บทความวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

เสถียรพงษ์ ขาวหิต[1*] และ เกษม จันทร์แก้ว[1,2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศ วิทยาชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ยตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งโครงการฯ ทำการบำบัดน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรีโดยใช้เทคโนโลยีง่ายๆ และหลักการแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติโดยระบบบ่อบำบัดและระบบพืชบำบัดก่อนปล่อยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดลงสู่ทะเล ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีและช่วงที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด ในเดือนกันยายน 2555 (ฤดูฝน) และ เดือนมีนาคม 2556 (ฤดูแล้ง) นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 9 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเค็ม ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่าไนเตรท ค่าแอมโมเนีย ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ และค่าบีโอดี (BOD) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 ± 0.52 mg/L $29.46 \pm 0.85^{\circ}$C 8.14 ± 0.08, 29.31 ± 1.72 psu 0.02 ± 0.02 mg/L 0.04 ± 0.04 mg/L 0.01 ± 0.00 mg/L 0.05 ± 0.00 mg/L และ 0.73 ± 0.24 mg/L ตามลำดับ

คำสำคัญ: ระบบบำบัดน้ำเสีย คุณภาพน้ำ ระบบนิเวศ

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]ผู้อำนวยการโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: sateinpong_13@hotmail.com

The Study of Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment Efficiency on Water Quality and Coastal Ecosystems of Laem Phak Bia, Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem District, Phetchaburi Province

Sateinpong Khowhit[1*] and Kasem Chunkao[1,2]

ABSTRACT

This study is Phetchaburi municipal wastewater treatment efficiency on water quality and coastal ecosystems of Laem Phak Bia, under the project of "The King's Royally Initiated Environmental Research and Development" (the LERD project), Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem District, Phetchaburi Province, Thailand. The LERD project is mainly operated on the basis of "nature heals nature" by applying natural mechanisms of stabilization ponds for sedimentation and bio-mechanism of aquatic plants. After treating wastewater with LERD system, treated water is released into the coastal area. In this study, water was sampled during September 2012 (rainy season) and March 2013 (dry season), subsequently analyzed its quality. Our analyses showed that the average values of nine parameters, including Dissolved Oxygen (DO), Temperature, pH, Salinity, Total Phosphorus, Nitrate, Ammonia, Hydrogen Sulfide and Biochemical Oxygen Demand (BOD) were 6.90 ± 0.52 mg/L, $29.46 \pm 0.85^{\circ}$C, 8.14 ± 0.08, 29.31 ± 1.72 psu, 0.02 ± 0.02 mg/L, 0.04 ± 0.04 mg/L, 0.01 ± 0.00 mg/L, 0.05 ± 0.00 mg/L and 0.73 ± 0.24 mg/L, respectively.

Keywords: Wastewater Treatment, Water Quality, Coastal Ecosystems

[1]Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University.

[2]Director of The King's Royally Initiated Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province.

[*]Corresponding author, email: sateinpong_13@hotmail.com

บทนำ

จากปัญหาแม่น้ำเพชรบุรีเกิดการเน่าเสียไม่สามารถนำน้ำจากแม่น้ำเพชรบุรีไปใช้ประโยชน์ได้ เกิดมลพิษทางน้ำส่งผลต่อระบบนิเวศวิทยาแหล่งน้ำและส่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแม่น้ำเพชรบุรีรวมถึงสุขภาพอนามัยที่ประชาชนที่อาศัยบริเวณริมฝั่งแม่น้ำเพชรบุรี พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชมหิตลาธิเบศรรามาธิบดี จักรีนฤบดินทร สยามินทราธิราช บรมนาถบพิตร จึงทรงมีพระราชดำริให้ทำการก่อตั้งโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ขึ้นในปี พ.ศ. 2533 ที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีโดยมีสำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) และกรมชลประทาน การดำเนินงานของโครงการฯ โดยมีการรวบรวมน้ำเสียที่สถานีสูบน้ำคลองยาง และสูบด้วยเครื่อง สูบน้ำแรงดันสูงการวางท่อส่งน้ำเสีย High Density Polyethylene (HDPE) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.50 กิโลเมตร เข้าระบบบำบัดของโครงการฯ (รูปที่ 1) ภายใต้หลักการที่ว่าให้ธรรมชาติช่วยธรรมชาติและเทคโนโลยีอย่างง่ายๆที่ไม่ยุ่งยาก นำไปใช้ได้ง่ายประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ได้ทุกพื้นที่ [1] ปัจจุบันโครงการฯ มีการดำเนินงานต่อเนื่องรวมระยะเวลา 27 ปี ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นการดำเนินการติดตามของโครงการฯ และบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรีเมื่อน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลที่ผ่านการกระบวนการบำบัดเสร็จสิ้นแล้วจะถูกปล่อยทิ้งลงสู่ทะเลชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยคุณภาพน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดไม่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านมลพิษและสิ่งแวดล้อมทำลายระบบห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งทะเล ในทางกลับกันอาจจะส่งผลดีต่อประชาชนชาวจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดข้างเคียงรวมถึงก่อให้เกิดความแตกต่างของระบบนิเวศชายฝั่งทะเลตามธรรมชาติทั่วๆ ไป

อุปกรณ์และวิธีทดลอง

1. พื้นที่ศึกษา

ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งอยู่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด 14° 42.240′ เหนือถึง 14°43.480′ เหนือและลองจิจูด 06°17.780′ ตะวันออกถึง 06°19.271′ ตะวันออก ดังภาพที่ 1

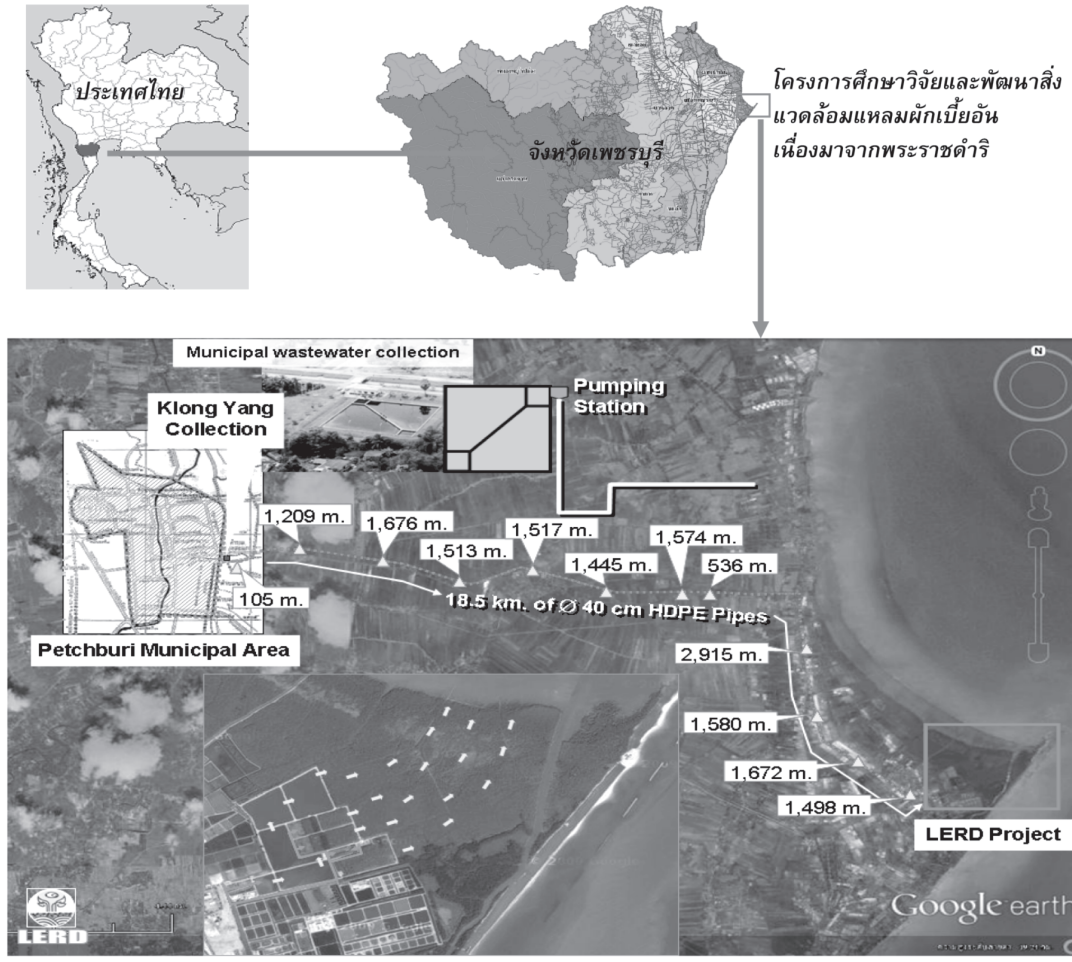
2. การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

2.1) คุณภาพน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรี

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองเพชรบุรีประกอบด้วยบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพจำนวน 1 จุด 2 ซ้ำใน 2 ฤดูกาล ฤดูกาลละ 4 เดือนประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนกันยายน 2555) และฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคม 2556) เก็บตัวอย่างน้ำในระบบบำบัดและใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป ดังรูปที่ 2

2.2) คุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด 2 ฤดูกาลประกอบด้วยกันยายน 2555 (ฤดูฝน) และมีนาคม 2556 (ฤดูแล้ง) มี 3 ระยะ (A-B-C) ขนานกันกับแนวชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย คือ A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร C: ระยะห่างจากชายฝั่ง 1,000 เมตรแต่ละระยะมี 5 จุด มีระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเล 200 เมตร ซึ่งในแต่ละระยะเก็บตัวอย่างน้ำทะเลจำนวน 1 จุด 2 ซ้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทะเลภาคสนามและใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

2.3) คุณภาพน้ำนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย

ทำการเก็บตัวอย่างนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด 2 ฤดูกาล ประกอบด้วย กันยายน 2555 (ฤดูฝน) และมีนาคม 2556 (ฤดูแล้ง) มี 4 ระยะ (D-E-F-G) ขนานกันกับแนวชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย คือ D: ระยะห่างจากชายฝั่ง 4,000 เมตร E: ระยะห่างจากชายฝั่ง 5,000 เมตร F: ระยะห่างจากชายฝั่ง 6,000 เมตร และ F: ระยะห่างจากชายฝั่ง 7,000 เมตร แต่ละระยะมี 5 จุด มีระยะห่างระหว่างจุด 200 เมตร ซึ่งในแต่ละระยะเก็บตัวอย่างน้ำทะเลจำนวน 1 จุด 3 ซ้ำโดยเก็บตัวอย่างน้ำทะเลภาคสนามและใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

2.4) การวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำ

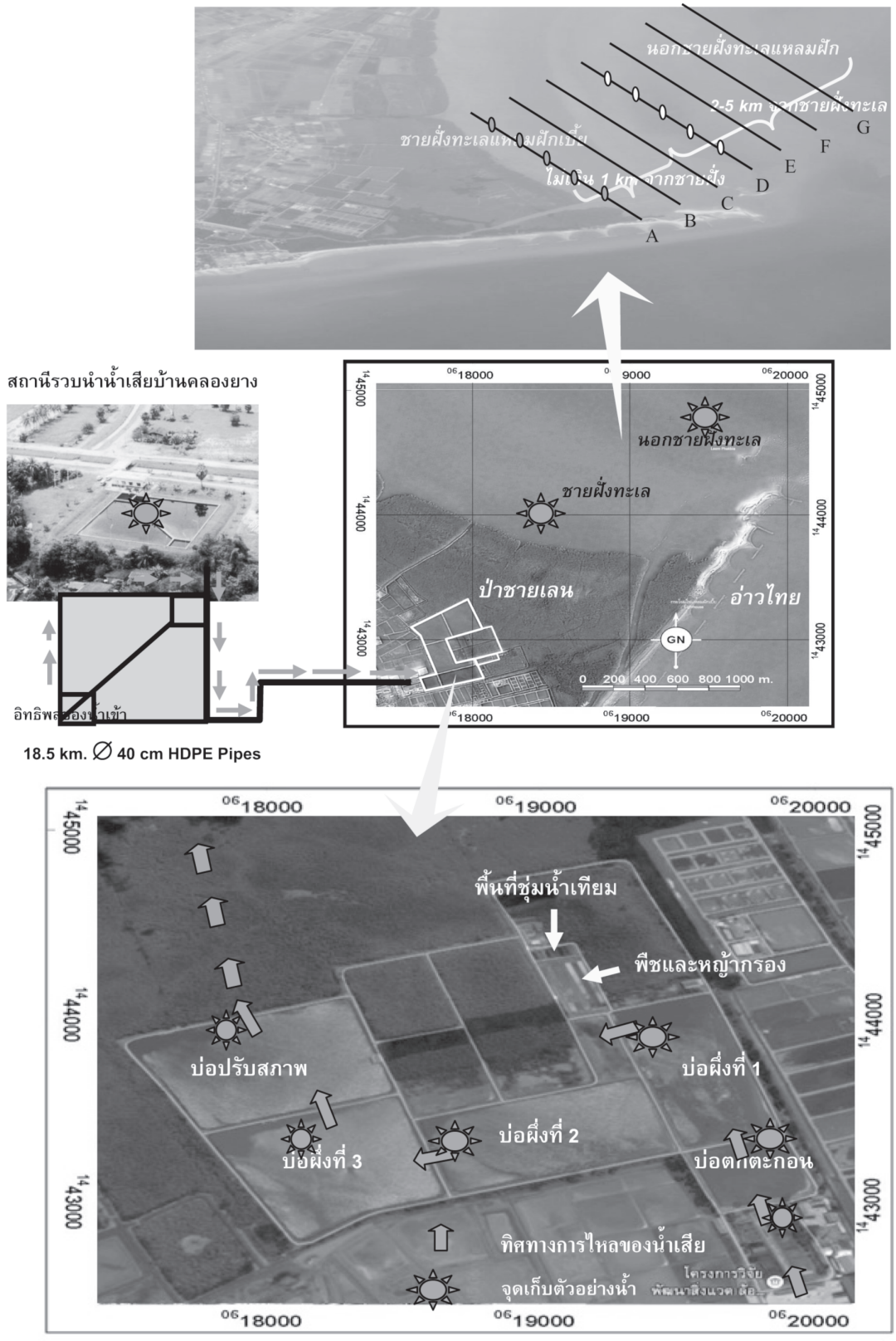
เก็บตัวอย่างน้ำภาคสนามประกอบด้วยออกซิเจนที่ละลายน้ำ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และความเค็ม ใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร และเก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำประกอบด้วย ฟอสฟอรัสทั้งหมด ไนเตรท แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และ บีโอดี (BOD) การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นไปตามวิธีกำหนดไว้ตามวิธี [2, 3] ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีการ
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)	DO Meter
อุณหภูมิ (°C)	Thermometer
ความเป็นกรด-ด่าง	pH Meter
ความเค็ม (psu)	Salinity meter
แอมโมเนีย (NH_3)	ascorbic acid method
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)	total sulfides
ฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/L)	Ascorbic Acid method
ไนเตรท (mg/L)	Cadmium reduction method
บีโอดี (BOD) (mg/L)	5-day BOD test

3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์คุณภาพน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน เทศบาลเมืองเพชรบุรี บ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยใช้โปรแกรม SPSS โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Independent-samples T-Test



รูปที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

ผลการทดลอง

1. ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่ละจุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.61 ± 0.53, 0.11 ± 0.18, 1.19 ± 1.49 และ 3.83 ± 1.55 mg/L ตามลำดับ มีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] ส่วนน้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยมีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.26 ± 3.07, 6.03 ± 2.49, 6.22 ± 2.10, 5.35 ± 0.33 และ 6.90 ± 0.52 mg/L ตามลำดับ

2. ค่าอุณหภูมิ

ค่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ไม่มีแตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยมีค่าอุณหภูมิต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.63 ± 1.38, 31.07 ± 0.75, 31.07 ± 1.17, 31.05 ± 1.30, 30.83 ± 1.34, 30.82 ± 1.26, 31.05 ± 1.11, 31.10 ± 2.45 และ $29.46 \pm 0.85^{\circ}C$ ตามลำดับ

3. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความสัมพันธ์แตกต่างของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากับ 6.92 ± 0.16, 7.01 ± 0.12, 7.34 ± 0.15, 7.87 ± 0.20, 8.37 ± 0.57, 8.92 ± 0.29, 8.97 ± 0.21, 8.15 ± 0.06 และ 8.14 ± 0.08 ตามลำดับและต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [5]

4. ค่าความเค็ม

ค่าความเค็มมีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ค่าความเค็มต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ± 0.10, 0.06 ± 0.06, 0.12 ± 0.06, 0.14 ± 0.05, 0.17 ± 0.07, 0.22 ± 0.15, 0.41 ± 0.45, 24.79 ± 1.57 และ 29.31 ± 1.72 psu ตามลำดับ

5. ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด

ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดมีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยางมีค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [5] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.09 ± 0.79 mg/L ส่วนน้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลม

ผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [5] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.09 ± 0.79, 1.75 ± 0.60, 1.29 ± 0.67, 0.88 ± 0.62, 0.50 ± 0.30, 0.34 ± 0.22, 0.24 ± 0.08, 0.12 ± 0.12 และ 0.02 ± 0.02 mg/L ตามลำดับ

6. ค่าไนเตรท

ค่าไนเตรทมีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 และน้ำออกบ่อปรับสภาพ ค่าไนเตรทสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 ± 0.25, 0.62 ± 0.22, 0.66 ± 0.17, 1.11 ± 1.19, 2.46 ± 2.33, 1.19 ± 0.65 และ 1.86 ± 0.65 mg/L ตามลำดับ ส่วนชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ค่าไนเตรทต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ย 0.07 ± 0.02 และ 0.04 ± 0.04 mg/L ตามลำดับ

7. ค่าแอมโมเนีย (NH_3)

ค่าแอมโมเนียมีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 และน้ำออกบ่อปรับสภาพ ค่าแอมโมเนียสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08 ± 1.08, 2.76 ± 0.93, 2.58 ± 0.66, 1.61 ± 0.60, 0.74 ± 0.61, 0.43 ± 0.35 และ 0.46 ± 0.41 mg/L ตามลำดับ ส่วนชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ค่าแอมโมเนียต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ย 0.03 ± 0.01 และ 0.01 ± 0.00 mg/L ตามลำดับ

8. ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S)

ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 และน้ำออกบ่อปรับสภาพมีค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.33 ± 9.87, 16.80 ± 5.24, 20.84 ± 6.89, 29.99 ± 12.36, 36.75 ± 20.80, 50.50 ± 41.21 และ 102.00 ± 142.25 mg/L ตามลำดับ ส่วนชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [4] มีค่าเฉลี่ย 0.06 ± 0.012 และ 0.05 ± 0.00 mg/L ตามลำดับ

9. ค่าบีโอดี (BOD)

ค่าบีโอดี (BOD) มีความสัมพันธ์แตกต่างกันของแต่จุดที่เก็บตัวอย่างน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) (ดังตารางที่ 2) พบว่าบ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง น้ำเข้าบ่อตกตะกอน น้ำออกบ่อตกตะกอน ค่าบีโอดี (BOD) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [5] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.80 ± 8.00, 47.50 ± 16.71, 33.80 ± 17.50, 16.80 ± 12.02 และ 13.10 ± 9.11 mg/L ตามลำดับ ส่วนน้ำออกบ่อผึ่งที่ 1 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2 น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3 น้ำออกบ่อปรับสภาพ ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยมีค่าบีโอดี (BOD) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด [5] มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.60 ± 5.28, 8.70 ± 3.97, 1.54 ± 0.65 และ 0.73 ± 0.24 mg/L ตามลำดับ

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราช ดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาได้แก่ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเค็ม ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่าไนเตรท ค่าแอมโมเนีย ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ และค่าบีโอดี (BOD) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.90 ± 0.52 mg/L, $29.46 \pm 0.85^{\circ}$C, 8.14 ± 0.08, 29.31 ± 1.72 psu, 0.02 ± 0.02 mg/L, 0.04 ± 0.04 mg/L, 0.01 ± 0.00 mg/L, 0.05 ± 0.00 mg/L และ 0.73 ± 0.24 mg/L

ซึ่งโครงการฯมีการบำบัดน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้หลักการเทคโนโลยีง่ายๆ และหลักการแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติประกอบด้วย 1) บ่อบำบัด (lagoon treatment) 2) พืชและหญ้ากรอง (plant and grass) 3) พื้นที่ชุ่มน้ำเทียม (constructed wetland) และ 4) แปลงป่าชายเลน (mangrove forest filtration) โดยมีสถานีสูบน้ำรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง และมีระบบท่อรวบรวมน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีมีปริมาณน้ำเสียประมาณ 7,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน จะถูกส่งต่อเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี มีการวางท่อส่งน้ำเสีย HDPE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.50 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2 [6, 7] ส่งผลทำให้ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างน้ำทะเลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) ยกเว้นค่าอุณหภูมิในน้ำเพราะว่าดวงอาทิตย์มีดวงเดียวการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ไม่มีความแตกต่างกันส่งผลทำให้ค่าอุณหภูมิในน้ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p > 0.05$) ตามไปด้วย เมื่อน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัดเสร็จสิ้นแล้วจะถูกปล่อยทิ้งลงสู่ทะเล จะกลายเป็นการผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดจากน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัดเสร็จสิ้นแล้วกับน้ำทะเลส่งผลทำให้บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยกลายเป็นแหล่งน้ำกร่อยมีค่าความเค็ม 29.31 ± 1.72 psu และยังส่งผลทำให้คุณภาพน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ค่าแอมโมเนีย ค่าไฮโดรเจน ซัลไฟด์ และค่าบีโอดี (BOD) มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ค่าออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เพราะว่าได้รับอิทธิพลจากคลื่นและลมจากบริเวณชายฝั่งทะเล นอกจากนี้จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ค่าไนเตรทมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานพื้นที่ชายฝั่งทะเลตามธรรมชาติทั่วๆ ไปเพียงค่าเดียวเท่านั้น เนื่องจากฝั่งทะเลเป็นพื้นที่รองน้ำเสียชุมชนจากชุมชนเมืองเพชรบุรี ซึ่งมีบ้านเรือนที่อาศัยกันที่ความหนาแน่นสูง ส่งผลทำให้ค่าไนเตรทที่อยู่ในรูปสิ่งปฏิกูล กิจกรรมของมนุษย์ การชำระร่างกาย การล้างผัก ผลไม้ การประกอบอาหาร เป็นต้น ทำให้น้ำเสียเมื่อผ่านการบำบัดแล้วมีปริมาณไนเตรทสูงตามไปด้วย [8] คุณภาพน้ำมีค่าไนเตรทที่สูงนี้กลับส่งผลดีต่อห่วงโซ่อาหารและกำลังผลิตเบื้องต้นของชายฝั่งทะเลและนอกชายฝั่งทะเล เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ เป็นต้น สอดคล้องพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยก่อนที่จะมีการดำเนินงานของโครงการฯ ในปี 2533 พบว่าเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลหาดเลนงอกใหม่ (new mudflat) ไม่มีรายงานและไม่พบสิ่งมีชีวิตที่อาศัย เป็นพื้นที่หาดเลนงอกใหม่ทั่วๆ ไป เป็นที่ราบลุ่มและที่ราบชายฝั่งทะเลพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นนาเกลือ นากุ้ง และพื้นที่นากุ้งเดิมที่ปล่อยทิ้งไว้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ หลังปี พ.ศ. 2543 โครงการฯ มีการดำเนินการบำบัดน้ำเสียพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยที่เป็นพื้นที่รองรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วกลับพบกลุ่มหอยตลับ (Family Veneridae) เป็นกลุ่มที่เด่นมีจำนวน 8 ชนิด

หอยตลับ ชนิด *Meretrix casta* เป็นชนิดที่เด่น และมีอาหารเพียงชนิดเดียวคือแพลงก์ตอนพืชไดอะตอม ชนิด *Coscinodiscus* sp. รวมถึงพบหอยตลับชนิดนี้ที่พื้นที่บริเวณหาดเลนชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยที่เดียวในจังหวัดเพชรบุรีเท่านั้น มีปริมาณทั้งหมด 921 ตันต่อปี และมีผลรวมหอยทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 69.42 ล้านตัวต่อปี ปริมาณรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1,291 ตันต่อปี มูลค่ารวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 26.86 ล้านบาทต่อปีสร้างอาชีพ สร้างรายได้ให้กับชาวประมงที่อาศัยบริเวณรอบๆ โครงการฯ และจังหวัดข้างเคียง [9, 10]

นอกจากนี้พื้นที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยประมาณเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคมของทุกปีจะพบวาฬบรูด้า *(Balaenoptera brydei)* จำนวนประมาณ 10-14 ตัว เกาะกลุ่มหากินกัน ซึ่งพื้นที่บริเวณอ่าวไทยรูปตัวกอ จะพบวาฬบรูด้าเฉพาะพื้นที่บริเวณนอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีเท่านั้น [11] ส่งผลทำให้พื้นที่นอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเป็นสถานที่ที่มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจเดินทางมาเฝ้าชมวาฬบรูด้าเป็นจำนวนมากและเป็นจุดลงเรือและเช่าเหมาเรือจุดใหญ่ในจังหวัดเพชรบุรี เพื่อจะเดินทางไปชมวาฬบรูด้า ก่อให้เกิดการสร้างงานและสร้างรายได้หมุนเวียนในพื้นที่ ตำบลแหลมผักเบี้ย รวมถึงพื้นที่ข้างเคียง ถ้าหากประชาชนชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียมากเท่าไรเมื่อนำน้ำเสียเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียแล้วถูกปล่อยทิ้งลงชายฝั่งทะเลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำกลับเป็นผลดี และก่อให้เกิดระบบนิเวศชายฝั่งทะเลที่สมบูรณ์ตรงบริเวณพื้นที่รองรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วพบหอยตลับชนิด *M. casta* เป็นชนิดที่เด่นเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญบริเวณชายฝั่งทะเลและนอกชายฝั่งทะเลจะพบวาฬบรูด้า นอกจากนั้นข้อมูลทางด้านทางคุณภาพน้ำจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำและอนุรักษ์สัตว์น้ำให้เกิดความยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยและเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานการและวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ

ดัชนีทางคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน									
		บ่อรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง	น้ำเข้าบ่อตกตะกอน	น้ำออกบ่อตกตะกอน	น้ำออกบ่อผึ่งที่ 1	น้ำออกบ่อผึ่งที่ 2	น้ำออกบ่อผึ่งที่ 3	น้ำออกบ่อปรับสภาพ	ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย	นอกชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย	P-value
											0.000**
											0.051
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/l)	มากกว่า 4	0.61±0.63^{d}	0.11±0.18^{d}	1.19±1.49^{cb}	3.83±1.55^{cb}	5.26±3.07^{ab}	6.03±2.49^{ab}	6.22±2.10^{ab}	5.35±0.33^{ab}	6.90±0.52^{a}	0.000**
ค่าอุณหภูมิ (°C)	23-32	30.63±1.38^{a}	31.07±0.75^{a}	31.07±1.17^{a}	31.05±1.30^{a}	30.83±1.34^{a}	30.82±1.26^{a}	31.05±1.11^{a}	31.10±2.45^{a}	29.46±0.85^{a}	0.000**
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	5-9	6.92±0.16^{f}	7.01±0.12^{f}	7.34±0.15^{e}	7.87±0.20^{d}	8.37±0.57^{b}	8.92±0.29^{a}	8.97±0.21^{a}	8.15±0.06^{cd}	8.14±0.08^{bc}	0.000**
ค่าความเค็ม (psu)	น้อยกว่า 30	0.08±0.10^{c}	0.06±0.06^{c}	0.12±0.06^{c}	0.14±0.05^{c}	0.17±0.07^{c}	0.22±0.15^{c}	0.41±0.45^{c}	24.79±1.57^{b}	29.31±1.72^{a}	0.000**
ค่าแอมโมเนีย (NH_3) (mg/l)	น้อยกว่า 0.10	3.08±1.08^{a}	2.76±0.93^{a}	2.58±0.66^{a}	1.61±0.60^{b}	0.74±0.61^{c}	0.43±0.35^{cd}	0.46±0.41^{cd}	0.03±0.01^{d}	0.01±0.00^{d}	0.000**
ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (N_2S) (mg/l)	น้อยกว่า 1.00	18.33±9.87^{ab}	16.80±5.24^{b}	20.84±6.89^{ab}	29.99±12.36^{ab}	36.75±20.80^{a}	50.50±41.21^{a}	102.00±142.25^{a}	0.06±0.01^{c}	0.05±0.00^{c}	0.001**
ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (mg/l)	น้อยกว่า 2	2.09±0.79^{a}	1.75±0.60^{ab}	1.29±0.67^{bc}	0.88±0.62^{cd}	0.50±0.30^{de}	0.34±0.22^{e}	0.24±0.08^{e}	0.12±0.12^{e}	0.02±0.02^{f}	0.000**
ค่าไนเตรท (mg/l)	น้อยกว่า 0.06	0.64±0.25^{bc}	0.62±0.22^{bc}	0.06±0.17^{bc}	1.11±1.19^{bc}	2.46±2.33^{a}	1.19±0.65^{bc}	1.86±0.65^{ab}	0.07±0.02^{c}	0.04±0.04^{c}	
ค่าบีโอดี (BOD) (mg/l)	น้อยกว่า 20	62.80±8.00^{a}	47.50±16.71^{b}	33.80±17.50^{c}	16.80±12.02^{d}	13.10±9.11^{de}	10.60±5.28^{de}	8.70±3.97^{de}	1.54±0.65^{e}	0.73±0.24^{e}	

หมายเหตุ - ค่าความเค็ม ค่าแอมโมเนีย และ ค่าไนเตรท มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง, ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด และค่าบีโอดี (BOD) มาตรฐานที่ควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน
- ค่าอุณหภูมิ เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตสัตว์น้ำ
- ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (N_2S) มาตรฐานการระบายน้ำลงทางน้ำชลประทาน

* หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

** หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

1. LERD Project. 2011. Annual Report on The King's Initiative Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project (LERD), Laem Phak Biasub-district, Ban Laem district, Petchburi province, Thailand.
2. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official Method of Analysis. 15th Edition. Arlington: The Association of Official Analytical Chemists.
3. APHA, AWWA., and WEF. 2009. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. Washington: American Public Health Association.
4. Pollution Control Department. 2007. The Standards of Coastal Water. Notification of Ministry of Natural Resources and Environment.
5. Pollution Control Department. 2010. The Standards Regulate Water Discharge from the Wastewater Treatment System of the Community. Notification of Ministry of Natural Resources and Environment.
6. Pommai, S., Chunkao. K., Dumpin, N., Boonmang, S., and Nimpee, C. 2013. Determining the In-pipe Anaerobic Processing Distance before Draining to Oxidation Pond of Municipal Wastewater Treatment. *International Journal of Environmental Science and Development.* 4(2):157-162.
7. Jinjaruk, T. 2014. Water Balance in Oxidation Pond System at the King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi province. (Master's Thesis). Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
8. Pommai, S., Chunkao. K., and Bualerd, S. 2012. Variation of Oxygen Transfer Along the Rectangular Weir Crest Distance of Wastewater Treatment Pond. *Procedia Environ Sci.* 13: 498-512.
9. Khowhit, S. 2016. Influencing of Treated Domestic Effluent on Ecological Niche, Growth and Life Cycle of Hard Clams (*Meretrix* spp.) (Ph.D. Thesis). Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
10. Khowhit, S., and Chunkao, K. 2016. Influence of Treated Domestic Effluent on Value of Economically Important Macrobenthic Fauna in the New Mudflat Areas of Laem Phak Bia: The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. *Area Based Development Research Journal.* 8 (4): 84-96.
11. National Institute of Coastal Aquaculture. 2017. Bryde's whale *(Balaenoptera brydei)* Available from URL: http://www.nicaonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=865:2012-02-27-08-55-25&catid=35:2012-02-20-02-56-57&Itemid=119. 15 February 2017.

ได้รับบทความวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2560
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 20 สิงหาคม 2560