อิทธิพลของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดต่อมูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

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

[1]ภาควิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

[2]โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี 76110

[*]ผู้เขียนหลัก อีเมลล์: puiku_1213@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษามูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย ร่วมกับโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีการบำบัดน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้เทคโนโลยีพื้นฐานและหลักการแบบธรรมชาติช่วยธรรมชาติก่อนปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดลงสู่ทะเลต่อไป การศึกษาโดยเก็บรวบรวมตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในช่วงเวลาน้ำทะเลลงต่ำสุด ในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ผลการศึกษาพบว่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีจำนวน 11 ชนิด อัตราความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.27 ตัว/ตารางเมตร จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 69.42 ล้านตัวต่อปี ปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1,291 ตันต่อปี และมูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 26.86 ล้านบาทต่อปี

คำสำคัญ: น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัด มูลค่า สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

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

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

[1]Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900

[2]The Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project under Royal Initiatives, Ban Laem, Phetchaburi 76110

[*]Corresponding author's E-mail: puiku_1213@hotmail.com

Abstract

The influence of treated domestic effluent on the 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 (LERD) Project at Phetchaburi province during May 2012 to April 2013 is studied. The LERD project is based on "nature heals nature" by applying natural mechanisms of stabilization ponds for sedimentation and bio-mechanism of aquatic plants after the treated municipal wastewater has been released into the coastal area. The result indicates that there are 11 species the economically important macrobenthic fauna. The average density rate of macrobenthic fauna is 0.27 individual per square meter and the total number of macrobenthic fauna is 69.42 million individuals per year. The total quantity of macrobenthic fauna is 1,291 tonnes per year contributing to the value of 26.86 million baht per year.

Keywords: Treated domestic effluent, Value, Macrobenthic fauna

บทนำ

จากปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชาชนชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี และการทำกิจวัตรประจำวันแล้วปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีโดยตรง ทำให้เกิดปัญหาแม่น้ำเพชรบุรีเน่าเสียและประชาชนที่อาศัยบริเวณพื้นที่แม่น้ำเพชรบุรีไม่สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ด้านอุปโภคและบริโภคได้ รวมถึงสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในบริเวณแม่น้ำเพชรบุรีลดลงเป็นจำนวนมาก พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชทรงมีพระราชดำริให้สำนักงานมูลนิธิชัยพัฒนา สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (กปร.) และกรมชลประทาน ก่อตั้งโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริในปี พ.ศ. 2533 ที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี น้ำเสียที่เคยไหลลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีโดยตรงมีปริมาณน้ำเสียประมาณ 7,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน ได้ถูกนำมารวมที่บ่อรวมน้ำเสียที่ตำบลคลองยาง แล้วถูกลำเลียงผ่านทางท่อส่งน้ำเสียความยาว 18.50 กิโลเมตร มาเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียของโครงการฯ เพื่อแก้ปัญหาน้ำเน่าเสียของแม่น้ำเพชรบุรี สามารถนำผลการศึกษาและวิจัยไปประยุกต์ใช้กับทุกๆ เทศบาลหรือชุมชน เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียใช้เทคโนโลยีอย่างง่ายๆ และไม่ยุ่งยาก ใช้กระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติ มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและดูแลรักษาต่ำ มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

ซึ่งก่อนก่อตั้งโครงการฯ พื้นที่ของโครงการฯ โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบชายฝั่งทะเลพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นนาเกลือนากุ้ง และพื้นที่นากุ้งเดิมที่ปล่อยทิ้งไว้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ ไม่พบรายงานสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่หรือสิ่งมีชีวิตบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย แต่เมื่อมีการดำเนินงานของโครงการฯ น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกปล่อยลงหาดเลนแหลมผักเบี้ยอย่างต่อเนื่อง ผ่านไป 26 ปี กลับพบว่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กลายเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญของโครงการฯ ชาวประมงภายในจังหวัดเพชรบุรีหรือจังหวัดใกล้เคียงเข้ามาใช้ประโยชน์ และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บางชนิดพบได้ที่โครงการฯ แห่งเดียวเท่านั้น จากชายฝั่งทะเลเพชรบุรี (Jitthaisong et al., 2012; Chunkao et al., 2014; Khowhit et al., 2014) ดังนั้นการศึกษามูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย จึงมีความสำคัญต่อโครงการฯ เป็นการประเมินในแง่ของมูลค่าคุ้มทุนต่อการก่อสร้างโครงการฯ และรายได้ของชาวประมงที่จะได้รับจากการเก็บเกี่ยวสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ รวมถึงเป็นการบ่งบอกถึงประสิทธิประภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วไม่ก่อให้เกิดปัญหาส่งผลกระทบทางนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมทางทะเล ห่วงโซ่อาหาร สัตว์น้ำหรือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยบริเวณหาดเลนงอกใหม่ต่อไป

วิธีดำเนินงานวิจัย

1) พื้นที่ศึกษา

หาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด 14°42.240′ เหนือ ถึง 14°43.480′ เหนือ และลองจิจูด 06°17.780′ ตะวันออก ถึง 06°19.271′ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 1,250 ไร่ ดังภาพที่ 1 ทำการบำบัดน้ำเสียเทศบาลชุมชนเมืองเพชรบุรีที่ผลิตน้ำเสียประมาณ 7,200 ลูกบาศก์เมตร/วัน น้ำเสียจะถูกรวบรวมด้วยสถานีสูบน้ำเสีย 5 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่ภายในเขตเทศบาลโดยจะถูกสูบมาเก็บไว้ ณ สถานีรวบรวมน้ำเสียบ้านคลองยาง จากนั้นจะถูกสูบผ่านท่อ HDPE เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร เป็นระยะทาง 18.50 กิโลเมตร ใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง มาถึงบ่อตกตะกอนของโครงการฯ ปัจจุบันมีน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีถูกสูบมาบำบัดเฉลี่ยประมาณ 6,167 ลูกบาศก์เมตร/วัน ด้วยอัตราการไหล 303.15 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง เข้าบ่อบำบัด 268.55 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง (ธนวัฒน์ จินดารักษ์, 2557) ระบบบำบัดโครงการฯ ประกอบด้วยระบบบ่อบำบัด (Oxidation pond) พืชและหญ้ากรอง (Plant and grass filtration) ระบบพืชชุ่มน้ำเทียม (Constructed wetland) แปลงพืชป่าชายเลน (Mangrove forest filtration) ศูนย์บริการวิชาการ และศูนย์เรียนรู้นานาชาติ ดังภาพที่ 2

2) การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

2.1) การวางแผนการเก็บตัวอย่างดินตะกอน ตัวอย่างดินตะกอนทำการเก็บรวบรวมในช่วงน้ำทะเลลงต่ำสุด 2 ฤดูกาล ประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกันยายน พ.ศ. 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556) โดยกำหนดจุดการเก็บตัวอย่างดินตะกอน 2(A–B) ระยะ แต่ละระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำ และแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร คือ A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A1–A5) B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร (B1–B5) ในระดับความลึก 0–15 เซนติเมตร ครอบคลุมพื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ย โดยใช้ท่อพีวีซีกว้าง 60 เซนติเมตร ดังภาพที่ 3

2.2) การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บรวบรวมได้ผึ่งแดดในที่ร่มเป็นระยะเวลา 2 เดือน

ภาพที่ 1 โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

จากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนบดให้ละเอียด ชั่งดินตะกอนจำนวน 300 กรัม ใส่ถุงพลาสติกที่ติดฉลากไว้ ทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ (2552) ได้แก่ ชนิดเนื้อดินตะกอน (Soil texture) ขนาดของเม็ดดินตะกอน อนุภาคดินตะกอน และปริมาณอินทรียวัตถุ

3) การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำทะเล

3.1) พื้นที่บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด มีทั้งหมด 15 สถานี ประกอบด้วย 3 ระยะ (A-B-C) แต่ละระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำ และแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร ประกอบด้วย A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A200-E200) B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร (A600-E600) และ C: ระยะห่างจากชายฝั่ง 1,000 เมตร (A1,000-E1,000) ซึ่งแต่ละระยะห่างสถานี 400 เมตร ดังภาพที่ 4

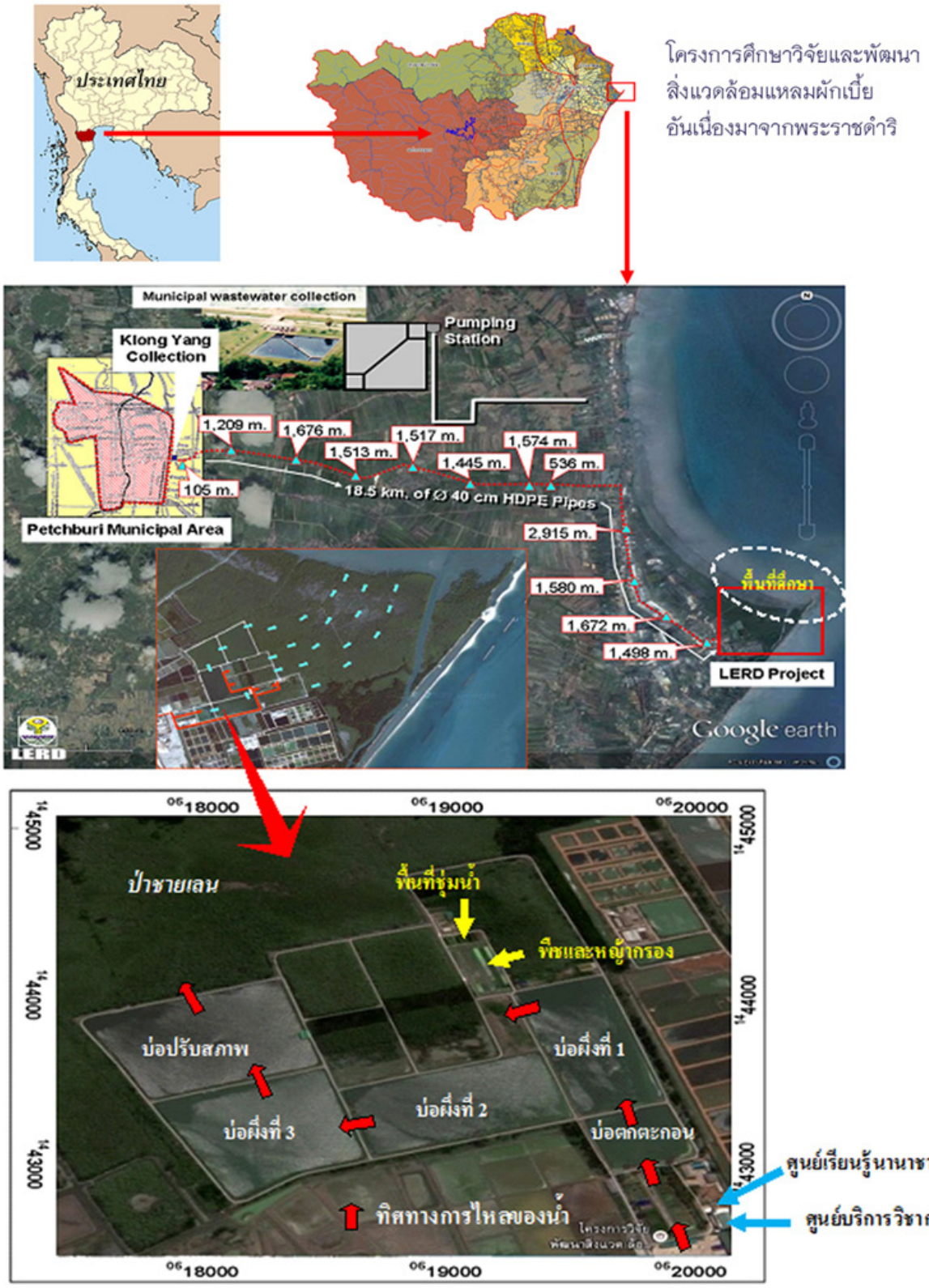
3.2) ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำทะเลภาคสนาม และใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำต่อไป การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นไปตามวิธีของ AOAC (2005); APHA AWWA and WEF (2009) ดังตารางที่ 1

4) การเก็บรวบรวมตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

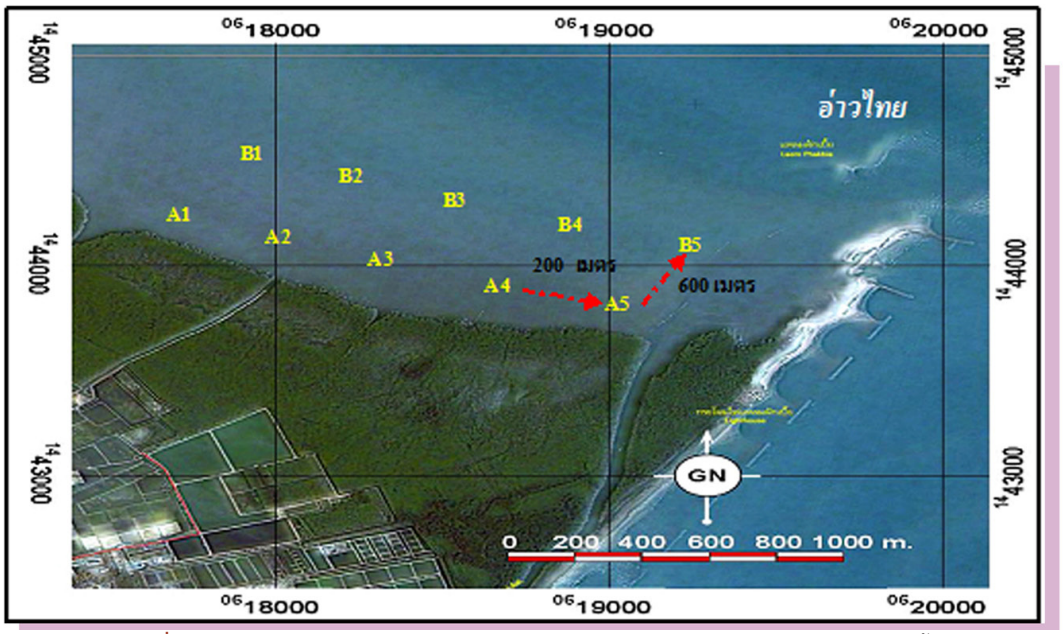
ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย ในช่วงระหว่างเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 10 แนว แต่ละแนวห่างกัน 100 เมตร (L1-L10) ครอบคลุมหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยจำนวน 1,250 ไร่ ดังภาพที่ 5 ซึ่งตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลห่างกัน 100 เมตร เลือกช่วงเวลาที่น้ำทะเลลงต่ำที่สุดของเดือนนั้นๆ ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ในกรอบสี่เหลี่ยม (Quadrate) ที่มีความกว้าง x ความยาวเท่ากับ 1 x 1 เมตร เท่านั้น 1 จุด 2 ซ้ำ โดยทำเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่ความลึก 2 ระดับ คือ ระดับบนที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0-15 เซนติเมตร) และระดับล่างที่ดินตะกอนระดับความลึก

ตารางที่ 1 ดัชนีคุณภาพน้ำทะเล

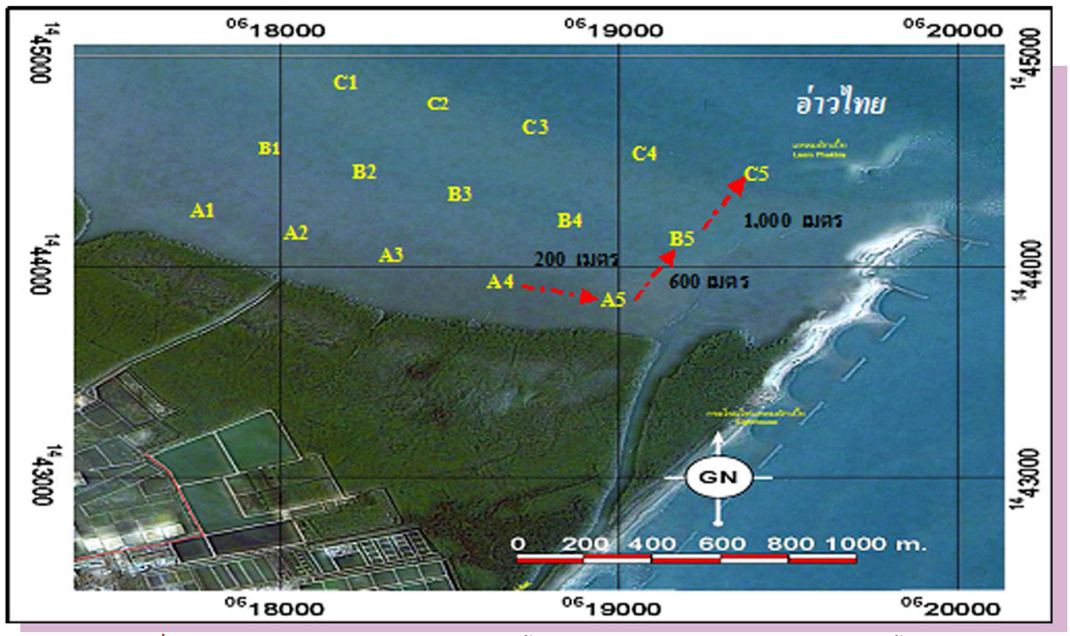
พารามิเตอร์	วิธีการ
ค่าอุณหภูมิ (°C)	Thermometer
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	pH meter
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)	DO meter
ค่าความเค็ม (psu)	Salinity meter
ค่าไนเตรท (mg/L)	Cadmium reduction method
ค่าออร์โธฟอสเฟต (mg/L)	Digestion method
ค่าแอมโมเนีย (mg/L)	Ascorbic acid method



ภาพที่ 2 พื้นที่ศึกษาหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี



ภาพที่ 3 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพดินตะกอนบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

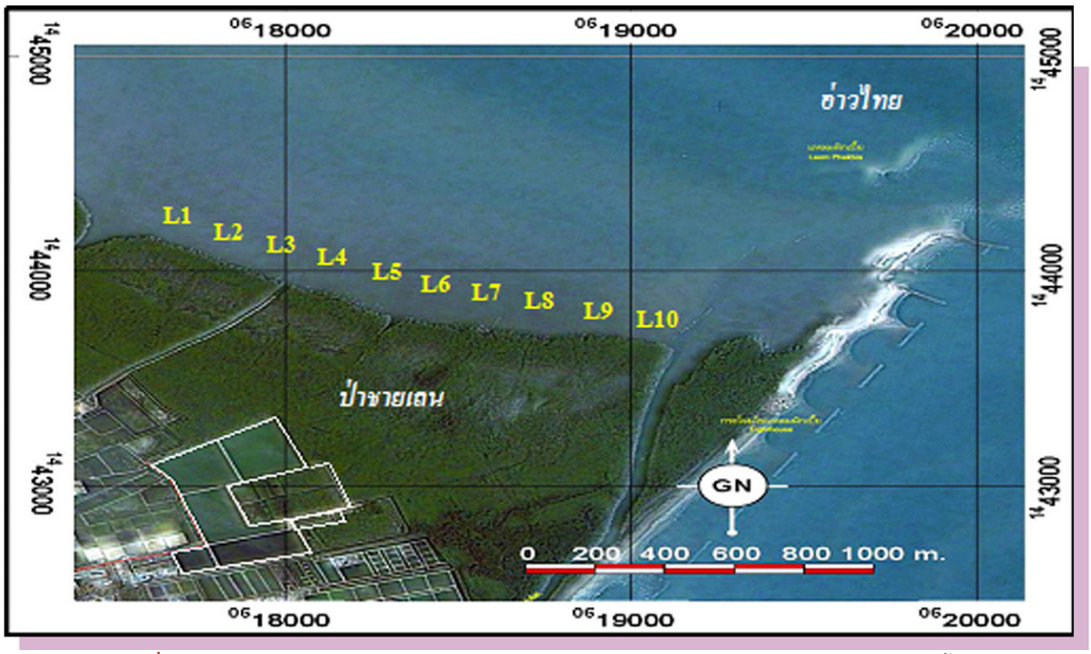


ภาพที่ 4 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำทะเลบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

15 เซนติเมตร จนกระทั่งความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร (15-30 เซนติเมตร) ตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่ได้เก็บใส่ในถุงเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้ ดังภาพที่ 6 ทำการจำแนกชนิดตามวิธี ของวันทนา อยู่สุข (2541); Yoosukh & Matsukuma (2001); Swennen et al. (2001); Robba et al. (2002) ชั่งน้ำหนักสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ต่อตัวและคำนวณสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีสูตรดังนี้

(1) ความหนาแน่นสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (ตัว/ตร.ม.) = จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่เก็บได้ หารด้วย ขนาดพื้นที่เก็บสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ x จำนวนจุดที่เก็บสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (น้ำทะเลลงต่ำสุด)

(2) จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (ตัว) = 1,250 (พื้นที่หน่วยเป็นไร่) x 1,600 ตร.ม. x อัตราความหนาแน่นสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (ตร.ม./เดือน)



ภาพที่ 5 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

ภาพที่ 6 การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

(3) น้ำหนักสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (ตัน) = จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ x น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/เดือน) หารด้วย 1,000 (กิโลกรัม)

(4) มูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (ล้านบาท) = น้ำหนักสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ x ราคาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (บาทต่อกิโลกรัม)

หมายเหตุ ราคาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณพื้นที่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ประกอบด้วยหอย 10 ชนิด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

ชนิด	ราคาต่อกิโลกรัม
หอยตลับ (Meretrix casta)	17 บาท
หอยตลับ (Marcia hiantina)	
หอยตลับ (Marcia marmorata)	
หอยตลับ (Marcia japonica)	
หอยตลับ (Katelysia hiantina)	
หอยตลับ (Katelysia marmorata)	
หอยตะกาย (Natica tigrina)	40 บาท
หอยปากเป็ด (Lingula anatina)	
หอยเสียบ (Phaxas attenuates)	50 บาท
หอยแครง (Anadara granosa)	60 บาท

ผลการวิจัย

1) คุณภาพดินตะกอน

ดินตะกอน พบว่าเป็นชนิดดินร่วนทราย (Sandy loam) อนุภาคดินตะกอนประกอบด้วย ดินทราย (Sand) 42 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (Silt) 46 เปอร์เซ็นต์ และดินเหนียว (Clay) 12 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเม็ดดิน 0.002-0.500 มิลลิเมตร มีช่องว่างของขนาดเม็ดดินขนาดเล็กความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนมาก

2) คุณภาพน้ำทะเล

ค่าอุณหภูมิ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 29.10-33.70 °C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.22±0.72 °C ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.91-8.38 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.15±0.06 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 4.00-6.79 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.35±0.33 mg/L ค่าความเค็ม มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10-28.60 psu มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.08±0.38 psu ค่าไนเตรท มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.017-0.154 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.071±0.021 mg/L ค่าออร์โธฟอสเฟต มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.01-0.80 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.12±0.12 mg/L ค่าแอมโมเนีย มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.002-0.071 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.026±0.013 mg/L

3) สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่

อัตราความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ และมูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ แสดงดังตารางที่ 3

อภิปรายผลการวิจัย

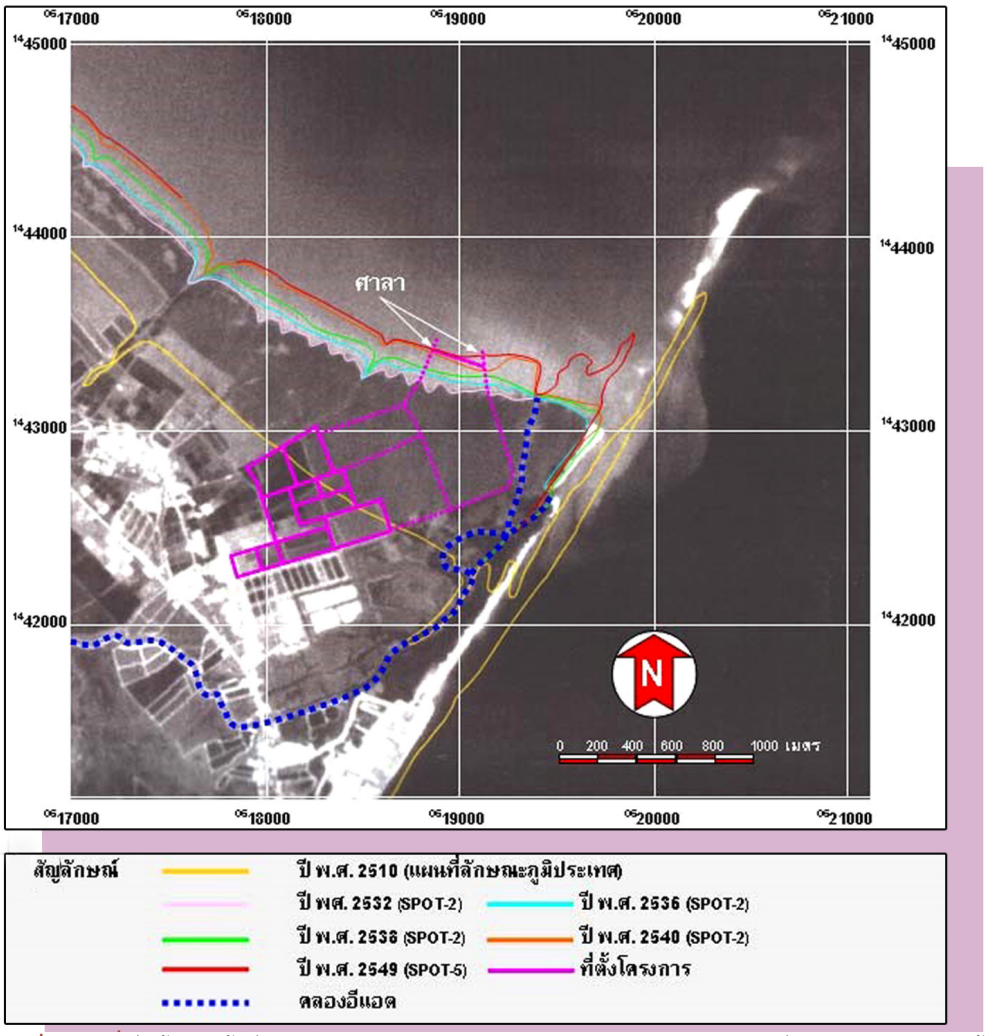
ก่อนที่จะก่อตั้งโครงการฯ ในปี พ.ศ. 2533 ไม่มีรายงานการพบสิ่งมีชีวิตที่อาศัย พื้นที่เป็นหาดเลนทั่วๆ ไป เป็นที่ราบลุ่มและที่ราบชายฝั่งทะเล พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นนาเกลือ นากุ้ง และพื้นที่นากุ้งเดิม ที่ปล่อยทิ้งไว้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ พื้นที่บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยเป็นดินตะกอนชนิดดินร่วนทราย (Sandy loam) อนุภาคของเนื้อดินประกอบด้วยดินทราย (Sand) 62 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (Silt) 34 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว (Clay) 4 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.19 เปอร์เซ็นต์ (สุนันท์ ทวยเจริญ และมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์, 2540) มีช่องว่างของขนาดเม็ดดินขนาดใหญ่ ความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนน้อย หลังจากที่ทำการก่อตั้งโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งทางโครงการฯ มีการเปลี่ยนแปลงและการใช้ประโยชน์พื้นที่โดยมีการศึกษาและทดลองนำพืชป่าชายเลนมาปลูกปกคลุมพื้นที่บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย พันธุ์ไม้ที่นำมาปลูกส่วนใหญ่จะมีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดี คือ โกงกางใบเล็ก (Rhizophora apiculata) แสม (Avicennia sp.) ถั่วขาว (Bruguiera cylindrica) และโปรง (Ceriops tagal) บริเวณหาดเลนใช้เป็นพื้นที่กำจัดขยะของโครงการฯ โดยวิธีการฝังกลบแบบประยุกต์ และเป็นพื้นที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบ่อบำบัด (Oxidation pond) ได้แก่ บ่อผึ่งที่ 1 บ่อผึ่งที่ 2 บ่อผึ่งที่ 3 และบ่อปรับสภาพ พืชและหญ้ากรอง (Plant and grass filtration) ได้แก่ หญ้าสตาร์ (Cynodon plectostachyus) หญ้าคาลลา (Letpochloa fusca) และหญ้าโคสครอส (Sporobolus virginicus) พืชชุ่มน้ำเทียม (Constructed wetland) ได้แก่ กกกลม (Cyperus Corymbosus Rottb.) และ ธูปฤาษี (Typha angustifolia Linn.) ระบบแปลงพืชป่าชายเลน (Mangrove forest filtration) เมื่อ

ตารางที่ 3 สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่	อัตราความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	จำนวน (ล้านตัว)	ปริมาณ (ตัน/ปี)	มูลค่า (ล้านบาท)
หอยตลับ (Meretrix casta)	1.61	38.52	921	15.64
หอยตลับ (Meretrix meretrix)	0.01	0.30	9	0.15
หอยตลับ (Katelysia hiantina)	0.04	1.00	27	0.46
หอยตลับ (Katelysia marmorata)	0.07	1.56	45	0.76
หอยตลับ (Marcia hiantina)	0.16	3.74	105	1.79
หอยตลับ (Marcia marmorata)	0.05	1.14	34	0.59
หอยตลับ (Marcia japonica)	0.01	0.30	8	0.14
หอยแครง (Anadara granosa)	0.33	8.00	79	4.73
หอยเสียบ (Phaxas attenuates)	0.07	1.78	8	0.42
หอยตะกาย (Natica tigrina)	0.09	2.20	12	0.49
หอยปากเป็ด (Lingula anatina)	0.45	10.88	43	1.72
ผลรวมทั้งหมด (ต่อปี)	**2.82**	**69.42**	**1,291**	**26.86**
ค่าเฉลี่ย (ต่อเดือน)	**0.27**	**6.31**	**117**	**2.44**

น้ำเสียที่บำบัดเสร็จสิ้นแล้วปล่อยทิ้งลงสู่หาดเลนแหลมผักเบี้ยจำนวน 7,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน เป็นระยะเวลานานต่อเนื่อง 26 ปี ตะกอนสารแขวนลอยและสารคอลลอยด์ทำให้หาดเลนแหลมผักเบี้ยก่อเกิดเป็นแหลมที่ยื่นออกไปตามธรรมชาติและมีงอกขึ้นเพิ่มขึ้นของชายฝั่งทะเลที่แตกต่างจากธรรมชาติทั่วๆ ไป มีผลทำให้การสะสมเกิดการเพิ่มขึ้นของชั้นดินและเพิ่มขึ้นของหาดทรายเลน มีพื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2532-2549 เป็นพื้นที่ทั้งหมด 394 ไร่ การเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ย 23 ไร่ต่อปี ดังภาพที่ 7 (อนุกรณ์ บุตรสันติ์, 2542; เกษม จันทร์แก้ว และชาตรี นิ่มปี, 2549) และส่งผลทำให้สัดส่วนของดินตะกอนมีการเปลี่ยนแปลงไป พบว่าชนิดดินร่วนทราย (Sandy loam) มีร้อยละอนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย (Sand) 42 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (Silt) 46 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว (Clay) 12 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอินทรียวัตถุ 0.60 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเม็ดดิน 0.002-0.500 มิลลิเมตร มีช่องว่างของขนาดเม็ดดินขนาดเล็กความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนมาก ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงร้อยละอนุภาคดินตะกอนชนิดดินร่วนทราย (Sandy loam) มีการเปลี่ยนไปเป็นดินตะกอนชนิดดินร่วนทราย (Sandy loam) ซึ่งมีอนุภาคของดินทราย (Sandy) ลดลง มีอนุภาคของดินทรายแป้ง (Silt) เพิ่มขึ้น

คุณภาพน้ำทะเล พบว่า ค่าอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.22±0.72 °C ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.15±0.06 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.35±0.33 mg/L ค่าความเค็มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.08±0.38 psu ค่าไนเตรทมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.071±0.021 mg/L ค่าออร์โธฟอสเฟตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.12±0.12 mg/L ค่าแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.026±0.013 mg/L คุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลยังอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำที่อาศัยบริเวณชายฝั่งทะเล (กรมควบคุมมลพิษ, 2559; เสถียรพงษ์ ขาวหิต และเกษม จันทร์แก้ว, 2559b) ซึ่งจากการดำเนินงานของโครงการฯ ส่งผลทำให้บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยกลายเป็นระบบนิเวศวิทยาแหล่งน้ำกร่อย (Estuarine ecosystem) ที่เป็นการผสมกันระหว่างน้ำทะเลตามธรรมชาติกับน้ำจืดจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัดแล้ว และมีค่าธาตุอาหาร เช่น ไนเตรท และออร์โธฟอสเฟต ที่แพลงก์ตอนพืชจะนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและสังเคราะห์แสงมีค่าสูงกว่าชายฝั่งทะเลตาม



ภาพที่ 7 การเพิ่มขึ้นของพื้นที่บริเวณหาดเลนทิศเหนือของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2532-2549

ธรรมชาติทั่วๆ ไป เพราะว่าฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเป็นพื้นที่รองรับน้ำเสียชุมชนจากชุมชนเมืองเพชรบุรี ซึ่งชุมชนเมืองเพชรบุรีมีบ้านเรือนอาศัยกันอย่างหนาแน่น ทำให้พบไนเตรทที่อยู่ในรูปสิ่งปฏิกูลของกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การชำระร่างกาย การล้างผักผลไม้ การประกอบอาหาร การซักผ้า เป็นต้น ส่งผลทำให้น้ำเมื่อผ่านการบำบัดแล้วมีปริมาณไนเตรทและออร์โธฟอสเฟตที่สูงตามไปด้วย (ธนพร บุศย์น้ำเพชร, 2541)

ผลจากการดำเนินการของโครงการฯ บ่งบอกได้ว่ายิ่งประชาชนชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีมีการใช้น้ำในกิจวัตรประจำวันมากเท่าไร เมื่อนำน้ำเสียมาเข้าสู่ระบบการบำบัดน้ำเสียเสร็จสิ้นแล้วปล่อยทิ้งลงหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยก็จะส่งผลดีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่กลายเป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและฝังตัวของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล ดินตะกอนกลายเป็นดินร่วนทราย (Sandy loam) และคุณภาพน้ำทะเลกลายเป็นน้ำกร่อย ส่งผลทำให้พบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ อัตราความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.27 ตัว/ตารางเมตร จำนวนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 69.42 ล้านตัวต่อปี ปริมาณรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1,291 ตันต่อปี และมูลค่ารวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 26.86 ล้านบาทต่อปี หอยตลับ (Meretrix casta) เป็นชนิดที่เด่น มีค่าเฉลี่ยอัตราความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ 1.61 ตัว/ตารางเมตร มีปริมาณมากที่สุด 921 ตันต่อปี มีมูลค่ามากที่สุด 15.64 ล้านบาทต่อปี สร้างมูลค่าสร้างรายได้ให้กับชาวประมงที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากพื้นที่ของโครงการฯ เป็นจำนวนมากและสามารถที่จะทำการประมงได้ตลอดทั้งปี ดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 การเข้ามาใช้ประโยชน์ ชาวประมงทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

ภาพที่ 9 ทรัพยากรสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

และภาพที่ 9 เนื่องจากดินตะกอนมีสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการเติบโตและฝังตัวของหอยตลับ (Meretrix casta) จึงส่งผลทำให้พบบริเวณพื้นที่หาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยที่เดียวเท่านั้นในจังหวัดเพชรบุรี เพราะว่าหอยตลับ (Meretrix casta) เป็นสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่น้ำกร่อยและมีทุกส่วนของร่างกายสัมผัสอนุภาคของเนื้อดิน ตะกอนรวมถึงดินตะกอนจะเป็นตัวกำหนดชนิด ความชุกชุม และปริมาณของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ด้วย (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และเกษม จันทร์แก้ว, 2559a) และพบว่าหอยตลับ (Meretrix casta) บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยนับว่ามีความเหมาะสมส่งผลทำให้หอยตลับมีการผสมพันธุ์กันทั้งปี (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และเกษม จันทร์แก้ว, 2559c) นอกจากนี้หอยตลับ (Meretrix casta) ชนิดนี้มีการเลือกกรองกินแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารเฉพาะไดอะตอมชนิด Coscinodiscus sp. ชนิดเดียวเท่านั้น จากแพลงก์ตอนพืช 52 สกุล 103 ชนิด บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย และไดอะตอมชนิด Coscinodiscus sp. เป็นชนิดที่เด่นมีปริมาณมากที่สุดอยู่ในช่วงระหว่าง 13.50-639.00 เซลล์ต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 235 เซลล์ต่อลิตร และพบในท่อทางเดินอาหารหอยตลับมากที่สุด 70.46 เปอร์เซ็นต์ (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2558a; เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2558b) ส่งผลทำให้หอยตลับที่อาศัยและฝังตัวบริเวณโครงการฯ จะมีขนาดที่ใหญ่และมีน้ำหนักเนื้อที่ดีกว่าพื้นที่ชายฝั่งทะเลตามธรรมชาติทั่วๆ ไปด้วย (เสถียรพงษ์ ขาวหิต, 2559) รวมถึงสามารถที่จะนำไปรับประทานได้ไม่เป็นอันตราย (เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ, 2556)

สรุปผลการวิจัย

อัตราความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.27 ตัว/ตารางเมตร จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 69.42 ล้านตัวต่อปี ปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1,291 ตันต่อปี และมูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 26.86 ล้านบาทต่อปี และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ชนิดหอยตลับ (Meretrix casta) เป็นชนิดที่เด่นและมีปริมาณมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่สนับสนุนเงินทุนวิจัย และเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2559. **มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเล**. จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/en_reg_ std_water02.html. สืบค้นเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2559.

เกษม จันทร์แก้ว และชาตรี นิ่มปี. 2549. **การศึกษาสำรวจการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชายฝั่งทะเล บริเวณโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2552. **ดินตะกอน**. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธนวัฒน์ จินดารักษ์. 2557. **สมดุลน้ำในระบบบ่อผึ่งบำบัดน้ำเสียของโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ธนพร บุศย์น้ำเพชร. 2541. **สมรรถนะของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับไนเตรทและฟอสเฟตจากน้ำเสียไม่ผ่านการบำบัดของชุมชนเมืองเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วันทนา อยู่สุข. 2541. **หอยทะเล**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สุนันท์ ทวยเจริญ และมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์. 2540. **สภาพพื้นที่และความชุกชุมของหอยหลอดที่จังหวัดเพชรบุรี**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2540. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสมุทรสาคร กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ. 2556. **การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก (As, Cd, Cr, Hg, Ni และ Pb) สะสมในเนื้อเยื่อหอยสองฝาที่กินได้ บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี ในเขตตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี**. *วารสารพิษวิทยาไทย*. 28(2); น. 17-26.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ. 2558a. **องค์ประกอบชนิดแพลงก์ตอนพืชในท่อทางเดินอาหารหอยตลับ (Meretrix casta) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี**. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. 23(1); น. 72-78.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และคณะ. 2558b. **ความหลากหลายชนิดของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี**. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.* 38(2); น. 167-179.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต. 2559. **อิทธิพลของน้ำทิ้งชุมชนที่ผ่านการบำบัดต่อลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะทาง การเติบโตและวงจรชีวิตของหอยตลับ (Meretrix spp.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และเกษม จันทร์แก้ว. 2559a. **ลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะของหอยตลับ (Meretrix casta, Chemnitz, 1782) บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี**. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม เพื่อการเรียนรู้*. 7(1); น. 124-140.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และเกษม จันทร์แก้ว. 2559b. **การประเมินการปนเปื้อนแบคทีเรียบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี**. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. 8 (15); น. 78-87.

เสถียรพงษ์ ขาวหิต และเกษม จันทร์แก้ว. 2559c. **วงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับ (Meretrix casta, Chemnitz, 1782) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี**. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. 8 (16); กรกฎาคม – ธันวาคม 2559 (ตอบรับแล้วรอตีพิมพ์).

อนุกรณ์ บุตรสันต์. 2542. **น้ำขึ้นน้ำลง การตกตะกอน และคุณสมบัติน้ำทางกายภาพบางประการของน้ำผิวหน้า ณ บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

APHA, AWWA and WEF. 2009. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. Washington, American Public Health Association.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. **Official Method of Analysis**. 15th ed., Arlington: The Association of Official Analytical Chemists.

Chunkao, K. et al. 2014. **H.M. The King's Royally Initiated LERD Project on community wastewater treatment through small wetlands and oxidation pond in Phetchaburi, Thailand**. *Modern Applied Science*. 8(5); 233-246.

Jitthaisong, O. et al. 2012. **Water quality from mangrove forest: The King's Royally Initiated Laem Phak Bia environmental research and development project, Phetchaburi province, Thailand**. *Modem Applied Science*. 6(8); 1-8.

Khowhit, S. et al. 2014. **The King's Royally Initiated Laem Phak Bia environmental research and development project, Phetchaburi province, Thailand**. *Environment and Natural Resources Journal*. 12(2); 58-65.

Robba, E. et al. 2002. **Holocene and recent shallow soft bottom mollusks from the northern gulf of Thailand area: Bivalvia.** *Bol Malacol Roma*. 38; 49-132.

Swennen, C. et al. 2001. **The molluscs of the southern gulf of Thailand.** The Biodiversity Research and Training Program, Bangkok.

Yoosukh, W. & Matsukuma, A. 2001. **Taxonomic study on Meretrix (Mollusca: Bivalvia) from Thailand**. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*. 25(1); 451-460.