

ลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดลอมเฉพาะของหอยตลับ (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดลอมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

เสถียรพงษ์ ขาวหิิต^{1*} และเกษม จันท์แก้ว^{1,2}

¹ภาควิทยาศาสตร์สิ่งแวดลอม คณะสิ่งแวดลอม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

²ผู้อำนวยการโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดลอมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพชรบุรี 76100

*E-mail: puiku_1213@hotmail.com

รับบทความ: 25 ธันวาคม 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 15 พฤษภาคม 2559

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดลอมเฉพาะของหอยตลับ (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดลอมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างหอยตลับพื้นที่หาดเลนแบ่งเป็น 10 แนว แต่ละแนวห่างกัน 100 เมตร ผลการศึกษา พบว่า หอยตลับอาศัยฝังตัวในดินตะกอนชนิดดินร่วนทราย (sandy loam) ที่มีระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร อนุภาคของดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย ร้อยละ 42 ดินทรายแป้งร้อยละ 46 ดินเหนียวร้อยละ 12 คลื่นและลมสงบ น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู่ (semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนมีระดับที่เสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 20 องศา ปริมาณหอยตลับมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 1.61 ตัว/ตารางเมตร เดือนธันวาคม 2555 พบมากที่สุดจำนวน 2.69 ตัว/ตารางเมตร ฤดูหนาว (ตุลาคม 2555 ถึงมกราคม 2556) พบมากที่สุดจำนวน 2.26 ตัว/ตารางเมตร ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตรพบมากที่สุด 4.46 ตัว/ตารางเมตร และไลน์ L9 พบมากที่สุดมีจำนวน 3.72 ตัว/ตารางเมตร การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณหอยตลับมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าอุณหภูมิ ความเป็นกรด-เบส ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ไนเตรต ($p < 0.01$) และคลอโรฟิลล์ เอ ($p < 0.05$) คุณภาพดินตะกอนประกอบด้วยค่าอินทรีย์วัตถุ แคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ($p < 0.01$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าความเค็ม ความขุ่น ($p < 0.01$) และแอมโมเนีย ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: ลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดลอมเฉพาะ หอยตลับ หาดเลน

Ecological Niche of Hard Clam (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) in the Mudflat Area of Laem Phak Bia: The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi

Sateinpong Khowhit^{1*} and Kasem Chunkao^{1,2}

¹Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand, and ²Director of the King's Royally Initiated Environmental and Development Project (LERD), Phetchaburi 76100, Thailand
*E-mail: puiku_1213@hotmail.com

Received: 25 December 2015 Accepted: 15 May 2016

Abstract

The study on ecological niche of Hard Clams (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) in the mudflat area of Laem Phak Bia under the King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project at Phetchaburi during May 2012 to April 2013. Field collection of the hard clams were carried out by line transect sampling method, using 10 line of a 100 meters transect (L1–L10). The results showed that the habitat of hard clams was sandy loam in depth degree as surface sediment to 15 cm which had sandy 42%, silt 46%, clay 12% of that, clam wind and wave, semidiurnal tide with more than 12 hours beach exposed during lowest tide, mudflat was as same level as sandy sediment that met the slope of that 20 degree. An average total of 1.61 individuals/m². of hard clams were obtained in this study. Our survey demonstrates that the highest number of the hard clams was 2.69 individuals/m² in December 2012 and 2.26 individuals/m² in the winter (October 2012 to January 2013). At the distance of 300 meters off shore, the highest number of hard clams was 4.46 individuals/m². Among ten line transect, hard clams exhibited the highest abundance of 3.72 individuals/m² in Line 9 (L9). The correlation showed positively related to the water quality, i.e., temperature, pH, DO, nitrate ($p < 0.01$) and chlorophyll *a* ($p < 0.05$). The correlation showed negatively related to the water quality salinity, turbidity, ammonia ($p < 0.01$). The correlation showed positively related to the sediment quality, organic matter, calcium, potassium and magnesium ($p < 0.01$).

Keywords: Ecological niche, Hard clam, Mudflat area

บทนำ

หอยตลับ (*Meretrix casta*) เป็นหอยสองฝา น้ำกร่อยพื้นบ้านที่พบในประเทศไทยและบริเวณพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น รวมถึงกำลังใกล้ที่จะสูญพันธุ์เนื่องจากเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไม่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในห้องปฏิบัติการได้ หอยตลับมีลักษณะของรูปร่างขนาดเท่ากันเป็นรูปสามเหลี่ยมตรงกลางนูนออกเปลือกหนา ผิวมีลักษณะมันวาว บางชนิดเป็นสีน้ำตาลแดง และบางชนิดเปลือกเป็นสีขาวไม่มีลาย ส่วนด้านในของเปลือกจะมีสีขาวขาง ตัวโตเต็มที่จะมีขนาด 6 – 7 เซนติเมตร อาศัยบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีคลื่นและลมสงบ เป็นทรายปนโคลนหรือปากแม่น้ำความฝังตัวในระดับความลึก 5 – 10 เซนติเมตร สามารถปรับตัวกับสภาพน้ำขึ้นน้ำลงได้ดี ประเทศไทยพบหอยตลับตามชายฝั่งทะเลธรรมชาติทั่วไป บริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน ได้แก่ แหลมกลัด จังหวัดตราด อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี บ้านเพ จังหวัดระยอง อ่างศิลา หาดบางละมุง จังหวัดชลบุรี ดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสาคร อ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ อ่าวพ่นตึก จังหวัดชุมพร อ่าวท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี อ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี ปากแม่น้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส ปากแม่น้ำปะเหลียน จังหวัดตรัง อ่าวลึก จังหวัดกระบี่ และดอนหอยตลับ จังหวัดพังงา (Sateinpong et al, 2015a; Sateinpong et al, 2015b; Suwat, and Prasert, 2011; Yoosukh and Matsukuma, 2001)

ก่อนที่จะก่อตั้งโครงการศึกษา วิจัยและพัฒนาสิ่งแวดลอมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในปี พ.ศ. 2533 หาดเลนแหลมผักเบี้ยเป็นพื้นที่หาดเลนที่งอกขึ้นมาใหม่ตามธรรมชาติมีการสะสมของตะกอนทรายแป้ง ดินเหนียว

และทรายเม็ดละเอียดที่ถูกพัดพาแขวนลอยมากับแม่น้ำเพชรบุรี แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลองรวมถึงแม่น้ำเจ้าพระยา ก่อเกิดเป็นแหลมตามธรรมชาติเรียกว่า แหลมผักเบี้ย แต่ยังไม่พบรายงานหอยตลับชนิดนี้ แต่เมื่อโครงการฯ มีการดำเนินงานรวบรวมน้ำเสียจากชุมชนเมืองเพชรบุรีเป็นระยะทาง 18.50 กิโลเมตร ส่งต่อเข้าสู่ระบบบำบัดด้วยกระบวนการธรรมชาติช่วยธรรมชาติและใช้เทคโนโลยีอย่างง่ายน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดเสร็จสิ้นแล้ว จะปล่อยทิ้งลงหาดเลนแหลมผักเบี้ยต่อไปและเป็นระยะเวลา 23 ปีกลับพบว่าหอยตลับชนิดนี้เป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจที่สุดของโครงการฯ มีปริมาณ 182 ตันต่อปี มีปริมาณมากที่สุด และพบแห่งเดียวในจังหวัดเพชรบุรีชาวประมงสามารถที่จะทำประมงได้ตลอดปี รวมถึงในแต่ละวันมีชาวประมงจากจังหวัดใกล้เคียงเข้ามาทำประมงหอยตลับเป็นจำนวนมาก (Ranida, 2012; Sateinpong et al., 2014)

ลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะ (ecological niche) เป็นการแสดงบทบาทหน้าที่ของสิ่งแวดล้อมต่อสิ่งมีชีวิตหรือชนิดหนึ่ง ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความต้องการจำเพาะของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในการดำรงชีวิตที่แตกต่างกันออกไป เช่น อาหาร แหล่งกำเนิดแหล่งที่อยู่อาศัย ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะหรือเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ (Kasem, 2008) ดังนั้นการศึกษานิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะของหอยตลับบริเวณพื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ยที่รองรับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว จึงมีความสำคัญเพื่อให้ทราบถึงลักษณะสิ่งแวดล้อมที่มีความจำเพาะเหมาะสมต่อวงจรชีวิต การเติบโตและฝังตัวอยู่อาศัยของหอยตลับเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการจัดการทรัพยากร การอนุรักษ์หอยตลับมีความยั่งยืนต่อไปในอนาคตและเปรียบเทียบกับพื้นที่หาดเลน

ธรรมชาติบริเวณพื้นที่อื่น ๆ ต่อไป รวมถึงการติดตามผลจากการดำเนินงานของโครงการฯ

วิธีการดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

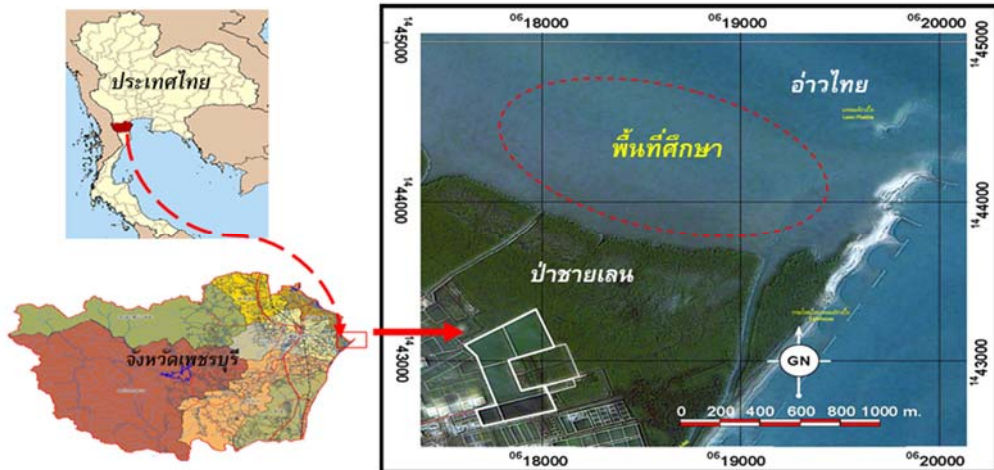
หาดเลนแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด $14^{\circ}42.240'$ เหนือ ถึง $14^{\circ}43.480'$ เหนือ และลองจิจูด $06^{\circ}17.780'$ ตะวันออก ถึง $06^{\circ}19.271'$ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 1,250 ไร่ ดังภาพที่ 1

การศึกษาปริมาณ การกระจาย และอัตราความหนาแน่นของหอยตลับ

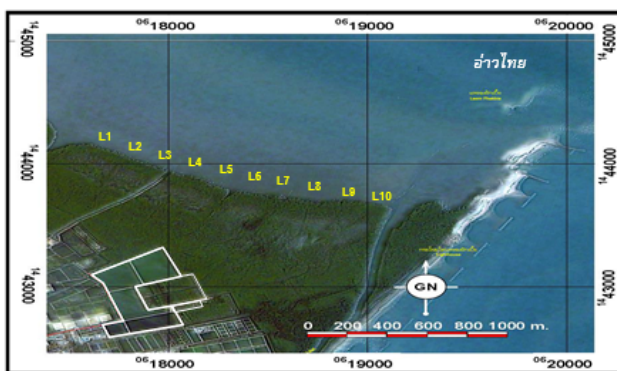
เก็บตัวอย่างหอยตลับบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 เลือกช่วงเวลาที่น่าทะเล

ลงต่ำที่สุดของเดือนนั้น ๆ เดือนละ 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 12 ครั้ง กำหนดจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 10 แนวแต่ละแนวห่างกัน 100 เมตร (L1 – L10) ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งทะเลจำนวน 1,250 ไร่ (ภาพที่ 2ก) ซึ่งตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลห่างกัน 100 เมตร เก็บตัวอย่างหอยตลับในกรอบสี่เหลี่ยม (quadrat) เท่านั้น 1 จุด 1 ซ้ำที่มีความกว้าง \times ความยาวเท่ากับ 1×1 เมตร โดยเก็บที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0 – 15 เซนติเมตร) และที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร จนกระทั่งความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร (15 – 30 เซนติเมตร) ตัวอย่างหอยตลับที่ได้เก็บใส่ในถุงเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้ จำแนกชนิดหอยตลับตามวิธีของ Yoosukh and Matsukuma (2001) และชั่งน้ำหนักหอยตลับต่อตัว

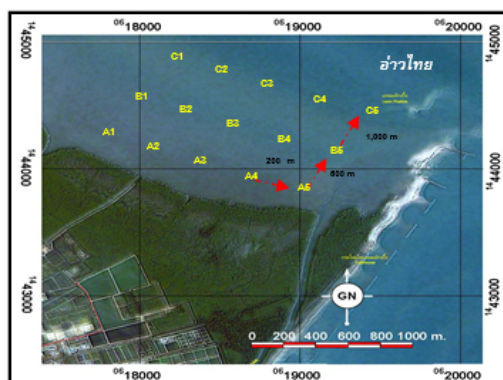
คำนวณค่าความหนาแน่นของหอยตลับจำนวนหอยตลับทั้งหมด และน้ำหนักหอยตลับทั้งหมด ดังนี้



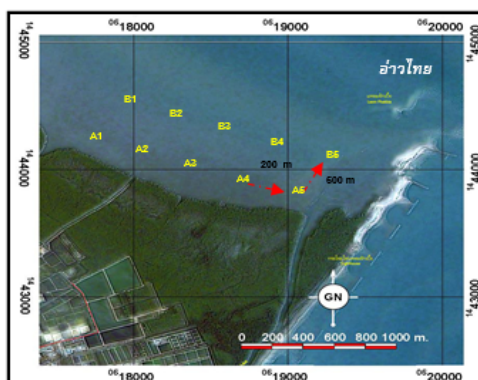
ภาพที่ 1 พื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี



ก



ข



ค

ภาพที่ 2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง (ก) จุดเก็บตัวอย่างหอยตลับ (ข) จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ (ค) จุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณหาดเลนแหลมผักเบ๊ย

(1) ความหนาแน่นของหอยตลับ (ตัว/ตร.ม.) = จำนวนตัวหอยตลับที่เก็บได้ หารด้วยขนาดพื้นที่ที่เก็บหอยตลับ \times จำนวนจุดที่เก็บหอยตลับ (น้ำทะเลลดต่ำสุด)

(2) การคำนวณจำนวนหอยตลับทั้งหมด (ตัว) = $1,250$ (พื้นที่หน่วยเป็นไร่) $\times 1,600$ ตร.ม. \times อัตราความหนาแน่นหอยตลับ (ตร.ม./เดือน)

(3) การคำนวณน้ำหนักหอยตลับทั้งหมด (ตัน) = ข้อ (2) \times น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/เดือน) หารด้วย $1,000$ (กิโลกรัม)

การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

ช่วงเวลาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง:

เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด 2 ฤดูกาลโดยที่ตรวจสอบข้อมูล อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน 30 ปี ย้อนหลังจังหวัดเพชรบุรี จากกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเก็บตัวอย่างและเป็นตัวแทนของฤดูกาลประกอบด้วยฤดูฝน (กันยายน 2555) และฤดูร้อน (มีนาคม 2556) 3 (A-B-C) ระยะ แต่ละระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ข้ำ และแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร ได้แก่

A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A1 – A5)

B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร (B1 – B5)

C: ระยะห่างจากชายฝั่ง 1,000 เมตร (C1 – C5)

เก็บตัวอย่างน้ำภาคสนามและใช้ขวดเก็บ

ตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำต่อไป (ภาพที่ 2ข)

การวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำเป็นไปตามวิธีกำหนดไว้ตามวิธี AOAC (2005); APHA, AWWA and WEF (2009) ดังในตาราง 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการ
ค่าอุณหภูมิ (°C)	Thermometer
ค่าความเป็นกรด-เบส	pH Meter
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)	DO Meter
ค่าความเค็ม (psu)	Salinity meter
ค่าความขุ่น (NTU)	Nephelometric method
ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดละลายน้ำ (mg/L)	Dried at 103–105°C
ค่า TKN (mg/L)	Colorimetric method
ค่าไนเตรต (mg/L)	Cadmium reduction method
ค่าออร์โทฟอสเฟต (mg/L)	Digestion method
ค่าแอมโมเนีย (mg/L)	Ascorbic acid method
ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/L)	Total sulfides
ค่าบีโอดี (BOD) (mg/L)	5-day BOD test
ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	Spectrophotometer

การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

การวางแผนการเก็บตัวอย่างดินตะกอน: ตัวอย่างดินตะกอนทำการเก็บรวบรวมในช่วงน้ำทะเลลงต่ำสุด 2 จุดกัลประกอบด้วยฤดูฝน (กันยายน 2555) และฤดูร้อน (มีนาคม 2556) โดยกำหนดจุดการเก็บรวบรวมตัว 2 (A – B) ระยะ แต่ละระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำ และแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร ได้แก่ A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A1 – A5) และ B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร (B1 – B5) ที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่ง

ความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0 – 15 เซนติเมตร) และที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร จนกระทั่งความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร (15 – 30 เซนติเมตร) ครอบคลุมพื้นที่หาดเลนโดยใช้ท่อพีวีซีมีความกว้าง 60 เซนติเมตร (ภาพที่ 2ค)

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บรวบรวมได้ ฟึ่งแดดในที่ร่มเป็นระยะเวลา 2 เดือน จากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนบดให้ละเอียดซึ่งดินตะกอน จำนวน 300 กรัม ใส่ถุงพลาสติกที่ติดฉลากไว้ วิเคราะห์ตามวิธีของ Tasnee and Jongruk (1989) ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส ค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าฟอสฟอรัส ค่าแคลเซียม ค่าโพแทสเซียม ค่าแมกนีเซียม ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) ขนาดของเม็ดดินตะกอน ชนิดเนื้อดินตะกอน (soil texture) และอนุภาคดินตะกอน (Charumas, 2006)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างค่าปริมาณหอยตลับกับค่าเฉลี่ยคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำโดยใช้การทดสอบสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson's correlation) ตามวิธีของ Rattana et al. (2009)

ผลการวิจัย

1. ปริมาณของหอยตลับ

ปริมาณของหอยตลับตามเดือน

ปริมาณหอยตลับมีจำนวนทั้งหมด

1,926 ตัวแบ่งตามเดือน พบว่า ธันวาคม 2555 พบมากที่สุด จำนวน 269 ตัว รองลงมาคือ พฤศจิกายน 2555 จำนวน 241 ตัว ตุลาคม 2555 จำนวน 222 ตัว มกราคม 2556 จำนวน 172 ตัว พฤษภาคม 2555 จำนวน 164 ตัว มิถุนายน 2555 จำนวน 159 ตัว กรกฎาคม 2555 จำนวน 139 ตัว กุมภาพันธ์

พันธ์ 2556 จำนวน 136 ตัว สิงหาคม 2555 จำนวน 128 ตัว กันยายน 2555 จำนวน 115 ตัว มีนาคม 2556 จำนวน 97 ตัว และเมษายน 2556 จำนวน 84 ตัว ตามลำดับ (ตาราง 2)

ตาราง 2 ปริมาณและจำนวนหอยตลับในช่วงเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556

เดือน	หอยตลับ				
	จำนวน (ตัว)	ปริมาณ (ตัว/ตร.ม.)	น้ำหนัก (กรัม/ตัว)	จำนวน (ล้านตัว/เดือน)	น้ำหนัก (ตัน/ปี)
พ.ค.	164	1.64	26.08	3.28	86
มิ.ย.	159	1.59	25.65	3.18	82
ก.ค.	139	1.39	35.57	2.78	99
ส.ค.	128	1.28	27.14	2.58	70
ก.ย.	115	1.15	26.69	2.30	61
ต.ค.	222	2.22	22.70	4.44	100
พ.ย.	241	2.41	17.38	4.82	86
ธ.ค.	269	2.69	18.74	5.38	101
ม.ค.	172	1.72	20.69	3.44	71
ก.พ.	136	1.36	25.21	2.72	69
มี.ค.	97	0.97	22.55	1.94	43
เม.ย.	84	0.84	31.31	1.68	53
ค่าเฉลี่ย	161	1.61	24.94	3.21	76.75
รวมทั้งหมด	1,926	19.26	299.71	38.54	921

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับตามเดือน

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับตามเดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ตัว/ตร.ม. พบว่า ธันวาคม 2555 พบมากที่สุด จำนวน 2.69 ตัว/ตร.ม. รองลงมา คือ พฤศจิกายน 2555 จำนวน 2.41 ตัว/ตร.ม. ตุลาคม 2555 จำนวน 2.22 ตัว/ตร.ม. มกราคม 2556 จำนวน 1.72 ตัว/ตร.ม. พฤษภาคม 2555 จำนวน 1.64 ตัว/ตร.ม. มิถุนายน 2555 จำนวน 1.59 ตัว/ตร.ม. กรกฎาคม 2555 จำนวน 1.39 ตัว/

ตร.ม. กุมภาพันธ์ 2556 จำนวน 1.36 ตัว/ตร.ม. สิงหาคม 2555 จำนวน 1.28 ตัว/ตร.ม. กันยายน 2555 จำนวน 1.15 ตัว/ตร.ม. มีนาคม 2556 จำนวน 0.97 ตัว/ตร.ม. และเมษายน 2556 จำนวน 0.84 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ (ตาราง 2)

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับแบ่งตามฤดูกาล

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ตัว/ตร.ม. พบว่า ฤดูหนาว (ตุลาคม 2555 ถึงมกราคม 2556) พบมากที่สุด

จำนวน 2.26 ตัว/ตร.ม. รองลงมาคือ ฤดูฝน (มิถุนายน 2555 ถึงกันยายน 2556) จำนวน 1.35 ตัว/ตร.ม. และฤดูร้อน (กุมภาพันธ์ 2556 ถึงพฤษภาคม 2555) จำนวน 1.20 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

ระดับความลึกที่พบหอยตลับ

หอยตลับพบทั้งหมดจำนวน 1,926 ตัว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ตัว/ตร.ม. พบที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0 – 15 เซนติเมตร) ทั้งหมด 1,926 ตัว และไม่พบที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร จนกระทั่งความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร (15 – 30 เซนติเมตร)

2. การกระจายของหอยตลับ

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับตาม
ไลน์ (L)

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับตามไลน์ (L1 – L10) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ตัว/ตร.ม. พบว่า ไลน์ L9 พบมากที่สุด (3.72 ตัว/ตร.ม.) รองลงมาคือ ไลน์ L8 (2.36 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L7 (2.01 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L4 (2.13 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L3 (1.78 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L5 (1.77 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L10 (1.65 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L6 (1.60 ตัว/ตร.ม.) ไลน์ L1 (1.22 ตัว/ตร.ม.) และไลน์ L2 (1.02 ตัว/ตร.ม.) ตามลำดับ

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับ
ตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล

อัตราความหนาแน่นของหอยตลับตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ตัว/ตร.ม. พบว่า ที่ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตร (L3) พบมากที่สุด จำนวน 4.46 ตัว/ตร.ม. รองลงมาคือ ระยะห่างชายฝั่งทะเล 400 เมตร (L4) จำนวน 3.74 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 500 เมตร (L5) จำนวน 2.79 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชาย

ฝั่งทะเล 600 เมตร (L6) จำนวน 1.86 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 200 เมตร (L2) จำนวน 1.72 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 700 เมตร (L7) จำนวน 1.56 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 100 เมตร (L1) จำนวน 1.02 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 800 เมตร (L8) จำนวน 0.76 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 900 เมตร (L3) จำนวน 0.62 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 1,000 เมตร (L10) จำนวน 0.31 ตัว/ตร.ม. และระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) จำนวน 0.22 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

3. จำนวนและน้ำหนักของหอยตลับทั้งหมด

จำนวนหอยตลับทั้งหมด

หอยตลับมีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 38.54 ล้านตัว/ปีและค่าเฉลี่ย 3.21 ล้านตัว/เดือน พบว่าธันวาคม 2555 พบมากที่สุดเท่ากับ 5.38 ล้านตัว/เดือน รองลงมาคือ พฤศจิกายน 2555 (4.82 ล้านตัว/เดือน) ตุลาคม 2555 (4.44 ล้านตัว/เดือน) มกราคม 2556 (3.44 ล้านตัว/เดือน) พฤษภาคม 2555 (3.28 ล้านตัว/เดือน) มิถุนายน 2555 (3.18 ล้านตัว/เดือน) กรกฎาคม 2555 (2.78 ล้านตัว/เดือน) กุมภาพันธ์ 2556 (2.72 ล้านตัว/เดือน) สิงหาคม 2555 (2.58 ล้านตัว/เดือน) กันยายน 2555 (2.30 ล้านตัว/เดือน) มีนาคม 2556 (1.94 ล้านตัว/เดือน) และเมษายน 2556 (1.68 ล้านตัว/เดือน) ตามลำดับ (ตาราง 2)

น้ำหนักหอยตลับทั้งหมด

น้ำหนักหอยตลับทั้งหมด เท่ากับ 921 ตัน/ปี และมีค่าเฉลี่ย 77 ตัน/เดือน พบว่า ธันวาคม 2555 มีค่ามากที่สุด (101 ตัน/เดือน) รองลงมาคือ ตุลาคม 2555 (100 ตัน/เดือน) กรกฎาคม 2555 (99 ตัน/เดือน) พฤษภาคม 2555 (86 ตัน/เดือน) พฤศจิกายน

จิกายน 2555 (86 ต้น/เดือน) มิถุนายน 2555 (82 ต้น/เดือน) มกราคม 2556 (71 ต้น/เดือน) สิงหาคม 2555 (70 ต้น/เดือน) กุมภาพันธ์ 2556 (69 ต้น/เดือน) กันยายน 2555 (61 ต้น/เดือน) เมษายน 2556 (53 ต้น/เดือน) และมีนาคม 2556 (43 ต้น/เดือน) ตามลำดับ (ตาราง 2)

4. คุณภาพน้ำ

ค่าอุณหภูมิมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 29.10 – 33.70°C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.22±0.72°C ค่าความเป็นกรด-เบสมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.91 – 8.38 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.15±0.06 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 4.00 – 6.79 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.35±0.33 mg/L ค่าความเค็มมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10 – 28.60 psu มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.08±0.38 psu ค่าความขุ่นมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.10 – 179.00 NTU มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.84 ±29.91 NTU ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดละลายน้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 47,875 – 56,000 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50,571±3,226 mg/L ค่าTKN มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00 – 1.00 mg/L มีค่าเฉลี่ย 0.28±0.22mg/L ค่าไนเตรดมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.017 – 0.154 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.071±0.021 mg/L ค่าออร์โทฟอสเฟตมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.01 – 0.80 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.12±0.12 mg/L ค่าแอมโมเนียมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.002 – 0.071 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.026±0.013 mg/L ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.036 – 0.088 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.063±0.012 mg/L ค่าบีโอดี (BOD) มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.30 – 5.40 mg/L มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.54±0.65 mg/L ค่าคลอโร-

ฟิลล์ เอ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.28 – 22.07 mg/m³ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69±2.70 mg/m³ (ตาราง 3)

5. คุณภาพดินตะกอน

ค่าความเป็นกรด-เบสมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.50 – 8.20 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.82±0.20 ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง ร้อยละ 0.42 – 0.90 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 0.60±0.12 ค่าฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.00 – 21.00 mg/kg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.65±5.81 mg/kg ค่าแคลเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5,501 – 6,874 mg/kg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,828±336 mg/kg ค่าโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 269 – 646 mg/kg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 394±92 mg/kg ค่าแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 507 – 968 mg/kg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 691±104 mg/kg ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.80 – 4.80 mg/kg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.43±0.67 mg/kg (ตาราง 3)

6. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยดลกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณหอยดลกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน พบว่าปริมาณหอยดลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าไนเตรต ($p < 0.01$) และค่าคลอโรฟิลล์ เอ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าความเค็ม ค่าความขุ่น ($p < 0.01$) และค่าแอมโมเนีย ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับคุณภาพดินตะกอน ประกอบด้วยค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าแคลเซียม ค่าโพแทสเซียม และค่าแมกนีเซียม ($p < 0.01$) (ตาราง 3)

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_s) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยดัลกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ค่าเฉลี่ย	r_s	p -value
คุณภาพน้ำ					
ค่าอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	30.87±1.69	29.56 ±0.30	30.22±0.72	0.684**	0.000
ค่าความเป็นกรด-เบส	8.28±0.08	8.02±0.04	8.15±0.06	0.458**	0.005
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)	6.39±0.36	4.32±0.33	5.35±0.33	0.563**	0.001
ค่าความเค็ม (psu)	24.55±0.31	27.62±0.74	26.08±0.38	-0.745**	0.000
ค่าความขุ่น (NTU)	63.65±58.99	12.03± 3.17	37.84±29.91	-0.414*	0.011
ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (mg/L)	52,967±3,028	48,175±313	50,571±3,226	-0.135	0.239
ค่าTKN (mg/L)	0.43±0.38	0.14±0.18	0.28±0.22	-0.097	0.305
ค่าไนเตรด (mg/L)	0.092±0.032	0.050±0.017	0.071±0.021	0.480**	0.004
ค่าออร์โทฟอสเฟต (mg/L)	0.21±0.24	0.04±0.02	0.12±0.12	-0.080	0.337
ค่าแอมโมเนีย (mg/L)	0.036±0.013	0.016±0.012	0.026±0.013	-0.409*	0.012
ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/L)	0.064±0.012	0.061±0.017	0.063±0.012	0.207	0.136
ค่าบีโอดี (BOD) (mg/L)	2.24±1.33	0.83±0.23	1.54±0.65	0.046	0.405
ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m ³)	1.62±0.75	7.66±5.80	4.69±2.70	0.314*	0.045
คุณภาพดินตะกอน					
ค่าความเป็นกรด-เบส	7.77±0.18	7.87±0.21	7.82± 0.20	0.237	0.237
ค่าอินทรีย์วัตถุ (%)	0.56±0.08	0.64±0.15	0.60± 0.12	0.709**	0.000
ค่าฟอสฟอรัส (mg/kg)	4.00±5.71	4.00±6.22	3.65± 5.81	-0.106	0.328
ค่าแคลเซียม (mg/kg)	5,737±261	5918±390	5,828±336	0.656**	0.001
ค่าโพแทสเซียม (mg/kg)	374±41,	414±124	394±92	0.688**	0.000
ค่าแมกนีเซียม (mg/kg)	674±61	707±136	691±104	0.614**	0.002
ค่า CEC (mg/kg)	3.60±0.44	3.26±0.82	3.43±0.67	-0.064	0.394

* หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และ ** หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาในเวศวิทยาสสิ่งแวดล้อมเฉพาะของหอยดัล พบว่า ก่อนก่อตั้งโครงการในปี พ.ศ. 2533 หาดเลนแหลมผักเบี้ยเป็นหาดเลนงอกใหม่ตามธรรมชาติทั่วไป ไม่มีรายงานและไม่พบสิ่งมีชีวิตที่อาศัย พื้นที่หาดเลนเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบชายฝั่งทะเล พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นนาเกลือ นาุ้ง และพื้นที่นาุ้งเดิมที่ปล่อยทิ้งไว้ไม่ได้ใช้ประโยชน์ มีกระแสน้ำทะเลที่มีลักษณะพิเศษ

ไม่ว่าจะไหลแบบทวนเข็มนาฬิกาหรือไหลแบบตามเข็มนาฬิกา ชาติอาหารจากแม่น้ำทุกสายในจังหวัดเพชรบุรี แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลอง รวมถึงแม่น้ำเจ้าพระยา ไหลมารวมกันบริเวณหน้าหาดเลนแหลมผักเบี้ยก่อให้เกิดแหลมตามธรรมชาติยื่นออกไปจากชายฝั่งทะเล ที่เรียกกันว่า แหลมผักเบี้ยและเป็นหาดทรายเม็ดแรกของอ่าวไทย (Anukorn, 2000; LERD Project, 1999, 2000) ดินตะกอนเป็นชนิดดินร่วนทราย ประกอบด้วยดิน-

ทรายร้อยละ 62 ดินทรายแป้งร้อยละ 34 ดินเหนียว ร้อยละ 4 และปริมาณอินทรีย์วัตถุร้อยละ 1.19 (Sunan and Mongkolrattana, 1997) หลังจากปี พ.ศ. 2533 เป็นต้นมา โครงการฯ ได้ศึกษาและทดลอง พืชป่าชายเลนที่นำมาปลูกปกคลุมพื้นที่บริเวณ หาดเลนแหลมผักเบี้ย เป็นพันธุ์ไม้ที่มีศักยภาพในการบำบัดน้ำเสียได้ดี ได้แก่ โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) แสม (*Avicennia* sp.) ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) และโปรง (*Ceriops tagal*) บริเวณหาดเลนใช้เป็นพื้นที่กำจัดขยะจากการดำเนินงานของโครงการฯ โดยวิธีการฝังกลบแบบประยุกต์ และเป็นพื้นที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำทิ้ง และพืชมัจฉริยะ พืชชุมชนน้ำเค็ม จำนวน 7,889.20 ลบ.ม./วัน และเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 23 ปี มีธาตุอาหารสูง เช่น ไนเตรต ฟอสฟอรัส ตะกอน สารแขวนลอยที่มากับน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว ทำให้เป็นหาดเลนงอกใหม่ที่มีความแตกต่างจากธรรมชาติทั่วไป (LERD Project, 1999, 2000; Sateinpong et al., 2013b, 2014) รวมถึงส่งผลทำให้ปริมาณหอยตลับมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 1.61 ตัว/ตร.ม. ฝังตัวอาศัยในดินร่วนทรายที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0 – 15 เซนติเมตร) อนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทรายร้อยละ 42 ดินทรายแป้ง ร้อยละ 46 ดินเหนียวร้อยละ 12 คลื่นและลมสงบ น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู้ (semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนมีระดับที่เสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 20 องศา อาหารของหอยตลับ คือ ไดอะตอมสกุล *Coscinodiscus* (Sateinpong et al., 2015b)

หอยตลับกลายเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทาง เศรษฐกิจที่สุดของโครงการฯ ซึ่งอิทธิพลของน้ำทิ้งจากระบบบำบัดชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี

ส่งผลทำให้อนุภาคของดินทรายลดลง มีอนุภาคของดินทรายแป้งเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้มีหอยตลับ จำนวนทั้งหมดเท่ากับ 38.52 ล้านตัวต่อปีและมีค่าเฉลี่ย 3.21 ล้านตัว/เดือน ปริมาณหอยตลับทั้งหมดเท่ากับ 921 ตันปีและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77 ตัน/เดือน สร้างรายได้ให้ชาวประมงเป็นจำนวนเงิน 15.66 ล้านบาท/ปี (ตาราง 2) รวมถึงสามารถที่จะนำไปบริโภคได้ไม่เป็นอันตราย (Sateinpong et al., 2013a) ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการดำเนินงานของโครงการฯ นำทิ้งจากประชาชนที่อาศัยจากบริเวณเทศบาลเมืองเพชรบุรี ไม่ว่าจะใช้น้ำทำกิจกรรมในการดำรงชีวิตและกิจวัตรประจำวันมีปริมาณมากเท่าไร เมื่อผ่านกระบวนการบำบัดโดยใช้หลักการธรรมชาติช่วยธรรมชาติแล้วถูกปล่อยทิ้งลงสู่หาดเลนแหลมผักเบี้ย นอกจากไม่เป็นอันตรายต่อหอยตลับและระบบห่วงโซ่อาหารแล้ว ยังส่งผลดีทำให้หอยตลับมีปริมาณมากเพิ่มขึ้น และมีผลทำให้หอยตลับมีการวางเซลล์สืบพันธุ์ตลอดปี (Sateinpong and Kasem, 2016) และกลายเป็นนิเวศวิทยาน้ำกร่อย (brackish water ecosystem) ที่อุดมสมบูรณ์ ความเค็มแคบ และมีการเปลี่ยนแปลงในรอบปีไม่มากอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10 – 28.60 psu ทำให้หอยตลับมีการรักษาสมดุลออสโมติกภายในและภายนอกเซลล์ส่งผลทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึม (metabolism) ของหอยตลับอยู่ในภาวะปกติตลอดเวลา เช่น การสร้างเปลือก การหายใจ การกินหรือกรองแพลงก์ตอนพืช และการขับถ่ายของเสียรวมถึงไม่ทำให้เกิดความเครียด (Bentina et al., 2004; Gianluca et al., 2008) มีความแตกต่างจากลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะของหอยแครง (*Anadara granosa*) คือ หอยแครงฝังตัวอยู่ในหาดเลนที่ลักษณะดินตะกอนโคลนปนทรายที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความ

ลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร (0 – 5 เซนติเมตร) เป็นดินตะกอนทรายแป้งมากกว่าร้อยละ 65 หาดเลนเรียบเสมอกับชายหาดเลนจนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 15 องศา คลื่นลมสงบไม่แรง มีน้ำทะเลขึ้นลงแบบผสม (mixed tide) ใช้เวลาขึ้นลงของน้ำทะเลไม่เกิน 6 ชั่วโมง ประมาณ 2 ครั้งต่อวัน อาหารหอยแครง คือ *Coscinodiscus Rhizosolenia Pleurosigma Thalassiotrix Nitzschia* (Nipon, 2000; Orapon, 2013)

หอยตลับมีอัตราการความหนาแน่นมากที่สุด ในฤดูหนาว เดือนธันวาคม 2555 จำนวน 2.24 ตัว/ตร.ม. และ 2.45 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ เนื่องจากในฤดูร้อนเป็นช่วงเวลาที่หอยตลับกำลังเตรียมเข้าสู่ระยะกระตุ้นการสร้างสเปิร์มและผนังรังไข่ ส่วนฤดูฝนเป็นฤดูที่หอยตลับวางเซลล์สืบพันธุ์ ส่งผลให้ในฤดูหนาวซึ่งเป็นระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์มีอัตราการความหนาแน่นของหอยตลับสูงด้วย (Sateinpong and Kasem, 2016) สอดคล้องกับน้ำหนักของหอยตลับในฤดูหนาวมีอัตราการความหนาแน่นสูงแต่น้ำหนักต่ำ (ตาราง 2) เพราะหอยตลับเป็นหอยตลับขนาดเล็กเท่ากับกระดุมเสื่อ หากแบ่งหอยตลับตามไลน์ พบว่า ไลน์ L9 มีอัตราการความหนาแน่นสูงสุด (จำนวน 3.72 ตัว/ตร.ม.) เพราะได้รับอิทธิพลธาตุอาหารจากการปล่อยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชน พืชและหญ้ากรอง พืชชุ่มน้ำเทียม และกิจกรรมชุมชนจากคลองอีแอตรวมถึงอยู่ติดกับปลายแหลมผักเบี้ย ทำให้คลื่นและลมสงบเพราะเป็นที่กำบังคลื่นและลมตามธรรมชาติอย่างดี ส่วนไลน์ L2 มีอัตราการความหนาแน่นของหอยตลับน้อยที่สุด จำนวน 1.02 ตัว/ตร.ม. เพราะได้รับอิทธิพลจากการประกอบอาชีพทำนาเกลือจากหมู่บ้านพะเนิน และดินตะกอนบริเวณดังกล่าวเป็นดินทรายแป้งมากกว่า 60% ไม่เหมาะ-

สมต่อฝั่งตัวอยู่อาศัยการดำรงชีวิตและการเติบโต หอยตลับ รวมถึงลักษณะที่ตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยรูปกอไถ่กับปลายแหลมผักเบี้ยเป็นบริเวณที่ลมตะวันออกเฉียงเหนือโค้งออกและลมตะวันตกเฉียงใต้หักเข้าชนกับไลน์ L2 พอดี (Pisit, 2005)

ส่วนอัตราการความหนาแน่นของหอยตลับตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล พบว่า ที่ระยะ 300 เมตร พบมากที่สุด จำนวน 4.46 ตัว/ตร.ม. เพราะเป็นดินตะกอนชนิดดินร่วนปนทราย ประกอบด้วยดินทรายร้อยละ 61 ดินทรายแป้งร้อยละ 33 ดินเหนียวร้อยละ 6 ขนาดเม็ดดินตะกอนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.25 – 0.50 มิลลิเมตร มีช่องว่างของขนาดเม็ดดินมาก และมีความพรุนของดินทรายน้อย ส่งผลทำให้แสงจากดวงอาทิตย์สามารถส่องถึงระยะความลึกดินตะกอน 15 เซนติเมตร จึงทำให้มีอากาศสามารถเคลื่อนที่ได้ดีและมีออกซิเจนจึงทำให้เกิดกระบวนการ aerobic metabolism แบคทีเรียในดินตะกอน เช่น *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus Thiobacillus* และ *Nitrobacter* ทำให้น้ำไม่เป็นพิษ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมาก และสีของดินตะกอนเป็นสีเหลืองเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการฝังตัวหอยตลับ จึงทำให้พบหอยตลับที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0 – 15 เซนติเมตร) แต่ถ้าเป็นดินโคลนร่วนปนทรายแป้งหรือมากกว่านี้เป็นดินร่วนปนดินเหนียวในสัดส่วนที่สูง จะไม่มีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอยู่อาศัยและฝังตัวของหอยตลับและไม่พบหอยตลับที่ระดับความลึกต่ำกว่า 15 เซนติเมตร เนื่องจากแสงจากดวงอาทิตย์สามารถส่องถึงในระยะความลึกของดินตะกอน 15 เซนติเมตรเท่านั้นและมีความพรุนของดินตะกอนทรายแป้งหรือดินเหนียวมาก อากาศไม่สามารถเคลื่อนที่ได้และไม่มีการออกซิเจนจึงทำให้เกิดกระบวนการ an-

aerobic reduction แบคทีเรียในดินตะกอนเช่น *Desulfovibrio* ทำให้เกิดแก๊สไข่เน่ามีกลิ่นเหม็น เป็นอันตรายต่อหอยตลับหรือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยและสีของดินตะกอนเป็น สีดำ (Charumas, 2006; Department of Soil Science Lecture, 2001)

ผลจากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_s) ระหว่างปริมาณหอยตลับ (*Meretrix casta*) กับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน พบว่า ปริมาณหอยตลับมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าไนเตรด ($p < 0.01$) และค่าคลอโรฟิลล์ เอ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับคุณภาพน้ำ ประกอบด้วยค่าความเค็ม ค่าความขุ่น ($p < 0.01$) ค่าแอมโมเนีย ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับคุณภาพดินตะกอนประกอบด้วยค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าแคลเซียม ค่าโพแทสเซียม และค่าแมกนีเซียม ($p < 0.01$) มีความแตกต่างจากการศึกษาปัจจัยการอยู่อาศัยของหอยตลับ (*Meretrix* spp.) ชายฝั่งทะเลตำบลแหลมกลัด จังหวัดตราด พบว่า หอยตลับ (*Meretrix casta*) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าไนไตรต์ ค่าไนเตรด ค่าซิลิเกต และค่าคลอโรฟิลล์ เอ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับคุณภาพน้ำ ค่าอุณหภูมิ ค่าความเค็ม ค่าสารแขวนลอยทั้งหมด และคุณภาพดินตะกอน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-เบส ส่วนหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับคุณภาพน้ำ ค่าความเค็มมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับค่าแอมโมเนียและค่าซิลิเกต (Rattana et al., 2009) จากการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อ

ความชุกชุมหอยตลับ (*Meretrix casta*) พบว่า มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ ค่าความเค็ม และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด คุณภาพดินตะกอน ค่าความเป็นกรด-เบสและค่าเหล็ก (Fe) (Suwat and Prasert, 2011)

สรุปผลการวิจัย

1. ลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะของหอยตลับ คือ หอยตลับฝังตัวอาศัยในดินตะกอนชนิดดินร่วนทรายที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอน จนกระทั่งความลึกไม่เกิน 15 เซนติ เมตร (0 – 15 เซนติเมตร) อนุภาคของดินตะกอนประกอบด้วย ดินทรายร้อยละ 42 ดินทรายแป้งร้อยละ 46 ดินเหนียวร้อยละ 12 คลื่นและลมสงบไม่รุนแรง น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคุใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หากเล่นมีระดับที่เสมอกับผิวดินตะกอน จนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 20 องศา อาหารคือไดอะตอมสกุล *Coscinodiscus*

2. ปริมาณหอยตลับมีจำนวนทั้งหมด 1,926 ตัว และมีค่าเฉลี่ยทั้งหมด 1.61 ตัว/ตร.ม. ชาวประมงสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากหอยตลับได้สูงสุดในเดือนธันวาคม 2555 ซึ่งมีจำนวน 2.69 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตร จำนวน 4.46 ตัว/ตร.ม. ไลน์ L9 จำนวน 3.72 ตัว/ตร.ม. ในฤดูหนาวจำนวน 2.26 ตัว/ตร.ม. ส่วนชาวประมงสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากหอยตลับได้ต่ำที่สุดในเดือนเมษายน 2556 จำนวน 0.84 ตัว/ตร.ม. ไลน์ L2 จำนวน 1.02 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) จำนวน 0.22 ตัว/ตร.ม. และในฤดูร้อนจำนวน 1.20 ตัว/ตร.ม.

3. พื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ยมีลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะ คือ เป็นหาดเลนงอกใหม่ เป็นพื้นที่รองรับน้ำทั้งชุมชนจากเทศบาล

เมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัดแล้ว และเป็นพื้นที่กำจัดขยะของจากดำเนินงานของโครงการฯ โดยวิธีการฝังกลบแบบประยุกต์ ส่งผลทำให้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหาร รวมถึงชาวประมงสามารถทำประมงหอยตลับได้ถึง 1,000 เมตร หอยตลับมีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 38.54 ล้านตัว/ต่อปี เดือนธันวาคม 2555 พบมากที่สุดเท่ากับ 5.38 ล้านตัว/เดือน ปริมาณหอยตลับทั้งหมดเท่ากับ 921 ตัน/ปี และเดือนธันวาคม 2555 พบมากที่สุดเท่ากับ 101 ตัน/เดือน

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยตลับกับคุณภาพน้ำมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าไนเตรต ($p < 0.01$) และค่าคลอโรฟิลล์ เอ ($p < 0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับค่าอินทรีย์วัตถุซึ่งประกอบด้วย ค่าแคลเซียม ค่าโพแทสเซียม และค่าแมกนีเซียม ($p < 0.01$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกันกับคุณภาพน้ำค่าความเค็ม ค่าความขุ่น ($p < 0.01$) และค่าแอมโมเนีย ($p < 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

ในช่วงฤดูหนาวตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนมกราคม 2556 เป็นช่วงเวลาหอยตลับเข้าสู่ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ ทำให้พบหอยตลับขนาดเล็กเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงควรจัดทำประมงหอยตลับในฤดูหนาว เพื่ออนุรักษ์หอยตลับและมีทรัพยากรหอยตลับอย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต เพราะหอยตลับชนิดนี้พบตามธรรมชาติเท่านั้น และไม่สามารถเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้ รวมถึงควรเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำและคุณภาพดินในฤดูหนาวด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยและเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Anukorn, B. (2000). **Tidal Currents, Sedimentation and Some Physical Properties of Surface Water at Coastal Area of the Laem Phak Bia, Ampoe Ban Laem, Phetchaburi Province.** M.Sc.Thesis in Marine Science. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- 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: Author.
- Bentina, J. L., Gabriela, M., and Calvo, J. (2004). Seasonal changes in biochemical composition of the clam *Eurhomalea exalbida* (Bivalvia, Veneridae) from Ushuaia Bay (54°50'S), Beagle Channel (Argentina). **Journal Shellfish Research** 23: 81–87.
- Charumas, M. (2006). **Sediment.** Bangkok: Department of Fishery Biology, Faculty

- of Fisheries, Kasetsart University. (in Thai)
- Department of Soil Science Lecture. (2001). **Soil Science**. 8th ed. Bangkok: Department of Soil Science, Kasetsart University. (in Thai)
- Gianluca, S., Chiara, R., and John, W. (2008). Effect of salinity and temperature on feeding physiology and scope for growth of an invasive species (*Brachidontes pharaonis*- MULLUSCA: BIVALVIA) with the Mediterranean Sea. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 363: 130–136.
- Kasem, C. (2008). **Environmental Science**. 7th ed. Bangkok: Environmental College, Kasetsart University. (in Thai)
- LERD Project. (1999). **Economized Garbage Disposal Technology and Aquatic Plants for Wastewater Treatment**. The King's Initiative Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project at Laem Phak Bia sub-district, Ban Laem district, Petchburi province, Thailand. (in Thai)
- LERD Project. (2000). **Sciences for Garbage Disposal and Wastewater Treatment Towards The King's Initiative Project**. The King's Initiative Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project at Laem Phak Bia sub-district, Ban Laem district, Petchburi province, Thailand. (in Thai)
- Nipon, S. (2000). **Economic of Shellfish Aquaculture**. Fisheries Technology Transfer and Development Bureau (FTTDB), Department of Fisheries. Thailand. (in Thai)
- Orapon, L. (2013). **Land Use on the Newly formed Mudflat for Blood Clam Culture at Khlong Khon Sub-district, Mueang District, Samut Songkhram Province**. M.Sc. Thesis in Sustainable Land Use and Natural Resource Management. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Pisit, T. (2005). **Tidal Current Model in the Navigational Channels of Upper Gulf of Thailand by Mathematical Model**. M.Sc. Thesis in Water Resources Engineering. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Ranida, T. (2012). **Harvesting Value of Aquatic Resources in Self-recovering Mangrove Forest Environment in the King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project**, M.Sc. Thesis in Environmental Science. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Rattana, M., Kamolrat, P., Boonyarith, C., and Udom, K. (2009). **Habitation Factors of Hard Clam (*Meretrix* spp.) Along the Coast of Laem Klat Subdistrict, Trat Province**. Technical Paper no. 2/2009. Marine Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries,

- Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand. (in Thai)
- Sateinpong, K., Kasem, C., Wasin, I., Onanong, P., and Anukorn, B. (2013a). The study of heavy metal concentrations (As, Cd, Cr, Hg, Ni and Pb) in the tissue of edible bivalves mollusks living with in coastal area receiving effluent from phetchaburi municipal wastewater treatment system, Laem Phak Bia Sub District, Ban Laem District, Phetchaburi Province. **Thai Journal Toxicology** 28(2): 17–26. (in Thai)
- Sateinpong, K., Kasem, C., Wasin, I., Onanong, P., and Anukorn, B. (2013b). The study on of the concentration of heavy metals (As, Cd, Cr, Hg, Ni and Pb) in the sediment of coastal area receiving effluent from Phetchaburi municipal wastewater treatment system: The Royally LERD Project, Phetchaburi Province. **Thai Journal Toxicology** 28(2): 27–36. (in Thai)
- Sateinpong, K., Kasem, C., Wasin, I., Onanong, P. and Anukorn, B. (2014). The coastal water quality change by effluent discharging from Phetchaburi municipal wastewater treatment system: The King's Royally Initiated Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province, Thailand. **Environment and Natural Resources Journal** 12(2): 58–65.
- Sateinpong, K., Kasem, C., Wasin, I., Onanong, P., and Anukorn, B. (2015a). Population dynamics of hard clam (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) in the coastal area of Laem Phak Bia: The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. **KKU Science Journal** 43(4): 212–221. (in Thai)
- Sateinpong, K., Kasem, C., Wasin, I., Onanong, P., and Anukorn, B. (2015b). Species composition of phytoplankton in the gastrointestinal tract of *Meretrix casta* in the coastal area of Laem Phak Bia: The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. **Thai Journal of Science and Technology** 23(1): 73–85. (in Thai)
- Sateinpong, K., and Kasem, C. (2016). Reproductive cycle of hard clam (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) in the coastal area of Laem Phak Bia, The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. **Srinakharinwirot University Journal of Science and Technology** (July-December 2016) (Unpublished Material) (in Thai)
- Sunan, T., and Mongkolrattana, C. (1997). **The Natural Resource Area and Abundance of the Razor Clam (*Solen* sp.) at Phetchaburi Province**. Technical paper No. 27/1997. Samut Sakhon Coastal Agri-

- culture Development Center, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand. (in Thai)
- Suwat, T., and Prasert, T. (2011). Influence of environmental variables on the abundance of estuarine clam *Meretrix casta* (Chemnitz, 1782) in Trang Province, Southern Thailand. **Songklanakarin Journal of Science and Technology** 33(1): 107–115.
- Tasnee, A., and Jongruk, C. (1989). **Analysis of soil and plant**. Bangkok: Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University. (in Thai)
- Yoosukh, W., and Matsukuma, A. (2001). Taxonomic study on *Meretrix* (Mollusca: Bivalvia) from Thailand. **Phuket Marine Biological Center Research Bulletin** 25(1): 451–460.