การกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยตะกาย *Natica tigrina* (Röding, 1798) บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

Spatial and Temporal Distribution of Tiger Moon Snail *Natica tigrina* (Röding, 1798) in the New Mudflat Area of Laem Phak Bia: The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province.

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

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

Received: 16 January 2017 ; Accepted: 27 April 2017

บทคัดย่อ

การศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยตะกาย *Natica tigrina* (Röding, 1798) บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างหอยตะกายบริเวณพื้นที่หาดเลนแบ่ง เป็น 10 แนวแต่ละแนวห่างกัน 100 เมตร ผลการศึกษาพบว่าหอยตะกายอาศัยฝังตัวบนพื้นที่มีระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร ดินตะกอนเป็นชนิดทรายแป้งปนทรายดินประกอบด้วยดินทราย 42 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง 46 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 12 เปอร์เซ็นต์ คลื่นและลมสงบ น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู่ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนมีระดับที่เสมอกับผิวดินตะกอนทรายจนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 20 องศา ปริมาณหอยตะกายมีจำนวนทั้งหมด 110 ตัว เดือนสิงหาคม 2555 พบมากที่สุดจำนวน 28 ตัว ฤดูฝนพบมากที่สุดจำนวน 57 ตัว ระยะ ห่างขนานกับชายฝั่งทะเล 500 (L500) เมตร พบมากที่สุด 24 ตัว และ ไลน์ตั้งฉากที่ L8 พบมากที่สุดมีจำนวน 28 ตัว การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณหอยตะกายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าของ แข็งละลายน้ำทั้งหมด และค่าออร์โธฟอสเฟต ($p<0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพดินตะกอนค่าแมกนีเซียม ($p<0.05$)

คำสำคัญ: *การกระจายเชิงพื้นที่และเวลา* หอยตะกาย *Natica tigrina* (Röding, 1798) หาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย

Abstract

The findings study on spatial and temporal distribution of Tiger moon snail *Natica tigrina* (Röding, 1798) in the new mudflat area of Laem Phak Bia under the King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project at Phetchaburi Province during May 2012 to April 2013. Field collection of the Tiger moon snail were carried out by line transect sampling method, using 10 line of a 100 meters transect (L1-L10). The result found that the habitat of Tiger moon snail was sandy loam in depth degree as surface sediment to 5 centimeter which had sandy 42%, silt 46%, clay 12% of that, clam wind and wave, high and low tidal at the lowest that was more than 12 hours, mud flat was as same level as sandy sediment that met the slope of that 20 degree. Total, 110 individuals of

[1] *ภาควิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ.*

[2] *ผู้อำนวยการโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี*

[1] *Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, Thailand.*

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

[*] *Corresponding author. Email address: sateinpong_13@hotmail.com*

Tiger moon snail were obtained in this study. Our survey demonstrates that the highest number of the Tiger moon snail was 28 individuals in August 2012 and 57 individuals in the rainy season. At the distance of 500 (L500) meters off coast, the highest number of Tiger moon snail was 24 individuals. Among ten line transects, Tiger moon snail exhibited the highest abundance of 28 individuals in Line 8 (L8). The correlation showed positively related to the water quality, DO, TDS and orthophosphate ($p<0.05$). the correlation showed negatively related to the sediment quality magnesium ($p<0.05$)

Keywords: Spatial and temporal distribution, Tiger moon snail *Natica tigrina* (Röding, 1798), New Mudflat Area, Laem Phak Bia

บทนำ

หอยตะกาย *Natica tigrina* (Röding, 1798) เป็นหอยในวงศ์ Naticidae หอยกลุ่มนี้มักจะพบได้บริเวณชายฝั่งทะเลทั่วไปในเขตร้อนและเขตหนาวมีพฤติกรรมฝังตัวบริเวณพื้นผิวดินตะกอนที่มีลักษณะเป็นโคลนหรือทราย หอยตะกายเป็นหอยทะเลฝาเดียวขนาดเล็กถึงขนาดกลางมีเปลือกหนา รูปร่างกลมแบนเปลือกเรียบเป็นมันมีลวด ลายสีสันสวยงาม มีการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็วอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาจนกว่าจะพบเหยื่อและเป็นหอยฝาเดียวที่กินสัตว์อื่นเป็นอาหารเนื่องจากมีอวัยวะพิเศษสามารถเจาะเปลือกเหยื่อให้เป็นรูและใช้งวง (proboscis) ที่มีแผ่นฟัน (radula) เข้าไปขูดเนื้อเยื่อภายในเป็นอา หาร สามารถเจาะเปลือกหอยสองฝาและหอยฝาเดียวเพื่อกินเป็นอาหารได้ เช่น หอยแครง *Anadara granosa* หอยทราย *Donax faba* หอยทับทิม *Umbonium vestiarum* หอยแนสซ่า *Nassarius* sp. นอกจากนี้ยังพบว่ากินหนอนตัวกลม เม่นทะเล และสัตว์หน้าดินที่มีที่มีพฤติ กรรมการเคลื่อนไหวช้า รวมถึงยังมีพฤติกรรมกินกันเอง (cannibalism) ซึ่งจะใช้เวลาในการจัดการกับเหยื่อราว 10-18 ชั่วโมง[1-8] โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี มีสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจจำนวน 11 ชนิด ได้แก่อัตราความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.27 ตัว/ตารางเมตร จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 69.42 ล้านตัวต่อปี ปริมาณสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1,291 ตันต่อปี และมูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 26.86 ล้านบาทต่อปี [9] หอยตลับ Meretrix casta เป็นชนิดที่เด่นและมีปริมาณมากที่สุดจำนวน 921 ตัน[10] ดังนั้นการศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยตะกายจึงมีความสำคัญต่อระบบนิเวศวิทยาและห่วงโซ่อาหารของหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยเนื่องจากหอยตะกายเป็นผู้ล่า (predator) เป็นศัตรูทางธรรมชาติ (Natural enemies) พฤติกรรมการเข้าทำลาย และควบคุมจำนวนของสัตว์หน้าดิน การที่หอยตะกายจะมีในปริมาณมากหรือน้อยเกินไปก็จะส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหารในหาดเลนตามไปด้วย ซึ่งผลจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะทำให้ทราบความชุกชุม การแพร่กระจายช่วงเวลาและลักษณะสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการเติบโต การดำรงชีวิตพื้นที่และช่วงเวลาที่พบหอยตะกายมากที่สุดเพื่อที่เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรความหลากหลายชีวภาพของตัวของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในบริเวณพื้นที่หาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย และหาดเลนตามธรรมชาติต่อไป

วัตถุประสงค์การศึกษา

1) ศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยตะกาย *Natica tigrina* (Röding, 1798) บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี

2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอนกับหอยตะกาย *Natica tigrina* (Röding, 1798) บริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี

วิธีการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

หาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมา จากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด 14°42.240′ เหนือ ถึง 14°43.480′ เหนือและลองจิจูด 06°17.780′ ตะวันออก ถึง 06°19.271′ ตะวันออกครอบ คลุมพื้นที่ 1,250 ไร่ (2 ตร.กม. หรือ 2,000,000 ตร.ม.) (Figure 1)

2. ปริมาณและการกระจายหอยตะกาย

ทำการเก็บตัวอย่างหอยตะกายบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยทุกเดือนเป็นระยะเวลา 12 เดือนระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 10 แนว แต่ละแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลห่างกัน 100 เมตร (L1-L10) ขนาดกันกับป่า

ชายเลน (Figure 2A) เลือกช่วงเวลาที่น้ำทะเลลงต่ำที่สุดและทำการเก็บตัวอย่างหอยตะกายขนานไปกับชายฝั่งทะเลไปจนกระทั่งน้ำทะเลลงต่ำที่สุดในแต่ละเดือนนั้นๆ (L0-L1,000) ในแปลงเก็บตัวอย่าง (quadrate) 1 จุด 2 ซ้ำ ขนาด 1 x 1 เมตร ที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0-15 เซนติเมตร) และที่ดินตะกอนระดับความลึก 15 เซนติเมตร จนกระทั่งดินตะกอนความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร (15-30 เซนติเมตร) ตัวอย่างหอยตะกายที่ได้เก็บใส่ในถุงเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้และทำการจำแนกชนิดหอยตะกาย[8] และชั่งน้ำหนักหอยตะกายต่อตัว

2.1) ความหนาแน่นของหอยตะกาย (ตัว/ตร.ม.) = จำนวนตัวอย่างที่เก็บได้พื้นที่ quadrate x จำนวน quadrate

2.2) จำนวนหอยตะกาย (ตัว) = พื้นที่หาดเลน (ตร.ม.) x ความหนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)

2.3) การคำนวณน้ำหนักหอยตะกายทั้งหมด (ตัน) = ข้อ 2.2 x น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/เดือน) หารด้วย 1,000 (กิโลกรัม)

3. การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

3.1) ช่วงเวลาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด 2 ฤดูกาล ประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกันยายน พ.ศ. 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556) ที่ระยะห่างจากชายฝั่งจำนวน 3 ระยะ (A-B-C) แต่ระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำและแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร คือ A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A1-A5) B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร (B1-B5) C: ระยะห่างจากชายฝั่ง 1,000 เมตร (C1-C5) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนามและใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำน้ำไปวิเคราะห์ในห้องแล็บคุณภาพน้ำต่อไป (Figure 2B)

3.2) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดัชนีคุณภาพน้ำเป็นไปตามวิธีกำหนดไว้ตามวิธี [11,12] (Table 1)

4. การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

4.1) การวางแผนการเก็บตัวอย่างดินตะกอน ตัวอย่างดินตะกอนทำการเก็บรวบรวมในช่วงน้ำทะเลลงต่ำสุด 2 ฤดูกาลประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกันยายน พ.ศ. 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556) โดยกำหนดจุดการเก็บตัวอย่างดินตะกอน 2 ระยะ (A-B) แต่ระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำ และแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตรคือ A: ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร (A1-A5) B: ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร (B1-B5) ในระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ครอบคลุมพื้นที่หาดเลน โดยใช้ท่อพีวีซีเส้นผ่าศูนย์กลางความกว้าง 60 เซนติเมตร (Figure 2C)

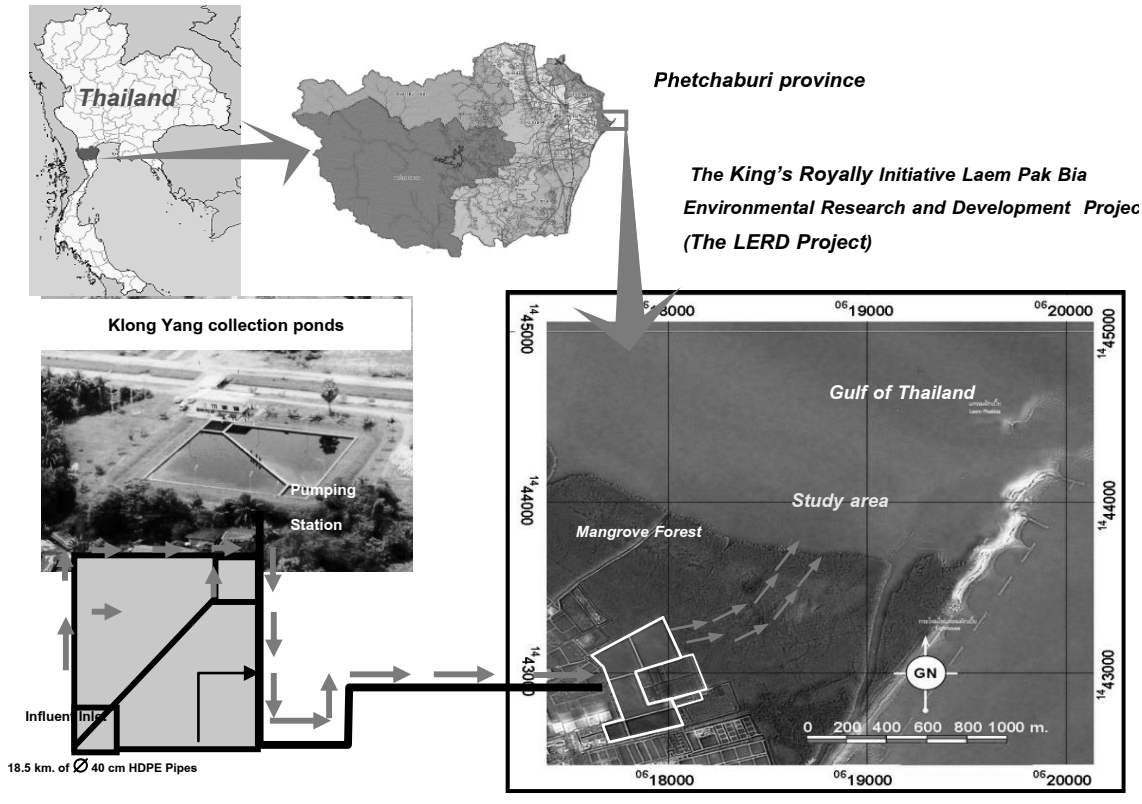

Figure 1 Localization of the King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Laem Phak Bia sub-District, Ban Laem District, Phetchaburi Province, Thailand.

4.2) การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอนนำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บรวบรวมได้พึ่งแดดในที่ร่มเป็นระยะเวลา 2 เดือนหลังจากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนบดให้ละเอียดชั่งดินตะกอนจำนวน 300 กรัม ใส่ถุงพลาสติกที่ติดฉลากไว้แล้ววิเคราะห์ตามวิธี[13, 14, 15] ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าอินทรียวัตถุ ค่าฟอสฟอรัส ค่าแคล เซียม ค่าโพแทสเซียม ค่าแมกนีเซียม ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุอิออน (CEC) ขนาดและประเภทของดินตะกอน

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างค่าปริมาณหอยตะกายกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำและคุณ ภาพดินตะกอนโดยใช้โปรแกรม SPSS ทำการทดสอบสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Person Correlation) ตามวิธี[16] โดยใช้ค่าปริมาณหอยตะกายในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน) และฤดูร้อน (เดือนธันวาคม ถึงเดือนพฤษภาคม)

ผลการวิจัย

1. ปริมาณของหอยตะกาย

1.1 จากการเก็บตัวอย่างหอยตะกายเป็นเวลา 12 เดือนในแปลงเก็บตัวอย่างทั้ง 10 แปลง ตามเดือนปริมาณหอยตะกายมีทั้งหมด 110 ตัว แบ่งตามเดือนพบว่าเดือนสิงหาคมมีหอยตะกายมากที่สุดจำนวน 28 ตัว

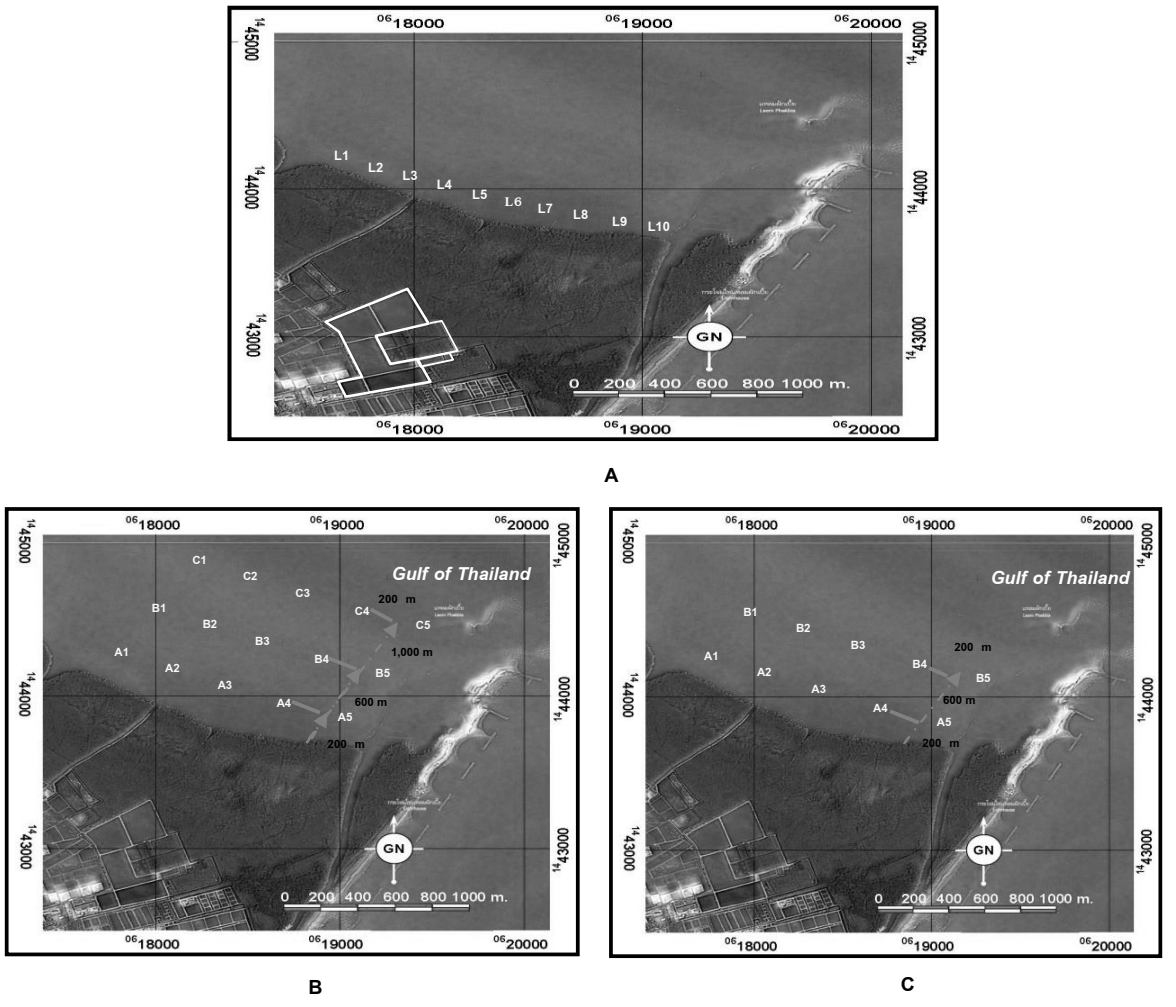

Figure 2 Sampling stations A) Tiger moon snail (L1-L10) B) Water quality C) Sediment quality at the King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project

รองลงมาเดือนพฤศจิกายนมีจำนวน 20 ตัว เดือนมิถุนายนมีจำนวน 15 ตัว เดือนกันยายนจำนวน 10 ตัว เดือนตุลาคมมีจำนวน 8 ตัว เดือนธันวาคมจำนวน 8 ตัว เดือนพฤษภาคมมีจำนวน 5 ตัว เดือนมีนาคมมีจำนวน 5 ตัว เดือนกรกฎาคมมีจำนวน 4 ตัว เดือนมกราคม มีจำนวน 3 ตัว เดือนกุมภาพันธ์มีจำนวน 2 ตัว และเดือนเมษายนมีจำนวน 2 ตัว ตามลำดับ (Table 2)

1.2 จากการเก็บตัวอย่างหอยตะกายเป็นเวลา 12 เดือนในแปลงเก็บตัวอย่างทั้ง 10 แปลง ตามเดือนค่าเฉลี่ยมีเท่ากับ 1.10 ตัว/ตร.ม. พบว่าเดือนสิงหาคม หอยตะกายมาก

ที่สุดมีเท่ากับ 0.28 ตัว/ตร.ม. รองลงมาเดือนพฤศจิกายนเท่ากับ 0.20 ตัว/ตร.ม. เดือนมิถุนายนมีค่าเท่ากับ 0.15 ตัว/ตร.ม. เดือนกันยายนเท่ากับ 0.10 ตัว/ตร.ม. เดือนตุลาคมเท่ากับ 0.08 ตัว/ตร.ม. เดือนธันวาคมเท่ากับ 0.08 ตัว/ตร.ม. เดือนพฤษภาคมเท่ากับ 0.05 ตัว/ตร.ม. เดือนมีนาคมเท่ากับ 0.05 ตัว/ตร.ม. เดือนกรกฎาคมเท่ากับ 0.04 ตัว/ตร.ม. เดือนมกราคมมีค่าเท่ากับ 0.03 ตัว/ตร.ม. เดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 0.02 ตัว/ตร.ม. และเดือนเมษายนเท่ากับ 0.02 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

1.3 ปริมาณของหอยตะกายแบ่งตามฤดูกาลพบว่าในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน) หอยตะกายมากที่สุดมีจำนวน 57 ตัว รองลงมาในช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคม ถึงเดือนมกราคม) มีจำนวน 39 ตัว และช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม) มีจำนวน 14 ตัว ตามลำดับ

Table 1 Water quality of analytical method

Parameters	Analytical method	Reference
Temperature (°C)	Thermometer	(11,12)
pH	pH Meter	(11,12)
DO (mg/L)	DO Meter	(11,12)
Salinity (psu)	Salinity meter	(11,12)
Turbidity (NTU)	Nephelometric method	(11,12)
TDS (mg/L)	Dried at 103-105 °C	(11,12)
TKN (mg/L)	Colorimetric method	(11,12)
Nitrate (mg/L)	Cadmiumreduction method	(11,12)
Phosphate (mg/L)	Digestion method	(11,12)
Ammonia (mg/L)	Ascorbic acid method	(11,12)
Hydrogen sulfide (mg/L)	Total sulfides	(11,12)
BOD (mg/L)	5-day BOD test	(11,12)
Chlorophyll A *(mg/m^3)*	Spectrophotometer	(11,12)

1.4 อัตราความหนาแน่นของหอยตะกายแบ่งตามฤดูกาลมีค่าเฉลี่ยค่าเท่ากับ 1.10 ตัว/ตร.ม. พบว่าในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน) หอยตะกายมากที่สุดมีเท่ากับ 0.57 ตัว/ตร.ม. รองลงมาในช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคม ถึงเดือนมกราคม) มีค่าเท่ากับ 0.39 ตัว/ตร.ม. และในช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม) มีค่าเท่ากับ 0.14 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

1.5 ระดับความลึกที่พบหอยตะกายทั้งหมดที่ระดับกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 5 เซนติเมตรเท่านั้น (0-5 เซนติเมตร) จำนวน 110 ตัว จากการเก็บที่ระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0-15 เซนติเมตร) และไม่พบที่ระดับความลึกจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 30 เซนติเมตร (15-30 เซนติเมตร)

2. การกระจายของหอยตะกาย

2.1 การกระจายของหอยตะกายตามแนวตั้งฉากหาดเลน (L1-L10) พบว่าไลน์ที่ L8 มีหอยตะกายมากที่สุดจำนวน 27 ตัว รองลงมาไลน์ที่ L9 มีจำนวน 20 ตัว ไลน์ที่ L4 มีจำนวน 18 ตัว ไลน์ที่ L7 มีจำนวน 16 ตัว ไลน์ที่ L2 มีจำนวน 9 ตัว ไลน์ที่ L1 มีจำนวน 8 ตัว ไลน์ที่ L5 มีจำนวน 2 ตัว ไลน์ที่ L6 มีจำนวน 2 ตัว ไลน์ที่ L10 มีจำนวน 2 ตัว และไลน์ที่ L3 มีจำนวน 1 ตัว ตามลำดับ

2.2 อัตราความหนาแน่นของหอยตะกายตามแนวตั้งฉากหาดเลน (L1-L10) มีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 1.10 ตัว/ตร.ม. พบว่าไลน์ที่ L8 มีหอยตะกายมากที่สุดเท่ากับ 0.27 ตัว/ตร.ม. รองลงมาไลน์ที่ L9 เท่ากับ 0.20 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L4 เท่ากับ 0.18 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L7 เท่ากับ 0.16 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L2 เท่ากับ 0.09 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L1 เท่ากับ 0.08 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L5 เท่ากับ 0.02 ตัว/ตร.ม.ไลน์ที่ L6 เท่ากับ 0.02 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L10 เท่ากับ 0.02 ตัว/ตร.ม. และไลน์ที่ L3 เท่ากับ 0.01 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

2.3 การกระจายของหอยตะกายตามระยะห่างขนานกับชายฝั่งทะเลมีจำนวนทั้งหมด 110 ตัว พบว่าที่ระยะห่างชายฝั่งทะเล 500 เมตร (L500) มีหอยตะกายมากที่สุด

จำนวน 24 ตัว รองลง มาระยะห่างชายฝั่งทะเล 400 เมตร (L400) มีจำนวน 22 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะ เล 800 เมตร (L800) มีจำนวน 13 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตร (L300) มีจำนวน 12 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 700 เมตร (L700) มีจำนวน 12 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 600 เมตร (L600) มีจำนวน 11 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 100 เมตร (L100) มีจำนวน 6 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 900 เมตร (L300) มีจำนวน 4 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 200 เมตร (L200) มีจำนวน 3 ตัว, ระยะห่างชายฝั่งทะเล 1,000 เมตร (L1000) มีจำนวน 3 ตัว และระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) มีจำนวน 0 ตัว (ไม่พบ) ตามลำดับ

2.4 อัตราความหนาแน่นของหอยตะกายตามระยะห่างขนานกับชายฝั่งทะเลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.10 ตัว/ตร.ม. พบว่าที่ระยะห่างชายฝั่งทะเล 500 เมตร (L500) มีหอยตะกายมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.24 ตัว/ตร.ม. รองลงมาระยะห่างชายฝั่งทะเล 400 เมตร (L400) เท่ากับ 0.22 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 800 เมตร (L800) เท่ากับ 0.13 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตร (L300) เท่ากับ 0.12 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 700 เมตร (L700) เท่ากับ 0.12 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 600 เมตร (L600) เท่ากับ 0.11 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 100 เมตร (L100) เท่ากับ 0.06 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 900 เมตร (L900) เท่ากับ 0.04 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 200 เมตร (L200) เท่ากับ 0.03 ตัว/ตร.ม., ระยะห่างชายฝั่งทะเล 1,000 เมตร (L1000) เท่ากับ 0.03 ตัว/ตร.ม. และระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) ไม่พบ ตามลำดับ

3. จำนวนและปริมาณน้ำหนักหอยตะกายทั้งหมด

3.1 ปริมาณน้ำหนักของหอยตะกายทั้งหมดค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.41 กรัมต่อตัวต่อเดือนพบว่าเดือนมิถุนายนมีหอยตะกายมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 8.97 กรัมต่อตัว รองลงมาเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 6.47 กรัมต่อตัว เดือนตุลาคมเท่ากับ 6.38 กรัมต่อตัว เดือนสิงหาคมเท่ากับ 5.86 กรัมต่อตัว เดือนมีนาคมเท่ากับ 5.67 กรัมต่อตัว เดือนเมษายนเท่ากับ 5.47 กรัมต่อตัว เดือนธันวาคมเท่ากับ 5.28 กรัมต่อตัว เดือนกรกฎาคมเท่ากับ 4.47 กรัมต่อตัว เดือนพฤศจิกายนเท่ากับ 4.14 กรัมต่อตัว เดือนมกราคมเท่ากับ 4.33 กรัมต่อตัว เดือนกันยายนเท่ากับ 3.95 กรัมต่อตัว และเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 3.89 กรัมต่อตัว ตามลำดับ (Table 2)

3.2 จำนวนหอยตะกายทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2.20 ล้านตัวต่อปีและจำนวนหอยตะกายมีค่าเฉลี่ย 0.18 ล้านตัวต่อเดือนพบว่าเดือนสิงหาคมมีหอยตะกายมากที่สุดเท่ากับ 0.56 ล้านตัว รองลงมาเดือนพฤศจิกายนเท่ากับ 0.40 ล้านตัว เดือนมิถุนายนเท่ากับ 0.30 ล้านตัวเดือนกันยายนเท่ากับ 0.20 ล้านตัว เดือนตุลาคมเท่ากับ 0.16 ล้านตัว เดือนธันวาคมเท่ากับ 0.16 ล้านตัว เดือนพฤษภาคมเท่ากับ 0.10 ล้านตัว เดือนมีนาคมเท่ากับ 0.10 ล้านตัว เดือนกรกฎาคมเท่ากับ 0.08 ล้านตัว เดือนมกราคมเท่ากับ 0.06 ล้านตัว เดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 0.04 ล้านตัวและเดือนเมษายนเท่ากับ 0.04 ล้านตัว ตามลำดับ (Table 2)

3.3 ปริมาณน้ำหนักหอยตะกายทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 12.30 ตันต่อปีและปริมาณหอยตะกายมีค่าเฉลี่ย 1.03 ตันต่อเดือนพบว่าเดือนสิงหาคมมีหอยตะกายน้ำ หนักมากที่สุดเท่ากับ 3.28 ตัน รองลงมาเดือนมิถุนายนเท่ากับ 2.69 ตัน เดือนพฤศจิกายนเท่ากับ 1.66 ตันเดือนตุลาคมเท่ากับ 1.02 ตัน เดือนธันวาคมเท่ากับ 0.84 ตัน เดือนกันยายนเท่ากับ 0.79 ตัน เดือนมีนาคมเท่ากับ 0.57 ตัน เดือนพฤษภาคมเท่ากับ 0.39 ตัน เดือนกรกฎาคมเท่ากับ 0.36 ตัน เดือนมกราคมเท่ากับ 0.26 ตัน เดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 0.26 ตัน และเดือนเมษายนเท่ากับ 0.22 ตัน ตามลำดับ (Table 2)

4. คุณภาพน้ำ

ค่าอุณหภูมิมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 29.10-30.30°C ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.87±1.69, 29.56±0.30 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.22± 0.72 °C ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.91-8.38 ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.28±0.08, 8.02±0.04 และมีค่าเฉลี่ย 8.15±0.06 ตามลำดับ

Table 2 *Quantity and amount of Tiger moon snail*

Month	Tiger moon snail				
	Number (body)	Quantity (body/ sq.m.)	Weight (gram / body)	Number (millions / month)	Heavy (tons / year)
May.	5	0.05	3.89	0.10	0.39
Jun.	15	0.15	8.97	0.30	2.69
Jul.	4	0.04	4.47	0.08	0.36
Aug.	28	0.28	5.86	0.56	3.28
Sep.	10	0.10	3.95	0.20	0.79
Oct.	8	0.08	6.38	0.16	1.02
Nov.	20	0.20	4.14	0.40	1.66
Dem.	8	0.08	5.28	0.16	0.84
Jan.	3	0.03	4.33	0.06	0.26
Feb.	2	0.02	6.47	0.04	0.26
Mar.	5	0.05	5.67	0.10	0.57
Apr.	2	0.02	5.47	0.04	0.22
Average	**9.17**	**0.09**	**5.41**	**0.18**	**1.03**
Total	**110**	**1.10**	**6.88**	**2.20**	**12.30**

ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 3.80-6.79 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.39±0.36, 4.32±0.33 และมีค่าเฉลี่ย 5.35 ±0.33 mg/L ตามลำดับ

ค่าความเค็มมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10-28.60psu ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.55±0.31, 27.62±0.74 และมีค่าเฉลี่ย 26.08±0.38 psu ตามลำดับ

ค่าความขุ่นมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.10-179.00 NTU ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63.65±58.99, 12.03±3.17 และมีค่าเฉลี่ย 37.84 ±29.91 NTU ตามลำดับ

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดละลายน้ำค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 47,875-56,000 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52,967±3,028, 48,175±313 และมีค่าเฉลี่ย 50,571±3,226 mg/L ตามลำดับ

ค่าTKN มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00-1.00 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43±0.38, 0.14±0.18 และมีค่าเฉลี่ย 0.28±0.22 mg/L ตาม ลำดับ

ค่าไนเตรทมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.026-0.154 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.092±0.032, 0.050±0.017 และมีค่าเฉลี่ย 0.071± 0.021 mg/L ตามลำดับ

ค่าออร์โธฟอสเฟตมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.01-0.80 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.21±0.24, 0.04±0.02 และมีค่าเฉลี่ย 0.12±0.12 mg/L ตามลำดับ

ค่าแอมโมเนียมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.002 -0.071 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่า กับ 0.036±0.013, 0.016±0.012 และมีค่าเฉลี่ย 0.026± 0.013 mg/L ตามลำดับ

ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.036-0.088 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.064± 0.012, 0.061±0.017 และมีค่าเฉลี่ย 0.063 ±0.012 mg/L ตามลำดับ

ค่าบีโอดี (BOD) มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.30-5.40 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.24±1.33, 0.83±0.23 และมีค่าเฉลี่ย 1.54±0.65 mg/L ตามลำดับ

ค่าคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.28-22.07 mg/m^3 ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.62±0.75, 7.66±5.80 และมีค่าเฉลี่ย 4.69±2.70 mg/m^3 ตามลำดับ (Table 2)

5. คุณภาพดินตะกอน

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.50-8.20 ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย

เท่ากับ 7.77±0.18, 7.87±0.21 และมีค่าเฉลี่ย 7.82±0.20 ตามลำดับ

ค่าอินทรียวัตถุมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.42-0.90 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.56±0.08, 0.64±0.15 และมีค่าเฉลี่ย 0.60±0.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ค่าฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.00-21.00 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00±5.71, 4.00±6.22 และมีค่าเฉลี่ย 3.65±5.81 mg/kg ตาม ลำดับ

ค่าแคลเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5,501-6,874 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5,737±261, 5918±390 และมีค่าเฉลี่ย 5,828±336 mg/kg ตามลำดับ

ค่าโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง269-646 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 374±41, 414±124 และมีค่าเฉลี่ย 394±92 mg/kg ตาม ลำดับ

ค่าแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 507-968 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 674±61, 707±136 และมีค่าเฉลี่ย 691±104 mg/kg ตามลำดับ

ค่าความสามารในการแลกเปลี่ยนประจุอิออน (CEC) มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.80-4.80 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน และฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.60± 0.44, 3.26±0.82 และมีค่าเฉลี่ย 3.43±0.67 mg/kg ตามลำดับ (Table 2)

6. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยตะกายกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณหอยตะกายกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนพบว่าปริมาณหอยตะกายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และค่าออร์โธฟอสเฟต ($p<0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพดินตะกอนค่าแมกนีเซียม ($p<0.05$) (Table 2) ซึ่งปริมาณหอยตะกายจะมีปริมาณมากถ้าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด, ค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำสูงและคุณภาพดินตะกอนค่าแมกนีเซียมในดินตะกอนต่ำ แต่ปริมาณหอยตะกายจะมีปริมาณต่ำถ้าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ค่าของแข็งละ ลายน้ำทั้งหมด, ค่าออร์โธฟอสเฟตน้ำต่ำและคุณภาพดินตะกอนค่าแมกนีเซียมในดินตะกอนสูง

วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยตะกายบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยพบว่าหอยตะกายอาศัยฝังตัวบนพื้นที่มีระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 5 เซนติเมตร (0-5 เซนติเมตร) ดินตะกอนเป็นชนิดดินร่วนทราย (sandy loam) เนื้อดินประกอบด้วยดินทราย 42% ดินทรายแป้ง 46% ดินเหนียว 12% ขนาดเม็ดดิน 0.002-0.500 มิลลิเมตร มีช่องว่างของขนาดเม็ดดินขนาดเล็ก ความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนมาก หาดเลนมีระดับที่เสมอกับผิวดินตะกอนทรายแป้งจนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 20 องศา มีคลื่นและลมสงบไม่รุนแรง น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู่ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง มีความเค็มอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10-28.60 psu มีจำนวนหอยตะกายทั้งหมดเท่ากับ 2.20 ล้านตัวต่อปี และมีค่าเฉลี่ย 0.18 ล้านตัวต่อเดือน ปริมาณน้ำหนักหอยตะกายทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 12.30 ตันต่อปี มีค่าเฉลี่ย 1.03 ตันต่อเดือน หอยตะกายเป็นหอยฝาเดียวล่าเหยื่อ (predation) เป็นศัตรูทางธรรมชาติ (Natural enemies) พฤติกรรมการเข้าทำลายในระบบนิเวศชายฝั่งทะเลที่อาศัยฝังตัวบริเวณพื้นผิวไม่มีความต้องการปริมาณอินทรียวัตถุและมีลักษณะรูปร่างที่กลมหรือวงรีไม่มีน้ำในตัวส่งผลทำให้ให้การเคลื่อนที่เร็วและเคลื่อนที่ได้ไกล มีอวัยวะพิเศษสามารถเจาะเปลือกเหยื่อให้เป็นรูและใช้งวง (proboscis) ที่มีแผ่นฟัน (radula) เข้าไปขูดเนื้อเยื้อภายในเป็นอาหาร อาหารของหอยตะกาย ได้แก่หอยแครง Anadara granosa หอยทราย Donax faba หอยทับทิม Umbonium vestiarum หอยแนสซ่า Nassarius sp. หนอนตัวกลม เม่นทะเล และสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่มีที่มีพฤติกรรมการเคลื่อนไหวช้ารวมถึงหอยตะกายมีพฤติกรรมกินกันเอง (cannibalism)[1-8] มีความแตกต่างจากการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยแครง Anadara granosa ที่อาศัยฝังตัวในดินตะกอนหาดเลนที่ลักษณะดินตะกอนโคลนปนทรายเป็นเนื้อดินเป็นทรายแป้งมากกว่า 65% อาศัยและดำรงชีวิตฝังตัวบนพื้นที่มีระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 5 เซนติเมตร (0-5 เซนติเมตร) หาดเลนเรียบเสมอกับชายหาดเลนจนกระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 15 องศา คลื่นลมสงบไม่แรง การขึ้นลงของน้ำทะเลไม่เกิน 6 ชั่วโมง (mixed tide) อาหารหอยแครงได้แก่ไดอะตอมCoscinodiscus, ไดอะตอม Rhizosolenia, ไดอะตอม Pleurosigma, ไดอะตอม Thalassiothrix, ไดอะตอม Nitzschia และมีความเค็มอยู่ในช่วงระหว่าง 10-30 psu[17,18] มีความแตกต่างจากหอยปากเป็ด Lingula anatina อาศัยและดำรงชีวิตฝังตัวระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 15 เซนติเมตร (0-15 เซนติเมตร) ดินตะกอนเป็นชนิดดินทรายแป้ง (Silt Loam) เนื้อดินประกอบด้วยดินทราย 19 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง 68 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 13 เปอร์เซ็นต์ หาดเลนทำมุมลาดเอียง 5-20 องศา มีคลื่นและลมสงบไม่รุนแรง น้ำทะเลขึ้น

ลงแบบน้ำคู่ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง[19] จากการเก็บตัวอย่างหอยตะกายเป็นเวลา 12 เดือนในแปลงเก็บตัวอย่างทั้ง 10 แปลง หอยตะกายปริมาณ เดือนธันวาคม มีปริมาณสูงที่สุดจำนวน 28 ตัวและอัตราความหนาแน่นจำนวน 0.28 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งในฤดูหนาวพบหอยตะกายมากที่สุดจำนวน 57 ตัว เพราะว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่น้ำทะเลลงต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืนและลงต่ำสุดในช่วงเวลา 22.00-03.00 น. น้ำทะเลขึ้นสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำประมงของชาวประมงเนื่องจากแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการทำประมงประกอบกับช่วงเวลาดังกล่าวหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยพบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ได้แก่หอยตลับ Meretrix casta, หอยตลับ Meretrix meretrix, หอยตลับ Marcia hiantina, หอยตลับ Marcia marmorata, หอยตลับ Marcia japonica, หอยตลับKatelysia hiantina, หอยตลับ Katelysia marmorata, หอยตลับAnomalocardia squamosa, หอยหลอด Solen strictus, หอยหลอด Solen regularis, หอยสปู่ Tellina sp., หอยเสียบ Phaxas attenuates, หอยแครง Anadara granosa, หอยทราย Donax faba, หอยแนสซ่า Nassarius sp., หอยวงศ์พระจันทร์ Polinices didyma และหอยขี้นก Cerithidea cingulata[19] ในจำนวนและปริมาณมากจึงส่งผลทำให้มีเกิดสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและอยู่อาศัยของหอยตะกาย ส่งผลทำให้หอยตะกายมีปริมาณและอัตราความหนาแน่นสูงตามไปด้วย ส่วนเดือนกุมภาพันธ์และเดือนเมษายน มีปริมาณต่ำที่สุดจำนวน 2 ตัวและอัตราความหนาแน่นต่ำที่สุดจำนวน 0.02 ตัว/ตารางเมตร ในฤดูร้อนพบหอยตะกายต่ำที่สุดจำนวน 14 ตัว เพราะว่าเป็นเดือนที่ลมทะเลกำลังเปลี่ยนทิศจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจึงส่งผลทำให้เป็นช่วงระยะเวลาที่ร้อนที่สุดในประเทศไทยส่งผลทำให้น้ำทะเลและดินตะกอนมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามไปด้วย[20] ประกอบกับหอยตะกายอาศัยฝังตัวบนพื้นที่มีระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนไม่เกิน 5 เซนติเมตร (0-5 เซนติเมตร) เมื่อน้ำทะเลลงต่ำสุดมีระยะเวลามากกว่า 12 ชั่วโมง ทำให้มีเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและการฝังตัวอยู่อาศัยของหอยตะกายส่งผลทำให้มีปริมาณและอัตราความหนาแน่นของหอยตะกายต่ำตามไปด้วย

Table 3 Analysis of the relationship between Tiger moon snail with water quality and sediment quality

Parameters	Index	Rainy season	Summer season	Average	Person Correlation (r_s)	
					Person	P-value
Water quality	Temperature (°C)	*30.87±1.69*	*29.56 ±0.30*	*30.22±0.72*	0.062	0.372
	pH	*8.28±0.08*	*8.02±0.04*	*8.15±0.06*	0.201	0.143
	DO (mg/L)	*6.39±0.36*	*4.32±0.33*	*5.35±0.33*	0.320*	0.042
	Salinity (psu)	*24.55±0.31*	*27.62±0.74*	*26.08±0.38*	-0.185	0.164
	Turbidity (NTU)	*63.65±58.99*	*12.03± 3.17*	*37.84±29.91*	-0.227	0.114
	TDS (mg/L)	52,967±3,028	48,175±313	50,571±3,226	0.317*	0.044
	TKN (mg/L)	*0.43±0.38*	*0.14±0.18*	*0.28±0.22*	-0.066	0.365
	Nitrate (mg/L)	*0.092±0.032*	*0.050±0.017*	*0.071±0.021*	-0.061	0.375
	Phosphate (mg/L)	*0.21±0.24*	*0.04±0.02*	*0.12±0.12*	0.305*	0.049
	Ammonia (mg/L)	*0.036±0.013*	*0.016±0.012*	*0.026±0.013*	-0.189	0.159
	Hydrogen sulfide (mg/L)	*0.064±0.012*	*0.061±0.017*	*0.063±0.012*	-0.162	0.196
	BOD (mg/L)	*2.24±1.33*	*0.83±0.23*	*1.54±0.65*	0.217	0.125
	Chlorophyll A *(mg/m^3)*	*1.62±0.75*	*7.66±5.80*	*4.69±2.70*	0.266	0.078
Sediment quality	pH	7.77±0.18	7.87±0.21	7.82± 0.20	0.246	0.148
	Organic matter (%)	0.56±0.08	0.64±0.15	0.60± 0.12	-0.149	0.265
	Phosphorus (mg/kg)	*4.00*±5.71	4.00±6.22	3.65± 5.81	0.055	0.409
	Calcium (mg/kg)	5,737±261	5918±390	5,828±336	-0.155	0.257
	Potassium (mg/kg)	374±41,	414±124	394±92	-0.262	0.132
	Magnesium (mg/kg)	674±61	707±136	691±104	-0.329*	0.028
	CEC (mg/kg)	3.60±0.44	3.26±0.82	3.43±0.67	-0.092	0.349

* Significant ($p<0.05$)

จากการเก็บตัวอย่างหอยตะกายตามแนวตั้งฉากกับแนวชายชายฝั่งทะเลแบ่งตามไลน์ (L) พบว่ามีหอยตะกายปริมาณสูงที่สุดบริเวณไลน์ที่ L8 มีจำนวน 28 ตัว และอัตราความหนาแน่นสูงที่สุดบริเวณไลน์ที่ L8 มีจำนวน 0.28 ตัว/ตร.ม. เพราะว่าเป็นดินตะกอนชนิดดินร่วนทราย (sandy loam) ร้อยละอนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย (sand) 45 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (silt) 43 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว (clay) 12 เปอร์เซ็นต์ มีช่องว่างของเม็ดดินความหนาแน่นและมีความพรุนของดินตะกอนปานกลางประกอบกับได้รับอิทธิพลธาตุอาหารจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนพืชและหญ้ากรอง พืชชุ่มน้ำเทียมรวมถึงกิจกรรมชุมชนจากคลองอีแอด ส่วนตามแนวตั้งฉากกับแนวชายชายฝั่งทะเลบริเวณไลน์ L3 พบว่าหอยตะกายมีปริมาณต่ำที่สุดมีจำนวน 1 ตัวและอัตราความหนาแน่นต่ำที่สุดมีจำนวน 0.01 ตัว/ตร.ม. เพราะว่าเป็นดินตะกอนชนิดดินทรายแป้ง (silt loam) ร้อยละอนุภาคดินตะกอนประกอบ ด้วยดินทราย (sand) 34 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (silt) 53 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว (clay) 13 เปอร์เซ็นต์ มีช่องว่างของเม็ดดินตะกอนขนาดเล็ก ความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนมาก ประกอบกับได้รับอิทธิพลจากการประกอบอาชีพทำนาเกลือจากหมู่บ้านพะเนินส่งผลทำให้ทำให้ดินตะกอนบริเวณและความเค็มดังกล่าวไม่มีความเหมาะต่อ

การดำรงชีวิตและอยู่อาศัยของหอยตะกายปริมาณและอัตราความหนาแน่นหอยตะกายตามระยะห่างขนานกับชายฝั่งทะเลพบว่าที่ระยะ 500 เมตร (L500) พบว่ามีปริมาณสูงที่สุดจำนวน 24 ตัวและ อัตราความหนาแน่นสูงที่สุดจำนวน 0.24 ตัว/ตร.ม. เพราะว่าดินตะกอนเป็นชนิดดินร่วนทราย (sandy loam) ร้อยละอนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย (sand) 61 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (silt) 33 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว (clay) 6 เปอร์เซ็นต์ มีช่องว่างของเม็ดดินตะกอนขนาดใหญ่ ความหนาแน่นและมีความพรุนของดินตะกอนน้อย จึงทำให้มีอากาศสามารถเคลื่อนที่ได้ดีและมีออกซิเจนจึงเกิดกระบวนการ Aerobic metabolism แบคทีเรียน้ำในดินตะกอน เช่น Nitrosomonas, Nitrosococus, Thiobacillus และ Nitrobacter ทำให้น้ำไม่เป็นพิษและสีของดินตะกอนเป็นสีเหลือง[13, 14] ประกอบกับที่ระยะ 500 เมตร พบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ในปริมาณมาก จึงส่งผลทำให้ปริมาณและอัตราความหนาแน่นของหอยตะกายสูงตามไปด้วยทำให้เกิดเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตและอยู่อาศัยตัวหอยตะกาย ส่วนปริมาณและอัตราความหนาแน่นของหอยตะกายจากชายฝั่งทะเลพบว่าที่ระยะ 0 เมตร (L0) ไม่พบหอยตะกายเพราะว่าจากหาดเลนติดกับขอบป่าชายเลนเป็นดินตะกอนเป็นชนิดดินทรายร่วน (loamy sand) ร้อยละอนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย (sand) 16 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง (silt) 74 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว (clay) 10 เปอร์เซ็นต์ ขนาดเม็ดดิน 0.002-0.050 มิลลิเมตร มีช่องว่างของขนาดเม็ดดินขนาดเล็ก ความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนมากทำให้อากาศสามารถเคลื่อนที่ได้น้อย ทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์วัตถุน้อย[13,14] ประกอบกับไม่พบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณดังกล่าวจึงส่งผลทำให้ปริมาณและอัตราความหนาแน่นของหอยตะกายต่ำตามไปด้วย

ผลจากการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r_s) ระหว่างปริมาณหอยตะกายกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนพบว่าปริมาณหอยตะกายมีความ สัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และค่าออร์โธฟอสเฟต ($p<0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพดินตะกอน ค่าแมกนีเซียม ($p<0.05$) รวมถึงคุณภาพน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัดแล้ว[21] และคุณภาพดินตะกอน[22] อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ระบบนิเวศและห่วงโซ่อาหารในหาดเลนงอกใหม่ มีความแตกต่างจากหอยตลับ Meretrix casta มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าไนเตรท ($p<0.01$) และค่าคลอโรฟิลล์ เอ ($p<0.05$) คุณภาพดินตะกอนประ กอบด้วยค่าอินทรียวัตถุ ค่าแคลเซียม ค่าโพแทสเซียม และค่าแมกนีเซียม ($p<0.01$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงข้ามกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าความเค็ม ค่าความขุ่น ($p<0.01$) และค่าแอมโมเนีย ($p<0.05$)[9] หอยปากเป็ด Lingula anatina มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำประกอบด้วยค่าบีโอดี (BOD) ($p<0.01$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเค็ม ($p<0.01$) และค่าความขุ่น ($p<0.05$)[19]

สรุปผลการศึกษา

1. หอยตะกายดำรงชีวิตและอาศัยฝังตัวบนพื้นดินตะกอนที่มีระดับเสมอกับผิวดินตะกอนจนกระทั่งความลึกดินตะกอนลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร ดินตะกอนเป็นชนิดดินร่วนทราย (sandy loam) เนื้อดินประกอบด้วยดินทราย 42% ดินทรายแป้ง 46% ดินเหนียว 12% ขนาดเม็ดดิน 0.002-0.500 มิลลิเมตร คลื่นและลมสงบ น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู่ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนมีระดับที่เสมอกับผิวดินตะกอนทรายจน กระทั่งทำมุมลาดเอียงไม่เกิน 20 องศา มีความเค็มอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10-28.60 psu

2. หอยตะกายสามารถที่จะควบคุมปริมาณและ

จำนวนสัตว์หน้าดินได้สูงที่สุดเดือนธันวาคมจำนวน 28 ตัว, ระยะห่างขนานชายฝั่งทะเล 500 เมตร (L500) จำนวน 14 ตัว, ระยะตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลบริเวณไลน์ที่ L8 จำนวน 28 ตัว, ช่วงฤดูหนาวจำนวน 57 ตัว ส่วนหอยตะกายสามารถที่จะควบคุมปริมาณและจำนวนสัตว์หน้าดินได้สูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนเมษายน จำนวน 2 ตัว, ระยะห่างขนานชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) ไม่พบหอยตะกาย, ที่ระยะตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลบริเวณไลน์ L3 จำนวน 1 ตัว, ช่วงฤดูร้อนจำนวน 14 ตัว

3. พื้นที่หาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ยมีหอยตะกายจำนวนทั้งหมดประมาณ 2.20 ล้านตัวต่อปีและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.18 ล้านตัวต่อเดือน เดือนสิงหาคมมี หอยตะกายจำนวนมากที่สุด 0.56 ล้านตัว หอยตะกายมีปริมาณน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 12.30 ตันต่อปี หอยตะ กายมีปริมาณเฉลี่ย 1.03 ตันต่อเดือน และเดือนสิงหาคมมีปริมาณหอยตะกายมากที่สุดเท่ากับ 3.28 ตันต่อเดือน

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยตะกายกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนพบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าออก ซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด และค่าออร์โธฟอสเฟต ($p<0.05$) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพดินตะกอนค่าแมกนีเซียม($p<0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยและเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวด ล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Berry AJ, Predation by *Natica maculosa* Lamark (Naticidae : Gastropoda) upon the trochacean gastropod *Umbonium vestiarium* (L.) on a Malaysian Shore. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1982; 66(1):71-89.
2. Berry AJ. Oxygen consumption and aspects of energetic in a malaysian Population of *Natica maculosa* Lamarck (Gastropoda) feeding on the trochacean gastropod *Umbonium vestiarium* (L.). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1983; 66(1): 93-100.
3. Broom M.J. Size-selection, consumption rates and growth of the gastropods *Natica maculos* Lamarck and *Thais Carinifera* (Lamarck) preying on the bivalve, *Anadara granosa* (L.). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 1982; 56(2-1): 213-233.
4. Broom MJ, Structure and seasonality in a malaysian mudflat community. Estuarine, Coastal and Shelf Science 1982;15(2): 135-150.
5. Broom MJ, A preliminary investigation into prey species preference by the tropical gastropods *Natica maculosa* Lamarck and *Thais Carinifera* (Lamarck). Journal of Molluscan Studies. 1983; 49(1): 43-52.
6. Ansell AD, Morton B, Alternative predation tactics of a tropical naticid gastropod. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 1987; 111(2): 109-111.
7. Suchart U, Maleeya K, Yaowaluk C, Siriwan J,Malacology. Department of Biology, Faculty of Science, Mahidol University. Bangkok; 1995.
8. Swennen C, Moonlenbeek RG, Ruttanadakul N, Hobbelink H, Dekker H, Hajisamae S. The Mollusks of the southern gulf of Thailand. Thai Studies in Biodiversity; 2001.
9. เสถียรพงษ์ ขาวหิต เกษม จันทร์แก้ว. อิทธิพลของน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดต่อมูลค่าสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจบริเวณหาดเลนงอกใหม่แหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริจังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิจัยและพัฒนาเชิงพื้นที่ 2559; 8 (4): 15-28.
10. เสถียรพงษ์ ขาวหิต เกษม จันทร์แก้ว. ลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะของหอยตลับ (*Meretrix casta*, Chemnitz, 1782) บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ 2559; 7(1): 124-140.
11. APHA, AWWA, WEF, Standard methods for examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association (APHA); 2005.
12. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Official method of analysis. 15thed., Arlington: The Association of Official Analytical Chemists; 2005.

13. จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. ดินตะกอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2552.
14. คณาจารย์ภาควิชาปฐพี. ปฐพีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.
15. ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข. การวิเคราะห์ดินและพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 2532.
16. รัตนา มั่นสินประสิทธิ์ กมลรัตน์ พุทธรักษา บุญฤทธิ์ เจริญสมบัติ อุดม เครือนิยม. ปัจจัยการอยู่อาศัยของหอยตลับ (Meretrix spp.) บริเวณชายฝั่งตำบลแหลมกลัด จังหวัดตราด. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง; 2552.
17. นิพนธ์ ศิริพันธ์. การเลี้ยงหอยเศรษฐกิจ. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง, กรมประมง; 2543.
18. อรพรรณ โลหะสาร. การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่หาดเลนงอกใหม่ในการเลี้ยงหอยแครง ตำบลคลองโคน อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาการใช้ที่ดินและการขัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์; 2556.
19. เสถียรพงษ์ ขาวหิต เกษม จันทร์แก้ว. การกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยปากเป็ด (Lingula anatina, Lamarck, 1801) บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2559; 21(2): 229-245.
20. เสถียรพงษ์ ขาวหิต. อิทธิพลของน้ำทิ้งชุมชนที่ผ่านการบำบัดต่อลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะทาง การเติบโตและวงจรชีวิตของหอยตลับ (Meretrix spp.). วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2559.
21. เสถียรพงษ์ ขาวหิต เกษม จันทร์แก้ว. การศึกษาประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศวิทยาชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 2560; 33(2) (ตอบรับแล้วรอตีพิมพ์)
22. เสถียรพงษ์ ขาวหิต เกษม จันทร์แก้ว วศิน อิงคพัฒนากุล อรอนงค์ ผิวนิล อนุกรณ์ บุตรสันต์. การศึกษาความเข้มข้นโลหะหนัก (As, Cd, Cr, Hg, Ni และ Pb) ในดินตะกอนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมือง เพชรบุรี โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี. วารพิษวิทยาไทย 2556; 28(2): 27-36.