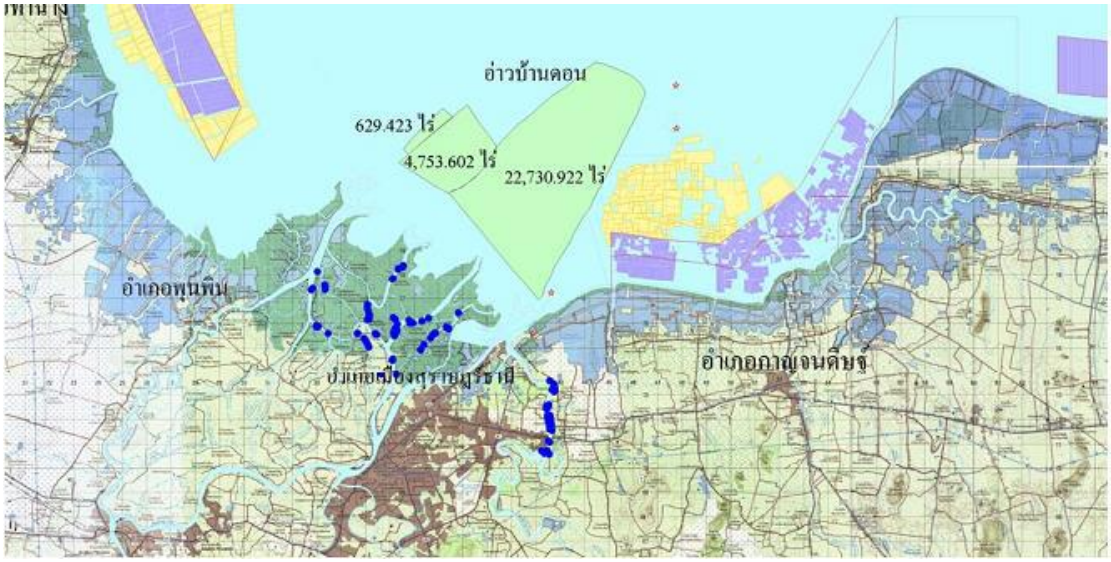
โดยอาศัยธรรมชาติ จึงมีผู้บริโภคหอยนางรมกันอย่างแพร่หลาย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (นิพนธ์ ศิริพันธ์, มปป.)

2. หอยแครง การเลี้ยงหอยแครงเป็นการรวบรวมลูกหอยแครงตามธรรมชาตินำมาหว่านลงเลี้ยงในบริเวณที่มีการกั้นคอกเพื่อแสดงอาณาเขตที่เลี้ยงไว้ ชนิดหอยแครงที่นิยมเลี้ยงกันมีชื่อเรียกว่าหอยแครงเทศ หอยแครงขุ่ย หอยแครงปากมุ้ย หอยแครงมัน หรือ หอยแครงเบี้ยวเป็นหอยที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ชนิดที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่จะเรียกหอยคราง หรือหอยแครงขน เป็นหอยที่ชอบฝังตัวอยู่ตามหาดโคลน หรือเลนบริเวณชายฝั่ง ลึกตั้งแต่ 1-12 นิ้ว (นิพนธ์ ศิริพันธ์, มปป.)

3. กุ้งทะเล การเลี้ยงกุ้งทะเลเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา และแบบธรรมชาติ สายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopeneous vannamei*) การเลี้ยงกุ้งในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วย มีการจัดการที่ดี มีระบบถ่ายเทน้ำ ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมโรค จะมีการเลี้ยงค่อนข้างแน่น ให้อาหารทุกวันๆ ละ 3-5 มื้อ และมีการดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิด ใช้เครื่องเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจน (กรมประมง, 2559)

4. ปลาน้ำกร่อย ชนิดพันธุ์ปลาที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ ปลากะพงขาว ปลากะรัง เป็นปลาที่นิยมเลี้ยงมานานแล้ว โดยในระยะแรกนั้นชาวประมงรวบรวมลูกพันธุ์จากธรรมชาติมาเลี้ยงในนาหรือในบ่อ แต่ปัจจุบันปลากะพงขาวสามารถทำการเพาะขยายพันธุ์ได้ จึงมีการเลี้ยงปลากะพงขาวกันแพร่หลายมากขึ้น ปลากะพงขาวเป็นปลากินเนื้อ เลี้ยงง่ายโตเร็ว สามารถปรับตัวได้ดีทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม การเลี้ยงปลากะพงขาวมีหลายวิธีด้วยกันคือ การเลี้ยงในกระชัง เลี้ยงในบ่อ ปลาทะเลอีกชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ปลากะรัง ปลากะรังส่วนใหญ่ที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ ปลากะรังจุดสีน้ำตาล (*Epinephelus malabaricus*) เนื่องจากสามารถหาลูกพันธุ์ได้ง่ายกว่าชนิดอื่น ซึ่งการเลี้ยงปลากะรังส่วนใหญ่ยังอาศัยการรวบรวมลูกพันธุ์จากธรรมชาติ จึงมีปัญหาการขาดแคลนลูกพันธุ์ แม้ว่าขณะนี้กรมประมงสามารถทำการทดลองเพาะพันธุ์ได้สำเร็จ แต่ก็ยังมีผลผลิตจำนวนจำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้เลี้ยง การเลี้ยงปลากะรังส่วนใหญ่นิยมเลี้ยงในกระชัง มีการเลี้ยงในบ่อบ้างแต่ไม่มาก (กรมประมง, 2559)

การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในอ่าวบ้านดอนจะต้องมีการออกใบอนุญาตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง มีการจัดสรรพื้นที่ต่างๆ แผนที่แปลงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ภาพที่ 2) พื้นที่สีม่วง เป็นพื้นที่อนุญาตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จำนวน 777.0 แปลง เป็นพื้นที่ 26,932.67 ไร่ พื้นที่สีเหลือง เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแครงนอกเขตอนุญาตเพาะเลี้ยงรวมทุกอำเภอ จำนวน 303.0 แปลง พื้นที่ 53,207.24 ไร่ พื้นที่สีเขียว เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงหอยแครงนอกเขตอนุญาตเฉพาะอำเภอเมือง จำนวน 3 แปลงใหญ่ พื้นที่ 28,114.02 ไร่



ภาพที่ 2 แผนที่แปลงเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หอย และปลาในกระชัง พื้นที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ที่มา: นิภาพร รัชตพัฒนากุล (2558)

1.2.3 สถิติปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำชายฝั่งในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งสามารถจำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศแต่ละปีมีมูลค่าสูง โดยมีรายงานข้อมูลทางสถิติผลผลิตสัตว์น้ำชนิดต่างๆ ในระหว่างปี 2553-2557 ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะในปี 2557 ปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำชายฝั่งลดลงจากปี 2556 (ตารางที่ 2-4) เป็นการลดผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและการผลิตกุ้งกุลาดำ การเกิดปัญหาการระบาดของโรคตายด่วนในกุ้งขาวแวนนาไมบริเวณพื้นที่เลี้ยงภาคตะวันออก และภาคใต้ (กรมประมง, 2559) ปริมาณการลดลงของการเพาะเลี้ยงหอยสองฝาซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศภัยพิบัติทางธรรมชาติก่อให้เกิดความเสียหายต่อสัตว์น้ำในอ่าวบ้านดอน โดยสามารถแบ่งลักษณะได้หลายประเภท เช่น ฝนตกหนักน้ำท่วม ฝนตกนอกฤดูกาล ปริมาณน้ำฝนสะสมจากบริเวณอื่นที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำในแม่น้ำตาปี น้ำทะเลขึ้นสูงคลื่นลมแรงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี จึงส่งผลให้ปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำชายฝั่งมีแนวโน้มลดลง (นิภาพร รัชตพัฒนากุล, 2558)

ตารางที่ 2 ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงกุ้งจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามชนิด ปี 2553-2557

ปี	จำนวนฟาร์ม	ผลผลิตรวม(ตัน)	กุ้งกุลาดำ(ตัน)	กุ้งขาวแวนนาไม(ตัน)
2553	1,045	57,998.740	1,257.720	56,741.020
2554	719	53,073.987	627.895	52,446.092
2555	860	66,302.754	1,482.824	64,819.930
2556	704	29,766.317	607.476	29,158.841
2557	520	19,122	920	18,202

ตารางที่ 3 ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงปลาน้ำกร่อยจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามชนิด ปี 2553-2557

ปี	จำนวนฟาร์ม	ผลผลิตรวม(ตัน)	ปลากะรัง(ตัน)	ปลากะพง(ตัน)
2553	475	1,260.55	62.90	1,197.65
2554	422	1,187.16	61.26	1,125.90
2555	416	1,070.69	42.45	1,028.24
2556	523	957.49	38.06	919.43
2557	479	1,030.85	42.60	988.25

ตารางที่ 4 ปริมาณผลผลิตการเลี้ยงหอยจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำแนกตามชนิด ปี 2553-2557

ปี	จำนวนฟาร์ม	ผลผลิตรวม (ตัน)	หอยแครง (ตัน)	หอยแมลงภู่ (ตัน)	หอยนางรม (ตัน)
2553	967	13,746.64	13,048.76	90.85	607.03
2554	277	7,898.09	6,822.12	42.11	1,033.86
2555	1,507	26,423.22	17,717.69	3,901.56	4,803.97
2556	1,219	23,173.17	18,371.84	84	4,717.33
2557	937	14,466.24	12,018.93	28.16	2,419.15

ที่มา : (กรมประมง, 2559)

1.2.4 คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

น้ำประกอบด้วยอินทรียสารและอนินทรียสาร ซึ่งมีไอออน (Ion) ของธาตุและสารประกอบหลายชนิดละลายอยู่ในน้ำ น้ำไม่มีประจุไฟฟ้าเนื่องจากไอออนบวก (Cation) และไอออนลบ (Anion) มีจำนวนสมมูล (Equivalent) ต่อลิตรเท่ากัน โดยน้ำเค็มมีไอออนต่างๆ ละลายอยู่มากกว่าในน้ำจืดจึงทำให้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และสามารถจำแนกตามระดับความเค็ม เป็นน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม

มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 ปี พ.ศ. 2549 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล (ภาคผนวก จ) ได้มีการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยออกเป็น 6 ประเภท ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลจึงสามารถแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ของแหล่งน้ำ เพื่อเป็นแนวทางในการนำหลักการ ควบคุมดูแล ระบบนิเวศตลอดจนการใช้ประโยชน์ทรัพยากรทางทะเลอย่างเหมาะสม ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ โดยกำหนดประเภทคุณภาพน้ำทะเลไว้ดังนี้

ประเภทที่ 1 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่ไม่ได้จัดไว้เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งเป็นแหล่งน้ำทะเลตาธรรมชาติสำหรับเป็นที่แพร่พันธุ์หรืออนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือเป็นแหล่งอาหาร หรือที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ พืช หรือหญ้าทะเล

ประเภทที่ 2 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่มีปะการัง โดยมีขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ในรัศมีแนวราบกับผิวน้ำ นับจากเส้นตรงที่ลากตั้งฉากกับเส้นที่เชื่อมจุดนอกสุดของแนวปะการังเป็นระยะ 1,000 เมตร

ประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีการประกาศกำหนดให้เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามกฎหมายว่าด้วยการประมง

ประเภทที่ 4 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลซึ่งมีประกาศขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นกำหนดให้เขตเพื่อการว่ายน้ำหรือใช้ประโยชน์เพื่อการนันทนาการทางน้ำ

ประเภทที่ 5 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการอุตสาหกรรม และท่าเรือ ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับเขตนิคมอุตสาหกรรม ตามกฎหมายว่าด้วยการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เขตประกอบการอุตสาหกรรม ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน เขตท่าเรือ ตามกฎหมายว่าด้วยการเดินเรือในน่านน้ำไทย ท่าเรือ หรือท่าเทียบเรือ แล้วแต่กรณี โดยมีขอบเขตนับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ

ประเภทที่ 6 คุณภาพน้ำทะเลสำหรับเขตชุมชน ได้แก่ แหล่งน้ำทะเลที่อยู่ประชิดกับชุมชนที่มีประกาศกำหนดให้เป็นเทศบาล ตามกฎหมายว่าด้วยเทศบาล เมืองพัทยา หรือกรุงเทพมหานคร เฉพาะเขตเทศบาล เขตเมืองพัทยา หรือเขตกรุงเทพมหานครที่ติดกับชายฝั่งทะเลเท่านั่น โดยให้นับตั้งแต่แนวน้ำลงต่ำสุดออกไปจนถึงระยะ 1,000 เมตร ตามแนวราบกับผิวน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จำแนกได้ 3 ด้าน คือ

1. คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ สี (Color) กลิ่น (Order) รส (Test) ความขุ่น (Turbidity) ความโปร่งแสง (Transparency) การนำไฟฟ้า (Conductivity) อุณหภูมิ (Temperature) ปริมาณสารแขวนลอย (Total Dissolved Solid: TDS) เป็นต้น

2. คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเค็ม (Salinity) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความกระด้าง (Hardness) ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3–N) ไนไตรท์-ไนโตรเจน(NO_2^-–N) ไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^-–N) ฟอสเฟต (Phosphate) คลอโรฟิลล์เอ (Chlorophyll a) คลอไรด์ (Chlorine) ซัลเฟต (Sulfate) สารปราบศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticides) สารฆ่าแมลง (Insecticides) โลหะหนัก (Heavy Metal) ผงซักฟอก (Detergent) เป็นต้น

3. คุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ น้ำที่มีสิ่งมีชีวิตในน้ำ อาจเป็นอาหารธรรมชาติในห่วงโซ่หรือสายใยอาหารของสัตว์น้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช พืชน้ำ สัตว์น้ำ แบคทีเรีย และเชื้อโรคอื่นๆ เป็นต้น (สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ, 2539)

คุณภาพน้ำทางกายภาพ

(1) สี สีของน้ำธรรมชาติ เป็นผลจากการที่น้ำไหลผ่านสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

(2) ความขุ่น น้ำที่มีสารแขวนลอยซึ่งขัดขวางทางเดินแสงที่ผ่านน้ำนั้นความขุ่นข้นของน้ำเกิดจากการที่น้ำมีสิ่งแขวนลอยอยู่ เช่น ดินละเอียด หรือ อินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆสารพวกที่จะทำให้เกิดการกระจัดกระจายและดูดซึมของแสง แทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านเป็นเส้นตรง แหล่งน้ำใดที่มีค่าความขุ่นสูงนั่นแสดงว่ามีการส่องผ่านของแสงน้อย ความขุ่นมีมีหน่วยเป็นเอ็นทียู (NTU, Nephelometric Turbidity Units)

(3) อุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ปกติในแหล่งน้ำจะมีค่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 23-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศขึ้นอยู่กับความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่นของแหล่งน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีอัตราผกผัน กับอุณหภูมิของน้ำ คือ อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะลดลง

(4) ความโปร่งแสง คือระยะความลึกที่แสงสามารถส่องผ่านลงไปในน้ำได้ ความโปร่งแสงของน้ำจะผันแปรตามสีและความขุ่นของน้ำ แต่บางครั้งความโปร่งแสงอาจผันแปรตามความเข้มของแสง และทิศทางของแสง

คุณภาพน้ำทางเคมี

(1) ความเค็ม ความเค็มของน้ำเกิดจากเกลือต่างๆที่ละลายอยู่ในน้ำ คำกำจัดความของความเค็ม คือ ปริมาณเป็นกรัมของเกลืออนินทรีย์

(2) ความเป็นกรด-ด่าง เป็นค่าที่แสดงปริมาณความเข้มของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ มาจากคำว่า Positive Potential of Hydrogen Ions โดยความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย คือค่าลบของ Logarithm ของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน หรือ pH = -log $[H^+]$ ค่าที่บอกความเป็นกรดคือความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน $[H^+]$ และค่าที่บอกความเป็นด่าง คือ ความเข้มข้นของไฮดรอกซิล อิออน $[OH^-]$ โดยความเป็นกรด-ด่าง มีค่าตั้งแต่ 0-14 ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7 แสดงความเป็นกลาง ความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 7 แสดงความเป็นกรด ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 7 แสดงความเป็นด่าง ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการคำนวณค่าคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำธรรมชาติมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 4-9 และส่วนใหญ่เป็นด่างอ่อนๆ

(3) ออกซิเจนละลายน้ำ ก๊าซออกซิเจนเป็นก๊าซที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซออกซิเจนขึ้นอยู่กับความกดดันของบรรยากาศ อุณหภูมิและความเค็มของน้ำ ก๊าซออกซิเจนละลายน้ำได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิและความเค็มของน้ำลดลง นอกจากนี้แหล่งที่มาที่สำคัญของก๊าซออกซิเจนในแหล่งน้ำมาจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ส่วนการหายใจของสิ่งมีชีวิตและกระบวนการย่อยสารอินทรีย์ที่เกิดจากจุลินทรีย์รวมทั้งการทำปฏิกิริยากับสารอนินทรีย์ต่างๆที่อยู่ในน้ำทำให้แหล่งน้ำสูญเสียออกซิเจน สภาวะที่ออกซิเจนละลายมีค่าต่ำสุดในช่วงเช้ามืดก่อนดวงอาทิตย์ขึ้น แล้วเพิ่มสูงขึ้นในตอนกลางวันจนมีค่าสูงสุดในตอนบ่าย ซึ่งเกิดจาการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช

(4) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ หรือ บีโอดี ค่าที่บอกถึงปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆในแหล่งน้ำ โดยแหล่งน้ำที่ค่าบีโอดีสูง ย่อมแสดงว่ามีความสกปรกมากเนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งปฏิกูล จึงส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง

(5) แอมโมเนีย แอมโมเนียหมายถึง ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย แอมโมเนียเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เกิดจากาการย่อยสลายอินทรีย์ไนโตรเจน การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต อาหารที่ตกค้าง การย่อยสลายยูเรีย แอมโมเนียมีอยู่ 2 รูป คือ รูปที่มีประจุ (NH_4^+) และไม่มีประจุ (NH_3^+) ผลรวมของแอมโมเนียรูปที่มีประจุและไม่มีประจุ เรียกว่าแอมโมเนียรวม (Toltal ammonia, TAN) แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำใช้แอมโมเนียเพื่อสร้างโปรตีน (กรดอะมิโน) ส่วนแอมโมเนียที่เกินความต้องการถูกปล่อยสู่แหล่งน้ำ ในสภาวะที่มีออกซิเจน แอมโมเนียในแหล่งน้ำถูกออกซิไดซ์โดย nitrosomonas bacteria และ nitrobactor bacteria ไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรท (Dojlido and Best, 1993 อ้างอิงใน ประเดิม อุทยานมณี, 2555) ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในรูปที่ไม่มีไอออนต้องมีค่าไม่เกิน 100 ไมโครกรัม-ไนโตรเจนต่อลิตร

(6) ไนไตรท์ ไนไตรท์เป็นสารประกอบระหว่างกลางในกระบวนการไนตริฟิเคชัน โดยทั้วไปไนไตรท์จะไม่สะสมอยู่ในแหล่งน้ำ เพราะไนไตรท์ที่ได้จะเปลี่ยนไปเป็นไนเตรทอย่างรวดเร็ว แต่บางสภาวะ หากอัตราการออกซิไดซ์แอมโมเนียเร็วกว่าอัตราการออกซิไดซ์ไนไตรท์ก็จะเกิดการสะสมไนไตรท์ได้ แหล่งน้ำทั่วไปพบมีความเข้มข้นต่ำ เฉลี่ยน้อยกว่า 0.007 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร

ไนไตรท์เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำเช่นเดียวกับแอมโมเนีย โดยไนไตรท์ไปลดประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจนของเลือดและทำลายเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ ปริมาณคลอไรด์ในน้ำช่วยลดความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อสัตว์น้ำได้ ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยจึงไม่มีปัญหาเนื่องจากความเป็นพิษของไนไตรท์ เพราะน้ำกร่อยมีความเข้มข้นของคลอไรด์สูงอยู่แล้ว (Lawson, 1995 อ้างอิงใน กรมประมง, 2546) ระดับความเข้มข้นของไนไตรท์ที่ทำให้สัตว์น้ำตายเปลี่ยนแปลงตามชนิดของสัตว์น้ำ ขนาดของสัตว์น้ำ และสภาพทางเคมีของน้ำ เนื่องจากในสภาวะที่มีออกซิเจน ไนไตรท์จะถูกออกซิไดส์ไปเป็นไนเตรทอย่างรวดเร็วโดย nitrobactor bacteria

(7) ไนเตรท ไนเตรทเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่พบเสมอในแหล่งน้ำธรรมชาติและในระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่ได้จากผลผลิตขั้นสุดท้ายของกระบวนการไนตริฟิเคชัน แต่ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ไนเตรทอาจได้มาจากการใช้ปุ๋ยไนเตรทเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช หรือการใช้ปุ๋ยไนเตรทตามพื้นบ่อเพื่อป้องกันสภาวะที่เป็นรีดิวซ์ที่จะนำไปสู่การผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์ขึ้นมา ความเข้มข้นของไนเตรทในแหล่งน้ำทั่วๆไปต่ำ เฉลี่ยประมาณ 0.05 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร แหล่งน้ำที่รับน้ำทิ้งจากชุมชนหรือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นจำนวนมากจะมีไนเตรทโดยเฉลี่ยสูงถึง 0.30 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ไนเตรทเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่ำสุด

(8) ฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (total dissolved phosphorus, TDP) ได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต และอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (dissolved organic phosphorus, DOP) ออร์โธ

ฟอสเฟตอาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (dissolved organic phosphorus, DIP)

2. ฟอสฟอรัสในอนุภาค ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตหรือซากสิ่งมีชีวิตซึ่งฟอสฟอรัสในอนุภาคนี้ส่วนหนึ่งจะตกตะกอน อีกส่วนหนึ่งจะเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ รวมทั้งแบคทีเรียเช่นเดียวไนโตรเจน

(9) คลอโรฟิลล์ คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสังเคราะห์แสงที่มีสีเขียว คลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชมีหลายชนิด แต่ที่รู้จักกันทั่วไปคือ คลอโรฟิลล์เอ นอกจากนี้ยังพบคลอโรฟิลล์บี คลอโรฟิลล์ซี และคลอโรฟิลล์ดี คลอโรฟิลล์เอและบี คลอโรฟิลล์ละลายได้ดีในไขมันแต่ไม่ละลายในน้ำ

คลอโรฟิลล์เอเป็นรงควัตถุสังเคราะห์แสงที่พบมากในแพลงก์ตอนพืชที่ยังมีชีวิตทุกชนิด แต่พบในแพลงก์ตอนพืชที่ตาย แพลงก์ตอนสัตว์ และสสารที่ไม่มีชีวิตเพียงเล็กน้อยเท่านั้นจึงนิยมใช้คลอโรฟิลล์เอชี้ถึงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ ซึ่งคลอโรฟิลล์เอมีสัดส่วนประมาณ 0.5 -2 % ของน้ำหนักแห้งของแพลงก์ตอนพืช

คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

(1) แบคทีเรีย คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำ เนื่องจากแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น ไทฟอยด์ บิด และอหิวาต์ ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ เมื่อถูกขับถ่ายปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกแพร่กระจายไปโดยมีน้ำเป็นสื่อ และจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของคนที่ใช้ในแหล่งน้ำนั่น ดังนั้นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จึงต้องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายต่างๆในแหล่งน้ำ กลุ่มแบคทีเรียที่นิยมศึกษา ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria), ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform Bacteria) และ *Vibrio* spp.

(2) เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio*

จีนัส *Vibrio* จัดอยู่ในวงศ์ *Vibrionaceae* ซึ่งประกอบด้วย 4 จีนัส คือ *Aeromonas*, *Photobacterium*, *Plesiomonas* และ *Vibrio* เชื้อแบคทีเรียในสกุล *Vibrio* จัดเป็นกลุ่มแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างเป็นท่อนสั้นหรือท่อนโค้ง มีแฟลกเจลลาที่ปลายเซลล์ ทำให้เคลื่อนที่ได้ ไม่สร้างแคปซูลและสปอร์ สร้างเอนไซม์ออกซิเดสได้ มีทั้งที่ก่อโรคและไม่ก่อโรค ชนิดที่ก่อโรคจะเกี่ยวกับทางเดินอาหารโดยเฉพาะการรับประทานอาหารดิบในธรรมชาติ อาศัยทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม มีมากกว่า 30 สปีชีส์ สปีชีส์ที่มีความสำคัญและก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ มีรายงาน 12 สปีชีส์ ได้แก่ *V. parahaemolyticus, V. vulnificus V. cholera*, *V. mimicus*, *V. flavialis*, *V. alginolyticus*, *V. damsela*, *V. metschnikovii*, *V. hollisae*, *V. cincinnatiensis*, *V. carchariae* (Farmer, 1992 อ้างอิงใน ณัฏฐากร อะชิ่ม, 2550; กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) แบคทีเรียกลุ่มวิบริโอที่ก่อโรคในสัตว์น้ำ ได้แก่ *V. parahaemolyticus V. cholera* และ V. *vulnificus* เป็นเชื้อแบคทีเรีย ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ รูปร่างเป็นแท่งขนาดกว้าง 0.5-0.8 ไมครอน ยาว 1.4-2.4 ไมครอน สร้างเอนไซม์ออกซิเดส เคลื่อนไหวด้วย แฟลกเจลลา อาศัยอยู่ในน้ำทะเล น้ำกร่อย มักพบบนผิวดินและผิวของสัตว์ทะเล เช่น กุ้งหอย ปู ปลา เชื้อสามารถมีชีวิตอยู่ในอาหารหรือน้ำที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตั้งแต่ 1-8% ถ้ามากกว่า 10% เชื้อจะตาย สามารถอยู่ได้ที่

อุณหภูมิต่ำ เช่น ในเนื้อปู (1-15 °C) นาน 30 วัน กุ้งปอกเปลือก (3-18°C) นาน 6 วัน หอยนางรมแช่แข็งนาน 40-130 วัน เชื้อถูกทำลายได้ที่อุณหภูมิ 60 °C นาน 15 นาที (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ

การดำรงชีวิตของเชื้อวิบริโอในแหล่งน้ำ บทบาทของเชื้อในระบบนิเวศแหล่งน้ำ เป็นผู้ย่อยสลายอินทรียสาร แล้วปลดปล่อยอนินทรียสารซึ่งเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชและแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นในแหล่งน้ำ ให้เป็นอาหารต่อผู้บริโภคในห่วงโซ่อาหาร

1. ปริมาณซากอินทรีย์ (detritus) หรือ อินทรียสาร (organic matter) เป็นแหล่งให้ธาตุอาหารคาร์บอน และไนโตรเจน ต่อแบคทีเรีย โดยทั่วไปเซลล์แบคทีเรียประกอบด้วย คาร์บอน 50% และไนโตรเจน 5% (C:N = 10:1) การเจริญเติบโตของแบคทีเรียใช้ไนโตรเจนในการย่อยสลายอินทรียสารและแบคทีเรียจะดึงไนโตรเจนบางส่วนจากแหล่งน้ำมาใช้ในการเจริญเติบโต ถ้าขาดไนโตรเจนก็จะทำให้กระบวนการย่อยสลายช้าลง

2. ปริมาณออกซิเจนซึ่งจำเป็นในกระบวนการ oxidation สำหรับกลุ่มแบคทีเรียที่มีความต้องการใช้ออกซิเจนในการเจริญเติบโต เพื่อย่อยสลายอินทรียสาร หากขาดออกซิเจนก็จะทำให้เจริญเติบโตช้า (สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ, 2539)

3. ความเค็ม เชื้อวิบริโอสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีเกลือโซเดียมคลอไรด์โดยสปีชีย์ที่ก่อโรคในคนต้องการเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 1-3 %

4. อุณหภูมิ มีความสำคัญมากต่อการเจริญเติบโตและการปรับตัวของเชื้อวิบริโอ ซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิดของวิบริโอ สปีชีส์ที่ทำให้เกิดโรคในคนเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 37 °C ส่วนใหญ่จะไม่เจริญได้ที่อุณหภูมิ 10-15 °C สามารถเผาผลาญอาหารได้โดยใช้ขบวนการหายใจและขบวนการหมัก

5. ความเป็นกรด-ด่าง เชื้อ *Vibrio* เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.88-8.54 เนื่องจากเชื้อดังกล่าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่เป็นด่างเล็กน้อย (พรพงษ์ สุทธิรักษ์, 2555) สอดคล้องกับการศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในอ่าวบ้านดอน ส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างน้ำทะเลมีค่าเป็นกลางเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibrio* spp. (นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, 2547)

การแพร่กระจายของวิบริโอซึ่งสามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในตะกอนดินแหล่งน้ำ สัตว์น้ำ และบางชนิดยังก่อโรคในสัตว์และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค จึงมีมาตรการป้องกันควบคุมเชื้อดังกล่าวโดยมีประกาศเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารเพื่อการบริโภคที่ปลอดภัยดัง (ตารางที่ 5) (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553)

ตารางที่ 5 เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหาร

ชนิดอาหาร	การวิเคราะห์	เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยา
เนื้อสดของสัตว์น้ำแช่เย็นหรือแช่แข็ง	จำนวนจุลินทรีย์/กรัม	น้อยกว่า1×10^{5}
	MPN *Escherichia coli*/กรัม	น้อยกว่า 3
	Staphylococcus aureus /กรัม	น้อยกว่า 100
	Salmonella spp. /25 กรัม	ไม่พบ
	Vibrio cholera / 25 กรัม	ไม่พบ
	Vibrio *parahaemolyticus* / 25 กรัม	ไม่พบ
	Listeria monocytogenes / 25 กรัม	ไม่พบ
อาหารทะเลพร้อมบริโภค เช่น ปลา กุ้ง ปลาหมึก หอย ซาชิมิ	จำนวนจุลินทรีย์/กรัม	น้อยกว่า1×10^{6}
	MPN *Escherichia coli*/กรัม	น้อยกว่า 3
	Staphylococcus aureus /กรัม	น้อยกว่า 100
	Salmonella spp. /25 กรัม	ไม่พบ
	Vibrio cholera / 25 กรัม	ไม่พบ
	Vibrio parahaemolyticus / 25 กรัม	ไม่พบ
	Listeria monocytogenes / 25 กรัม	ไม่พบ

ที่มา: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2553)

1.2.5 งานวิจัยคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวบ้านดอนมีรายงานจากนักวิจัยหลายท่าน โดย นิคม ละอองศิริวงศ์ และคณะ (2540) สำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จ. สุราษฎร์ธานี ผลงานวิจัยพบว่า ในระหว่างเดือนมกราคม ปี 2535 ถึงเดือนกันยายน ปี 2537 บริเวณคลองราม มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียรวมสูงถึง 0.720 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งมีค่าสูงกว่าร่างเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่กำหนดให้มีค่าแอมโมเนียรวมไม่เกิน 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉพาะระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงที่คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมากที่สุดความโปร่งใสมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 0.31 เมตร บีโอดีมีค่าสูงสุด เฉลี่ย 5.85 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไนไตรท์มีค่าสูงสุด เฉลี่ย 0.0070 ±0.071 มิลลิกรัมต่อลิตรไนเตรตมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 0.142± 0.122 มิลลิกรัมต่อลิตร *Vibrio* มีค่าสูงสุดบริเวณคลองราม เฉลี่ย 3×10^{3}±7635 CFU/ml (Cell Forming Unit (CFU) ต่อกรัม) บริเวณคลองท่าทอง ความลึกมีค่าสูงสุด เฉลี่ย 3.72 เมตร ความโปร่งใสมีค่าสูงสุดเฉลี่ย 0.61 เมตร บีโอดีมีค่าต่ำสุด เฉลี่ย 2.52 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไนไตรท์มีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 0.021 ±0.018 มิลลิกรัม ต่อลิตรแอมโมเนียรวมต่ำสุด เฉลี่ย 0.213± 0.239 มิลลิกรัมต่อลิตร *Vibrio* มีค่าต่ำสุด เฉลี่ย 5×10^{2}±444 CFU/ml บริเวณอ่าวบ้านดอน ความลึกมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 0.58 เมตรต่ำสุด เฉลี่ย 0.092± 0.072 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรตมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 0.092 ±0.072 มิลลิกรัมต่อลิตร

ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ และธีรยา ช่วยสุรินทร์ (2546) ได้ทำการศึกษาสภาพภูมิอากาศและคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีระหว่างปี 2539-2540 พบว่าสามารถแบ่งฤดูกาลในจังหวัดสุราษฎร์ธานีออกได้เป็น 2 ฤดู การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง) ยกเว้นปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มซึ่งมีค่าเกินมาตรฐาน คุณภาพน้ำได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า ที่ระบายลงสู่แม่น้ำตาปี แม่น้ำพุมดวง พบว่าความเค็ม ความโปร่งใส และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ โดยเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูแล้งปากคลองท่าฉาง และปากน้ำตาปีซึ่งเป็นบริเวณก้นอ่าวที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครงจะถูกผลกระทบจนเกิดการตายในช่วงปลายปี พ.ศ. 2539 ปากคลองพุมเรียงและปากคลองท่าทอง อยู่ไกลจากปากแม่น้ำตาปีจึงได้รับผลกระทบจากน้ำที่ระบายลงสู่อ่าวปริมาณน้อย

ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และ ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ (2547) มีการรายงานการแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดสุราษฎร์ธานี เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2541 พบว่าคุณภาพน้ำมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ ความเค็ม ความโปร่งใส ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท-ไนโตรเจน ความเป็นด่าง โดยค่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่ง ยกเว้นบางพารามิเตอร์ ค่าความเค็ม ความโปร่งใส ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ จะมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลจากการได้รับอิทธิพลของน้ำท่าจากแม่น้ำตาปีที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน ส่งผลให้บริเวณปากแม่น้ำมีความเข้มข้นของสารอาหารพวกไนโตรเจนปริมาณสูงเป็นธาตุอาหารในการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอน

นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ (2547) จากงานวิจัยความเสี่ยงของการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในแหล่งน้ำอ่าวบ้านดอน ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียรวมอยู่ในช่วง 1.6×10^{1} - 3.6×10^{5} CFU/ml และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 1,600 MPN/100 ml และกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม อยู่ในช่วง 920 MPN/100 ml มีโอกาสที่พบ *V. parahaemolyticus* ในช่วงน้อยกว่า 2.0 - 33 MPN/g มีโอกาสที่พบ *Escherichia coli* น้อยกว่า 2.0 - 33 MPN/g คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยที่สำคัญ (ปากคลองบ้านบางตะบูน บ้านแหลม อ่าวบ้านดอน) มีปริมาณแบคทีเรียชนิด *V. parahaemolyticus* สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวบ้านดอน ซึ่งเป็นแหล่งเลี้ยงหอยนางรมปริมาณสูงถึง 300 CFU/ml จึงอาจมีความเสี่ยงที่จะทำให้ผู้บริโภคหอยนางรมสดเกิดโรคอาหารเป็นพิษได้

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 (2553) ได้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแม่น้ำตาปีพบค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด มีปริมาณสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2553 และเดือนสิงหาคม 2553 โดยมีค่ามากกว่า 16,000 MPN/100 ml ในเดือนพฤศจิกายน 2552 มีค่า 9,000 MPN/100 ml และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2553 มีค่า 3,000 MPN/100 ml พบค่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มมีปริมาณสูงสุด ในเดือนพฤษภาคม 2553 มีค่า 9,000 MPN/100 ml และเดือนสิงหาคม 2553 มีค่า 5,400 MPN/100 ml เดือนพฤศจิกายน 2552 มีค่า 3,000 MPN/100 ml และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2553 มีค่า 2,400 MPN/100 ml

ประเดิม อุทธยานมณี (2555) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและเชิงพื้นที่ของปริมาณสารอาหาร บริเวณปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในเดือนมีนาคม และเดือนกันยายน

ผลการศึกษาพบว่าสถานีนอกอ่าวพบปริมาณสารอาหารน้อยที่สุด และชุมชนพบปริมาณสารอาหารมากที่สุด เนื่องจากการปล่อยน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน เดือนมีนาคมพบว่ามีปริมาณสารอาหารมากกว่าเดือนกันยายน เนื่องจากเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องในเดือนมีนาคม

ชนากานต์ สุขอุดม และคณะ (2558) การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอนในพื้นที่เลี้ยงหอยแครงบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าการสะสมของสารอินทรีย์ในดินจะมีความแตกต่างตามฤดูกาลและระดับความลึก บริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวจะมีการสะสมของสารอินทรีย์มากกว่าฝั่งตะวันตก ซึ่งจะพบปริมาณสูงในฤดูฝน และในฤดูร้อนจะลดต่ำลง ดินตะกอนในช่วงฤดูฝนจะให้ค่าความเป็นกรดอ่อนจนถึงกลาง ในฤดูร้อนจะให้ค่าเป็นกลางถึงด่างอ่อนๆพบว่าในเดือนมีนาคม 2557 ดินตะกอนจะมีค่าความเป็นกรดสูงที่สุดและต่ำสุดในเดือนมิถุนายน 2556

บุสยา ปล้องอ่อน และคณะ (2559) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน ในฤดูร้อนและฤดูฝน พบว่าอุณหภูมิน้ำ ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกตมีค่าเฉลี่ยสูงในฤดูฝน เนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินมีการพัดพาธาตุอาหารที่เกิดจากการไหลผ่านบริเวณแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งตลอดชายฝั่ง ทำให้มีสารอาหารเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ แอมโมเนีย และไนเตรทมีค่าสูง และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 โดยพบบริเวณปากแม่น้ำกะแดะปากแม่น้ำท่าทองมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในฤดูฝน

อโณทัย กิมเสาร์ และพงศ์ศักดิ์ เหล่าดี (2559) ศึกษาผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่ง ตำบลเกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน คุณภาพน้ำจัดอยู่ประเภทที่ 4 น้ำทะเลเพื่อการนันทนาการ ค่าความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ บีโอดีอยู่ในเกณฑ์ปกติ บริเวณที่ได้รับน้ำจากกิจกรรมโรงแรมที่พัก ค่าปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำจัดอยู่ประเภทที่ 4

1.2.6 การแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp.

1.2.6.1 ศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อวิบริโอที่พบในสัตว์น้ำ

ธิดาพร ฉวีภักดิ์, ลิลา เรืองแป้น และวริษฐา หนูปิ่น (2550) จากการศึกษาปรสิตและแบคทีเรีย *Vibrio* ในแม่กุ้งแชบ๊วยธรรมชาติ จากบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ผลการศึกษาพบว่าพบปรสิตเกาะตามซี่เหงือก 2 ชนิด *Zoothamnium* คิดเป็นร้อยละ 28 และ *Acineta* คิดเป็นร้อยละ 2 พบในช่วงฤดูหนาว และ ยังพบแบคทีเรีย *Vibrio* พบในเลือด และตับหรือตับอ่อนของแม่กุ้ง จำแนกได้ 4 ชนิด ได้แก่ *V. vulnificus, V. alginolyticus, V. fluvialis* และ *V. damsel* ส่วนในน้ำทะเลที่เป็นแหล่งอาศัยของแม่กุ้ง นอกจากจะมีแบคทีเรีย 4 ชนิดนี้แล้วยังพบ *V. parahaemolyticus* ด้วย แบคทีเรียรวมมีปริมาณเฉลี่ย 1.60 × 10 CFU/ml แบคทีเรีย *Vibrio* ในเลือด มีปริมาณเฉลี่ย 1.80 × 10^2 CFU/ml และแบคทีเรียในตับมีปริมาณเฉลี่ย 7.26 × 10^5 CFU/g

แบคทีเรียในตับอ่อนปริมาณเฉลี่ย 4.12 × 10^7 CFU/g โดย *Vibrio* กลุ่มโคโลนีสีเหลืองมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มโคโลนีสีเขียว และกลุ่มเรืองแสง

มณีย์ กรรณรงค์, สมนึก พรหมศร และสกุลทิพย์ พุทธแก้ว (2551) จากการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคในหอยสองฝาบริเวณอ่าวบ้านดอนจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้จำแนกชนิดแบคทีเรียก่อโรคได้แก่ *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *V. cholerae Salmonella* และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* จากตัวอย่างหอยนางรม หอยแครง หอยแมงลภู่ และน้ำทะเลผลการศึกษาพบปริมาณแบคทีเรียรวมในหอยนางรม 1.0 x 10^5CFU/ml หอยแครง 7.7 x 10^3 CFU/ml หอยแมลงภู่ 6.2 x 10^4 CFU/ml และน้ำทะเล 6.0 x 10^2 CFU/ml อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานยอมรับสำหรับหอยสองฝาบริโภคสดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ สำหรับ *V. parahaemolyticus* ในหอยนางรม 5.5 x 10^2 CFU/ml หอยแครง 7.4x 10^2 CFU/ml หอยแมลงภู่ 7.0 x 10^2 CFU/ml ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานยอมรับสำหรับหอยสองฝาบริโภคสดของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ปริมาณ *E. coli* ในหอยนางรมเฉลี่ย 87.83 MPN/100 ml หอยแครง 10.39 MPN/100 ml หอยแมลงภู่ 60.04 MPN/100 ml และน้ำทะเล 7.06 MPN/100 ml พบการปนเปื้อนสูงมากในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานยอมรับสำหรับแหล่งเลี้ยงหอยสองฝาของกรมประมงขณะเดียวกันมีการตรวจพบการปนเปื้อนของ *V. cholerae*, *V. vulnificus* และ *Salmonella* spp. คิดเป็นร้อยละ 8.15, 2.4 และร้อยละ 6.47 ของตัวอย่างทั้งหมดตามลำดับ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าแหล่งเลี้ยงหอยสองฝาอ่าวบ้านดอนสุราษฎร์ธานีควรมีมาตรการป้องกันเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค เช่นศูนย์เฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแหล่งเลี้ยงควรมีกระบวนการทำความสะอาดหอยหลังการเก็บเกี่ยวหรือในช่วงฤดูฝนควรนำหอยมาทำให้สุกก่อนการบริโภค

Jarernpornnipat and Buppha (2012) ศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในดัชนีของหอยแครง (*Anadara* spp.) ในอ่าวบ้านดอน สุราษฎร์ธานี ศึกษาหอยแครง *Anadaragranosa*และ *Anadaranodifer* พบว่าอัตราเฉลี่ยการเจริญเติบโตของทั้งสองสายพันธุ์ ประมาณ 3: 2 ดัชนีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมบริเวณสถานีอำเภอท่าฉางในเดือนมิถุนายน สิงหาคมและตุลาคม ยกเว้น กุมภาพันธ์ซึ่งมีน้ำท่วมหนักในพื้นที่นี้ซึ่งได้รับผลกระทบที่สำคัญต่อความขุ่นสูง สารอาหารมีลดน้อย ปัจจัยที่พบว่าดัชนีที่มีความสัมพันธ์ทางบวกได้แก่ ความลึก ความเค็ม ออร์โธฟอสเฟต คลอโรฟิลล์ ความโปร่งใส phytobenthos และ ความเป็นกรด-ด่าง ปัจจัยที่พบว่าดัชนีที่มีความสัมพันธ์ทางลบ ได้แก่ อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอยทั้งหมดไนเตรต และออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เป็นปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบในดัชนีสภาพของหอยแครง

1.2.6.2 ศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อวิบริโอที่พบในแหล่งน้ำ

Cavallo and Stabili (2002) ได้รายงานว่า ตรวจพบวิบริโอในน้ำทะเล และหอยแมลงภู่จากเมืองตารันโต เก็บรวบรวมตัวอย่างช่วงฤดูร้อน เพื่อประเมินปริมาณความหนาแน่นแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli*

Dumontet *et al*. (2000) ได้รายงานการสำรวจน้ำทะเล และตะกอน พบเชื้อ *Vibrio* และ *Aeromonas* บริเวณชายฝั่งทางตอนใต้ของอิตาลีในช่วงต้นฤดูร้อน การศึกษาพบว่า

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มตัวชี้วัดแบคทีเรีย พบการปนเปื้อน ในน้ำตัวอย่าง และ การตรวจสอบโคพีพอด พบการปนเปื้อนของเชื้อ *V. cholerae, V. alginolyticus, V. fluvialis*และ *A. caviae*

นอกจากนี้ได้มีการสำรวจข้อมูลปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญของอ่าวบ้านดอนคือ ปัญหาน้ำทิ้งซึ่งมาจากแหล่งใหญ่ๆดังนั้นน้ำทิ้งจากชุมชนน้ำทิ้งจากโรงงานสุราและน้ำทิ้งจากบ่อกุ้ง ปัญหามลพิษทางน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอนเนื่องจากการปล่อยน้ำเสียจากชุมชนอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมคุณภาพน้ำของแม่น้ำตาปีได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้เสนอกลยุทธ์เกี่ยวข้องกับการจัดการที่ยั่งยืน (1) การสร้างแบบจำลองการใช้น้ำที่มีคุณภาพในการตรวจสอบระบบนิเวศและการเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ การจัดการของการปล่อยน้ำเสียลงไปในอ่าวบ้านดอน (2) การแบ่งเขตของการเลี้ยงปลาทะเลหอยในพื้นที่ชายฝั่งทะเลเพื่อแก้ปัญหาความขัดแย้งระหว่างผู้ใช้ทรัพยากร (3) การตั้งค่าที่ชัดเจนระบบการเก็บภาษีจากรายได้จากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (4) ตั้งค่าและจัดการแถบป่าชายเลนเป็นตัวกรองของมลพิษและตะกอนดินรอบอ่าวบ้านดอน (5) รูปแบบคณะกรรมการที่มีตัวแทนของสมาชิกทั้งหมดผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้องรวมทั้งรัฐบาลท้องถิ่นเพื่อที่จะทำงานในการแก้ปัญหาในอนาคตที่มีอยู่ เป็นส่วนสำคัญต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนอ่าวบ้านดอน (Jarernpornnipat *et al*., 2004) จากข้อมูลดังกล่าวจึงเห็นได้ว่าในบางช่วงเวลาคุณภาพน้ำบางประการมีค่าเกินมาตรฐานสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จึงมีการสำรวจคุณภาพแหล่งน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ เพื่อประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตลอดชายฝั่ง อ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.3.1 เพื่อศึกษาประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

1.3.2 เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบข้อมูลสถานการณ์คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์

1.4.2 ทราบปริมาณการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในแหล่งน้ำ บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์

1.5 ขอบเขตการวิจัย

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษาในรอบปี สำรวจในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ทุก 2 เดือน แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล ได้แก่ ช่วงฤดูร้อนในเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ช่วงฤดูฝนในเดือน สิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 แบ่งเป็น 3 พื้นที่จำนวน 5 ซ้ำ รวม 15 สถานี ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

บทที่ 2

ระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย

2.1 วัสดุอุปกรณ์ในการตรวจคุณภาพน้ำ

2.1.1 วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างภาคสนาม

- ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขวดพลาสติก ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
- ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขวดบีโอดี (Biochemical oxygen demand: BOD)
- เครื่องมือวัดความเค็มของน้ำ (Salinity Refractometer)
- เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH meter)
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
- เครื่องมือวัดความโปร่งแสง (Secchi disc)
- กล่องโฟมสำหรับรักษาสภาพน้ำพร้อมน้ำแข็ง
- กระบอกเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 3 ลิตร
- สมุดบันทึกและดินสอ ปากกา

2.1.2 วัสดุอุปกรณ์ในการตรวจคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

- เครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer)
- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
- โถดูดความชื้น (Desiccator)
- เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer)
- ชุดกรองน้ำและกระดาษกรองน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 mm
- ตู้อบลมร้อน (Oven)
- ตู้บ่มเชื้อ (BOD Incubator)
- อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)
- บิวเรตต์ (Burette)
- บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50, 100, 500, 1000 มิลลิลิตร
- ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)
- ปิเปต (Volumetric pipette)
- กระบอกตวง (Cylinder)
- ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50, 100, 500 มิลลิลิตร

2.2 วัสดุอุปกรณ์ในการแยกเชื้อแบคทีเรีย

- ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)
- ห่วงเขี่ยเชื้อ (Loop)
- หลอดไมโครทิวป์ (Centrifuge tube) ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

- ไมโครปิเปต (Micropipette)/ ทิป (yellow tip, blue tip)
- จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
- ขวดดูแรน (Duran) ปลอดเชื้อ 500 มิลลิลิตร
- หลอดทดลอง (Test tube)
- แท่งแก้ว 3 เหลี่ยม
- หลอดดักแก๊ส
- เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
- ตู้ปลอดเชื้อ (Lamina air flow)
- ตู้บ่มเชื้อ (Incubator)

2.3 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการตรวจคุณภาพน้ำ

- ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
- เอธิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol 95%)
- เมทิลออเรนจ์ (Methyl orange)
- โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate; Na_2CO_3)
- กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid; H_2SO_4)
- ไฮเตอร์ (Haiter)
- กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid; HCl)
- ฟีนอล (Phenol)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH)
- โพแทสเซียมโซเดียม เตตระ (Potassium sodium tartrate; $KNaC_4H_4O_6$)
- แมงกานีสซัลเฟต (Manganese sulfate; $MnSO_4$)
- แอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium chloride; NH_4Cl)
- โพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide; KI)
- โซเดียมเอไซด์ (Sodium azide; NaN_3)
- โซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulphate; $Na_2S_2O_3$)
- โพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate; $K_2Cr_2O_7$)
- แป้ง (Starch)

2.3.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการจำแนกแบคทีเรีย

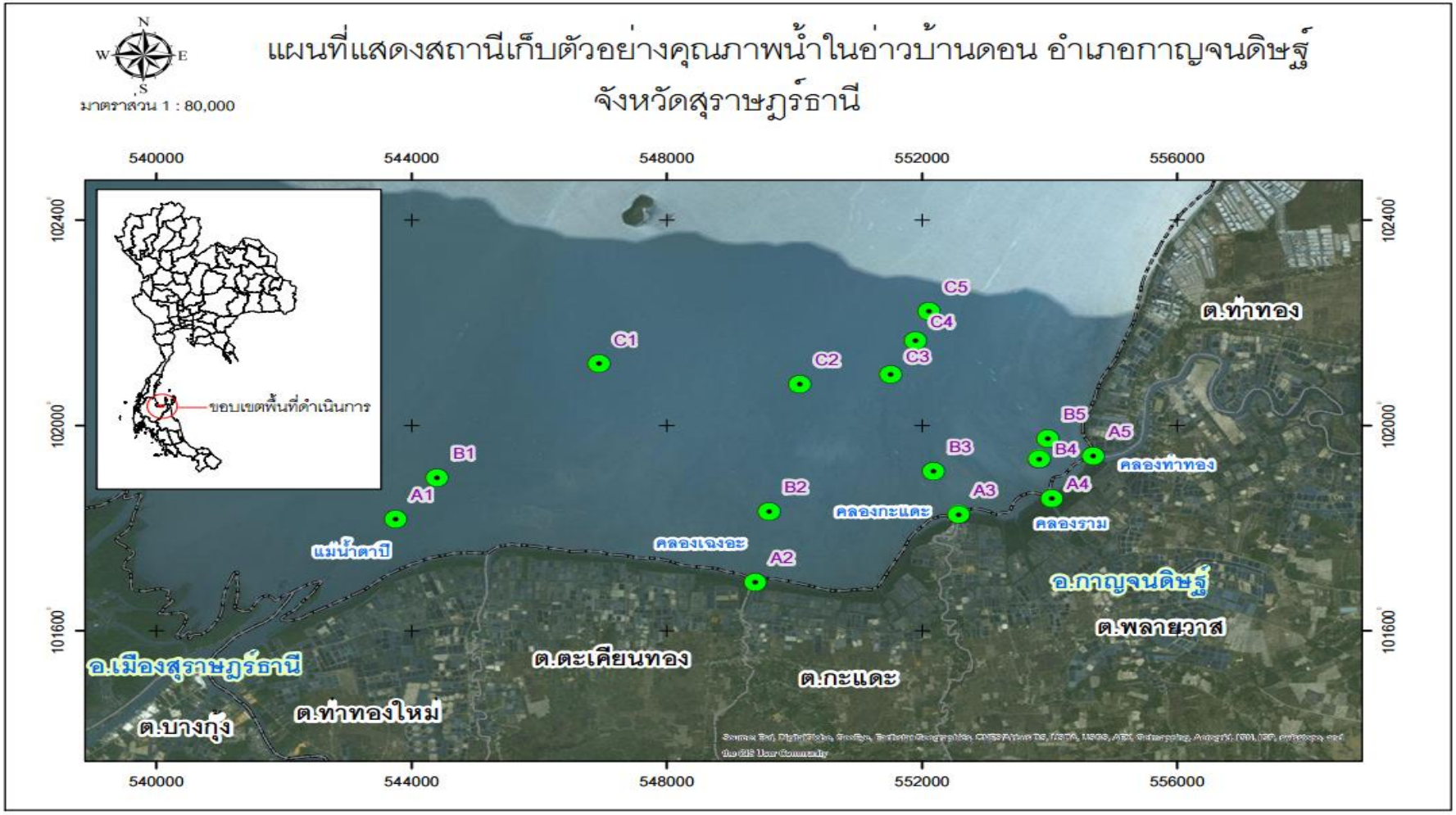
- อาหารเลี้ยงเชื้อ (Thiosulfate citrate bile salt; TCBS)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ (Lauryl tryptose broth; LST)
- อาหารเลี้ยงเชื้อ (Brilliant green lactose bile broth; BGLB)
- โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride; NaCl 1.5%)

2.4 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

ดำเนินการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำเป็นระยะเวลา 1 ปี ตั้งแต่ เดือน เมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ทุก 2 เดือน แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล ได้แก่ ช่วงฤดูร้อนในเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ช่วงฤดูฝนในเดือน สิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างตามลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่แตกต่างกัน แบ่งเป็น 3 พื้นที่จำนวน 5 ซ้ำ รวม 15 สถานี ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตั้งอยู่บริเวณพิกัดทางภูมิศาสตร์ ดังนี้ (ภาพที่ 3)

ตารางที่ 6 รายละเอียดบริเวณที่เก็บตัวอย่างและพิกัดทางภูมิศาสตร์

รหัสสถานี	รายละเอียดบริเวณที่เก็บตัวอย่าง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. บริเวณชายฝั่งทะเล 5 สถานี		
A1	ปากคลองแม่น้ำตาปี ลักษณะพื้นที่ ท่าเรือ และชุมชน	543751.92E/1018176.28N
A2	ปากคลองเฉงอะ ลักษณะพื้นที่ป่าชายเลน ชุมชน ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง	549387.39E/1016941.90N
A3	ปากคลองกะแดะ ลักษณะพื้นที่ป่าชายเลน ร้านอาหาร ชุมชน ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง	552566.27E/1018267.23N
A4	ปากคลองราม ลักษณะพื้นที่ป่าชายเลน และฟาร์มเลี้ยงกุ้ง	554029.64E/1018582.48N
A5	ปากคลองท่าทอง ลักษณะพื้นที่ป่าชายเลน ร้านอาหาร ชุมชน ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง	554682.42E/1019402.46N
2. บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง 5 สถานี		
B1	ระยะห่างจากชายฝั่ง 1 กิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ เป็นพื้นที่เลี้ยงหอยนางรม หอยแครง มีขนำเลี้ยงหอย	544400.36E/1018979.80N
B2		549601.69E/1018325.42N
B3		552177.62E/1019107.29N
B4		553837.56E/1019350.93N
B5		553972.81E/1019739.62N
3. บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ 5 สถานี		
C1	ระยะห่างจากชายฝั่ง 5 กิโลเมตรลักษณะพื้นที่เป็นทะเลเปิด ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	546931.28E/1021199.51N
C2		550081.58E/1020798.93N
C3		551507.49E/1020998.87N
C4		551889.25E/1021649.54N
C5		552110.63E/1022219.54N



ภาพที่ 3 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.5 การศึกษาคุณภาพน้ำ และการวิเคราะห์เชื้อ *Vibrio* spp.

2.5.1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 15 สถานี เพื่อตรวจวัดคุณภาพของน้ำโดยใช้เครื่องมือภาคสนาม เก็บตัวอย่างน้ำในช่วงเวลาน้ำลงมีพารามิเตอร์ดังนี้

1. อุณหภูมิน้ำ (Water temperature)
2. ความเค็มน้ำ (Salinity)
3. ความโปร่งแสง (Transparency)
4. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
5. ของแข็งละลายน้ำ (Total dissolved solids: TDS)
6. ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO)
7. ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ (Biochemical oxygen demand: BOD)
8. ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen: NH_3-N)
9. ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Aitrite-Nitrogen: NO_2-N)
10. ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen: NO_3-N)
11. ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (Otrophosphate: PO_4)
12. คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a)
13. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bactera)
14. ปริมาณเชื้อวิบริโอ (*Vibrio* spp.)

2.6 การเก็บตัวอย่างน้ำ

2.6.1 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาน้ำลง เวลา 6.00-13.00 น. โดยเก็บตัวอย่าง 3 พื้นที่ จำนวน 5 ซ้ำ 15 สถานี ได้แก่ บริเวณชายฝั่งทะเล (A) บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (B) และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (C) โดยใช้เรือแล่นตามร่องน้ำเริ่มเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำจากสถานีต่างๆดังนี้ (A2), (B2), (C2), (C3), (C4), (C5), (B3), (A3), (A4), (A5), (B5), (B4), (B1), (C1) และ (A1) ตามลำดับ

2.6.2 ตรวจวัดคุณภาพของน้ำพารามิเตอร์ต่างๆโดยใช้เครื่องมือภาคสนาม โดยเก็บตัวอย่างน้ำระดับต่ำกว่าผิวน้ำ 50 เซนติเมตร ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และวัดความโปร่งแสง

2.6.3 เก็บตัวอย่างน้ำแต่ละสถานีด้วยกระบอกเก็บน้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำระดับต่ำกว่าผิวน้ำ 50 เซนติเมตร ภาชนะสำหรับบรรจุ ได้แก่ ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขวดพลาสติกปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด และขวดบีโอดี ปริมาตร 300 มิลลิลิตร จำนวน 3 ขวด เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางด้านเคมี และเก็บตัวอย่างน้ำด้วยขวดดูเรนที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วย (เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร จำนวน 1 ขวด เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการทางด้านแบคทีเรีย เขียนรายละเอียดติดไว้ที่ข้างขวดโดยระบุ ชื่อสถานีเก็บตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง นำตัวอย่างน้ำมาเก็บรักษาในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง

ตารางที่ 7 วิธีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	หน่วย	วิธีการวิเคราะห์
อุณหภูมิ	℃	Thermometer
ความเค็ม	ppt	Salinity Refractometer
ความโปร่งแสง	Cm	Secchi disc
ความเป็นกรด-ด่าง	-	pH meter
ของแข็งละลายในน้ำ	mg/l	Dried at 180 ℃
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ	mg/l	Azide modification of the Winkler method
บีโอดี	mg/l	Azide modification of the Winkler method
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	mg/l	Nesslerization Method
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	mg/l	Colorimetric Method
ไนเตรท-ไนโตรเจน	mg/l	Cadmium Reduction Method
ออร์โธฟอสเฟต	mg/l	Ascrobic acid
คลอโรฟิลล์เอ	mg/l	Spectrophotometer

ที่มา: (APHA, AWWA, WEF, 2005)

(ภาคผนวก ข)

2.7 วิธีการและการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อวิบริโอ (*Vibrio* spp.) (BAM, 2004)

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อวิบริโอ โดยใช้วิธี Spread plate

ขั้นตอนแรกการเตรียมอาหารทำการชั่งอาหาร Thiosulfate citrate bile salt (TCBS, Himedia) จำนวน 88 กรัม ใส่บีกเกอร์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนำอาหาร TCBS ละลายในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อจำนวน 1 ลิตร เติมโซเดียมคลอไรด์ 1.5% ลงในอาหาร TCBS นำอาหารมาต้มให้วุ้นละลายจากนั่นทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิ 45-50 ℃ นำอาหาร TCBS เทลงจานเพาะเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วย (ตู้อบที่อุณหภูมิ 180 ℃) ภายใต้ตู้ปลอดเชื้อตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็งตัวแล้วพลิกเพลทอาหารคว่ำนำอาหารไปแช่ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 ℃ จนกว่าจะนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ ขั้นตอนการวิเคราะห์เชื้อนำตัวอย่างน้ำที่เก็บแช่เย็นมาตั้งไว้ในอุณหภูมิห้องก่อนการวิเคราะห์ควรเขย่าตัวอย่างน้ำอย่างแรงๆประมาณ 25 ครั้ง เขียนสัญลักษณ์บนเพลทอาหาร TCBS ให้ชัดเจน ทำการดูดตัวอย่างน้ำด้วยไมโครปิเปต ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำการเกลี่ยตัวอย่างน้ำเป็นวงกลมเพื่อให้เซลล์แยกออกจากกันโดยการใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมที่ทำการฆ่าเชื้อด้วยวิธีเผาไฟ พลิกเพลทคว่ำ หลังจากนั้นนำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 ℃ เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง บันทึกผลโดยนับจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น โคโลนีสีเขียว โคโลนีสีเหลือง

2.8 วิธีการและการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (BAM, 2004)

การวิเคราะห์หาโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยใช้วิธี Standard Multiple Tube Test ใช้ระบบเลี้ยงเชื้อแบบ 5 หลอดกับอนุกรม 3 การเจือจาง จำนวนตัวอย่างที่ต่างกันเป็นชุด ดังนี้ 10-1-0.1 มิลลิลิตร การเตรียมอาหาร Lauryl tryptose broth (LST) จำนวน 35.60 กรัม ละลายอาหาร LST ด้วยน้ำกลั่นจำนวน 1 ลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้อาหารละลายให้เข้ากันใช้ปิเปตดูดอาหาร LST ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 20X150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดดักก๊าซ จำนวน 15 หลอดต่อตัวอย่าง นำหลอดทดลองที่เติมอาหาร LST ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน 121 °C เป็นเวลา 15 นาที การเตรียมอาหาร Brilliant green lactose bile broth (BGLB) จำนวน 40.01 กรัม ละลายอาหาร BGLB ด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้อาหารละลายให้เข้ากันใช้ปิเปตดูดอาหาร BGLB ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 20X150 มิลลิเมตร ที่มีหลอดดักก๊าซ จำนวน 15 หลอดต่อตัวอย่าง นำหลอดทดลองที่เติมอาหาร BGLB ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน 121 °C เป็นเวลา 15 นาที การแยกเอาแบคทีเรียพวกโคลิฟอร์มออกจากแบคทีเรียชนิดอื่นๆ ทำได้โดย การถ่ายปริมาตรที่ทราบของตัวอย่างน้ำลงในอาหาร LST โดยใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างดังนี้ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด ปริมาตร 1 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด และปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±0.5 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง บันทึกผลจำนวนของหลอดที่ให้ผลบวก (เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส) ของแต่ละการเจือจาง แล้วนำไปอ่านค่าในตาราง MPN index ซึ่งจะบอกจำนวนโคลิฟอร์มที่มีอยู่ในน้ำ 100 มิลลิลิตร การเกิดแก๊สในอาหาร LST ไม่ได้บ่งบอกว่าเป็นแบคทีเรียที่เกิดจากกลุ่มโคลิฟอร์ม เพราะว่าแบคทีเรียตัวอื่นที่มีอยู่สามารถเจริญเติบโตเกิดแก๊สได้ ดังนั้นเราต้องตรวจขั้นยืนยันโดยการนำของเหลวบางส่วนจากหลอดที่เกิดแก๊ส โดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อมาถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหาร BGLB นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35±0.5 °C เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง บันทึกผลจำนวนของหลอดที่ให้ผลบวก (เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส) ของแต่ละการเจือจาง แล้วนำไปอ่านค่าในตาราง MPN index (ภาคผนวก ข) ซึ่งจะบอกจำนวนโคลิฟอร์มที่มีอยู่ในน้ำ 100 มิลลิลิตร

2.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ด้วยการวิเคราะห์ one-way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ด้วยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Statistic 11.5

บทที่ 3

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การเก็บข้อมูลเพื่อทำการศึกษาคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ทุก 2 เดือน แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล ช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559
ช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558
พบว่าคุณภาพน้ำโดยรวมยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทะเลชายฝั่ง จัดอยู่ในประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ

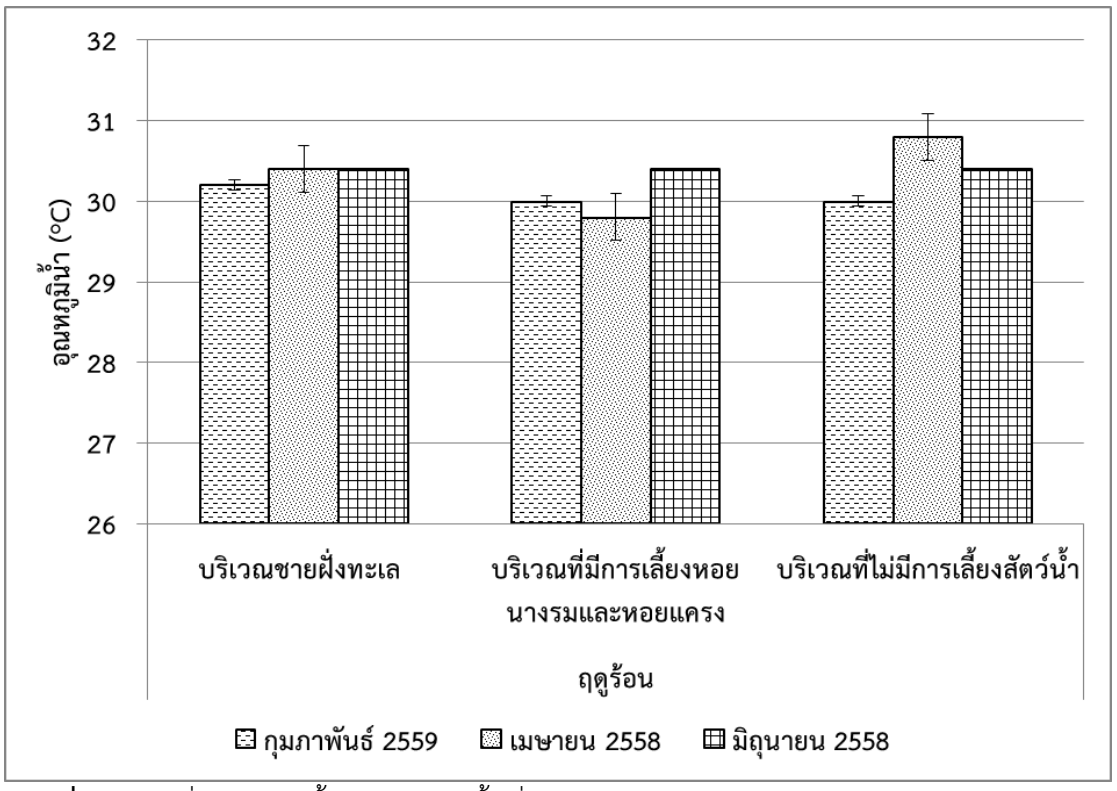
3.1.1 อุณหภูมิน้ำ

อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 29.2-32 °C อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนตุลาคม บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ อุณหภูมิสูงสุดทั้ง 3 พื้นที่ในเดือนสิงหาคม (ภาพที่ 4-5) โดยค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำในแต่ละฤดูกาลจำแนกตามพื้นที่ศึกษาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 8) ซึ่งมีการสอดคล้องจากการศึกษาคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอน มีค่าอยู่ในช่วง 29-30 °C (บุสยา ปล้องอ่อน, 2559) การศึกษาคุณภาพน้ำอ่าวบ้านดอนจากสถานีเลี้ยงหอยของ นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, (2547) พบว่าอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 24-32 °C พบว่าอุณหภูมิน้ำสูงสุดเฉลี่ย 30.9 °C ในเดือนเมษายน และจากการศึกษาแหล่งเลี้ยงหอยนางรมในฤดูร้อน อุณหภูมิน้ำมีค่าสูง 34-38 (วิสุทธิ์ พรมเล็ก, 2552) ซึ่งอุณหภูมิน้ำมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1 °C (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

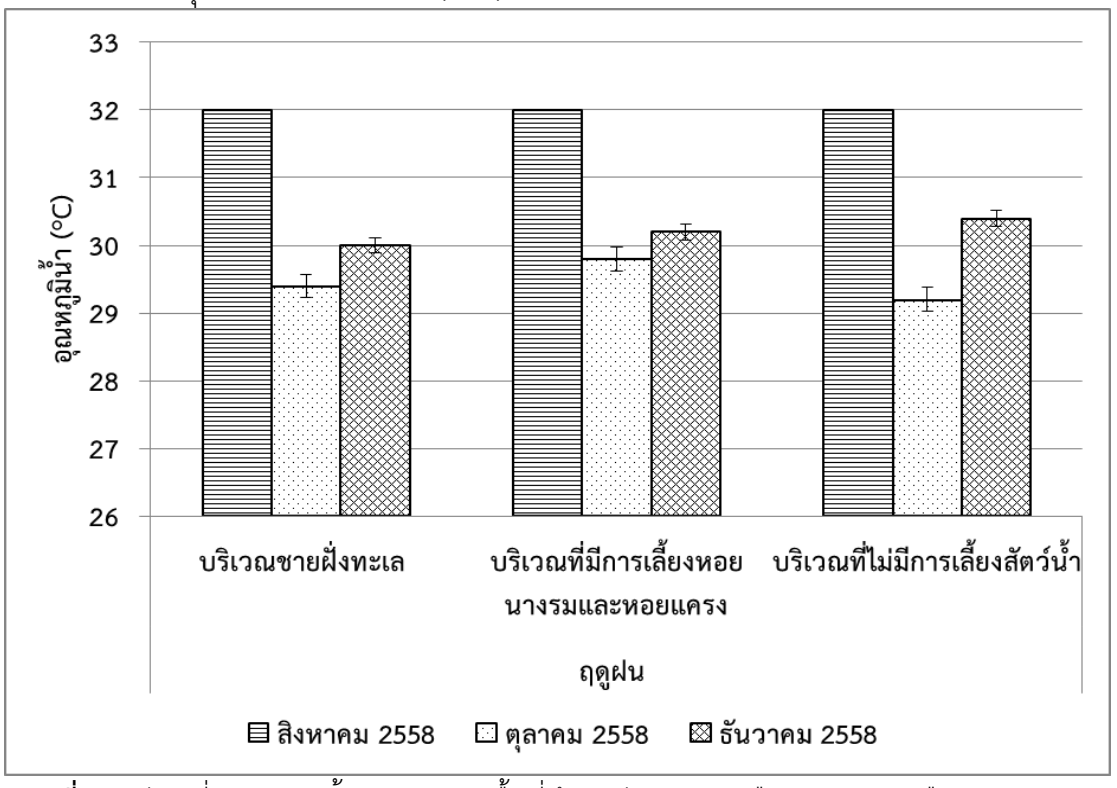
ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	30.33±0.18[a]	30.06±0.06[a]	30.39±0.19[a]	30.26±0.092
ฤดูฝน	30.46±0.16[a]	30.66±0.18[a]	30.53±0.16[a]	30.55±0.09

หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

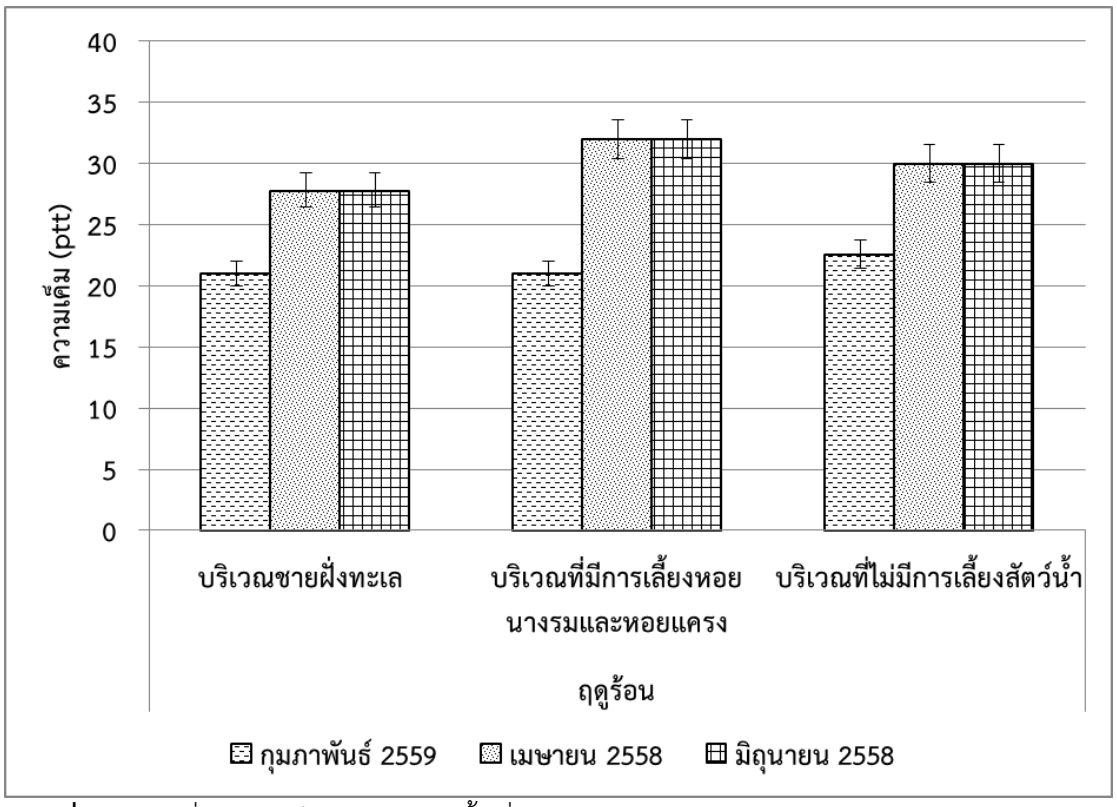
3.1.2 ความเค็ม

ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 1-32 ppt จากการศึกษาความเค็มต่ำสุดในเดือนตุลาคม บริเวณชายฝั่งทะเล และมีค่าความเค็มสูงสุดในเดือนเมษายน และมิถุนายน บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (ภาพที่ 6-7) โดยค่าเฉลี่ยความเค็มในแต่ละพื้นที่ศึกษาและค่าเฉลี่ยความเค็มฤดูร้อนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) ค่าเฉลี่ยความเค็มในแต่ละพื้นที่ศึกษาฤดูฝน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งบริเวณชายฝั่งทะเลมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ตารางที่ 9) เนื่องจากในฤดูฝนมีการระบายน้ำลงมาจากแม่น้ำลำคลองสายต่างๆซึ่งแม่น้ำสายหลักที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน มี 2 สาย คือ แม่น้ำตาปี และแม่น้ำพุมดวง (ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และ ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ, 2547) ซึ่งมีปริมาณน้ำจำนวนมากไหลลงสู่บริเวณชายฝั่งทะเลส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำตายได้ เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ พงษ์เทพ วิไลพันธ์ และคณะ (2554) ที่ได้ศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าความเค็มอยู่ระหว่าง 3-30 ppt โดยระหว่างเดือน ตุลาคม –พฤศจิกายน 2552 มีค่าต่ำสุดเนื่องจากเป็นช่วงฝนตกชุก โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำ ทำให้มีปริมาณน้ำจืดไหลสู่ทะเลเป็นจำนวนมากค่าความเค็มค่าต่ำ ซึ่งความเค็มมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 10 % (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

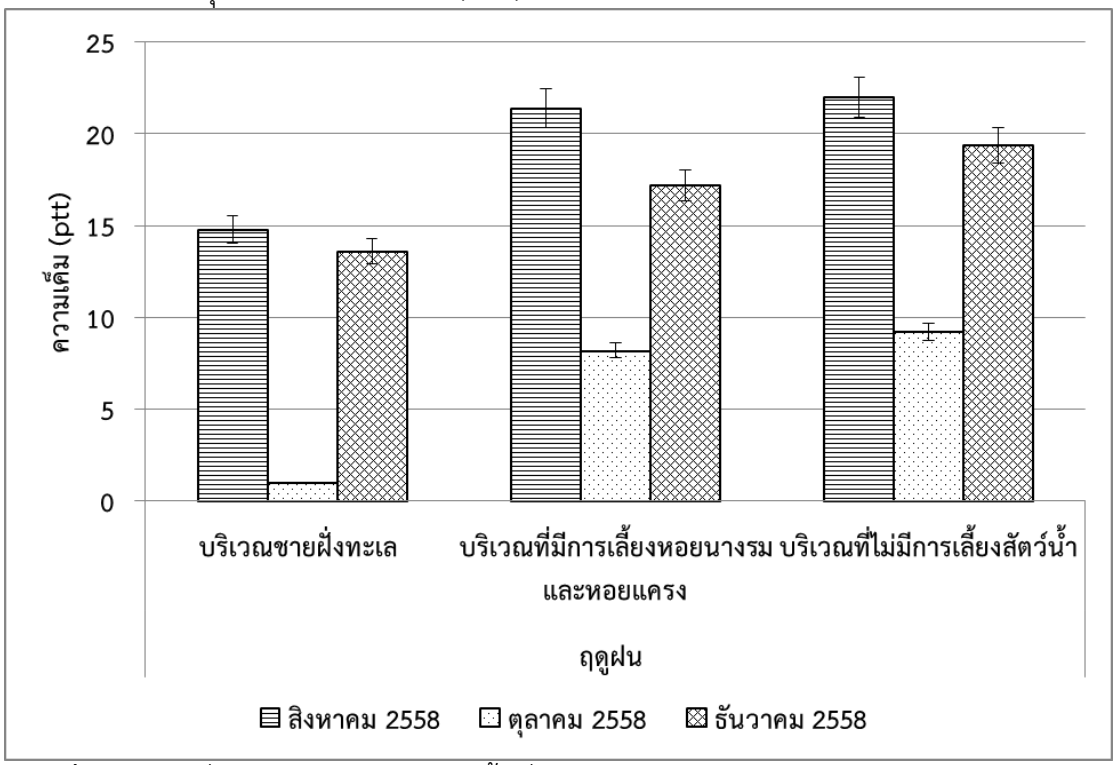
ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความเค็มในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	25.53±2.71[a]	28.33±1.58[a]	27.53±2.75[a]	27.13±1.32
ฤดูฝน	9.78±0.85[a]	15.59±1.04[b]	16.86±1.47[b]	14.08±1.02

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยความเค็มจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยความเค็มจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

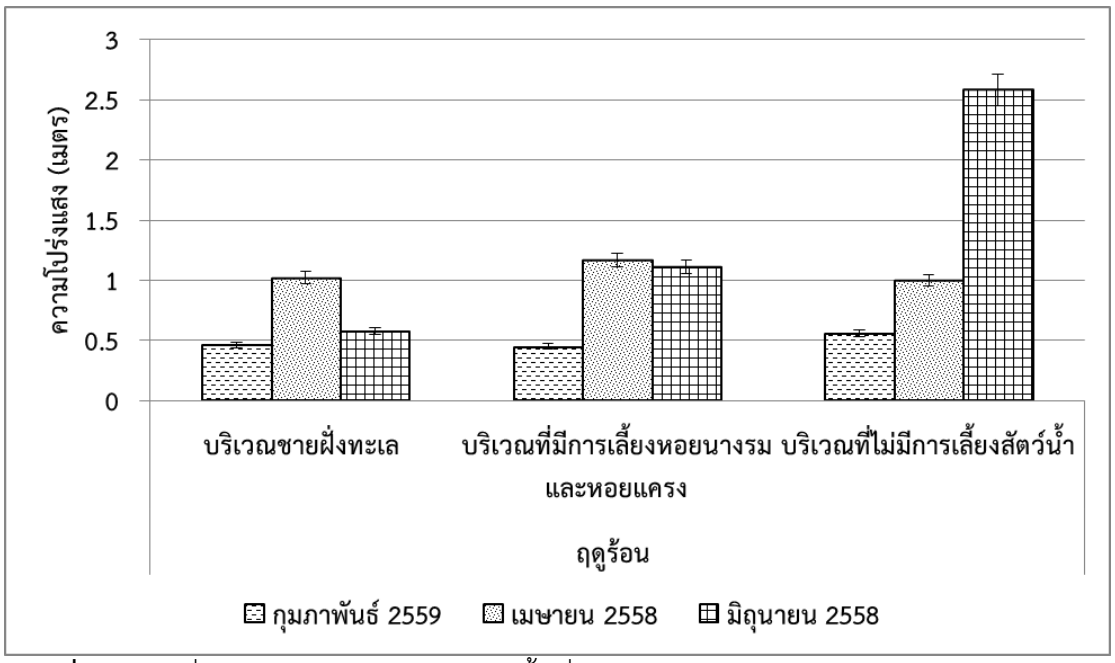
3.1.3 ความโปร่งแสง

พบว่าความโปร่งแสงอยู่ในช่วง 0.45-4.81 m ความโปร่งแสงมีค่าต่ำสุด เดือนกุมภาพันธ์ บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และมีค่าสูงสุดเดือนสิงหาคม บริเวณไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ภาพที่ 8-9) โดยค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงในแต่ละพื้นที่ศึกษาและในฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งบริเวณชายฝั่งทะเลมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ตารางที่ 10) จากการตรวจวัดความโปร่งแสงแต่ละสถานีขึ้นอยู่ความลึกของน้ำ ช่วงเวลา กระแสน้ำ และช่วงเวลาน้ำขึ้นและน้ำลง โดยค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ค่าความโปร่งแสงลดลงจากธรรมชาติไม่เกินกว่า 10 % จากค่าต่ำสุด จะเห็นว่าค่าความโปร่งแสงแต่ละบริเวณเก็บตัวอย่าง ทั้ง 3 บริเวณ ค่าจะอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานที่สามารถมองเห็นพื้นน้ำได้ และจะเห็นว่ามีค่าความโปร่งแสงสูงในช่วงฤดูร้อน แสดงว่ามีของแข็งที่ละลายในน้ำมีปริมาณมาก ทำให้พืชน้ำ แพลงก์ตอนมีการเจริญเติบโตเนื่องจากมีแร่ธาตุอยู่ในน้ำจำนวนมาก สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำอ่าวบ้านดอนจากสถานีเลี้ยงหอย พบว่าความโปร่งแสงอยู่ในช่วง 5-600 เซนติเมตรจะขึ้นอยู่กับความลึกของแต่ละสถานี (นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, 2547) จากการศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งเลี้ยงหอยนางรม บริเวณอ่าวบ้านดอน ในช่วงฤดูร้อนความโปร่งแสง มีความแตกต่างทางสถิติ (วิสุทธิ์ พรมเล็ก, 2552) อย่างไรก็ตามค่าความโปร่งแสงมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ โดยจะพบค่าความโปร่งแสงสูงที่สุดบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ บริเวณชุมชน บริเวณปากแม่น้ำมีค่าความโปร่งแสงลดต่ำลง (ประเดิม อุทธยานมณี, 2555; นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา, 2540)

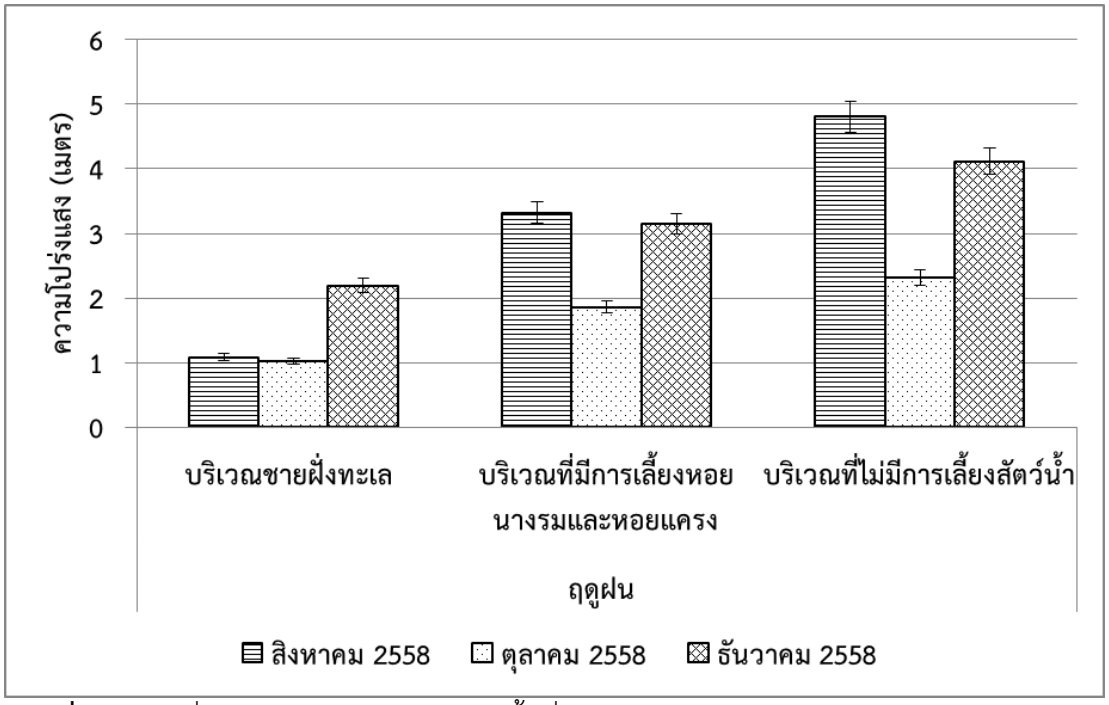
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยของความโปร่งแสงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	0.69±0.59^{a}	0.90±0.32^{a}	1.38±0.13^{b}	0.99±0.09
ฤดูฝน	0.21±0.14^{a}	0.49±.066^{b}	0.68±0.11^{c}	0.46±0.22

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

3.1.4 ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด

พบว่าปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดอยู่ในช่วง 12.36-68.27 mg/l มีค่าต่ำสุด เดือนตุลาคม และค่าสูงสุด เดือนเมษายน บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ภาพที่ 10-11) โดยค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา และฤดูกาล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 11) ของแข็งทั้งหมดเป็นปริมาณของสารทุกชนิดที่อยู่ในน้ำมีทั้งละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ ประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งพบว่าในฤดูร้อนมีปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมดสูงที่สุด

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	32.78±3.66[a]	32.24±4.53[a]	38.12±1.40[a]	34.38±1.98
ฤดูฝน	20.16±5.41[a]	23.60±4.83[a]	20.87±2.04[a]	21.54±2.36

หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)

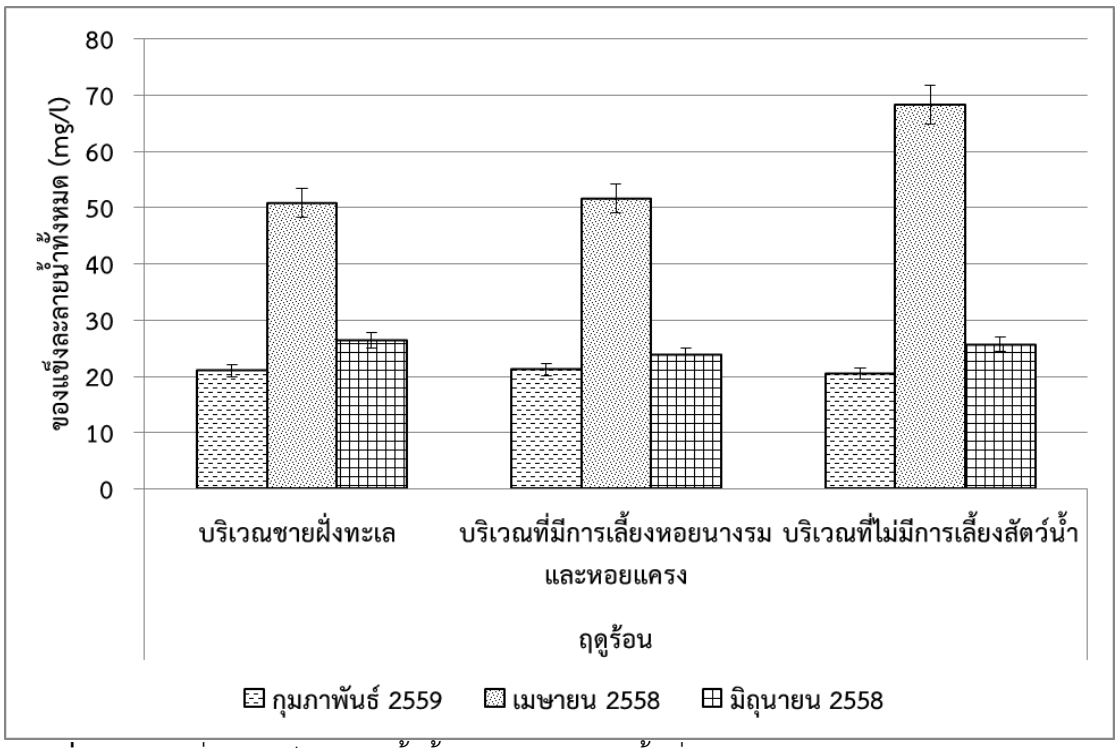
3.1.5 ความเป็นกรด-ด่าง

พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 7.2-7.97 มีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม และสูงสุดในเดือน กุมภาพันธ์ บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ภาพที่ 12-13) สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำอ่าวบ้านดอนมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.99-8.48 มีค่าต่ำสุดในฤดูฝน (นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, 2547) ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลประเภทที่ 3 อยู่ในช่วง 7-8.5 เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) โดยเมื่อจำแนกตามฤดูกาลของสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาและในฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 12)

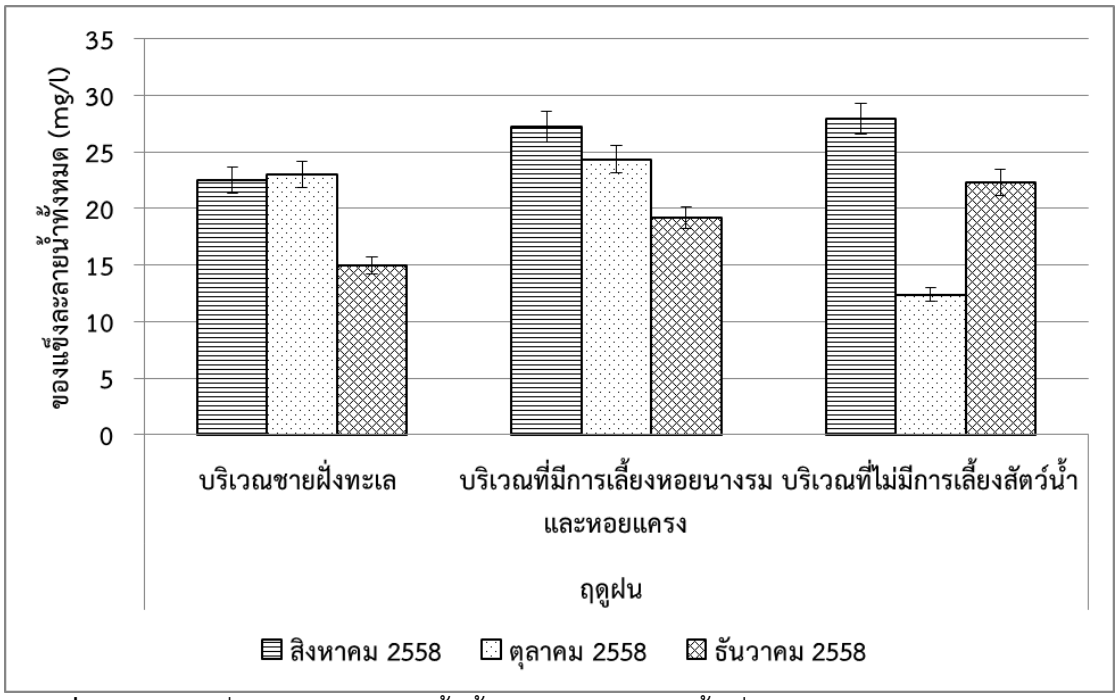
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	7.45±0.08[a]	7.47±0.025[a]	7.63±0.124[a]	7.51±0.05
ฤดูฝน	7.54±0.03[a]	7.46±0.076[a]	7.41±0.09[a]	7.47±0.04

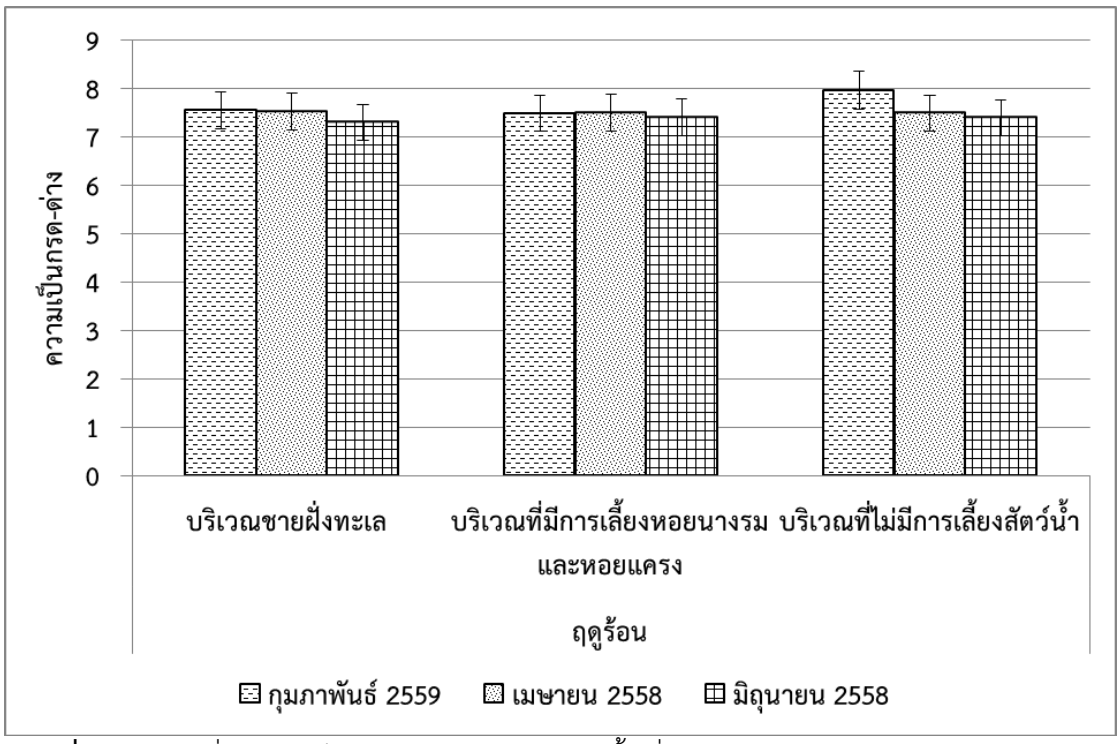
หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



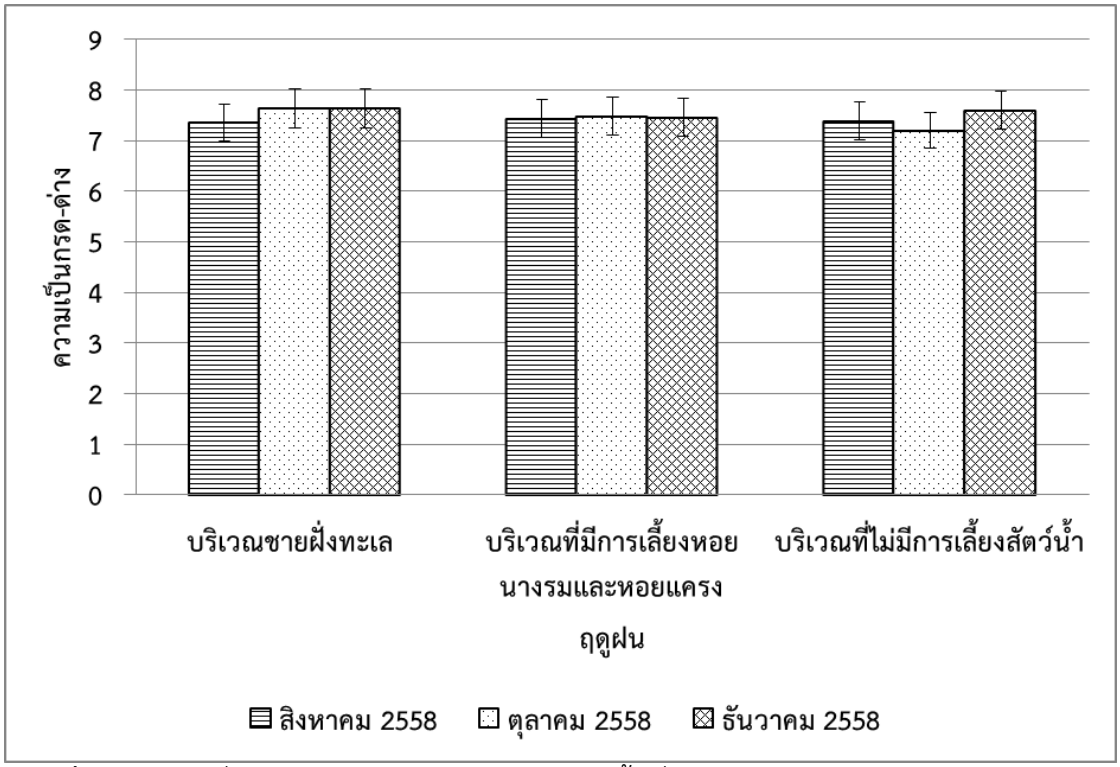
ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยของแข็งละลายน้ำทั้งหมดจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)



ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

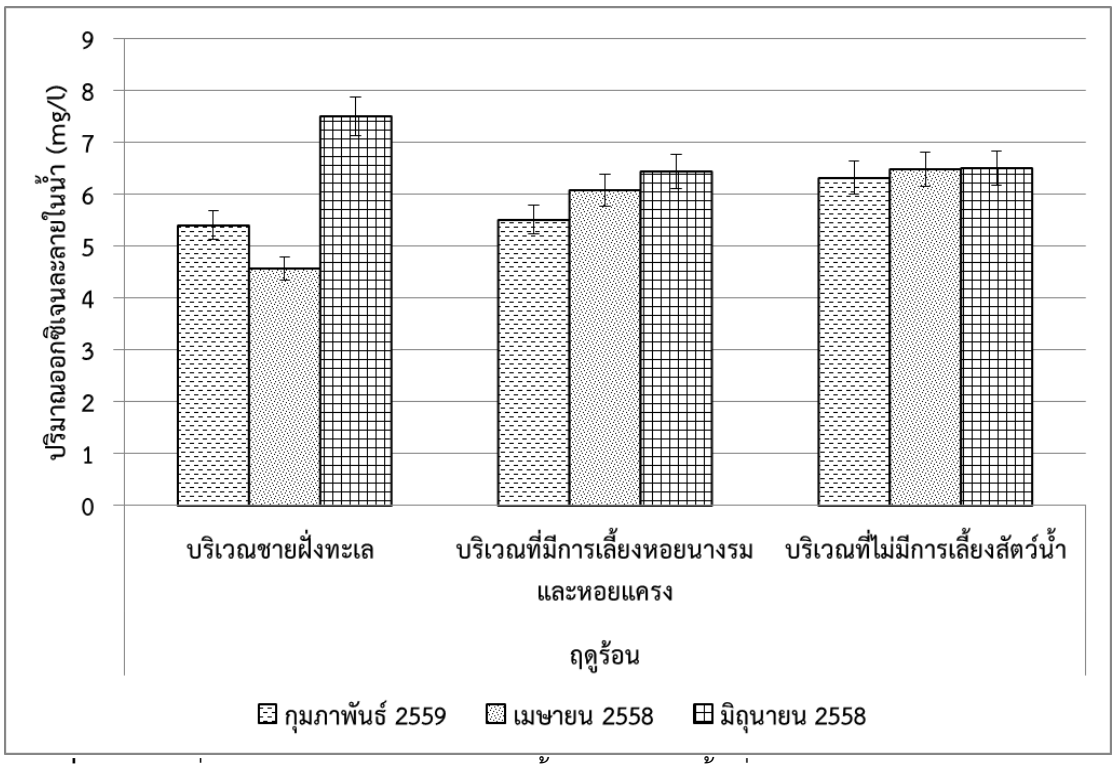
3.1.6 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ อยู่ในช่วง 4.57-7.5 mg/l มีค่าต่ำสุดเดือนเมษายน และมีค่าสูงสุดเดือนมิถุนายน บริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 14-15) โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา และฤดูฝนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05) ซึ่งบริเวณชายฝั่งทะเลมีค่าต่ำกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ในฤดูร้อนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 13) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความผันแปรซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น กระแสน้ำ การไหลเวียนของมวลน้ำ กระแสน้ำขึ้นน้ำลง และปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในแหล่งน้ำ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2558; บุสยา ปล้องอ่อน และคณะ, 2559) จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีความแตกต่างเชิงพื้นที่ บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าสูงกว่าบริเวณชายฝั่งทะเล บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในอ่าวบ้านดอนซึ่งมีรายงานพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริเวณนอกอ่าวมีค่าสูงกว่าในอ่าว ปากแม่น้ำ แหล่งชุมชน (ประเดิม อุทธยานมณี, 2555) โดยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ไม่ต่ำกว่า 4 mg/l ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งจัดอยู่ในประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเล เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (2549)

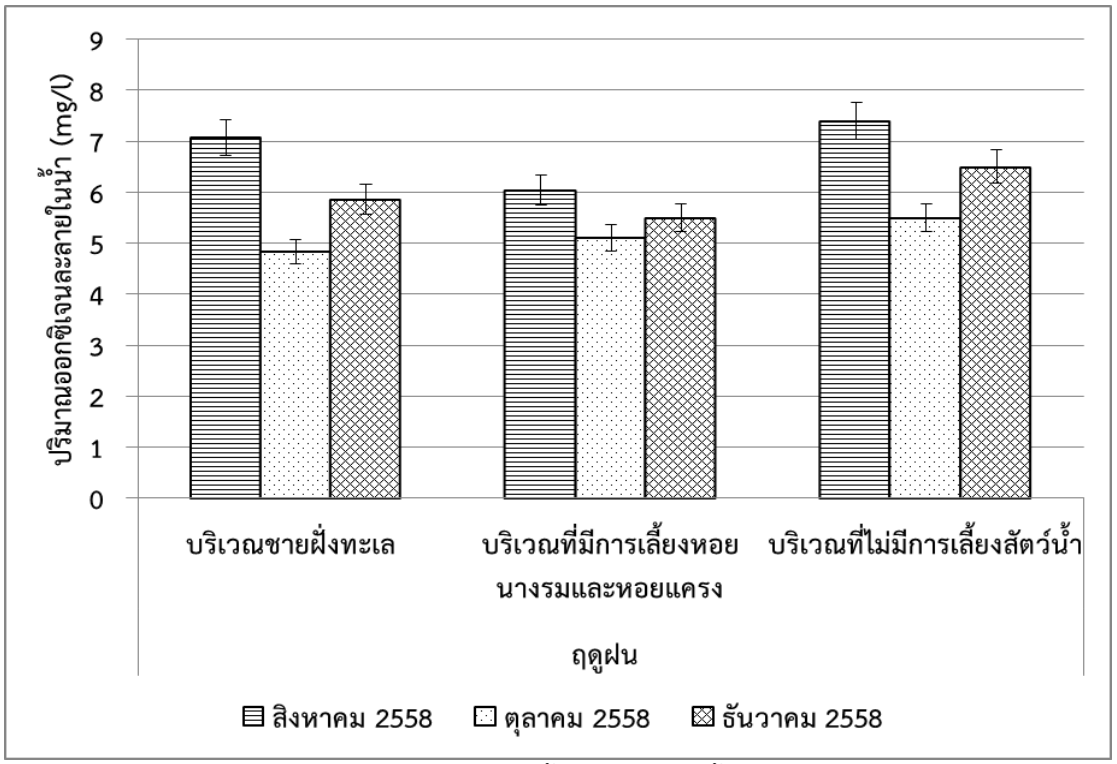
ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	5.82±0.36^{a}	6.0±0.23^{a}	6.43±0.20^{a}	6.08±0.16
ฤดูฝน	5.92±0.37^{a}	5.57±0.18^{ab}	6.52±0.18^{ac}	6.0±0.17

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b, c ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

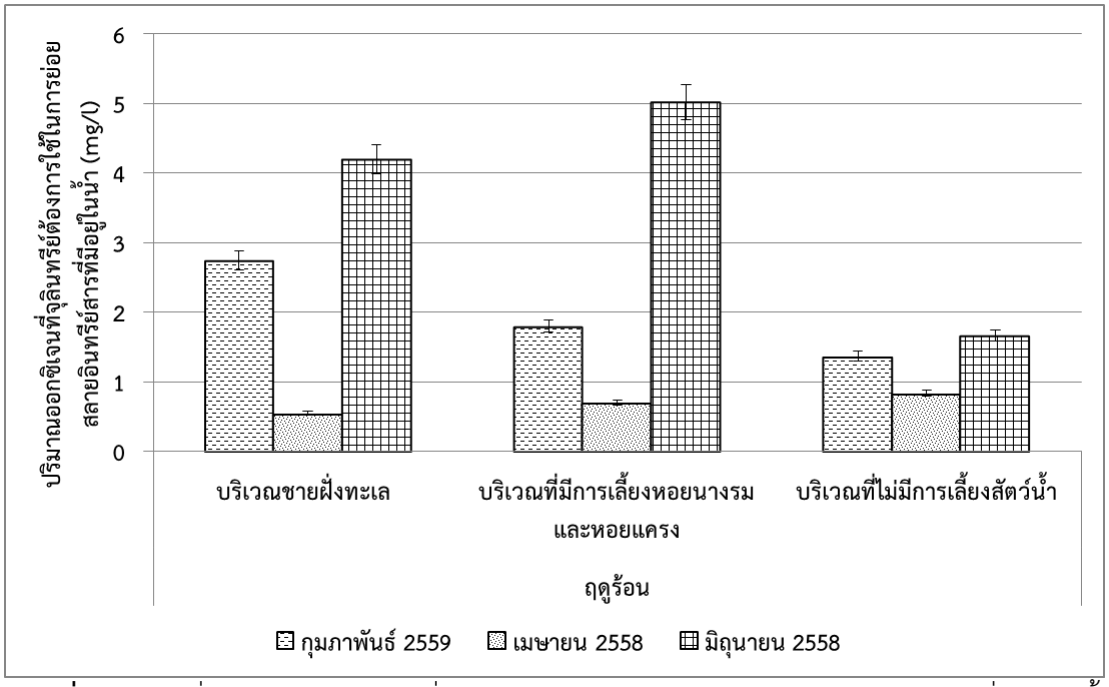
3.1.7 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ (บีโอดี)

บีโอดีอยู่ในช่วง 0.55-0.7 mg/l มีค่าต่ำสุดเดือนเมษายน บริเวณชายฝั่งทะเล และมีค่าสูงสุดเดือนมิถุนายน บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (ภาพที่ 16-17) ซึ่งมีรายงานการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากระชังพบว่าบีโอดีมีค่าต่ำในพื้นที่การเลี้ยงปลากระชังไม่หนาแน่น ค่าบีโอดีสูงในบริเวณที่มีปลากระชังหนาแน่นซึ่งได้รับการปนเปื้อนของเสียจากการเลี้ยงสัตว์น้ำทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ และยังมีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดต่ำลง (กาญจนา จ้ายเกิด, กานดา ค้ำชู และพงศ์ศักดิ์ เหล่าดี, 2557) โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา และฤดูกาล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 14)

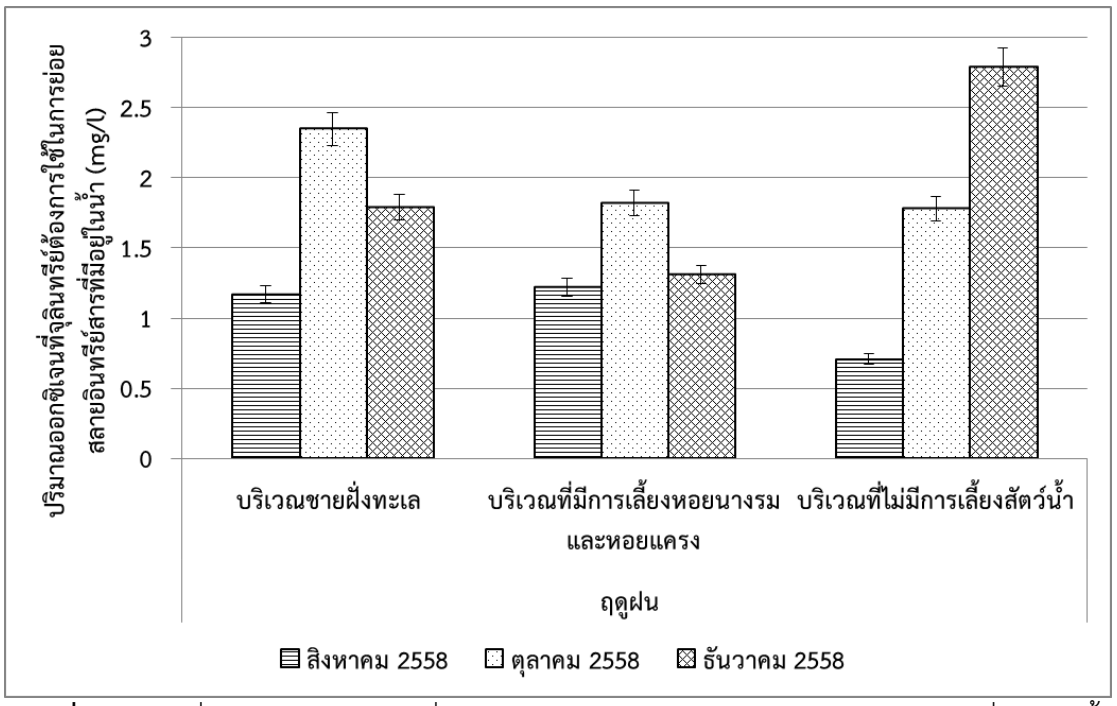
ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยของบีโอดีในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	2.49±0.58[a]	2.51±0.37[a]	1.28±0.15[a]	2.09±0.26
ฤดูฝน	1.77±0.16[a]	1.45±0.13[a]	1.75±0.31[a]	1.66±0.12

หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

3.1.8 แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.2 mg/l พบว่าแอมโมเนียมีค่าสูงในฤดูฝน สูงที่สุดในเดือนธันวาคม รองลงมาเดือนตุลาคมบริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 18-19) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมในฤดูฝนมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (2549) โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาและในฤดูกาล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	0.054±0.026[a]	0.053±0.013[a]	0.04±0.009[a]	0.04±0.009
ฤดูฝน	0.017±0.032[a]	0.104±0.031[a]	0.096±0.04[a]	0.12±0.02

หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)

3.1.9 ไนไตรต์-ไนโตรเจน

ไนไตรต์-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.001-0.02 mg/l พบว่าไนไตรต์-ไนโตรเจนมีค่าสูงสุด ในเดือนตุลาคม บริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 20-21) เนื่องจากมีฝนตกปริมาณมากในช่วงเดือนตุลาคม เกิดจากน้ำฝนมีการชะล้างแร่ธาตุจากผิวดินมาผสมกับน้ำทะเล โดยค่าเฉลี่ยไนไตรต์-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05) บริเวณชายฝั่งทะเลมีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา และในฤดูฝนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยของไนไตรต์-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	0.006±0.001[a]	0.002±0.0005[b]	0.002±0.0005[b]	0.003±0.0006
ฤดูฝน	0.011±0.002[a]	0.007±0.001[a]	0.008±0.001[a]	0.009±0.001

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)

3.1.10 ไนเตรท-ไนโตรเจน

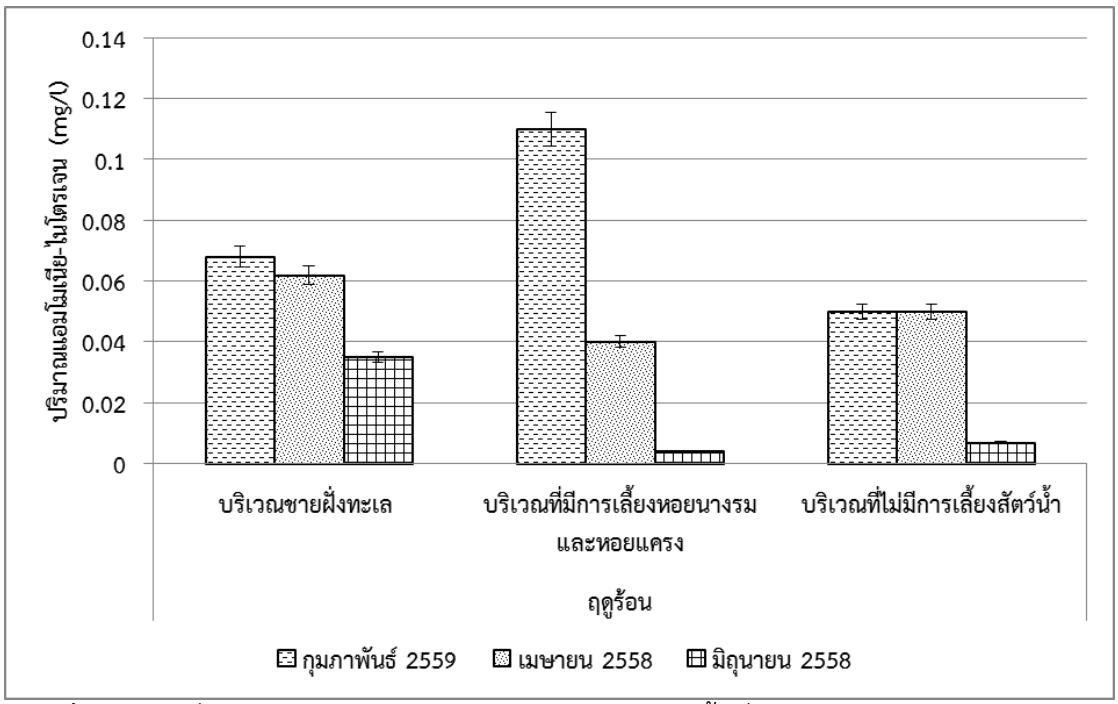
ไนไตรต์-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.001-0.02 mg/l พบว่าไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่าสูงสุด ในเดือนตุลาคม บริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 22-23) โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษาและในฤดูกาลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05) บริเวณชายฝั่งทะเลมีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (ตารางที่ 17) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมในฤดูฝนมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (2549)

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ยของไนเตรท-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนและฤดูฝน

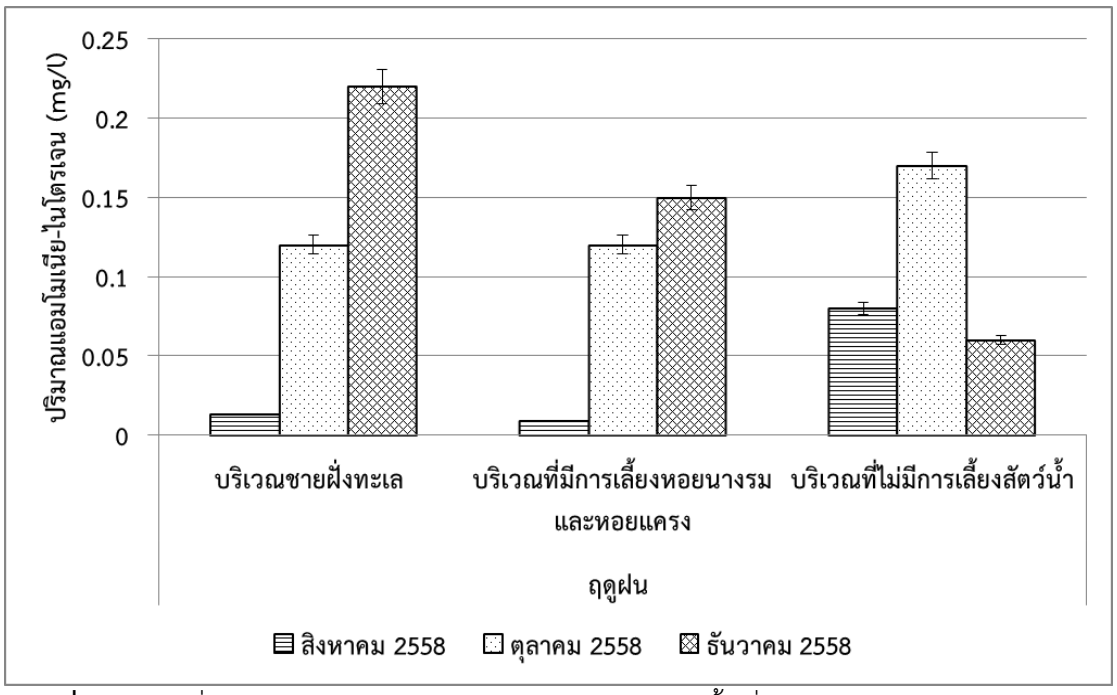
ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	0.02±0.004[a]	0.006±0.002[b]	0.001±0.0005[b]	0.01±0.002
ฤดูฝน	0.206±0.064[a]	0.081±0.02[b]	0.055±0.012[b]	0.11±0.027

หมายเหตุ ตัวอักษร a, b ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)

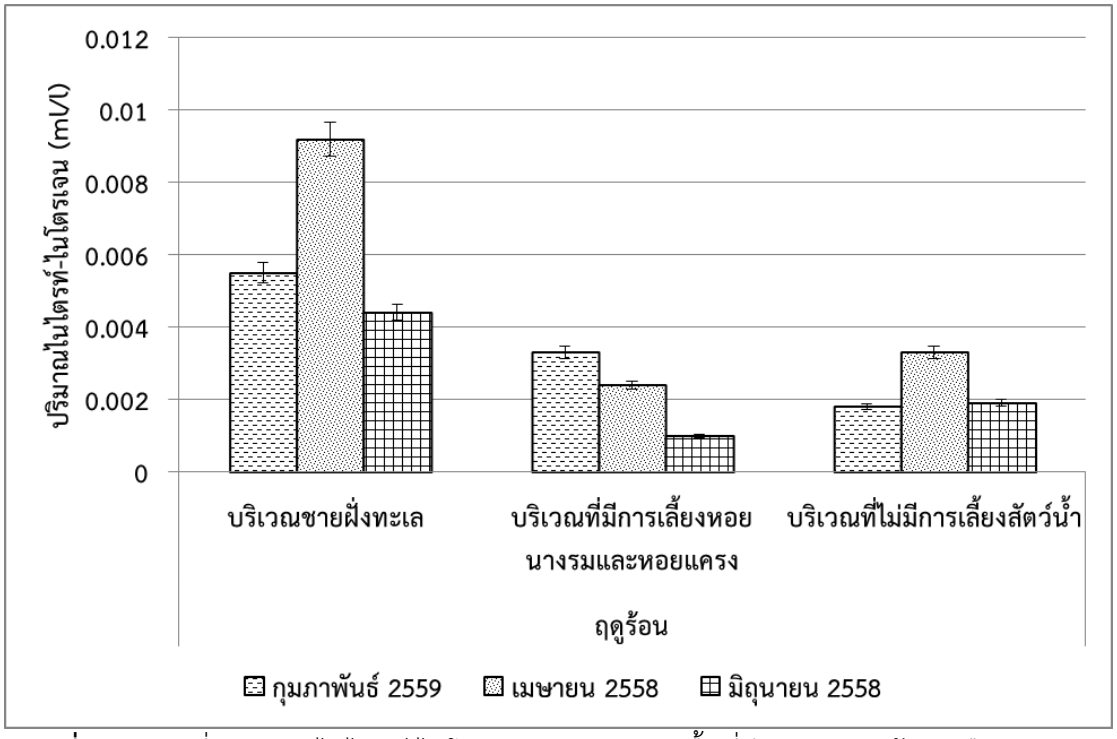
จากการศึกษาค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน จะพบว่ามีปริมาณค่าเฉลี่ยสูงในฤดูฝน สภาพอากาศในเดือนธันวาคม และตุลาคม มีฝนตกชุกต่อเนื่องกัน เป็นช่วงมรสุมในพื้นที่อ่าวบ้านดอนทำเกิดการผสมของน้ำทะเลและน้ำท่าจากแม่น้ำตาปีและลำคลองสายต่างๆ ที่พัดพาเอาแร่ธาตุจากผิวดิน ผ่านแหล่งเพาะเลี้ยงกุ้ง ผ่านแหล่งชุมชน แหล่งการทำเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้เมื่อมีปริมาณสารอาหารจำนวนมากทำเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ สอดคล้องกับการศึกษาของบุสยา ปล้องอ่อน และคณะ (2559) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน พบว่าแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท มีค่าเฉลี่ยสูงในฤดูฝน เนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินมีการพัดพาธาตุอาหารที่เกิดจากการไหลผ่านบริเวณแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม ทำให้มีสารอาหารเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ แอมโมเนีย และไนเตรทมีค่าสูง ปริมาณสารอินทรีย์สูงเนื่องจากซากอินทรีย์จำนวนมากอยู่ที่พื้นโคลนปากแม่น้ำ อิทธิพลของกระแสน้ำขึ้นน้ำลงและการไหลเวียนของน้ำ (ชนากานต์ สุขอุดม และคณะ, 2558; Buranapratheprat *et al*., 2002) นอกจากนี้มีการรายงานบริเวณปากแม่น้ำจะเป็นแหล่งสะสมของไนโตรเจน ที่อาจเกิดจากของเสียที่ตกตะกอนจากการเพาะเลี้ยงหอยอย่างหนาแน่น (Giles *et al*., 2006; Kaspar *et al*., 1985 อ้างอิงใน อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ, 2554)



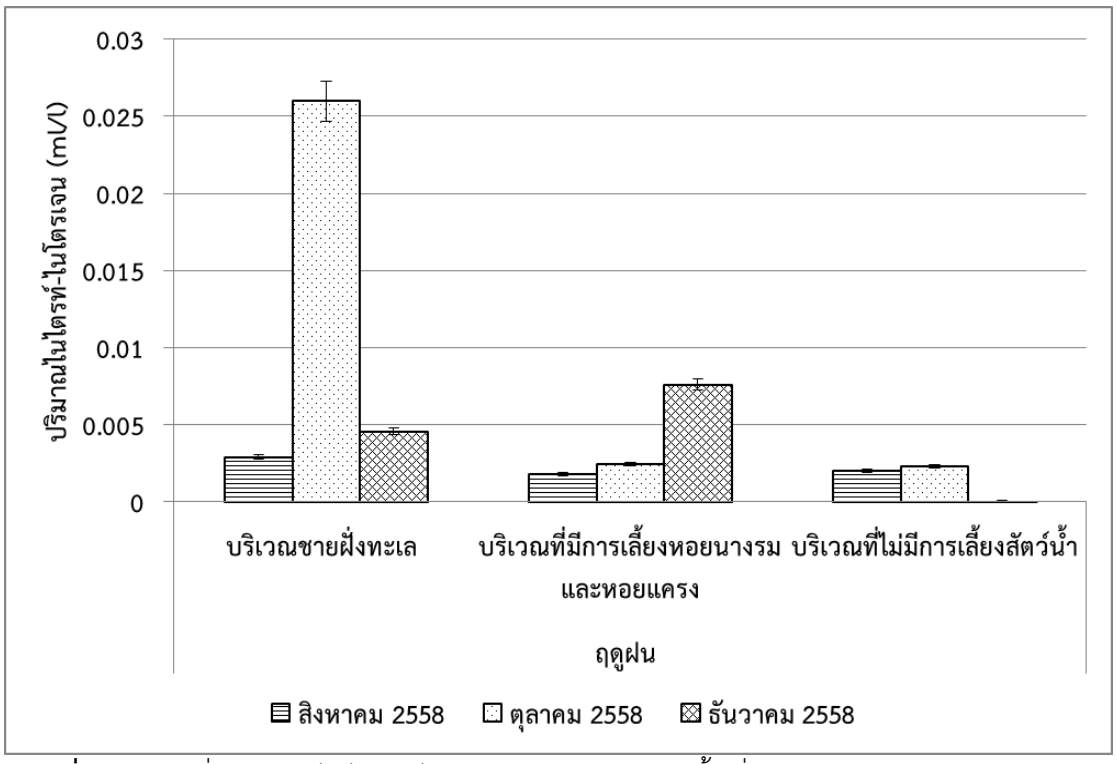
ภาพที่ 18 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



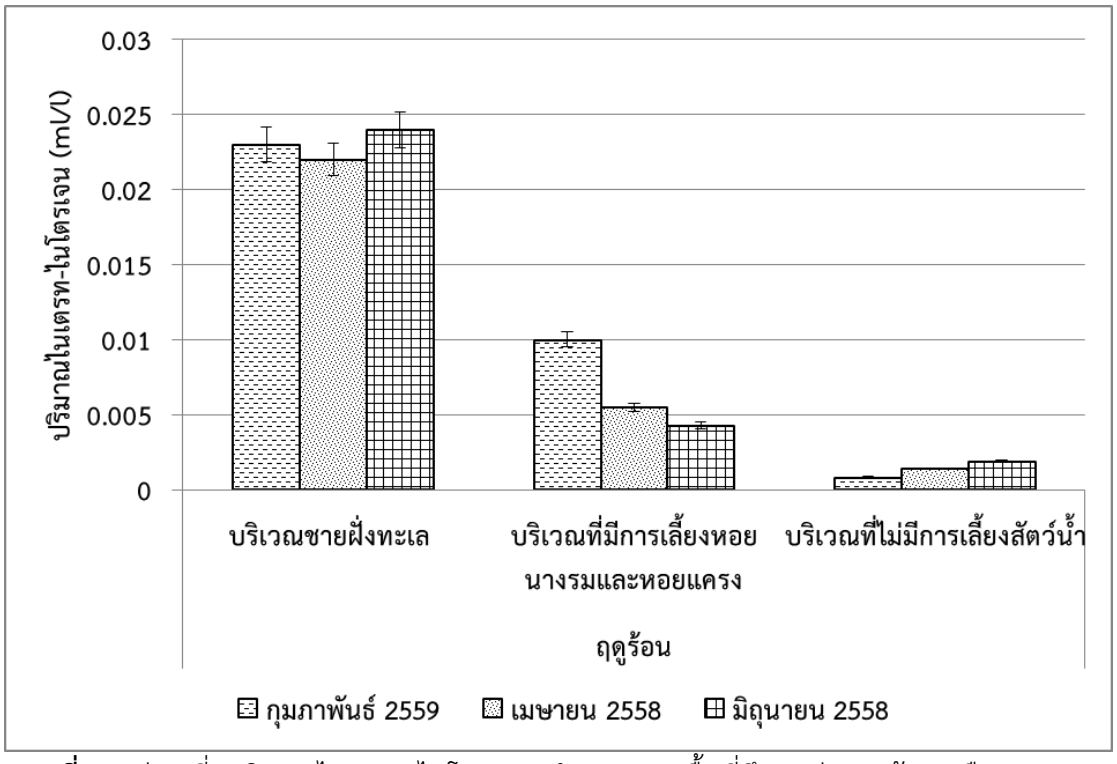
ภาพที่ 19 ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)



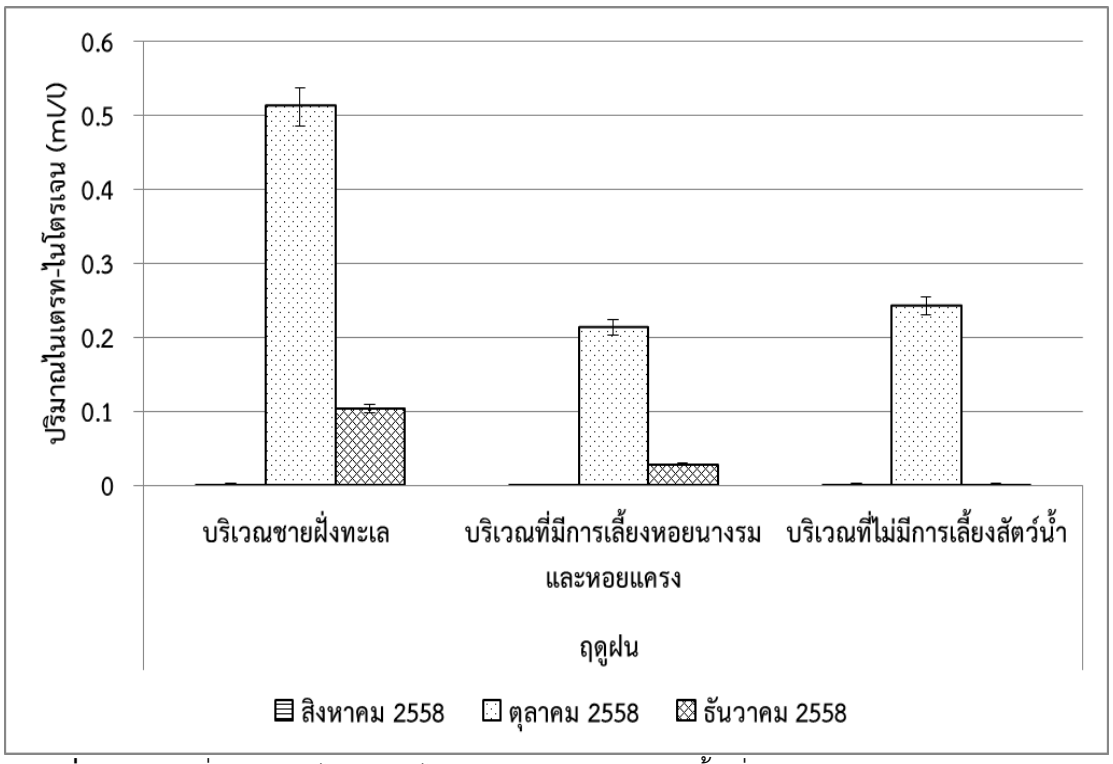
ภาพที่ 20 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรต์-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 21 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรต์-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)



ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

3.1.11 ออร์โธฟอสเฟต

ออร์โธฟอสเฟต มีค่าอยู่ในช่วง 0.006--0.01 mg/l พบว่าออร์โธฟอสเฟต มีค่าสูงในเดือนเมษายน บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (ภาพที่ 24-25) โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา และฤดูกาล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 18) ปริมาณการเพิ่มสูงของออร์โธฟอสเฟตมีความสัมพันธ์คลอโรฟิลล์เอ (อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และประสาร อินทเจริญ, 2554)

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยของออร์โธฟอสเฟตในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	0.049±0.004[a]	0.072±0.024[a]	0.033±0.003[a]	0.05±0.008
ฤดูฝน	0.041±0.005[a]	0.040±0.007[a]	0.045±0.012[a]	0.04±0.004

หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)

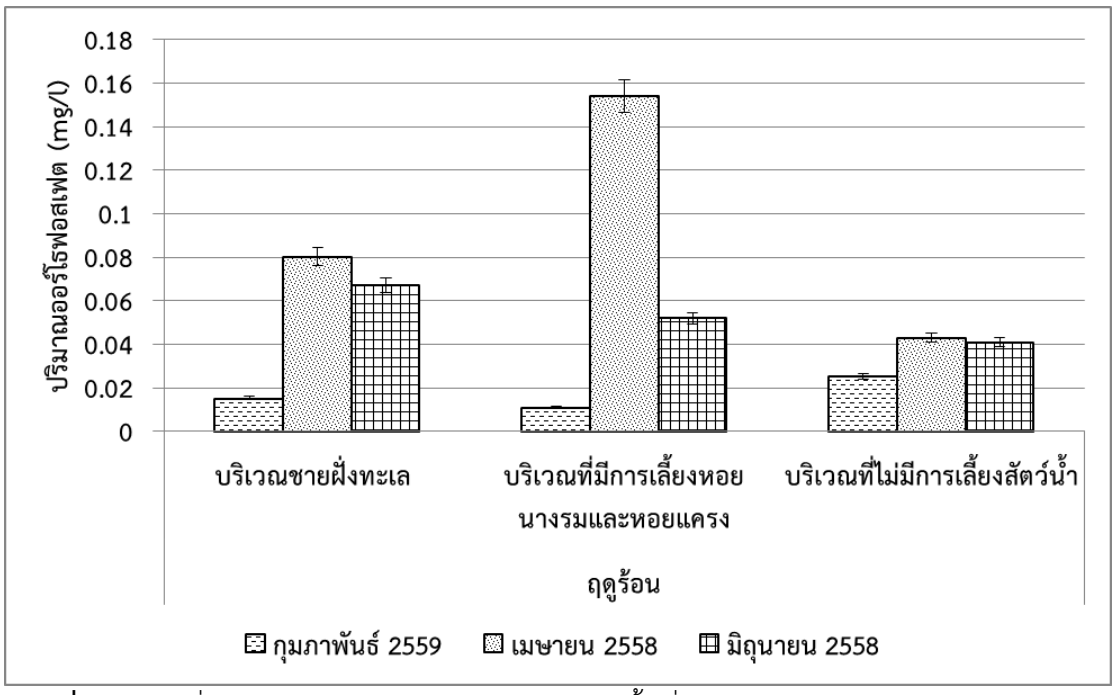
3.1.12 คลอโรฟิลล์ เอ

คลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.85 mg/l พบว่ามีค่าสูงสุดเดือนเมษายนและมีค่าต่ำสุดเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 26-27) โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา และฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 19) ค่าเฉลี่ยของคลอโรฟิลล์เอมีค่าสูงในฤดูร้อน เนื่องจากในฤดูร้อนมีความโปร่งแสงสูงจึงทำให้แสงสามารถส่องผ่านผิวน้ำได้มาก จึงเกิดการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช จึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเพิ่มขึ้นจากฤดูฝน ฟอสเฟตเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และ ประสาร อินทเจริญ, 2554) จากรายงานก่อนหน้านี้แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ น้อยกว่า 4.7 mg/l แหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง พบคลอโรฟิลล์ เอ 4.7-14.3 mg/l แหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์มาก (Ryding and Rast อ้างอิงใน กาญจนา จ้ายเกิด และคณะ 2557)

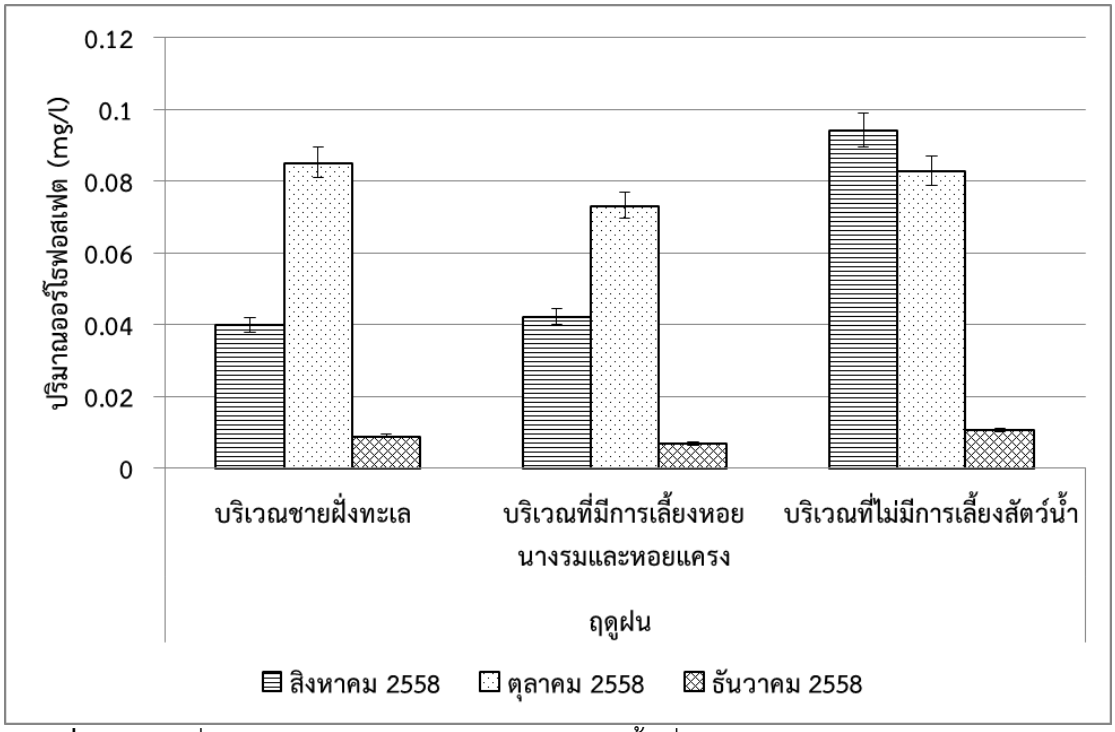
ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยของคลอโรฟิลล์ เอ ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	0.056±0.005[a]	0.0414±0.005[a]	0.042±0.004[a]	0.04±0.003
ฤดูฝน	0.041±0.005[a]	0.040±0.007[a]	0.045±0.012[a]	0.03±0.004

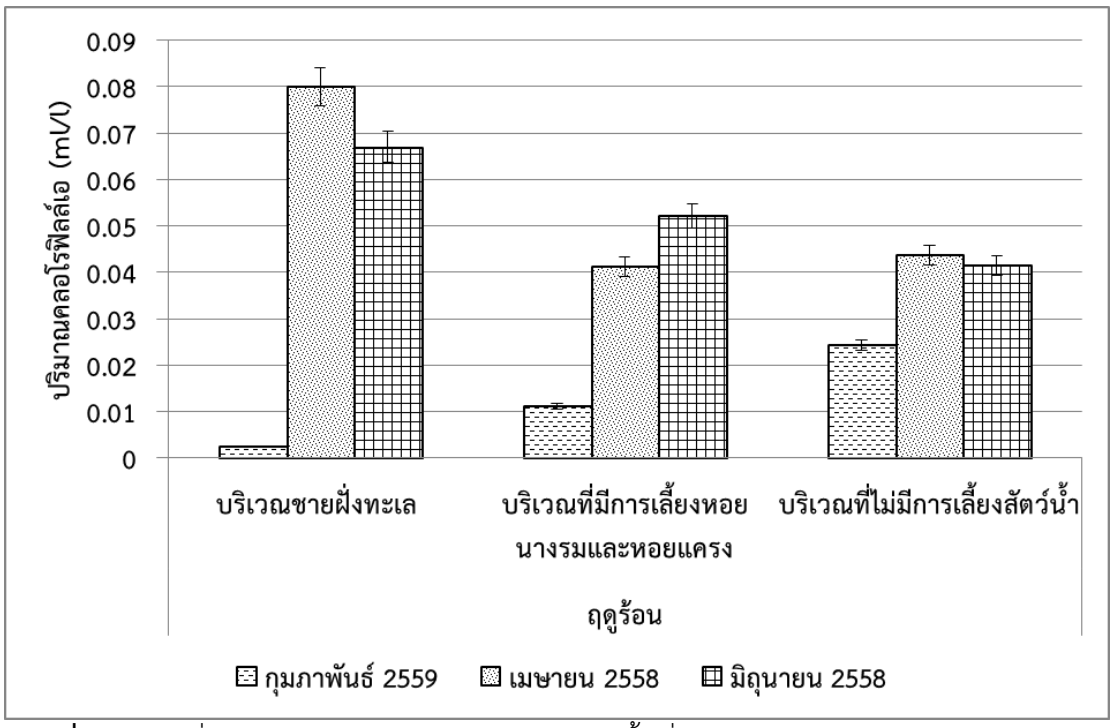
หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



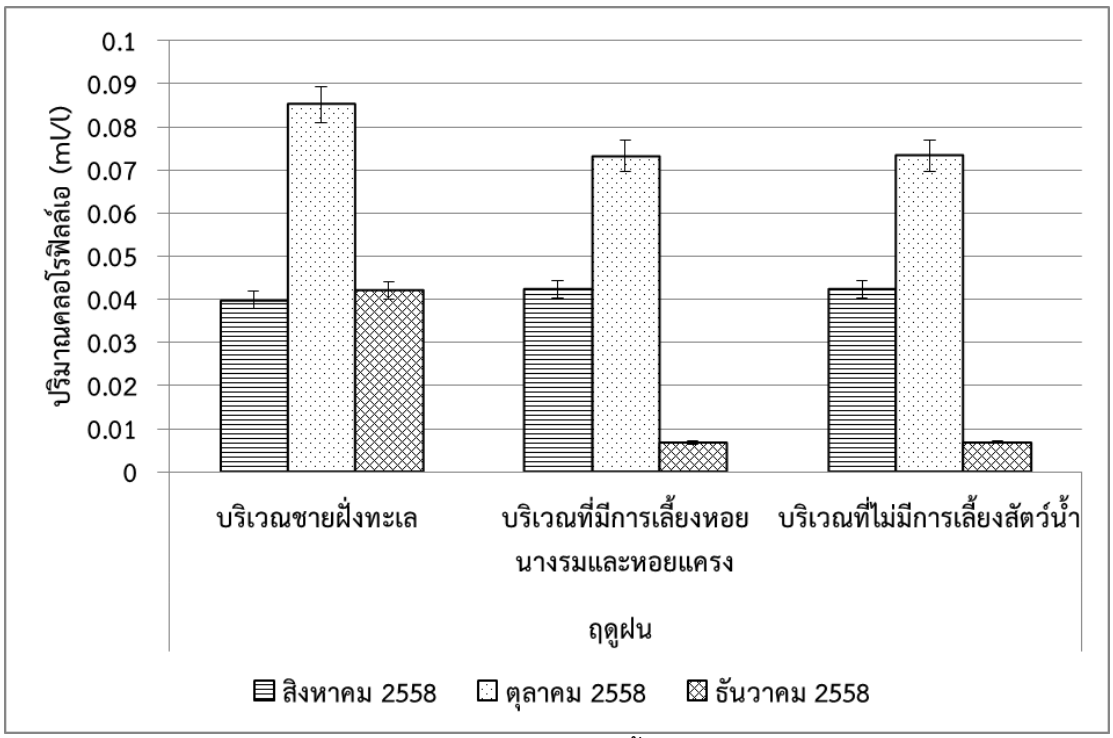
ภาพที่ 24 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟต จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 25 ค่าเฉลี่ยปริมาณออร์โธฟอสเฟต จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)



ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 (n=5)



ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558 (n=5)

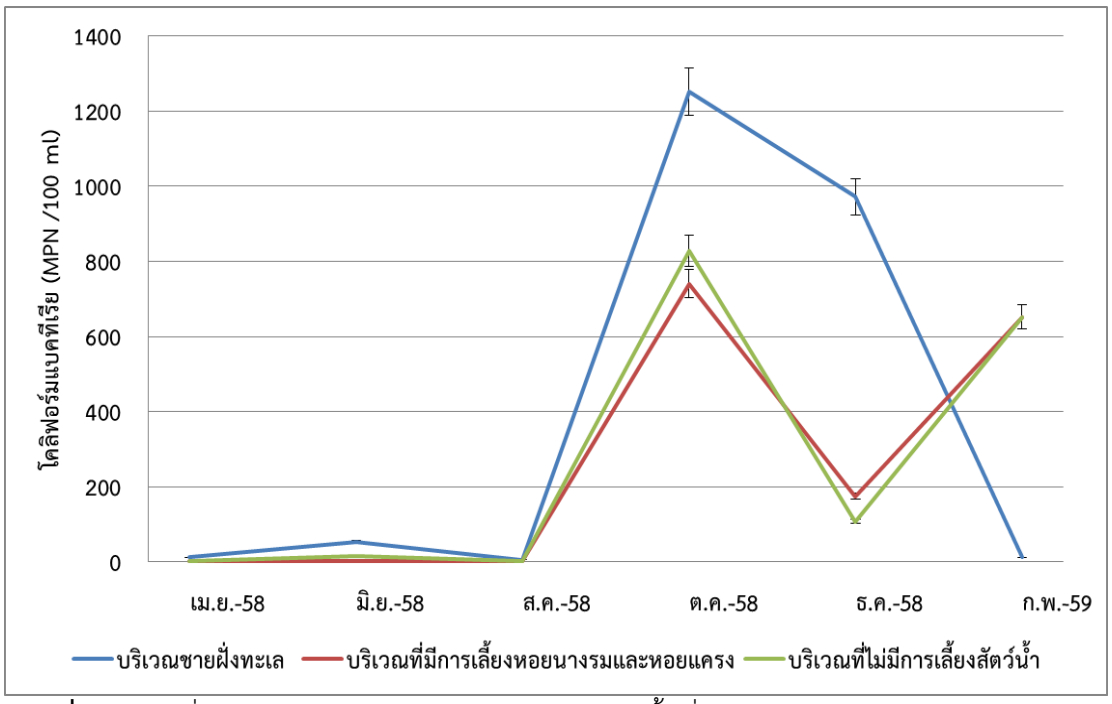
3.1.13 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 1.8 MPN/100 ml และมีค่าสูงสุดมากกว่า 1,600 MPN/100 ml แสดงดังตารางดัชนีเอ็ม.พี.เอ็ม.และความเชื่อมั่น 95% (ภาคผนวก ข) ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงสุดเป็น 1,252.6 MPN/100 ml ในเดือนตุลาคม บริเวณชายฝั่งทะเล (ภาพที่ 28-29) ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กำหนดไว้ว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจพบต้องไม่เกิน 1000 MPN/100 ml (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) จากผลการศึกษาพบว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีปริมาณสูงในฤดูฝน เนื่องมาจากในฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่บริเวณชายฝั่งทะเลมีปริมาณมากทำให้ความเค็มของน้ำลดต่ำลง เกิดการชะล้างของผิวดินเกิดตะกอนพื้นท้องมีการกระจาย ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสารอินทรีย์จากแหล่งชุมชน ลงสู่แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล โดยค่าเฉลี่ยในพื้นที่ศึกษา และฤดูกาล มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05) (ตารางที่ 20) มีรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้พบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีปริมาณสูงในฤดูฝนบริเวณปากแม่น้ำ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่มีจำนวนมากมาจากแหล่งชุมชนนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสกปรกของแหล่งน้ำบริเวณชายฝั่งพบว่าปริมาณสารอาหารบริเวณนอกอ่าวน้อยกว่าบริเวณชายฝั่งทะเล (Okpokwasili, 1996; ประเดิม อุทธยานมณี, 2555; นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, 2547)

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	23.95±18.66^{ac}	918.74±149.186^{b}	41.75±40.061^{ab}	328.15±121.51
ฤดูฝน	522.51±188.31^{a}	6.74±2.08^{b}	529.24±179.81^{a}	352.83±103.61

หมายเหตุ ตัวอักษร a,b,c ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียจำแนกตามพื้นที่ศึกษา

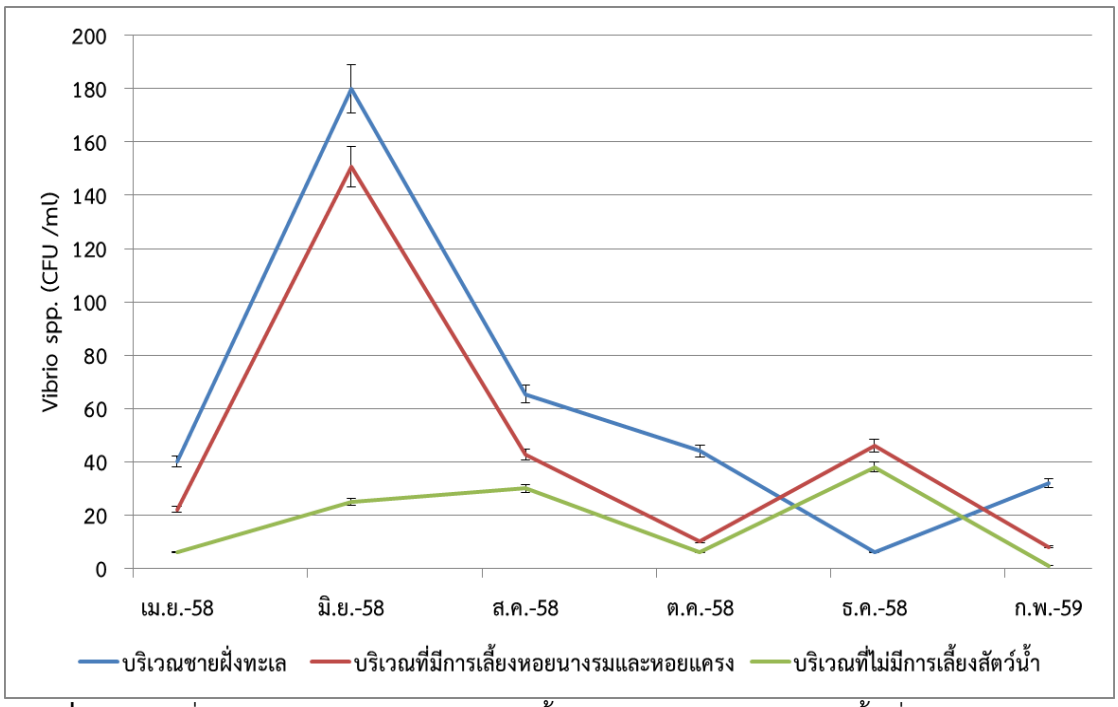
3.1.14 การแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp.

ปริมาณการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. อยู่ในช่วง 1-180 CFU/ml พบปริมาณสูงที่สุด ในฤดูร้อนเดือนมิถุนายน บริเวณชายฝั่งทะเล และบริเวณเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (ภาพที่ 30) โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของเชื้อ *Vibrio* จำแนกตามพื้นที่ศึกษา ฤดูร้อนและฤดูฝนไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 21) ปริมาณเชื้อที่มีปริมาณมากในฤดูร้อน โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibrio* จะแตกต่างกันตามชนิดของ *Vibrio* ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ (สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ, 2539; นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, 2547; พรพงษ์ สุทธิรักษ์, 2555)

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูร้อนและฤดูฝน

ฤดูกาล	บริเวณชายฝั่งทะเล	บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง	บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	ค่าเฉลี่ยรวม
ฤดูร้อน	95.13±43.38[a]	27.33±14.07[a]	71.79±35.83[a]	64.75±75.19
ฤดูฝน	21.33±13.6[a]	20.33±7.03[a]	15.0±12.6[a]	18.88±6.17

หมายเหตุ ตัวอักษร a ในแนวนอน แทนค่าข้อมูลที่มีความแตกต่างหรือไม่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ศึกษา อย่างมีนัยสำคัญในทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยปริมาณการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. จำแนกตามพื้นที่ศึกษา

3.2 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำกับการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp.

3.2.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. ช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2558 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

3.2.2.1 บริเวณชายฝั่งทะเล (A1-A5)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. พบว่าการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์กับความเป็น กรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.998$, $p < 0.05$) ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบผกผัน กล่าวคือ ในช่วงที่มีคุณภาพน้ำมีความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. ลดลง และมีความสัมพันธ์กับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=-0.999$, $p<0.05$) โดยมีความสัมพันธ์แบบผกผัน กล่าวคือการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มสูงขึ้นเมื่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดต่ำลง และมีความสัมพันธ์กับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.998$, $p<0.05$) มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในช่วงที่มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย

3.2.2.2 บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (B1-B5)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. พบว่าการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

3.2.2.3 บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (C1-C5)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. พบว่าการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์กับความโปร่งแสง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 1.0$, $p<0.01$) มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในช่วงที่มีค่าความโปร่งแสงเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย

3.2.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. ช่วงฤดูฝน เดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

3.2.3.1 บริเวณชายฝั่งทะเล (A1-A5) และบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง (B1-B5)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. พบว่าการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ

3.2.3.3 บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ (C1-C5)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับเชื้อ *Vibrio* spp. พบว่าการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์กับความโปร่งแสง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(r = 1.0, p<0.01) มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในช่วงที่มีค่าความโปร่งแสงเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย

การแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเป็น 7.46-7.52 สอดคล้องจากการศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในอ่าวบ้านดอนที่ค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 5.99-8.48 ส่วนใหญ่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างน้ำทะเลมีค่าเป็นกลางเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibrio* spp. (นิศานาถ ตัณฑัยย์ และคณะ, 2547) นอกจากนี้พบว่าเชื้อ *Vibrio* เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 7.88-8.54 เนื่องจากเชื้อดังกล่าวสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่เป็นด่างเล็กน้อย (พรพงษ์ สุทธิรักษ์, 2555) ปริมาณของเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์กับค่าบีโอดีไปในทิศทางเดียวกัน จากรายงานการศึกษา *V. parahaemolyticus* ในน้ำ ตะกอนดินในบ่อเลี้ยงกุ้งร่วมกับปลานิล มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกับกับบีโอดี แสดงว่าในแหล่งน้ำมีปริมาณสารอินทรีย์มากซึ่งเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรีย (ธนิต เบี้ยแก้ว และคณะ, 2559) จากรายงานก่อนหน้ากล่าวว่าวิบริโอไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง ต้องอาศัยอนินทรีย์สารจากแหล่งธรรมชาติ ในการดำรงชีวิตซึ่งจะพบได้ในตะกอน และล่องลอยอยู่ในน้ำทะเล กลุ่มแบคทีเรียมีการสร้างไบโอฟิม มีโครงสร้างเป็นเมือกเพื่อยึดเกาะให้อยู่ในที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต (Asplund, 2013)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibrio* โดยมีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกับอุณหภูมิ ความขุ่น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Pfeffer *et al*., 2003) จากการศึกษาความสัมพันธ์ของเชื้อ *Vibrio* spp. ในแหล่งน้ำและในสัตว์น้ำ พบว่าหากในแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของเชื้อ *Vibrio* spp. ทำให้สัตว์น้ำได้รับเชื้อก่อโรคที่แพร่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อผู้บริโภคสัตว์น้ำ และควรคำนึงถึงการบริโภคที่ปลอดภัยจากการปนเปื้อนของเชื้อ *Vibrio* spp. ในแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำ (พรพงษ์ สุทธิรักษ์, 2555; Kim and Lee, 2017)

ตารางที่ 22 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูร้อน

พารามิเตอร์	หน่วย	*Vibrio* spp. (CFU/ml)					
		บริเวณชายฝั่งทะเล		บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง		บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	
		Pearson Correlation	Sig	Pearson Correlation	Sig	Pearson Correlation	Sig
อุณหภูมิน้ำ	℃	0.541	0.636	0.912	0.269	0.197	0.873
ความเค็ม	ppt	0.541	0.636	0.575	0.61	0.661	0.54
ความโปร่งแสง	m	-0.242	0.844	0.516	0.655	1**	0.005
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	mg/l	-0.300	0.806	-0.348	0.774	-0.223	0.857
ความเป็นกรด-ด่าง		-0.998*	0.39	-0.961	0.178	-0.734	0.476
ออกซิเจนละลายในน้ำ	mg/l	0.946	0.210	0.845	0.359	0.734	0.476
บีโอดี	mg/l	0.958	0.186	0.945	0.212	0.612	0.581
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	mg/l	-0.999*	0.31	-0.831	0.376	-0.948	0.207
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	mg/l	-0.618	0.576	-0.873	0.324	-0.319	0.793
ไนเตรท-ไนโตรเจน	mg/l	0.841	0.364	-0.695	0.511	0.948	0.207
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN / 100 ml	0.998*	0.036	-0.575	0.61	-0.646	0.553
ออร์โธฟอสเฟต	mg/l	0.403	0.736	-0.152	0.903	0.595	594
คลอโรฟิลล์ เอ	CFU/ml	0.404	0.735	-0.473	0.687	0.585	0.602

หมายเหตุ **Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)
*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

ตารางที่ 23 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. ในฤดูฝน

พารามิเตอร์	หน่วย	*Vibrio* spp. (CFU/ml)					
		บริเวณชายฝั่งทะเล		บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง		บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ	
		Pearson Correlation	Sig	Pearson Correlation	Sig	Pearson Correlation	Sig
อุณหภูมิน้ำ	℃	0.617	0.577	0.912	0.269	0.197	0.873
ความเค็ม	ppt	-0.081	0.948	0.572	0.61	0.661	0.54
ความโปร่งแสง	m	-0.917	0.261	0.516	0.655	1**	0.005
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	mg/l	0.917	0.262	-0.348	0.774	-0.223	0.857
ความเป็นกรด-ด่าง		-0.775	0.435	-0.961	0.178	-0.734	0.476
ออกซิเจนละลายในน้ำ	mg/l	0.399	0.739	0.845	0.359	0.734	0.476
บีโอดี	mg/l	0.020	0.987	0.945	0.212	0.612	0.581
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	mg/l	-0.947	0.209	-0.831	0.376	-0.948	0.207
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	mg/l	-0.121	0.923	-0.873	0.324	-0.319	0.793
ไนเตรท-ไนโตรเจน	mg/l	-0.028	0.982	-0.695	0.511	0.948	0.207
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN / 100 ml	-0.622	0.573	-0.575	0.61	-0.646	0.553
ออร์โธฟอสเฟต	mg/l	0.585	0.602	-0.152	0.903	0.595	0.594
คลอโรฟิลล์ เอ	CFU/ml	-0.030	0.981	-0.473	0.687	0.585	0.602

หมายเหตุ **Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

*Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

บทที่ 4

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเก็บตัวอย่างน้ำ แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล ช่วงฤดูร้อน และช่วงฤดูฝน ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง จัดอยู่ในประเภทที่ 3 คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เมื่อพิจารณาความแตกต่างตามฤดูกาลพบว่าคุณภาพน้ำในฤดูร้อน บริเวณชายฝั่งทะเล มีปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <0.05) ในฤดูฝน พบว่าบริเวณชายฝั่งทะเลค่าความเค็มลดต่ำกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าสูงกว่าบริเวณชายฝั่งทะเล และบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน บริเวณชายฝั่งทะเลสูงกว่าบริเวณพื้นที่เลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง และบริเวณไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p <0.05)

ปริมาณการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* ในฤดูร้อนมีค่ามากกว่าฤดูฝน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.75 CFU/ml และ 18.88 CFU/ml การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. กับคุณภาพน้ำพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยวิธี Pearson correlation ผลการศึกษาในฤดูร้อน บริเวณชายฝั่งทะเล พบว่าปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเป็น กรด-ด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.998$, p <0.05) กล่าวคือ เมื่อความเป็น กรด-ด่างสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. ลดลง มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r=-0.999$, p<0.05) กล่าวคือปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มสูงขึ้นเมื่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนลดต่ำลง มีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันกับปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.998$, p<0.05) กล่าวคือ เมื่อปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนค่าความโปร่งแสงทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนมีความสัมพันธ์ทิศทางเดียวกันกับการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 1.0$, p<0.01) กล่าวคือ ในช่วงที่ค่าความโปร่งแสงเพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. เพิ่มขึ้นด้วย โดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายเชื้อ *Vibrio* spp. ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ ดังนั้นควรมีแนวทางลดการปนเปื้อนเชื้อวิบริโอซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในสัตว์น้ำเพื่อการบริโภคที่ปลอดภัย

4.2 ข้อเสนอแนะ

4.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

1. ควรให้เกษตรกรติดตามคุณภาพน้ำในช่วงฤดูกาลเนื่องจากในฤดูฝนปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลมีปริมาณมากซึ่งจะส่งผลต่อสัตว์น้ำชายฝั่งควรมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เช่น การเลี้ยงหอยนางรมควรมีการปรับเปลี่ยนเป็นวิธีอุบะแขวนใต้กระชังสามารถเคลื่อนย้ายได้เพื่อลดผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

2. จากข้อมูลการศึกษาพบปริมาณเชื้อวิบริโอในน้ำทะเลมีปริมาณมากในฤดูร้อนจึงควรมีการเฝ้าระวัง และหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารทะเลดิบ เช่น หอยนางรม และหอยแครงควรมีการทำความสะอาดสัตว์น้ำ หรือควรปรุงสุกโดยผ่านความร้อนก่อนรับประทานเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อวิบริโอ

4.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนางานวิจัยต่อไป

1. ควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งให้ครอบคลุมบริเวณพื้นที่อ่าวบ้านดอน

2. ควรมีการติดตามตรวจสอบการแพร่กระจายของเชื้อวิบริโอและจำแนกชนิดของเชื้อทั้งในตะกอนดิน แหล่งน้ำ และสัตว์น้ำ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2541). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2541. สืบค้นจาก http://www.onep.go.th/download/soe41dl.html (26 กันยายน 2557).

กรมควบคุมมลพิษ. (2542). รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2542. สืบค้นจาก www.onep.go.th/download/soe42/07.doc. (26 กันยายน 2557).

กรมควบคุมมลพิษ. (2546). คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ.ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ. (2549). มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล. สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water.html. (1 เมษายน 2560).

กรมประมง. (2546). วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันวิจัย เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

กรมประมง. (2555). สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2555. สืบค้นจาก http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm. (30 กันยายน 2557).

กรมประมง. (2559). สถิติการเลี้ยงหอยทะเลประจำปี 2557. http://www.pcd.go.th/public/Publications/print_report.cfm. (30 กันยายน 2557).

กรมอุทกศาสตร์. (2533). แผนที่การเดินเรืออ่าวบ้านดอน. สืบค้นจาก http://www.navigationsupport.com/product1.html. (21 สิงหาคม 2560).

กรมอุทกศาสตร์. (2551). ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล. สืบค้นจาก http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=90 (30 กันยายน 2557).

กรมอุตุนิยมวิทยา.(2557). ปริมาณน้ำฝนจังหวัดสุราษฎร์ธานี. สืบค้นจาก http://www.songkhla.tmd.go.th. (21 สิงหาคม 2560).

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2553). ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร.

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (มปป). ตรวจโรคอีเอ็มเอสง่ายไวด้วย AMP-Gold. สืบค้นจาก http://www.biotec.or.th/th/images/media/2017/Q2/Press_Release_AMP_Gold_final.pdf. (21 สิงหาคม 2560).

กฤตพล ยังวนิชเศรษฐ์, อำนวย อุ่นฤกษ์, สุภาพร ทศพร้อม และจินตนา โสภากุล. (2542). คุณภาพน้ำบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะโกรมอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ระหว่าง พ.ศ. 2537-2539.

กาญจนา จ้ายเกิด, กานดา ค้ำชู และพงศ์ศักดิ์ เหล่าดี. (2557). การศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำบริเวณอำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่. วารสารประมง, 67(3), 210-221.

แก้วตา ลิ้มเฮง. (2558). การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับโรคขี้ขาวในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี. วารสารแก่นเกษตร, 43(16), 581-587.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2558). จากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ บทบาททางนิเวศอุทกวิทยาและการจัดการเชิงอนุรักษ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนากานต์ สุขอุดม, เมธี แก้วนิน, อิสริยา วุฒิสินธุ์, Yoshikawa, T., Okamoto, Y., Watanabe, K., Ishikawa, S., และจินตนา สและน้อย. (2558). การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอนในพื้นที่เลี้ยงหอยแครงบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารแก่นเกษตร. 43(2). 265-276.

ชลินดา อริยเดช, ปนัดดา ราชศิริ และวีณา จิรัติฐิรุตม์กุล. (2551). การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่าวบ้านดอนจังหวัดสุราษฎร์ธานีเพื่อการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพของคนท้องถิ่น (กรณีศึกษา: การขุดลอกร่องน้ำ อ่าวบ้านดอน 2551). มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติ ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย เครือข่ายมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฏฐากร อะชิ่ม. (2550). การตรวจเชื้อ *Vibrio parahaemolitycus* ในหอยแครงด้วยเทคนิค PCR. โครงงานนักศึกษา. สาขาวิชาอุตสาหกรรมชีวภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทัศวรรณ ขาวสีจาน, สุวรรณา ภาณุตระกูล และศิริโฉม ทุ่งเก้า. (2547). การประเมินความเสี่ยงในการได้รับเชื้อกลุ่มวิบริโอจากการบริโภคหอยนางรมจากแหล่งเลี้ยงหอยนางรมตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา.

ธนิต เบี้ยแก้ว, วราห์ เทพาหุดี, เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์, และนิติ ชูเชิด. (2559). ความสัมพันธ์ระหว่างแบคทีเรียวิบริโอ พาราฮีโมไลติคัสต่อคุณภาพน้ำ และตะกอนดิน ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ร่วมกับปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ในระบบความเค็มต่ำ.การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 54, 628-636

ธิดาพร ฉวีภักดิ์, ลิลา เรืองแป้น และ วริษฐา หนูปิ่น. (2550). ปรสิตและแบคทีเรียวิบริโอในแม่กุ้งแชบ๊วยธรรมชาติ (*Penaeus merguiensis*) จากบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งจันทบุรี.

ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และ ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ. (2547). แพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี. สัมมนาวิชาการประมง. 801-815.

นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา. (2540). การสำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

นิพล ศิริพันธ์. (มปป). การเลี้ยงหอยนางรม. กรมประมง. สืบค้นจาก http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/fish/mollusca.pdf. (25 กุมภาพันธ์ 2560).

นิภาพร รัชตพัฒนากุล. (2558). ประวัติศาสตร์เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอ่าวบ้านดอน กรณีศึกษาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งระหว่างทศวรรษ 2490 ถึงทศวรรษ 2540. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). สืบค้นจาก http://elibrary.trf.or.th (23 ธันวาคม 2559).

นิศานาถ ตัณฑัยย์, สุนทร คำสุข, สุชาติ พรหมสมบัติ และธีระพงษ์ อภัยภักดี. (2547). ความเสี่ยงของการปนเปื้อนแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคในแหล่งน้ำอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำสุราษฎร์ธานี. 643-661.

บุสยา ปล้องอ่อน, จินตนา สและน้อย, ชัชรี แก้วสุรลิขิต, และไพลิน จิตรชุ่ม. (2559). การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24, 588-598.

ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ และธีรยา ช่วยสุรินทร์. (2546). การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี.

ประเดิม อุทธยานมณี. (2555). การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและเชิงพื้นที่ของคุณภาพน้ำ บริเวณปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พงษ์เทพ วิไลพันธ์, อรษา สุตเธียรกุล, มณี กรรณรงค์, ธีรยา สรรพวรพงษ์, ประทุมวัลย์ เจริญพร, สันติสุข ไทยปาล, ... สุวิท ชูช่วย, (2554). โครงการการประเมินคุณภาพและความปลอดภัยตลอดห่วงโซ่การผลิตหอยนางรม (*Crassostrea belcheri*) จากบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. สืบค้นจาก http://elibrary.trf.or.th (23 ธันวาคม 2559).

พรพงษ์ สุทธิรักษ์. (2555). การติดตามการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนและการอยู่รอดของเชื้อ *Vibrio parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* ในหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. สืบค้นจาก http://elibrary.trf.or.th (23 ธันวาคม 2559).

มณีย์ กรรณรงค์, เชาวลิต เพชรน้อย, ภิมุข ทวดสิญจน์ และกาญจนา จำนงพันธ์. (2543). อิทธิพลของกระแสน้ำ ขึ้น-ลงต่อปริมาณแบคทีเรียและคุณภาพน้ำในแหล่งเลี้ยงหอยตะโกรมอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี.

มณีย์ กรรณรงค์, สมนึก พรหมศร และสกุลทิพย์ พุทธแก้ว. (2551). การปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคในหอยสองฝาบริเวณอ่าวบ้านดอนจังหวัดสุราษฎร์ธานี.ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำสุราษฎร์ธานี.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. (2551). คู่มือวิเคราะห์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่5. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณิต ไชยาคำ. (2537). ผลกระทบของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.

วราลักษณ์ ตังคณะกุล, จริยา ชมวารินทร์, วิเศษ นามวาท และมยุรฉัตร เบี้ยกลาง. (มปป). การเฝ้าระวังเชื้อสกุลวิบริโอ ซัลโมเนลลา และชิเกลลาในหอยแครงส่งออกสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว โดยวิธีโมเลกูลาร์เปรียบเทียบกับวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อ และทดสอบความไวของเชื้อต่อยาปฏิชีวนะ. กลุ่มโรคติดต่อระหว่างประเทศ สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. สืบค้นจาก http://thaigcd.ddc.moph.go.th/Knowledges/view/114. (25 กุมภาพันธ์ 2560).

วิสุทธิ์ พรมเล็ก. (2552). ศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งเลี้ยงหอยนางรมบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. (2539). เอกสารคำสอนการจัดการคุณภาพน้ำ. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14. (2556). แผนจัดการสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก http://data.reo14.go.th/plan56-59/plan.pdf. (20 ธันวาคม 2557).

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14. (2557). แผนจัดการสิ่งแวดล้อม. สืบค้นจาก http://www.reo14.go.th/s0106/index.php?pgid=index. (20 ธันวาคม 2557).

สำนักงานส่งเสริมการปกครองท้องถิ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (2551). ข้อมูลพื้นฐานของอำเภอ. สืบค้นจาก http://www.surat-local.go.th/index.php?options=gerneral (25 ตุลาคม 2557).

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และประสาร อินทเจริญ. (2554). คุณภาพน้ำอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2551. วารสารวิยาศาสตร์บูรพา. 16(1), 94-106.

อโณทัย กิมเสาร์ และพงศ์ศักดิ์ เหล่าดี. (2558). ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อคุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง ตำบลเกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารมหาวิทยาลัยสวนดุสิต, 8(3), 1-18.

APHA, AWWA, WEF. (2005). Standard methods for examination of water and wastewater. 21th edition. American Public Health Association. Washington DC.

Asplund, ME., Rehnstam-Holm, A-S., Atnur, V., Raghunath, P., Saravanan, V., Harnstrom, K., Collin, B., Karunasagar., and Godhe, A. (2011). Water column dynamics of *Vibrio* in relation to phytoplankton community composition and environmental conditions in a tropical coastal area. Department of biological and environmental sciences-kristineberg. University of Gothenburg.

Asplund, ME. (2013). Ecological aspects of marine *Vibrio* bacteria exploring relationships to other organisms and a changing environment. Thesis for the degree of doctor of philosophy in marine ecology. Department of biological and environmental sciences-kristineberg. University of Gothenburg.

Bacteriological Analytical Manual (BAM). (2004). Retrieved from https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm070830.htm. (Accessed 26 November 2014).

Barbieri, E., Falzano, L., Fiorentini, C., Pianetti, A., Baffone, W., and Fabbri, A. (1999). Occurrence, diversity, and pathogenicity of halophilic *Vibrio* spp. and Non-O1 *Vibrio cholera* from estuarine waters along the Italian Adriatic Coast, Applied and Environmental Microbiology, 65(6), 2748-2753.

Buranapratheprat, A., Yanagi, T. Boonphakdee, T., and Sawangwong, P. (2002). Seasonal variations in inorganic nutrient budgets of the Bangpakong estuary, Thailand. Journal of oceanography. 58. 557-564.

Boyd, C.E., and Tucker, C.S. (1998). Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. 700.

Cavallo, R.A. and Stabili, L. (2002). Presence of vibrios in seawater and *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) from the Mar Piccolo of Taranto (Ionian Sea). Water Research. 36, 3719-3726.

Canigral, I., Moreno, Y., Alonso, J.L., Gonzalez, A., and Ferrus, M.A. (2010). Detection of *Vibrio vulnificus* in seafood, seawater and wastewater samples from a Mediterranean coastal area. Microbiological Research. 165, 657-667.

Costa, R., Silva, GC., Peixoto, JR.O., Vieira, GH.F., and Vieira, RH.S.F. (2010). Quantification and distribution of vibrio species in water from an estuary in ceara-brazil impacted by shrimp farming. Brazilian journal of oceanography, 58(3), 183-188.

Dumontet, S., Krovacek, K., Svenson, S.B., Pasquale, V., Baloda, S.B., and Figliuolo, G. (2000). Prevalence and diversity of *Aeromonas* and *Vibrio* spp. in coastal water of Southern Italy. Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases. 23, 53-72.

Goh, S.G., Bayen, S., Burger, D., Kelly, B.C., Han, P., Badovic, V., and Gin, K.Y-H. (2017). Occurrence and distribution of bacteria indicators, chemical tracers and pathogenic *vibrios* in Singapore coastal waters. Marine Pollution Bulletin. 114(1), 627-634.

Jarernpornnipat, A., Pedersen, O., Jensen, K.R., Boromthanarat, S., Vongvisessomjai, S., and Choncheanchob, P. (2004). Sustainable management of shellfish resources in Bandon Bay, Gulf of Thailand. Journal of Coastal Conservation. 9, 135-146.

Jarernpornnipat, A., and Buppha, N. (2012). Effects of environmental factors on condition index of blood cockle *(Anadara spp.)* in Bandon Bay, Suratthani-Thailand. Proceedings of International Fisheries Symposium-IFS 2012 - Seed production & Aquaclture system. 22-28.

Kim, JY., and Lee, J-L. (2017). Correlation of total bacterial and *Vibrio* spp. populations between fish and water in the aquaculture system. Frontiers in Marine Science, 4(147), 1-10.

Okpokwasili, G.C., and Akujobi, T.C. (1996). Bacteriological Indicators of tropical water quality. Environmental Toxicology and Water Quality an International Journal, 11, 77-81.

Parker, M.T. and Duerden, B.I. (1990). Principles of bacteriology virology and lummunity, 8 th edition. Books Received, Philadaphia: Decker, 35, 375-376.

Wu, M.L., Wang, Y.S., Sun, C.C., Wang, H., Dong, J.D., Yin, J.P., and Han, S.H. (2010). Indentification of coastal water quality by statistical analysis methods in Daya Bay, South China Saea. Marine Pollution Bulletin, 60, 852-860.

Pfeffer, C.S., Hite, M.F., and Oliver, J.D. (2003). Ecology of *Vibrio vulnificus* in estuarine waters of eastern north Carolina. Applied and environmental microbiology. 69(6), 3526-3531.

ภาคผนวก ก
วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์ของแข็งละลายน้ำ

เครื่องมือ

1. แผ่นกรองใยแก้ว (Glass fiber filters) ชนิด GF/C (pore size 1.2 µm) ขนากเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Whatman Cat No. 1822-047
2. อุปกรณ์การกรองประกอบด้วย
   - ชุดกรอง ss
   - ปั๊มสุญญากาศ
3. จานระเหย
4. ตู้อบ (oven)
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า 2 ตำแหน่ง
6. โถดูดความชื้น (deacicator) พร้อมสารดูดความชื้น
7. เครื่องอังไอน้ำ

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. การเตรียมจานระเหย จานที่ใช้ต้องอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วชั่งน้ำหนัก
2. การเตรียมแผ่นกรอง
   - วางแผ่นกรอง (ให้ด้านที่ผิวขรุขระอยู่ด้านบน) ลงบนชุดกรอง SS
   - ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียก แล้วเปิด suction pump เพื่อให้กระดาษกรองติดชุดกรอง ใช้ปริมาณของน้ำตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร
3. รินน้ำตัวอย่างลงในจานระเหยที่ตั้งบนเครื่องอังไอน้ำ เมื่อน้ำระเหย หมด นำจานระเหยไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์
5. ชั่งจานระเหยทันทีที่จานระเหยเย็นลงเท่าอุณหภูมิห้อง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือน้ำหนักของปริมาณน้ำแข็งทั้งหมดซึ่งคำนวณหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

<u>การคำนวณ</u>

ของแข็งทั้งหมด (Mg/L) = [(A-B)* 1000]/ ปริมาณตัวอย่างน้ำ (ml)

โดยที่ A = น้ำหนักจานระเหยดังสมการวิเคราะห์ (มิลลิกรัม)

B = น้ำหนักจานระเหยก่อนการวิเคราะห์ (มิลลิกรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ขนาดความยาวคลื่น 300-900nm
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

การวิเคราะห์แอมโมเนีย-ไนโตรเจน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระบอกตวง 50 มิลลิลิตร
2. Flask ขนาด 125 มิลลิลิตร
3. Volumetric Pipette มิลลิลิตร

สารเคมี

1. Hypochlorite stock หรือ Hiter
2. Alkaline citrate solution

Tri-sodium citrate	100 g
Sodium hydroxide NaOH	5 g
น้ำกลั่น De-ionized ครบ	500 ml

3. Sodium nitroprusside reagent

Sodium nitroprusside	1 g
น้ำกลั่น De-ionized ครบ	200 ml
เก็บในขวดสีชา เก็บได้เพียง 1 เดือน	

4. Phenol reagent

Phenol	100g
Ethyl alcohol C2H5OH 95 % ครบ	1000 ml

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. กรองน้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 แล้วตวงน้ำตัวอย่าง	25 ml
2. เติม Phenol-alcohol	0.5 ml
3. เติม Sodium nitroprusside reagent	0.5 ml

4. เติม Oxidixing 2.5 มิลลิลิตร คือ (Alkaline citrate solution 2 ml/ตย. รวมกับ Hypochlorite stock หรือ Hiter 0.5 ml/ตย.)
5. ปิดฝาให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 60 นาที
6. นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 640 nm

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. Stock ammonia standard solution 35 (mgN/l)

Ammonium sulfate (อบแห้ง 110-115 องศาเซลเซียส 30 นาที)	0.165 g
น้ำกลั่น De-ionized	1000 ml
Chloroform	1 ml

2. เตรียม Ammonia standard solution 3.5 mg/l

Stock solution	100ml
น้ำกลั่น De-ionized	1000 ml

3. เจือจางสารละลายมาตรฐานข้อ 2

ปริมาตร standard solution (ml)	ปริมาตรสุดท้าย (ml)	ความเข้มข้นสุดท้าย (mg/l)
3	100	0.105
6	100	0.210
9	100	0.315
12	100	0.420
15	100	0.525

การวิเคราะห์ไนไตรท์-ไนโตรเจน

สารเคมี

1. Sulphanilamide solution

HCl 50 ml + น้ำกลั่น	300ml
Sulphanilamide	5g
น้ำกลั่นครบ	500ml

2. NED (N-1-Napthyl Ethylene Diamine Dihydrochloride)

NNED	0.5 g
น้ำกลั่นครบ	500ml

หมายเหตุ เก็บในขวดสีชาแช่เย็น และควรเตรียมเดือนละครั้งหรือเมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. กรองน้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1
2. ตวงน้ำตัวอย่าง 25 ml
3. เติม Sulphanilamide solution 0.5 ml เขย่าตั้งทิ้งไว้ 2-8 นาที
4. เติม NED 0.5 ml เขย่าทันที แล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20-30นาที(หรือไม่เกิน 2 ชม.)
5. นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 nm

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. Stock Nitrite Standard solution (70 mg N/l) เก็บไว้ในขวดสีชาแล้วแช่เย็นได้นาน1-2เดือน

Sodium nitrite	0.345g (อบแห้ง 110 องศาเซลเซียส 60 นาที)
น้ำกลั่นครบ	1000ml
Chloroform	2-3 หยด

2. เตรียม Nitrite standard solution 0.7 mg-N/l

Stock solution	10ml
น้ำกลั่นครบ	1000ml

3.เจือจางสารละลายมาตรฐานข้อ 2

ปริมาตร standard solution (ml)	ปริมาตรสุดท้าย (ml)	ความเข้มข้นสุดท้าย (mg/l)
0.2	100	0.0014
2.0	100	0.0140
10.0	100	0.0700
40	100	0.2800
80	100	0.5600

การวิเคราะห์ไนเตรท-ไนโตรเจน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. คอลัมน์แก้ว
2. กระบอกตวง 50 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร
4. Flask 125 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. Sulphanilamide solution

HCl 50 ml + น้ำกลั่น	300ml
Sulphanilamide	5g
น้ำกลั่นครบ	500ml

2. NED (N-1-Napthyl Ethylene Diamine Dihydrochloride)

NNED	0.5 g
น้ำกลั่นครบ	500ml

3. Ammonium Chloride

Ammonium Chloride	125g
น้ำกลั่นครบ	500ml

4. Ammonium Chloride Solution

Ammonium Chloride	50ml
น้ำกลั่นครบ	2000ml

5. Stock Nitrate Standard solution (140 mg N/l) เก็บไว้ในขวดสีชาแล้วแช่เย็น

Sodium nitrite	1.02g (อบแห้ง 110 องศาเซลเซียส 60 นาที)
น้ำกลั่นครบ	1000ml

6. เตรียม Nitrite standard solution 0.7 mg-N/l

Stock solution	10ml
น้ำกลั่นครบ	1000ml

7. สารละลาย CuSO4 2 % (W/V)

CuSO4.5H2O	10 g
น้ำกลั่นครบ	500ml

7. สารละลายมาตรฐานของไนเตรท (Standard nitrate solution)

โปแทสเซียมไนเตรท (KNO_3)	1.02g
(ที่อบแห้ง 105-110 องศาเซลเซียส นาน 1-1.5 ชั่วโมง)	
น้ำกลั่นครบ	1000ml

การเตรียมคอลัมน์

1. ชั่งโลหะแคดเมียมมาประมาณ 50 กรัม ผสมกับสารละลาย CuSO4 2 % (W/V) 250 มิลลิลิตร กวนจนกระทั่งสีฟ้าของสารละลายจางลงและเริ่มมีตะกอนของทองแดงในสารละลาย จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นประมาณ 10 ครั้ง
2. อุดด้านในของคอลัมน์ด้วยใยแก้วหรือขดลวดทองแดง แล้วเติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจางให้เต็มคอลัมน์ ทำการบรรจุผงแคดเมียมลงในคอลัมน์ (ระวังอย่าให้แคดเมียมสัมผัสกับอากาศ) จากนั้นล้างคอลัมน์ด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจาง 3-4 ครั้ง
3. เติมสารละลายมาตรฐานของไนเตรท 100 มิลลิลิตร (เติมสารละลายแอมโมเนียคลอไรด์เข้มข้น 2 มิลลิลิตร แล้ว) ปล่อยให้ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยอัตราการไหล 8-12 มิลลิลิตร/นาที เพื่อ activated คอลัมน์ จากนั้นล้างคอลัมน์ด้วยสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เจือจางอีก 3-4 ครั้ง

วิธีการวิเคราะห์

1. ตวงตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวง ใส่ใน Flask 125 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น จำนวน 2 มิลลิลิตร ด้วย Volumetric Pipette ลงใน Flask เขย่าให้เข้ากัน
3. นำไปผ่านคอลัมน์แคดเมียม โดยปล่อยทิ้งไป 40 มิลลิลิตรแรก รองรับน้ำจาก Column อีก 50 มิลลิลิตร แล้วเทใส่ Flask
4. เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 1 มิลลิลิตร ทันที ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาทีแต่ไม่เกิน 8 นาที แล้วจึงเติมแนฟทิลเอธิลีนไดอะมีน (NED) 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน

5. ทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 2 ชั่วโมง นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
6. Blank (น้ำกลั่น) และสารละลายมาตรฐานเจือจาง ทำเช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้บ่ม (BOD Incubator)
2. บิวเรต (buret) ขนาด 25 ml
3. บีกเกอร์ (beaker) ขนาด 100 ml
4.ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 250 ml
5. ปิเปต (volumetric pipette) ขนาด 1, 5, 10 ml
6. กระบอกตวง (cylinder) ขนาด 1,000 ml
7. ขวดบีโอดี (biochemical oxygen; BOD) ขนาด 300 ml พร้อมจุกแก้ว และฝาครอบพลาสติกที่ปิดได้สนิท
8. ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 200, 250, 1,000 ml

สารเคมีและวิธีเตรียม

1. Manganess sulfate solution

- ละลาย $MnSO_4.H_2O$ 364 g ด้วยน้ำกลั่น กรอง แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร สายละลายนี้ต้องไม่เกิดสีกับน้ำแป้ง ภายหลังการเติมสารละลาย KI ในสภาพที่เป็นกรด

2. Alkali-lodide-Azide reagent

- ละลาย NaOH 500 g หรือ KOH 700 g และ NaI 135 g หรือ KI 150 g ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร และละลาย NaN_3 10 g ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

3. Conc.H_2SO_4

4. Sodium thiosulfate solution 0.1 N

- ละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 24.82 g ในน้ำต้มที่ทำให้เย็นแล้ว เติมจนได้ปริมาตร 1 ลิตร เติมคลอโรฟอร์ม 5 ml หรือ NaOH 1 g ต่อสารละลาย 1 ลิตร ในการเก็บรักษาในขวดแก้วสีชา

5. Sodium thiosulfate solution 0.025 N

- ละลาย $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 6.205 g ในน้ำกลั่น เติม 6 N NaOH 1.5 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร เก็บในขวดแก้วสีชา

- เตรียมโดยใช้ 250 มิลลิลิตร ของ Sodium thiosulfate solution 0.1 N แล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรเก็บโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 มิลลิลิตรหรือ NaOH 0.4 g ต่อสารละลาย 1 ลิตร เก็บรักษาในขวดแก้วสีชา

6. Potassium bi-iodate solution 0.025 N

- ละลาย $KH(IO_3)_2$ 812.4 mg ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- ละลาย $KH(IO_3)_2$ 0.08124 g ในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

7. น้ำแป้ง : ละลาย Soluble starch 2 g ในน้ำกลั่นต้มให้เดือด 100 มิลลิลิตร และเติม Salicylic 0.2 g เพื่อป้องกันการเจริญเติมโตของเชื้อแบคทีเรีย

ขั้นตอนการวิเคราะห์

วิธีทดสอบ Direct Method

1. นำตัวอย่างน้ำมาปรับอุณหภูมิให้เท่ากับอุณหภูมิห้อง
2. เติมออกซิเจนลงในน้ำตัวอย่าง ประมาณ 10-15 นาที
3. รินน้ำตัวอย่างลงในขวดบีโอดีช้าๆเพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ จำนวน 2 ขวด (ปริมาณ 300 ml) เคาะข้างขวดเพื่อไล่ฟองอากาศ ปิดจุดแก้วและฝาครอบพลาสติก
4. ขวดที่ 1 นำมาวิเคราะห์หาค่า DO_0 ของจุดเริ่มต้น ส่วนขวดที่ 2 นำไปบ่มในตู้บ่มบีโอดี 20±1 °C เป็นเวลา 5 วัน แล้วนำมาหาค่า DO ของวันที่ 5 DO_5

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ขวดที่ 1 นำมาเติมสารละลาย Manganess sulfate และ Alkali – Iodide-Azide reagent อย่างละ 1 ml ใต้ผิวน้ำปิดจุกเขย่าขวดกลับไปกลับมาประมาณ 15 ครั้ง ปล่อยให้ตะกอนนอนก้น
2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป Conc.H_2SO_4 1 ml (ค่อยๆปล่อย) ปิดจุกขวดบีโอดีแล้วเขย่าขวดบีโอดีโดยคว่ำขวดขึ้นลง จนกระทั่งตะกอนหายไป
3. ตวงสารละลายที่ได้มา 200 ml เพื่อใช้ในการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานไธโอซัลเฟต $Na_2S_2O_3$ 0.025 N เมื่อสารละลายสีจางลงเติมน้ำแป้ง indicator 2-3 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงินไทเทรตต่อจนถึงจุดยุติ (สารละลายใสไม่มีสี)

การคำนวณ

$$BOD\ mg/l = (DO_0 \times f) - (DO_5 \times f) \times 100$$

f = ค่าจาก Standardize 0.025 N $Na_2S_2O_3.5H_2O$

การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. ละลาย KI 2 g ด้วยน้ำกลั่น 100-150 ml ใน Flask 250 ml
2. หยด Conc. H_2SO_4 2 – 3 หยด เติมสารละลายมาตรฐาน Potassium bi-iodate 0.025N 20 ml
3. เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 200 ml
4. ไทเทรตด้วย 0.025 N $Na_2S_2O_3.5H_2O$ จนสีของสารละลายจางลง แล้วเติมน้ำแป้ง 5 หยด ได้สารละลายสีน้ำเงิน ไทเทรตต่อจนถึงจุดยุติ(ใสไม่มีสี)

การคำนวณ

$$f = \frac{20}{\text{ปริมาตรของ } 0.025\ N\ Na_2S_2O_3}$$

การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์และการเตรียมสารเคมีเหมือนการการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. เก็บตัวอย่างน้ำลงในขวดบีโอดีช้าๆเพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ จำนวน 2 ขวด (ปริมาณ 300 ml) เติม Manganess sulfate และ Alkali – Iodide-Azide reagent เติม 1 ml ใต้ผิวน้ำปิดจุกเขย่าขวดกลับไปกลับมาประมาณ 15 ครั้ง ปล่อยให้ตะกอนนอนก้น (หากไม่ต้องการนำไปไตเตรททันทีควร sealed ที่ข้างขวดด้วยน้ำตัวอย่าง แล้วเก็บรักษาขวดไม่ให้ถูกแสง ซึ่งสามารถเก็บรักษาได้นาน 12 ชั่วโมง)
2. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงไป Conc.H_2SO_4 1 ml (ค่อยๆปล่อย) ปิดจุกขวดบีโอดีแล้วเขย่าขวดบีโอดีโดยคว่ำขวดขึ้นลง จนกระทั่งตะกอนหายไป
3. ตวงสารละลายที่ได้มา 200 ml เพื่อใช้ในการไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐานไธโอซัลเฟต $Na_2S_2O_3$ 0.025 N เมื่อสารละละลายสีจางลงเติมน้ำแป้ง indicator 2-3 หยด จะได้สารละลายสีน้ำเงินไทเทรตต่อจนถึงจุดยุติ (สารละลายใสไม่มีสี)

การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) ขนาดความยาวคลื่น 300-900nm
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. Centrifuge
4. แผ่นกรอง membrane แผ่นกรอง cellulose acetate
5. อุปกรณ์การกรองประกอบด้วย
   - ชุดกรอง ss
   - ปั๊มสุญญากาศ

สารเคมี

1. สารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนต

MgCO3	1 g
น้ำกลั่น	100 ml

2. สารละลายอะซีโตน ความเข้มข้น 90 %

อะซีโตน	9 ส่วน
น้ำกลั่น	1 ส่วน

เก็บไว้ไม่ให้ถูกแสง

3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก

กรดไฮโดรคลอริก	10 ml
น้ำกลั่น	100 ml

ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. กรองตัวอย่างน้ำ 100 ml ผ่านแผ่นกรอง membrane ขณะกรองตัวอย่างน้ำหยดสารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนต 2-3 หยด จากนั่นนำแผ่นกรองที่ได้ไปสกัดคลอโรฟิลล์ หากไม่สามารถทำได้ให้พับแผ่นกรองแล้วห่อด้วยกระดาษฟอยล์ นำไปแช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียล
2. นำแผ่นกรองมาบดด้วยเครื่องบด ก่อนบดให้เติมสารละลายอะซีโตน ความเข้มข้น 90 % ลงไปพอประมาณ (เพื่อให้คลอโรฟิลล์ละลายออกมามากที่สุดควรทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที) แล้วบดจนแผ่นกรองละเอียด หลังจากนั้นเทสารละลายที่ได้ลงในหลอดฝาเกลียว แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 5 ml - 10 ml ด้วยสารละลายอะซีโตน ความเข้มข้น 90 % เก็บในที่มืด 4 องศาเซลเซียล นาน 1 คืน
3. นำสารละลายที่อยู่ในหลอดมา Centrifuge ด้วยความเร็ว 4000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที เอาสารละลายส่วนใสมาหาปริมาณที่แน่นอน
4. นำไปวัดด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ โดยค่อยๆเทสารละลายส่วนใสลงใน cuvette อย่างช้าๆ ระวังอย่าให้เกิดตะกอนขุ่น (เพื่อป้องกันตะกอนขุ่น ให้ถ่ายเอาส่วนใสลงในหลอดใหม่แล้วนำไปปั่นที่ความเร็ว 4000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที อีกครั้ง) แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750, 663, 645 และ 630 นาโนเมตร สำหรับแบงค์ ใช้สารละลายอะซีโตน ความเข้มข้น 90 %
5. เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงเสร็จแล้ว เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 หยด ทำให้ผสมกัน ทิ้งไว้ 4-5 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ที่ความยาวคลื่น 665 และ750 นาโนเมตร
6. นำไปคำนวณค่าคลอโรฟิลล์ เอ

การคำนวณ

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ } (\mu g/L) = \frac{[11.64(abs663) - 2.16(abs645) + 0.10(abs630)] \times vol \times 10^6}{VOL}$$

เมื่อ vol = ปริมาตรสารละลายอะซีโตนที่ใช้สกัด(มิลลิลิตร)

VOL = ปริมาตรน้ำที่กรอง(ลิตร)

การวิเคราะห์ออร์โธฟอสเฟต

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริก

กรดซัลฟูริก	140ml
น้ำกลั่น	100 ml

2. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต

แอมโมเนียมเฮปตะโมลิบเดต	15 g
น้ำกลั่น	500 ml

3. สารละลายโปแทสเซียมแอนติโมนิลตาร์เตรท

โปแทสเซียมแอนติโมนิลตาร์เตรท	0.34g
น้ำกลั่น	250 ml

4. สารละลายกรดแอสคอร์บิก

ละลายกรดแอสคอร์บิก	27 g
น้ำกลั่น	500 ml

5. สารละลายผสม (Mixed reagent solution)

Ammonium Molybdate Solution	100ml
Sulphuric Acid Solution	250ml
Ascorbic Acid Solution	100ml
Potassium antimonyl-tartrate Solution	50 ml

6. สารละลายมาตรฐานของฟอสเฟต

ละลายโปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 0.816 กรัม
(อบให้แห้งอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง)

น้ำกลั่น	1000 ml

7. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟตเจือจาง

สารละลายมาตรฐานของฟอสเฟต	1.0 ml
น้ำกลั่น	1000 ml

เจือจางให้ได้ความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้ 4.8, 2.4, 1.2, 0.6 และ 0.3 ไมโครโมลตามลำดับ

วิธีวิเคราะห์

1. วางน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองแล้วในอุณหภูมิห้อง
2. ตวงน้ำตัวอย่างมา 100 ml ใส่ใน Flask ขนาด 125 ml
3. เติม Mixed reagent 10 ml เขย่าให้เข้ากัน
4. ทิ้งไว้อย่างน้อย 5 นาที แต่ไม่เกิน 2-3 ชั่วโมง
5. นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 นาโนเมตร
6. การเตรียม Blank (น้ำกลั่น) และสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตเจือจาง ทำตามขั้นตอน 2-5 เช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำ

ภาคผนวก ข
แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็มและความเชื่อมั่น 95%

ตารางภาคผนวก ข1 แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็มและความเชื่อมั่น 95% ของหลอดที่ให้ผลบวกเมื่อใช้ระบบ 5 หลอดของน้ำตรวจวิเคราะห์ 10 มิลลิลิตร 1.0 มิลลิลิตร 0.1 มิลลิลิตร

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN Index/100 ml	Confidence	
		Low	High
0-0-0	<1.8	-	6.8
0-0-1	1.8	0.09	6.8
0-1-0	1.8	0.09	6.9
0-1-1	3.6	0.7	10
0-2-0	3.7	0.7	10
0-2-1	5.5	1.8	15
0-3-0	5.6	1.8	15
1-0-0	2	0.1	10
1-0-1	4	0.7	10
1-0-2	6	1.8	15
1-1-0	4	0.71	12
1-1-1	6.1	1.8	15
1-1-2	8.1	3.4	22
1-2-0	6.1	1.8	15
1-2-1	8.2	3.4	22
1-3-0	8.3	3.4	22
1-3-1	10	3.5	22
1-4-0	10	3.5	22
2-0-0	4.5	0.79	15
2-0-1	6.8	1.8	15
2-0-2	9.1	3.4	22
2-1-0	6.8	1.8	17
2-1-1	9.2	3.4	22
2-1-2	12	4.1	26
2-2-0	9.3	3.4	22

ตารางภาคผนวก ข2 แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็มและความเชื่อมั่น 95% ของหลอดที่ให้ผลบวกเมื่อใช้ระบบ 5 หลอดของน้ำตรวจวิเคราะห์ 10 มิลลิลิตร 1.0 มิลลิลิตร 0.1 มิลลิลิตร (ต่อ)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN Index/100 ml	Confidence	
		Low	High
2-2-1	12	4.1	26
2-2-2	14	5.9	36
2-3-0	12	4.1	26
2-3-1	14	5.9	36
2-4-0	15	5.9	36
3-0-0	7.8	2.1	22
3-0-1	11	3.5	23
3-0-2	13	5.6	35
3-1-0	11	3.5	26
3-1-1	14	5.6	36
3-1-2	17	6	36
3-2-0	14	5.7	36
3-2-1	17	6.8	40
3-2-2	20	6.8	40
3-3-0	17	6.8	40
3-3-1	21	6.8	40
3-3-2	24	9.8	70
3-4-0	21	6.8	40
3-4-1	24	9.8	70
3-5-0	25	9.8	70
4-0-0	13	4.1	35
4-0-1	17	5.9	36
4-0-2	21	6.8	40
4-0-3	25	9.8	70
4-1-0	17	6.0	40
4-1-1	21	6.8	42

ตารางภาคผนวก ข3 แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็มและความเชื่อมั่น 95% ของหลอดที่ให้ผลบวกเมื่อใช้ระบบ 5 หลอดของน้ำตรวจวิเคราะห์ 10 มิลลิลิตร 1.0 มิลลิลิตร 0.1 มิลลิลิตร (ต่อ)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN Index/100 ml	Confidence	
		Low	High
4-1-2	26	9.8	70
4-1-3	31	10	70
4-2-0	22	6.8	50
4-2-1	26	9.8	70
4-2-2	32	10	70
4-2-3	38	14	100
4-3-0	27	9.9	70
4-3-1	33	10	70
4-3-2	39	14	100
4-4-0	34	14	100
4-4-1	40	14	100
4-4-2	47	15	120
4-5-0	41	14	100
4-5-1	48	15	120
5-0-0	23	6.8	70
5-0-1	31	10	70
5-0-2	43	14	100
5-0-3	58	22	150
5-1-0	33	10	100
5-1-1	46	14	120
5-1-2	63	22	150
5-1-3	84	34	220
5-2-0	49	15	150
5-2-1	70	22	170
5-2-2	94	34	230
5-2-3	120	36	250

ตารางภาคผนวก ข4 แสดงค่าดัชนีเอ็มพีเอ็มและความเชื่อมั่น 95% ของหลอดที่ให้ผลบวกเมื่อใช้ระบบ 5 หลอดของน้ำตรวจวิเคราะห์ 10 มิลลิลิตร 1.0 มิลลิลิตร 0.1 มิลลิลิตร (ต่อ)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	MPN Index/100 ml	Confidence	
		Low	High
5-2-4	150	58	400
5-3-0	79	22	220
5-3-1	110	34	250
5-3-2	140	52	400
5-3-3	170	70	400
5-3-4	210	70	400
5-4-0	130	36	400
5-4-1	170	58	400
5-4-2	220	70	400
5-4-3	280	100	710
5-4-4	350	100	710
5-4-5	430	150	1100
5-5-0	240	70	710
5-5-1	350	100	1100
5-5-2	540	150	1700
5-5-3	920	220	2600
5-5-4	1600	400	4600
5-5-5	>1600	700	-

ภาคผนวก ค
ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำต่ำสุด-สูงสุด

ตารางภาคผนวก ค1 ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำต่ำสุด-สูงสุด ช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน

พารามิเตอร์	หน่วย	ฤดูร้อน		ฤดูฝน	
		ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
อุณหภูมิ	℃	29.8	30.8	29.2	32
ความเค็ม	ppt	21	32	1	22
ความโปร่งแสง	m	0.45	2.58	1.02	4.81
ความเป็นกรด-ด่าง	-	7.97	7.31	7.63	7.2
ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	mg/l	20.45	68.27	12.36	139.72
ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ	mg/l	4.57	7.5	4.83	7.4
บีโอดี	mg/l	0.55	7	0.71	2.79
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	mg/l	0.004	0.11	0.009	0.22
ไนไตรท์-ไนโตรเจน	mg/l	0.001	0.0092	0.0001	0.026
ไนเตรท-ไนโตรเจน	mg/l	0.0008	0.024	0.0016	0.512
ออร์โธฟอสเฟต	mg/l	0.0111	0.154	0.0068	0.094
คลอโรฟิลล์ เอ	mg/l	0.0024	0.08	0.0068	0.085
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	MPN /100 ml	1.55	651.95	1.79	1252.6
Vibrio spp.	CFU/ml	1	180	6	65.4

ภาคผนวก ง
ผลคุณภาพน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษา

ตารางภาคผนวก ง1 อุณหภูมิน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

อุณหภูมิน้ำ °C (water temperature)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	30	30	32	31	30	30	30	30	32	31	31	30	30	30	32	30	30	30
จุดที่ 2	30	30	32	28	31	30	29	30	32	29	30	31	30	30	32	28	31	30
จุดที่ 3	31	31	32	28	30	31	30	31	32	29	31	30	31	31	32	28	30	30
จุดที่ 4	30	31	32	30	29	30	30	31	32	30	29	29	30	31	32	30	30	30
จุดที่ 5	31	30	32	30	30	30	30	30	32	30	30	30	33	30	32	30	31	30

ตารางภาคผนวก ง2 ความเค็มจำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ความเค็ม ppt (salinity)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	18	18	26	0	8	10	28	28	27	0	8	11	20	20	27	0	9	11
จุดที่ 2	27	27	12	0	9	20	32	32	28	12	12	20	30	30	27	10	20	22
จุดที่ 3	32	32	12	0	14	24	34	34	18	6	22	24	33	33	23	14	24	24
จุดที่ 4	30	30	12	4	18	25	32	32	18	11	22	25	34	34	17	12	24	28
จุดที่ 5	32	32	12	1	19	26	34	34	16	12	22	25	33	33	16	10	20	28

ตารางภาคผนวก ง3 ความโปร่งแสงจำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ความโปร่งแสง mg/l (transparency)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	23.8	19.9	23.1	2.82	10.5	21.4	29.9	20.3	25.4	2.73	12.4	10.3	53.3	25.2	24.1	3.05	15.2	20.4
จุดที่ 2	31.2	26.1	14.1	1.94	8.76	25.7	54.3	20.8	28.5	11.9	11.7	22.2	65.5	24.8	23.9	10.7	20.8	22.1
จุดที่ 3	58.5	26.5	26.1	0.58	15.3	16.3	24.8	26.1	30.4	71.4	23	21.7	71.6	26.5	31.4	15.3	23	23.1
จุดที่ 4	69.8	30.5	26.6	55.6	19.7	20.7	77.2	25.6	24.8	15.5	24.5	25.4	72.8	27.4	30.2	20.4	26.3	21.3
จุดที่ 5	71.2	29.3	23	54.1	20.3	21.3	72.1	26.6	27.2	20.3	24.4	26.6	78.2	24.5	30.1	12.4	26.3	15.4

ตารางภาคผนวก ง4 ของแข็งละลายน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ของแข็งละลายน้ำ mg/l (total dissolved solids: TDS)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	23.8	19.9	23.1	2.82	10.5	21.4	29.9	20.3	25.4	2.73	12.4	10.3	53.3	25.2	24.1	3.05	15.2	20.4
จุดที่ 2	31.2	26.1	14.1	1.94	8.76	25.7	54.3	20.8	28.5	11.9	11.7	22.2	65.5	24.8	23.9	10.7	20.8	22.1
จุดที่ 3	58.5	26.5	26.1	0.58	15.3	16.3	24.8	26.1	30.4	71.4	23	21.7	71.6	26.5	31.4	15.3	23	23.1
จุดที่ 4	69.8	30.5	26.6	55.6	19.7	20.7	77.2	25.6	24.8	15.5	24.5	25.4	72.8	27.4	30.2	20.4	26.3	21.3
จุดที่ 5	71.2	29.3	23	54.1	20.3	21.3	72.1	26.6	27.2	20.3	24.4	26.6	78.2	24.5	30.1	12.4	26.3	15.4

ตารางภาคผนวก ง5 ความเป็นกรด-ด่าง จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	7.37	6.67	7.31	7.66	7.89	7.79	7.43	7.21	7.58	7.58	7.85	7.89	6.54	7.37	7.58	7.58	7.65	7.59
จุดที่ 2	7.58	7.5	7.37	7.75	7.77	7.44	7.6	7.47	7.51	7.48	7.54	7.56	7.89	7.47	7.52	7.45	7.25	7.96
จุดที่ 3	7.42	7.35	7.38	7.94	7.25	7.25	7.56	7.28	7.38	7.57	7.65	7.45	7.61	7.37	7.25	7.24	7.89	8.1
จุดที่ 4	7.6	7.5	7.21	7.24	7.93	7.89	7.45	7.52	7.38	7.26	7.04	7.23	7.2	7.6	7.23	6.9	7.95	8.12
จุดที่ 5	7.7	7.57	7.54	7.59	7.35	7.45	7.51	7.59	7.34	7.54	7.25	7.35	8.21	7.35	7.41	6.95	8.45	8.12

ตารางภาคผนวก ง6 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ mg/l (dissolved oxygen: DO)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	5.2	4.2	8.5	6.65	6.5	5.25	6.5	6.8	6.8	5.45	6.7	4.33	7.1	5.6	7.6	5.3	7.5	7.4
จุดที่ 2	4.25	9.6	7.9	2	5.65	4.58	6.7	4.8	5.7	4.7	5.7	4.65	6.1	7.5	7	3.9	7.4	7.3
จุดที่ 3	3.7	7	6.68	5.35	6.25	4.56	6.1	6.2	6.9	5.1	4.65	5.23	6.2	5.7	7.4	5.95	5.48	5.45
จุดที่ 4	5.3	9.5	7.2	5.05	5.52	5.78	5.7	7.3	5.4	5.25	5.65	5.46	6.4	6.4	7.9	6.7	6.7	5.65
จุดที่ 5	4.4	7.2	5.1	5.11	5.4	6.89	5.4	7.1	5.4	5.24	5.1	7.89	6.6	7.3	7.4	5.9	5.8	5.84

ตารางภาคผนวก ง7 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำจำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ mg/l (Biochemical oxygen demand: BOD)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0.5	5.3	1.9	0.7	1.0	1.6	0.7	2.3	1.9	1.7	2.3	0.1	0.7	1.8	0.3	1.9	6.5	1.3
จุดที่ 2	0.2	7.1	0.1	4.4	1.6	5.0	1.6	2.2	0.5	2.4	1.3	4.5	0.8	1.2	0.9	1.8	2.7	1.4
จุดที่ 3	1.6	4.6	1.3	2.3	1.5	4.2	0.3	6.2	1.8	1.6	1.0	1.7	1.9	1.7	0.2	3.5	1.4	1.5
จุดที่ 4	0.6	2.3	2.0	1.9	2.6	2.1	0.5	7.3	1.2	1.7	1.0	2.0	0.5	2.1	1.9	0.5	1.3	2.0
จุดที่ 5	0.0	1.7	0.7	2.4	2.3	0.8	0.6	7.1	0.8	1.8	1.0	0.8	0.3	1.5	0.4	1.3	2.1	0.7

ตารางภาคผนวก ง8 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน mg/l (ammonia-nitrogen: NH_3-N)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0.09	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.06	0.00	0.02	0.13	0.00	0.00	0.08	0.01	0.00	0.14	0.01	0.00
จุดที่ 2	0.02	0.00	0.00	0.03	0.25	0.00	0.07	0.01	0.00	0.04	0.23	0.04	0.03	0.01	0.08	0.17	0.14	0.04
จุดที่ 3	0.12	0.11	0.00	0.04	0.26	0.25	0.03	0.00	0.00	0.28	0.18	0.26	0.06	0.00	0.07	0.21	0.06	0.05
จุดที่ 4	0.03	0.01	0.00	0.28	0.19	0.02	0.02	0.01	0.00	0.16	0.23	0.15	0.03	0.01	0.00	0.15	0.04	0.03
จุดที่ 5	0.05	0.05	0.05	0.22	0.39	0.07	0.02	0.01	0.02	0.01	0.14	0.13	0.06	0.01	0.26	0.22	0.10	0.15

ตารางภาคผนวก ง9 ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน mg/l (nitrite-nitrogen: NO_2-N)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0.0105	0.0008	0.0021	0.0165	0.0015	0.0022	0.0033	0.0007	0.0005	0.0117	0.0254	0.0004	0.0051	0.0002	0.0016	0.0133	0.0002	0.0001
จุดที่ 2	0.0084	0.0005	0.0017	0.0341	0.0149	0.0078	0.0013	0.0003	0.0013	0.0138	0.0123	0.0003	0.0025	0.0009	0.0027	0.0327	0.0003	0.0002
จุดที่ 3	0.014	0.0086	0.0023	0.0066	0	0.0064	0.0022	0.0004	0.0028	0.0588	0.0002	0.0045	0.0031	0.001	0.0013	0.0247	0.0002	0.003
จุดที่ 4	0.0053	0.0032	0.0037	0.0448	0.0024	0.0038	0.0028	0.0018	0.0027	0.0191	0.0001	0.0065	0.0033	0.0068	0.0024	0.0346	0	0.0035
จุดที่ 5	0.0079	0.009	0.005	0.0281	0.0043	0.0075	0.0026	0.0019	0.0017	0.02	0	0.0048	0.0026	0.0008	0.0023	0.0146	0	0.0024

ตารางภาคผนวก ง10 ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน mg/l (nitrate-nitrogen: NO_3-N)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0.0517	0.0074	0.0019	0.4765	0.1411	0.0024	0.0179	0.0044	0.0012	0.4445	0.0042	0.0254	0.0002	0.0003	0.0011	0.4324	0.005	0.0011
จุดที่ 2	0.0053	0.0098	0.0017	1.101	0.2664	0.045	0.0016	0	0.0036	0.1711	0.1365	0.0026	0.0011	0.0009	0.0046	0.2022	0.0055	0.0001
จุดที่ 3	0.0092	0.0557	0.0023	0.3412	0.0819	0.056	0.006	0.0017	0	0.2234	0.0023	0.007	0.0014	0.001	0	0.1669	0.0017	0.0012
จุดที่ 4	0.0221	0.0145	0.0037	0.3268	0.0133	0.0124	0.001	0.0069	0.002	0.1202	0.0013	0.0085	0.0028	0.0068	0.002	0.1534	0.0013	0.0015
จุดที่ 5	0.0221	0.0334	0.005	0.316	0.017	0.0031	0.001	0.0088	0.0015	0.1096	0	0.008	0.0017	0.0008	0.0017	0.2609	0	0.0002

ตารางภาคผนวก ง11 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต mg/l (otrophosphate: PO_4)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0.0777	0.0697	0.0516	0.073	0.0033	0.0021	0.0617	0.0501	0.0371	0.0251	0.0021	0.032	0.0631	0.0383	0.0322	0.0537	0.007	0.0351
จุดที่ 2	0.1211	0.0523	0.0308	0.1517	0.0044	0.01	0.1628	0.0309	0.0641	0.0474	0.0035	0.0022	0.0381	0.0379	0.0218	0.0683	0.03	0.0384
จุดที่ 3	0.0562	0.1149	0.0028	0.1101	0.002	0.001	0.059	0.0802	0.0087	0.1533	0.0036	0.0035	0.0364	0.0467	0.0517	0.0726	0.014	0.0048
จุดที่ 4	0.0709	0.0462	0.0176	0.0906	0.014	0.042	0.0443	0.0533	0.0162	0.0681	0.0087	0.0055	0.0404	0.0473	0.9	0.1122	0.001	0.014
จุดที่ 5	0.0761	0.052	0.0962	0.0003	0.001	0.021	0.4434	0.0461	0.0858	0.0723	0.0165	0.0126	0.0404	0.0373	0.1762	0.1078	0.001	0.035

ตารางภาคผนวก ง12 คลอโรฟิลล์ เอ จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

คลอโรฟิลล์ เอ mg/l (chlorophyll a)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0.0777	0.0697	0.0516	0.073	0.0033	0.0021	0.0617	0.0501	0.0371	0.0251	0.0021	0.032	0.0631	0.0383	0.0322	0.0537	0.0054	0.0351
จุดที่ 2	0.1211	0.0523	0.0308	0.1517	0.0044	0.01	0.015	0.0309	0.0641	0.0474	0.0035	0.0022	0.0381	0.0379	0.0218	0.0683	0	0.0384
จุดที่ 3	0.0562	0.1149	0.0028	0.1101	0.0484	0	0.059	0.0802	0.0087	0.1533	0.0036	0.0035	0.0364	0.0467	0.0517	0.0726	0.0011	0.0048
จุดที่ 4	0.0709	0.0462	0.0176	0.0906	0.0132	0	0.0443	0.0533	0.0162	0.0681	0.0087	0.0055	0.0404	0.0473	0.024	0.1122	0.0024	0.0022
จุดที่ 5	0.0761	0.052	0.0962	0.0003	0.141	0	0.026	0.0461	0.0858	0.0723	0.0165	0.0126	0.0404	0.0373	0.1762	0.1078	0.0004	0.041

ตารางภาคผนวก ง13 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform) MPN /100 ml																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	<1.8	<1.8	2	>1600	>1600	<1.8	2	<1.8	<1.8	>1600	240	>1600	<1.8	33	2	>1600	240	>1600
จุดที่ 2	<1.8	4	10	>1600	>1600	<1.8	1.8	2	<1.8	23	240	>1600	<1.8	23	<1.8	540	240	<1.8
จุดที่ 3	46	240	9.1	>1600	>1600	<1.8	<1.8	2	<1.8	>1600	130	<1.8	1.8	23	<1.8	540	23	>1600
จุดที่ 4	<1.8	4	4.5	920	23	23	<1.8	0	1.8	240	23	23	1.8	2	1.8	920	33	23
จุดที่ 5	7.8	23	<1.8	540	33	33	1.8	2	<1.8	240	240	33	<1.8	2	<1.8	540	2	33

ตารางภาคผนวก ง14 ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. จำแนกตามพื้นที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2558 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

ปริมาณเชื้อ *Vibrio* spp. CFU/ml (*Vibrio* spp.)																		
พื้นที่	บริเวณชายฝั่งทะเล						บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครง						บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำ					
	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59	เม.ย.-58	มิ.ย.-58	ส.ค.-58	ต.ค.-58	ธ.ค.-58	ก.พ.-59
จุดที่ 1	0	30	20	0	0	0	10	0	30	0	0	0	10	0	20	0	0	0
จุดที่ 2	30	180	60	0	20	50	80	10	63	40	30	0	0	0	20	0	190	5
จุดที่ 3	140	600	47	0	0	80	0	0	60	0	200	20	10	64	40	0	0	0
จุดที่ 4	0	62	90	0	0	20	20	144	30	10	0	10	0	61	50	0	0	0
จุดที่ 5	30	28	110	220	10	10	0	600	30	0	0	10	10	0	20	30	0	0

ภาคผนวก จ
มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง

ตารางภาคผนวก จ1 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ. 2549

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล					
	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
1. วัตถุที่ลอยน้ำ	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ					
2. สี	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ					
3. กลิ่น	ไม่เป็นที่น่ารังเกียจ					
4. อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1	ไม่เปลี่ยนแปลง	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 1	เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกิน 2		
5. ความเป็นกรดและด่าง	7.0 - 8.5					
6. ความโปร่งใส	ลดลงจากสภาพธรรมชาติไม่เกินกว่า 10% จากค่าต่ำสุด					
7. สารแขวนลอย	*					
8. ความเค็ม	เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกินกว่า 10% ของค่าต่ำสุด					
9. น้ำมันหรือไขมันบนผิวน้ำ	มองไม่เห็น					
10. ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน (ug/l)		ไม่เกิน 0.5		ไม่เกิน 1		ไม่เกิน 5
11. ออกซิเจนละลาย (mg/l)	ไม่น้อยกว่า 4	ไม่น้อยกว่า 6		ไม่น้อยกว่า 4		
12. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (MPN/100ml)	ไม่เกิน 1000					
13. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (CFU/100 ml)		ไม่เกิน 70			ไม่เกิน 100	
14. แบคทีเรียกลุ่มเอ็นเทอโรคอกไค (CFU/100 ml)	-	ไม่เกิน 35	-	ไม่เกิน 35	-	-

ตารางภาคผนวก จ2 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ. 2549 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล					
	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
15.ไนเตรท-ไนโตรเจน (ug - N/l)	ไม่เกิน 20			ไม่เกิน 60		
16.ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ug - P/l)		ไม่เกิน 15	ไม่เกิน 45	ไม่เกิน 15		ไม่เกิน 45
17.แอมโมเนียไนโตรเจน (ug - N/l)		ไม่เกิน 70	ไม่เกิน 100		ไม่เกิน 70	
18.ปรอททั้งหมด (ug/l)				ไม่เกิน 0.1		
19.แคดเมียม (ug/l)				ไม่เกิน 5		
20.โครเมียมรวม (ug/l)				ไม่เกิน 100		
21.โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (ug/l)				ไม่เกิน 50		
22.ตะกั่ว (ug/l)				ไม่เกิน 8.5		
23.ทองแดง (ug/l)				ไม่เกิน 8		
24.แมงกานีส (ug/l)				ไม่เกิน 100		
25.สังกะสี (ug/l)				ไม่เกิน 50		
26.เหล็ก (ug/l)				ไม่เกิน 300		
27.ฟลูออไรด์ (ug/l)				ไม่เกิน 1		
28.คลอรีนคงเหลือ (ug/l)	-	-	-	-		ไม่เกิน 0.01
29.ฟีนอล (ug/l)				ไม่เกิน 0.03		

ตารางภาคผนวก จ3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลในเขตน่านน้ำไทยตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 พ.ศ. 2549 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล					
	ประเภทที่ 1	ประเภทที่ 2	ประเภทที่ 3	ประเภทที่ 4	ประเภทที่ 5	ประเภทที่ 6
30.ซัลไฟต์ (ug/l)	ไม่เกิน 10					
31.ไซยาไนด์ (ug/l)	ไม่เกิน 7					
32.พีซีบี (ug/l)	ตรวจไม่พบ					
33.สารหนู (ug/l)	ไม่เกิน 10					

หมายเหตุ * หมายถึงเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นไม่เกินผลรวมของค่าเฉลี่ย 1 วัน บวกกับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยนั้นๆ
ที่มา : คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2549)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล นางสาวสายฝน ทิศกองราช
รหัสประจำตัวนักศึกษา 5510920067
วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (การประมง)	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร	2554

ทุนการศึกษา
ทุนอุดหนุนเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัยปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน
พนักงานราชการ ตำแหน่ง พนักงานบริหารทั่วไป ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 84000 Email: fallingrain04@hotmail.com Tel. 0915279668

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน
สายฝน ทิศกองราช, กานดา ค้ำชู และ พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี. 2560. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการแพร่กระจายของเชื้อ *Vibrio* spp. บริเวณอ่าวบ้านดอน อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 14(2).