



ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้อุ้งน้ำและความสัมพันธ์กับ
คุณภาพน้ำใต้อุ้งน้ำบริเวณพื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ย

อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

Species Diversity of Benthic Water Phytoplankton and
Relationships Between Benthic Water Qualities at Mud Flat
Area of Laem Phak Bia, Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem
District, Phetchaburi Province

เสถียรพงษ์ ขาวหิโต^{1*} เกษม จันทร์แก้ว^{1,3} วศิน อิงคพัฒนากุล² อรอนงค์ ผิวนิล¹ และ เอกชัย บุคดา⁴

¹ภาควิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

²วิทยาลัยนานาชาติ มหาวิทยาลัยศิลปากร เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170

³ผู้อำนวยการโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ

ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี 76100

⁴สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400.

*Corresponding Author, E-mail: puiku_1213@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้อุ้งน้ำและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำใต้อุ้งน้ำบริเวณพื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ย ในเขตตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่างในระดับความลึก 30 เซนติเมตร จำนวน 2 ครั้ง คือฤดูฝน (เดือนกันยายน 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม 2556) ผลการศึกษาพบว่าแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 2 ดิวิชัน แบ่งออกเป็นดิวิชัน Cyanophyta 3 สกุล และดิวิชัน Chromophyta 18 สกุล รวม 21 สกุล โดยแพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น ได้แก่ ไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. และ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Oscillatoria* sp. ค่าดัชนีความสม่ำเสมอและค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้อุ้งน้ำมีค่าเท่ากับ 0.76 และ 2.17 ตามลำดับ. ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำใต้อุ้งน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้อุ้งน้ำพบว่ามี

ความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าออกซิเจนละลายในน้ำ ค่า TKN ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกันกับค่าความเค็ม ($p < 0.05$)

ABSTRACT

Study on species diversity of benthic water phytoplankton and relationships between benthic water qualities at mud flat area of Laem Phak Bia of Laem Phak Bia, Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem District, Phetchaburi Province. The samples were collected from underground at the depth of 30 cm during rainy period (September-2012) and summer period (March-2013). The results showed that benthic water phytoplankton was found in 21 genera of 2 Division, 3 genera in Cyanophyta and 18 genera in Chromophyta. The dominant species belong to species *Coscinodiscus* sp. and *Oscillatoria* sp. The index of evenness index and species diversity of benthic water phytoplankton were 0.76 and 2.17, respectively. The observed indices related to benthic water phytoplankton exhibited significant positive correlations with that dissolved oxygen, TKN, orthophosphate and hydrogen sulfide ($p < 0.05$), whilst they showed significant negative correlations with that salinity of the water ($p < 0.05$).

คำสำคัญ: แพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ คุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำ หาดเลนแหลมผักเบี้ย

Keywords: Benthic Water Phytoplankton, Benthic Water Qualities, Mud Flat Area of Laem Phak Bia

บทนำ

แพลงก์ตอนพืชในดินตะกอนใต้พื้นท้องน้ำ นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะว่าเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (primary producer) พบได้ทุกแห่งในแหล่งน้ำ ลักษณะของดินตะกอน เช่น ความหนาแน่น ความพรุน น้ำในดิน ขนาดของดินตะกอนมีความสัมพันธ์และส่งผลต่อชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชใต้ท้องน้ำ บริเวณพื้นที่นั้นๆ เพราะว่าดินตะกอนที่มีความหนาแน่นต่ำ ความพรุนน้อย น้ำในดินตะกอนน้อย ขนาดของดินตะกอนทำให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่ (Macropores) มีขนาดมากกว่า 50 ไมโครเมตร ส่งผลให้อากาศในดินตะกอนมีการเคลื่อนที่ได้ดีและแสงจากดวงอาทิตย์สามารถที่จะส่องถึงทำให้มีออกซิเจน

ละลายอยู่ในช่องระหว่างเม็ดดินและแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำจะมีส่วนในการเพิ่มออกซิเจนแก่แบคทีเรีย น้ำในดินตะกอนเช่น *Nitrosomonas Nitrosococcus Thiobacillus* และ *Nitrobacter* ส่งผลทำให้เกิดกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินตะกอนเรียกว่า Aerobic decomposition รวมถึงจะมีการเปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนโตรเจนและไนเตรทเรียกว่ากระบวนการ Denitrification ทำให้น้ำในดินตะกอนไม่เป็นพิษมีปริมาณสารอินทรีย์วัตถุมากและสีดินตะกอนเป็นสีเหลือง ส่วนดินตะกอนที่มีความหนาแน่นสูง ความพรุนมาก น้ำในดินมาก ขนาดของดินตะกอนทำให้เกิดช่องว่างขนาดเล็ก (Micropores) มีขนาดน้อยกว่า 50 ไมโครเมตร ทำให้อากาศในดินมีการเคลื่อนที่

ได้ไม่ตีประกอกับแสงจากดวงอาทิตย์ไม่สามารถที่จะส่องถึงส่งผลทำให้แพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และไม่มีออกซิเจนอยู่ช่องระหว่างเม็ดดินส่งผลทำให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินตะกอน เป็นแบบไม่ใช้ออกซิเจน Anaerobic decomposition แต่จะใช้ซัลเฟต (SO_4^{2-}) เป็นตัวรับอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาแบบที่เรียกว่า Sulfate reducing bacteria เช่น *Desulfovibrio* ปฏิกิริยาที่เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์เรียกว่า Sulfate reduction และทำให้เกิดก๊าซไข่เน่ามีกลิ่นเหม็นแอมโมเนีย มีปริมาณสารอินทรีย์วัตถุต่ำและสีดินตะกอนเป็นสีดำ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2544; จารุมาศ, 2552) ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายชนิดแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำจึงมีความสำคัญต่อระบบนิเวศหาดเลน ห่วงโซ่อาหารและกำลังผลิตเบื้องต้นของหาดเลนแหลมผักเบี้ยชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางในการประเมินความอุดมสมบูรณ์เป็นดัชนีบ่งชี้สภาพแวดล้อมของหาดเลนรวมถึงสิ่งมีชีวิตและสัตว์หน้าดินที่อยู่อาศัยในดินตะกอนบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

ศึกษาบริเวณพื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด $14^{\circ}42.240'$ เหนือ ถึง $14^{\circ}43.480'$ เหนือ และ

ลองจิจูด $06^{\circ}17.780'$ ตะวันออก ถึง $06^{\circ}19.271'$ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่จำนวน 1,250 ไร่ ดังรูปที่ 1

2. ช่วงเวลาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่น้ำทะเลลงต่ำสุด 2 ครั้งประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกันยายน 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม 2556) โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 2 ระยะ (A - B) แต่ละระยะมี 5 จุด และแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร คือ A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A1 - A5) B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 60 เมตร (B1 -B5) ดังรูปที่ 2

3. การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำ

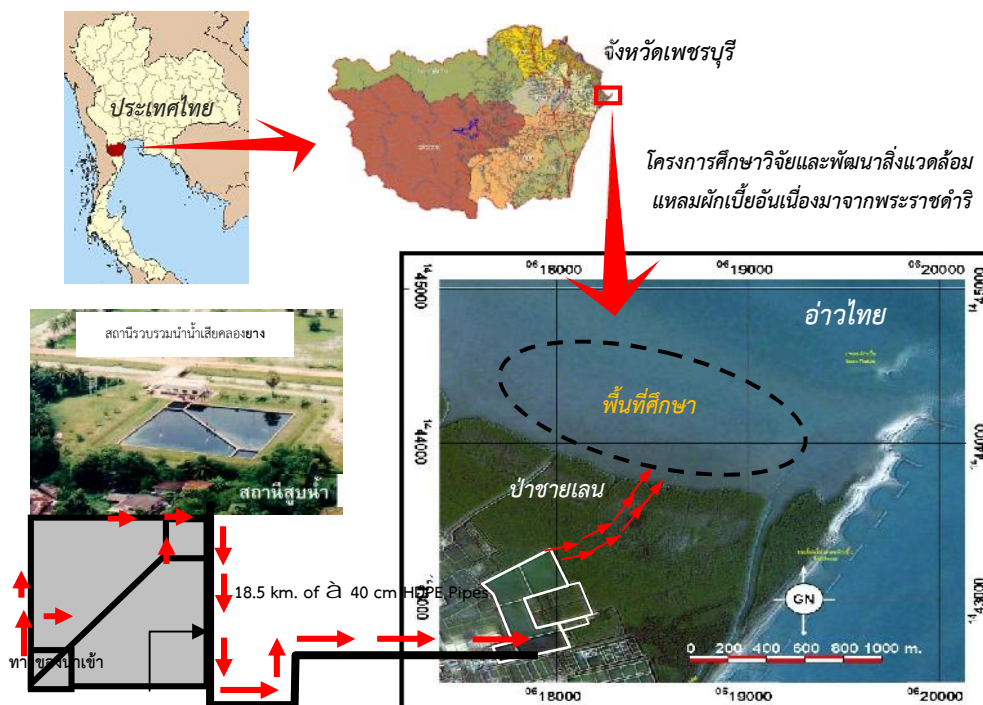
เก็บตัวอย่างน้ำทะเลในช่วงเวลาที่น้ำทะเลลงต่ำสุดโดยทำการปักท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว บริเวณหาดเลนจากนั้นตักดินตะกอนออกให้มีความลึก 30 เซนติเมตร ปล่อยให้ดินตะกอนตกตะกอนเป็นเวลาครึ่งชั่วโมงหลังจากนั้น ดังรูปที่ 3 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดไว้ตามวิธี AOAC, (2005); APHA, (2005) ดังตารางที่ 1

4. การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ

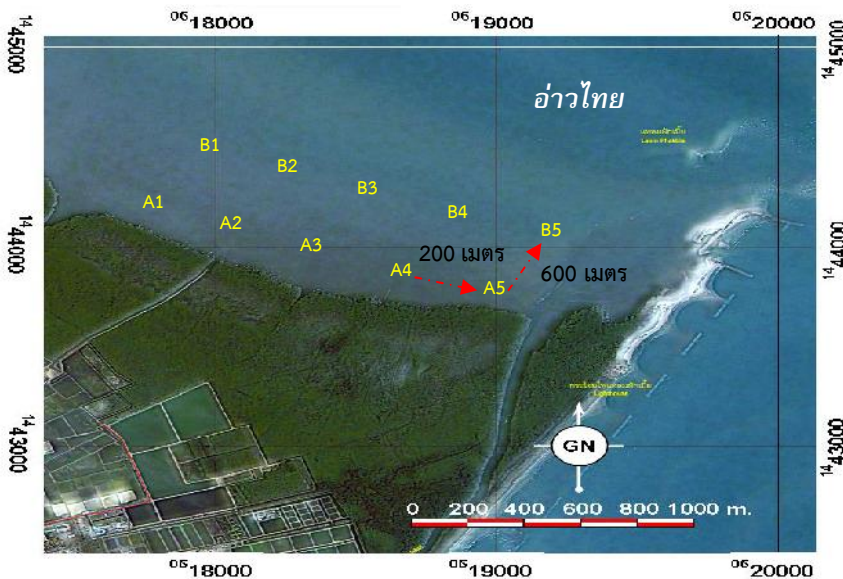
ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลตามข้อ 2.3 จำนวน 10 ลิตร กรองด้วยถุงกรองแพลงก์ตอนพืชขนาดช่องตา 20 ไมครอน นำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่กรองได้มาใส่ในขวดเก็บตัวอย่างแล้วตองตัวอย่างด้วยฟอร์มาลิน 4 เปอร์เซ็นต์ ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ระยะ จุดละ 1 ซ้ำ ดังรูปที่ 3 การจำแนกชนิดตามเอกสารของ ลัดดา (2544)

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำได้พื้นที่อ่างน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์
ค่าอุณหภูมิ (°C)	Thermometer
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	pH Meter
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)	DO Meter
ค่าความเค็ม (psu)	Salinity meter
ค่าความขุ่น (NUT)	Dried at 103-105 °C
ค่า TKN (mg/L)	Colorimetric method
ค่าไนเตรท(mg/L)	Cadmium reduction method
ค่าออร์โธฟอสเฟต (mg/L)	Digestion method
ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/L)	Total sulfides method
ค่าบีโอดี (BOD)(mg/L)	5-day BOD test method
ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	Spectrophotometer method



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาหาดเลนแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี



รูปที่ 2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำและแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

4.1 ศึกษาปริมาณแพลงก์ตอนนับปริมาณตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชโดยการสุ่มตัวอย่างใส่ลงในสไลด์นับปริมาณแพลงก์ตอนปริมาตร 200 ไมโครลิตร นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงในแต่ละตัวอย่าง จะทำการสุ่มนับ 3 ครั้ง แล้วนำข้อมูลหาค่าเฉลี่ย จากนั้นนำข้อมูลที่นับได้มาคำนวณหาปริมาณแพลงก์ตอนพืชหน่วยเป็นหน่วยต่อลูกบาศก์เมตรในการนับจะนับเซลล์ที่เป็นเซลล์เดี่ยวโคโลนีหรือสายนับคละกันไป (โดย 1 เซลล์ = 1 หน่วย, 1 โคโลนี/สาย = 1 หน่วย) (ลัดดาและ โสภณา, 2546) มีสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณแพลงก์ตอน (ลบ.ม.)} = (AB/C) \times 1000$$

โดยที่

A = ปริมาตรน้ำในขวดตัวอย่างแพลงก์ตอน (ml)

B = ค่าเฉลี่ยของแพลงก์ตอนที่นับได้ต่อ 1 ml

C = ปริมาตรของน้ำที่ผ่านถุกรองแพลงก์ตอน (l)

4.2 การหาค่าดัชนีความความสม่ำเสมอของชนิด (Evenness index; E) โดยใช้ Shannon-

Wiener's evenness ซึ่งคำนวณได้จากสูตร (Clarke and Warwick, 1994) มีสูตรดังนี้

$$E = H / \ln S$$

โดยที่

H = ดัชนีความหลากหลายของแต่ละสถานี

S = จำนวนชนิดของแพลงก์พืชในแต่ละสถานี

4.3 การหาค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index; H') นำข้อมูลจากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาคำนวณหาค่าดัชนีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่โดยใช้ Shannon-Wiener diversity index (Hurlbert, 1971) มีสูตรดังนี้

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln(1/p_i)$$

เมื่อ

S = จำนวนชนิดของแพลงก์ตอนพืช

Pi = จำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชแต่ละ

ชนิดหาร ด้วยจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนพืชรวม (i) ทั้งหมด

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ โดยใช้วิธีวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพอร์สัน (Person Correlation) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

1. ชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ

แพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำพบทั้งหมด 21 สกุล (24 ชนิด) 2 ดิวิชัน คือดิวิชัน Cyanophyta พบทั้งหมด 3 สกุล (3 ชนิด) และดิวิชัน Chromophyta พบทั้งหมด 18 สกุล (21 ชนิด) แพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำเป็นชนิดที่เด่นได้แก่ไดอะตอม ชนิด *Coscinodiscus* sp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชนิด *Oscillatoria* sp. ดังรูปที่ 4A แพลงก์ตอนพืชใต้

พื้นท้องน้ำในช่วงฤดูฝนพบดิวิชัน Cyanophyta จำนวน 2 สกุล (2 ชนิด) และดิวิชัน Chromophyta จำนวน 12 สกุล (12 ชนิด) รวมทั้งหมด 14 สกุล (14 ชนิด) ส่วนแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำในช่วงฤดูร้อนพบดิวิชัน Cyanophyta จำนวน 2 สกุล (2 ชนิด) ดิวิชัน Chromophyta จำนวน 12 สกุล (13 ชนิด) รวมทั้งหมด 14 สกุล (15 ชนิด) ดังรูปที่ 4B ดังตารางที่ 2

2. ปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ

ปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2,210.50 เซลล์ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 110.53 เซลล์ต่อลิตร จุดที่พบมากที่สุดคือ A2 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำเฉลี่ย 335.25 เซลล์ต่อลิตรประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช Class Cyanophyceae ร้อยละ 38.83 Class Bacillariophyceae ร้อยละ 61.17



รูปที่ 3 การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำและแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำแพลงก์ตอนพืชใต้ท้องน้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

ส่วนในช่วงฤดูฝนพบปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่ทั้งหมด น้ำรวมทั้งหมด 1,180.50 เซลล์ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 118.05 เซลล์ต่อลิตร จุดที่พบมากที่สุด คือ B3 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่ทั้งหมด 182.00 เซลล์ต่อลิตร ส่วนในช่วงฤดูร้อนพบปริมาณของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่ทั้งหมด 1,030 เซลล์ต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.00 เซลล์ต่อลิตร จุดที่พบมากที่สุด คือ A2 พบปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่ทั้งหมด 543.00 เซลล์ต่อลิตร ดังรูปที่ 4C และ รูปที่ 4D

3. การหาค่าดัชนีความสม่ำเสมอของชนิด (Evenness index)

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่ทั้งหมดในช่วงเวลาน้ำลงต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0.76 ในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ 0.85 และช่วงฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 0.55 ดังรูปที่ 4E

4. การหาค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index)

ค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่ทั้งหมดในช่วงเวลาน้ำทะเลลดต่ำสุดพบว่า มีค่าเท่ากับ 2.17 ในช่วงฤดูฝน มีเท่ากับ 2.25 และช่วงฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ 1.08 ดังรูปที่ 4F

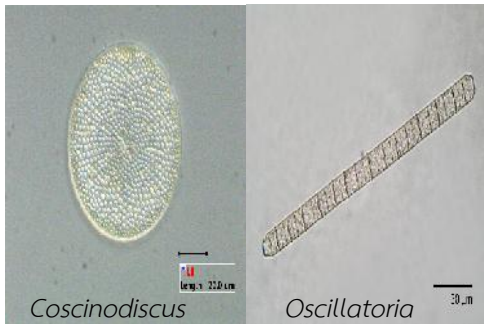
5. ค่าคุณภาพน้ำได้พื้นที่น้ำ

คุณภาพน้ำได้พื้นที่น้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยพบว่าค่าเฉลี่ยในฤดูฝน, ฤดูร้อนและค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ 30.76 ± 0.42 , 31.97 ± 0.69 และ 31.26 ± 0.74 °C ตามลำดับ, ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 7.97 ± 0.11 , 8.13 ± 0.24 และ 8.05 ± 0.21 ตามลำดับ, ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 4.47 ± 0.76 , 3.41 ± 0.71 และ 3.94 ± 0.90

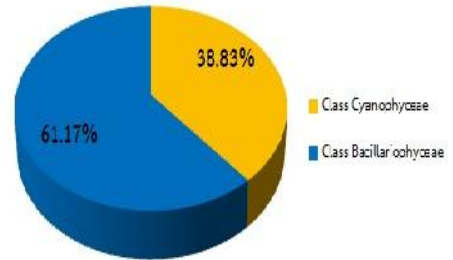
mg/L ตามลำดับ, ความเค็มมีค่าเท่ากับ 27.94 ± 1.93 , 27.95 ± 2.73 และ 27.95 ± 2.30 psu ตามลำดับ, TKN มีค่าเท่ากับ 0.89 ± 0.81 , 0.38 ± 0.45 และ 0.63 ± 0.69 mg/L ตามลำดับ, ไนเตรทมีค่าเท่ากับ 0.079 ± 0.019 , 0.195 ± 0.045 และ 0.137 ± 0.025 mg/L ตามลำดับ, ออร์โธฟอสเฟตมีค่าเท่ากับ 0.30 ± 0.27 , 0.11 ± 0.06 และ 0.20 ± 0.15 mg/L ตามลำดับ, ไฮโดรเจนซัลไฟด์มีค่าเท่ากับ 0.08 ± 0.01 , 0.04 ± 0.02 และ 0.06 ± 0.03 mg/L ตามลำดับ, บีโอดีมีค่าเท่ากับ 2.52 ± 0.97 , 1.15 ± 0.55 และ 1.84 ± 0.63 mg/L ตามลำดับและคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเท่ากับ 8.72 ± 7.06 , 9.02 ± 14.41 และ 8.87 ± 5.44 mg/m³ ตามลำดับ ดังตารางที่ 3

6. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพน้ำได้พื้นที่น้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่น้ำ

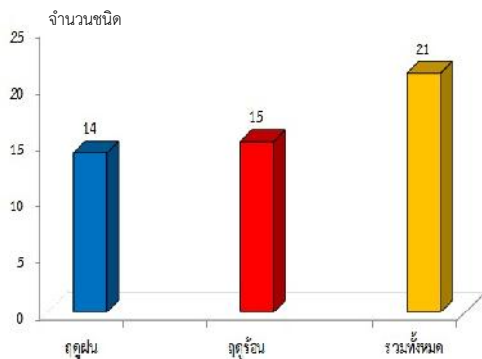
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำได้พื้นที่น้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่น้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยพบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ค่าTKN, ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกันกับค่าความเค็ม อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 3 กล่าวได้ว่าถ้ามีค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ค่า TKN, ค่าออร์โธฟอสเฟตและค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีปริมาณที่สูง ค่าความแน่นของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่น้ำสูงแต่ในทางกลับกันค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ค่า TKN, ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีปริมาณที่ต่ำค่าความเค็มมีปริมาณที่สูงจะส่งผลทำให้ปริมาณอัตราความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่น้ำต่ำ ดังตารางที่ 3



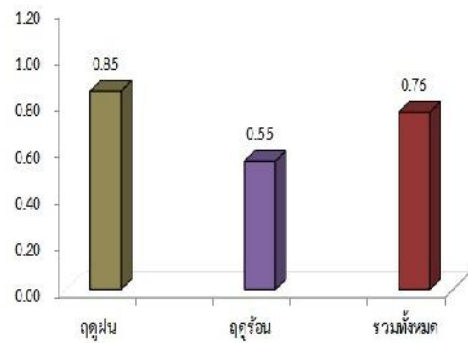
A



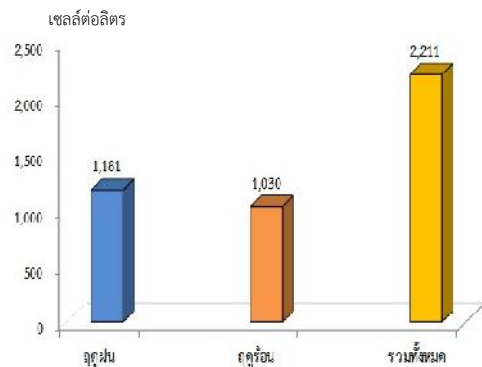
D



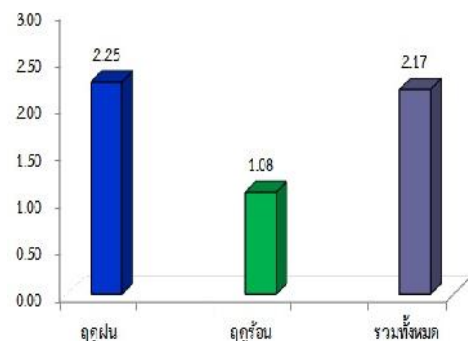
B



E



C



F

รูปที่ 4 A) แพลงก์ตอนพืชไดอะตอมสกุลชนิด *Coscinodiscus* sp. และ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Oscillatoria* sp. B) ชนิดของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นท้องน้ำ C) ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นท้องน้ำ D) เปอร์เซ็นต์ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นท้องน้ำ E) ค่าดัชนีความความสม่ำเสมอของชนิดแพลงก์ตอนพืชได้พื้นท้องน้ำ F) การหาค่าดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชได้พื้นท้องน้ำ

ตารางที่ 2 ชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้ท้องน้ำ บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

Division	Class	Order	Family	Specie	ฤดูฝน	ฤดูร้อน		
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	✓	✓		
				<i>Spirulina platensis</i>	-	✓		
Chromophyta	Bacillriophyceae	Biddulphiales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.	✓	-		
			Thalassiosiraceae	<i>Cyclotella</i> sp.	✓	✓		
				<i>Planktoniella sol</i>	-	✓		
				<i>Thalassiosira subtilis</i>	-	✓		
			Melosiraceae	<i>Paralia sulcata</i>	-	✓		
			Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.	✓	✓		
			Hemidiscaceae	<i>Actinocyclus</i> sp.	✓	-		
				<i>Rhizosolenia</i> sp.	✓	-		
				<i>Rhizosolenia fragillissima</i>	-	✓		
				<i>Rhizosolenia imbricata</i>	-	✓		
				<i>Chaetoceros</i> sp.	✓	-		
			Chaetocerales	Chaetocerales	Thalassionemataceae	<i>Bacteriastrum</i> sp.	✓	-
						<i>Chaetoceros</i> sp.	✓	-
						<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	-	✓
						<i>Odontella sinensis</i>	-	✓
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	-	✓						
Bacillariales	Bacillariales	Thalassionemataceae	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	-	✓			
			<i>Thalassiothrix subtilis</i>	-	✓			
			<i>Thalassionema</i>	✓	✓			
			<i>Mastogloia</i> sp.	✓	-			
			<i>Pleurosigma</i> sp.	✓	✓			
Bacillariaceae	Bacillariaceae	Bacillariaceae	<i>Bacillaria paxillifer</i>	✓	-			
			<i>Nitzschia</i> sp.	✓	-			
			<i>Surirella</i> sp.	✓	-			

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาพบว่าแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยประกอบด้วย 2 กลุ่มคือกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 3 สกุล และกลุ่มไดอะตอม 18 สกุล รวม 21 สกุล แพลงก์ตอนพืชชนิดที่เด่น ได้แก่ไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Oscillatoria* sp. ซึ่งกลุ่มไดอะตอมเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดมีจำนวนชนิดและปริมาณ 85.71% และ 61.17% ตามลำดับ มี

ความแตกต่างจากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชผิวน้ำพบ 2 กลุ่มคือกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 5 สกุลและกลุ่มไดอะตอม 47 สกุล รวม 52 สกุล โดยมีไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. และ *Chaetoceros* sp. เป็นชนิดที่เด่นและพบทุกสถานีพบมากที่สุดมีชนิดและปริมาณ 88% และ 84% ตามลำดับ (เสถียรพงษ์ และคณะ, 2558a) เพราะว่าแพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากที่ลอยลอยอยู่ในน้ำและเคลื่อนที่ตามกระแส น้ำขึ้น น้ำลง ประกอบกับการที่เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำที่ดินตะกอนลึก 30 เซนติเมตร เป็นการ

กำจัดชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช ส่งผลทำให้แพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่องน้ำมีชนิดและปริมาณน้อยกว่าแพลงก์ตอนพืชผิวน้ำตามไปด้วย ส่วนไดอะตอมเป็นชนิดที่เด่นเพราะว่าหาดเลนแหลมผักเบี้ยมีลักษณะพิเศษไม่ว่ากระแสน้ำจะไหลตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาจะมีการพัดพาธาตุอาหารจากแม่น้ำเพชรบุรีที่มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตะนาวศรีมีแร่ซิลิคอน (SiO_2) มากกว่า 63% ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดเพชรบุรี (อนุกรม, 2542; กรมทรัพยากรธรณี, 2551) มีค่าซิลิเกต (Si) ทำให้ไนแอมโมเนียเพชรบุรีเท่ากับ 1.45 mg/l (พิชาศิษฐ์, 2557) ปากแม่น้ำเพชรบุรีค่าซิลิเกต (Si) เท่ากับ 0.70 mg/l (ชยรัตน์, 2550) ไหลมารวมกันหน้าหาดเลนแหลมผักเบี้ยและเป็นพื้นที่หาดเลนที่รองรับน้ำเสียชุมชนที่ผ่านการบำบัดแล้วมีค่าไนโตรเจน (N) มีค่าเท่ากับ 0.12 mg/l และค่าฟอสฟอรัส (P) มีค่าเท่ากับ 0.25 mg/l เกิดจากการซักผ้า ล้างจาน อาบน้ำ และกิจกรรมของชุมชนเป็นต้น มีค่าสูงกว่าบริเวณพื้นที่ตามธรรมชาติทั่วไป (Sateinpong et al., 2014) จึงให้หาดเลนแหลมผักเบี้ยมีกลุ่มไดอะตอมเป็นกลุ่มเด่นพบทุกและสถานีรวมถึงปริมาณแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่องน้ำในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูร้อนตามไปด้วยสอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำค่าไนโตรเจน, ค่าฟอสฟอรัส, ค่าซิลิคอนและค่าความเค็มมีความสัมพันธ์กันมีในสัดส่วนและปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้บริเวณพื้นที่นั้น ๆ จะพบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมเป็นชนิดที่เด่นและมีปริมาณมากที่สุดตามไปด้วย (Nishikawa and Hori, 2004; Subrat et al, 2013) จากที่ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชได้พื้นที่องน้ำที่ขุดดินตะกอนที่

ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ทำให้แหล่งน้ำที่มีสภาพค่อนข้างที่จะเน่าเสียและมีการฟุ้งกระจายของไฮโดรเจนซัลไฟด์จึงทำให้พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิด *Oscillatoria* sp. เป็นชนิดที่เด่นและมักจะใช้เป็นดัชนีชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมที่คุณภาพน้ำที่ไม่สะอาดหรือมีความสกปรก (Round, 1984) ส่วนไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. เป็นชนิดที่เด่น สามารถที่จะแพร่ (diffusion) เคลื่อนย้ายจากในดินตะกอนใต้พื้นที่องน้ำสู่บริเวณน้ำเหนือดินได้ (overlying water) ส่งผลทำให้แพลงก์ตอนพืชผิวน้ำพบไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. ในปริมาณมากที่สุดตามไปด้วยทำให้ระบบนิเวศวิทยาห่วงโซ่อาหารและเป็นกำลังผลิตเบื้องต้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพราะว่าเป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบในท่อทางเดินอาหารหอยตลับ (*M. casta*) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยปริมาณมากที่สุด 70.46 (เสถียรพงษ์ และคณะ 2558b) หอยตลับ (*M. meretrix*) มีปริมาณมากที่สุด 58.88% (เสถียรพงษ์ และคณะ 2558d) เพราะไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด 29% และมีกลูโคสในปริมาณมากที่สุดจากกลุ่มไดอะตอมทั้งหมดคลุโคสจะสะสมในรูปของไกลโคเจน (เชษฐพงษ์, 2558) เป็นสารอาหารที่มีความจำเป็นต่อหอยสองฝาที่จะใช้ในกลไกเมแทบอลิซึมการเติบโตและการพัฒนาวงจรชีวิตการสืบพันธุ์ (เสถียรพงษ์และคณะ, 2558c; Zhuang and Wang, 2004; Tang et al., 2006) ส่งผลทำให้พื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ยพบหอยตลับเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจมีปริมาณมากที่สุด 186 ตันต่อปีและชาวประมงสามารถทำประมงหอยตลับได้ตลอดทั้งปี (รณิดา, 2555)

ตารางที่ 3 ค่าคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยและค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

คุณภาพน้ำ	คุณภาพน้ำ			P-value
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	
ค่าอุณหภูมิ (°C)	31.61±0.69	31.42±1.00	31.51±0.66	0.165
ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง	7.99±0.13	8.14±0.24	8.06±0.13	0.192
ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/L)	4.08±1.16	3.80±0.56	3.94±0.57	0.442*
ค่าความเค็ม (psu)	29.24±0.85	26.65±2.95	27.95±1.48	-0.515*
ค่าTKN (mg/L)	0.88±0.81	0.39±0.47	0.63±0.65	0.514*
ค่าไนเตรท (mg/L)	0.079± 0.019	0.195± 0.045	0.137± 0.025	-0.231
ค่าออร์โธฟอสเฟต (mg/L)	0.20±0.31	0.20±0.05	0.20±0.15	0.353*
ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/L)	0.08±0.01	0.04± 0.02	0.06± 0.02	0.437*
ค่าบีโอดี (BOD) (mg/L)	2.46±0.99	1.21±0.65	1.84±0.63	0.163
ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	1.15±0.53	16.59±11.17	8.87±5.44	0.127

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำกับคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ค่า TKN, ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับค่าความเค็ม ($p < 0.05$) มีความแตกต่างกับการศึกษาความสัมพันธ์ปริมาณแพลงก์ตอนพืชผิวน้ำกับคุณภาพน้ำผิวน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยพบว่าความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าอุณหภูมิ, ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ค่า TKN, ค่าไนเตรท, ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าคลอโรฟิลล์ เอ ความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกันกับค่าความเค็ม, ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง, ค่าความขุ่น, ค่าแอมโมเนีย, ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์และค่าบีโอดี (BOD) (เสถียรพงษ์ และคณะ, 2558a) รวมถึงคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนบริเวณชายหาดเลนแหลมผักเบี้ยมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไม่

เป็นอันตรายต่อสัตว์หน้าดินและสิ่งมีชีวิต ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบห่วงโซ่อาหารและไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำของหาดเลนแหลมผักเบี้ย (เสถียรพงษ์ และคณะ, 2556; กรมควบคุมมลพิษ, 2558; เสถียรพงษ์ และคณะ, 2558e)

สรุปผลการวิจัย

แพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยประกอบด้วย 2 กลุ่มคือกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 3 สกุลและกลุ่มไดอะตอม 18 สกุลรวม 21 สกุล แพลงก์ตอนพืชที่เป็นชนิดเด่น ได้แก่ ไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* sp. และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในชนิด *Oscillatoria* sp. ค่าดัชนีความสม่ำเสมอและค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดของแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำมีค่าเท่ากับ 0.76 และ 2.17 ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชใต้พื้นท้องน้ำ

พบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าออกซิเจนละลายในน้ำ, ค่า TKN, ค่าออร์โธฟอสเฟต และค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับค่าความเค็ม ($p < 0.05$) และคุณภาพน้ำใต้พื้นท้องน้ำมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยและเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อมผักเป็ดอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2558). มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล. แหล่งข้อมูล: http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_std_water02.html. ค้นเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2558.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2551). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีจังหวัดเพชรบุรี. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา. (2544). ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2552). ดินตะกอน. ภาควิชาชีววิทยา ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชยรัตน์ ดันธนะสุขชาติ. (2550). ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและศักยภาพการผลิตหอยหลอด (*Solen spp.*) บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. (2558). สรีรวิทยาและนิเวศวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทะเล, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- พิชิตชัย สุแสงเมฆ. (2557). การบูรณาการองค์ความรู้ทางนิเวศวิทยา อุทกวิทยา และสัณฐานวิทยาเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางนิเวศอุทกวิทยา: กรณีศึกษาแม่น้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ธิดา ทองสันติ. (2555). มูลค่าทรัพยากรสัตว์น้ำที่เก็บเกี่ยวได้จากการฟื้นฟูป่าชายเลนและสภาพแวดล้อม บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ลัดดา วงศ์รัตน์. (2544). แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ลัดดา วงศ์รัตน์ และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. (2546). คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล และอนุกรม บุตรสันดี. (2556). การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก (As, Cd, Cr, Hg, Ni และ Pb) ในดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์ 28(2): 27-36.
- เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล, อนุกรม บุตรสันดีและเอกชัยบุตตา. (2558a). ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 38(2): 167-179.

- เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิลและอนุกรณ์ บุตรสันต์. (2558b). องค์ประกอบชนิดแพลงก์ตอนพืชในท่อทางเดินอาหารหอยดัลล์ (*Meretrix casta*) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรีวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 23(1): 59-72.
- เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิลและอนุกรณ์ บุตรสันต์. (2558c). วงจรสืบพันธุ์ของหอยดัลล์ (*Meretrix meretrix*) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 23(1): 43-58.
- เสถียรพงษ์ ขาวหิต, เกษม จันทร์แก้ว, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิลและอนุกรณ์ บุตรสันต์. (2558d). องค์ประกอบชนิดแพลงก์ตอนพืชในท่อทางเดินอาหารหอยดัลล์ (*Meretrix meretrix*) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 43(2): 212-221.
- เสถียรพงษ์ ขาวหิต, วศิน อิงคพัฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล, อนุกรณ์ บุตรสันต์ และเกษม จันทร์แก้ว. (2558e). การตรวจหาแบคทีเรียปนเปื้อนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเพชรบุรี. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม. 17(4): 3-15.
- อนุกรณ์ บุตรสันต์. (2542). กระน้ำขึ้นน้ำลง การตก ตะกอน และคุณสมบัติน้ำทางกายภาพบางประการ ของน้ำผิวน้ำ ณ บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- APHA, AWWA, WEF. (2005). Standard methods for examination of water and wastewater (21sted.). Washington, D.C.: American Public Health Association (APHA).
- Association of Official analytical chemists (AOAC). (2005). Official Method of Analysis. 15th ed., Arlington: The Association of Official Analytical Chemists.
- Clarke, K.R. and Warwick. R.M. (1994). Change in Marine Communities. Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Hurlbert, S.H. (1971). The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameter. Ecology 52: 577-586.
- Nishikawa, T. and Hori, Y. (2004). Effects of nitrogen, phosphorus and silicon on the growth of a diatom *Coscinodiscus wailesii* causing Porphyra bleaching isolated from Harima-Nada, Seto Inland Sea, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi 70: 872-878.
- Round, F.E. (1984). The ecology of algae. London: Cambridge University Press.
- Sateinpong, K., Wasin, I., Onanong, P., Anukorn, B., and Kasem, C. (2014). The coastal water quality change by effluent discharging from phetchaburi municipal Waste water treatment system: The King's Royally Initiated Environmental Research and Development Project, Phetchaburi province, Thailand. Environment and Natural Resources Journals 12(2): 58-65.
- Subrat, N., Mishra, R.K., Mahapatro, D. and Paigrahy, R.C. (2014). Impact of water quality on phytoplankton community and biomass in Dhamara estuary east coast of India.

- Journal of Environmental Biology 35: 229-235.
- Tang, B., Liu, B., Wang, G., Zhang, T. and Xiang, J. (2006). Effects of various algal diets and starvation on larval growth and survival of *Meretrix meretrix*. Aquaculture 254: 256-533.
- Zhuang, S.H. and Wang, Z.Q. (2004). Influence of size, habitat and food concentration on the feeding ecology of the bivalve, *Meretrix meretrix* Linnaeus. Aquaculture 241: 689-699

