

การกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยปากเปิด (*Lingula anatina*, Lamark, 1801)  
บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย  
อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

Spatial and Temporal Distribution of Lamp Shell (*Lingula anatina*, Lamark, 1801)  
in the Mudflat Area of Laem Phak Bia: The King's Royally Initiated LaemPhakBia  
Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province

เสถียรพงษ์ ขาวหิโต<sup>1\*</sup> และ เกษม จันทร์แก้ว<sup>1,2</sup>

Sateinpong Khowhit<sup>1\*</sup> and Kasem Chunkao<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>2</sup>โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

<sup>1</sup> Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University

<sup>2</sup> The King's Royally Initiated Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province

Received : 13 January 2016

Accepted : 6 July 2016

Published online : 11 August 2016

### บทคัดย่อ

การศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยปากเปิด (*Lingula anatina*, Lamark, 1801) บริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย: โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างหอยปากเปิดบริเวณพื้นที่หาดเลนแบ่งเป็น 10 แนวแต่ละแนวห่างกัน 100 เมตร ผลการศึกษาพบว่าหอยปากเปิดอาศัยในดินตะกอนชนิดดินทรายแป้ง (Silt Loam) ที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร อนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย 19 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง 68 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 13 เปอร์เซ็นต์ คลื่นและลมสงบ น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู้ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนทำมุมลาดเอียง 5 - 20 องศา ปริมาณหอยปากเปิดมีจำนวนทั้งหมด 5.44 ตัว/ตร.ม. เดือนกรกฎาคม 2555 มีพบมากที่สุดจำนวน 16.20 ตัว/ตร.ม. ฤดูฝนพบมากที่สุดจำนวน 25.50 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 600 เมตร พบมากที่สุด 13.50 ตัว/ตร.ม. และไลน์ที่ L10 พบมากที่สุดมีจำนวน 8.10 ตัว/ตร.ม. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปริมาณหอยปากเปิดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าบีโอดี (BOD) ( $p < 0.01$ ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเค็ม ( $p < 0.01$ ) และ ค่าความขุ่น ( $p < 0.05$ )

**คำสำคัญ :** การกระจายเชิงพื้นที่และเวลา หอยปากเปิด หาดเลนแหลมผักเบี้ย

\*Corresponding author. E-mail : s\_khowhit\_ku\_7@hotmail.com

## Abstract

The study on spatial and temporal distribution of of Lamp shell (*Lingula anatina*, Lamark, 1801) in the Mudflat Area of Laem Phak Bia The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province was investigated during May 2012 to April 2013. Field collection of the Lamp shell were carried out by line transect sampling method; using 10 lines of a 100 meters transect (L1-L10). The result showed that the Lamp shell occur in silt loam sediment in the depth of 15 to 30 centimeters which composed of 19% sand 68% silt and 13% clay. Lamp shell, prefers clam wind and wave, semidiurnal tide with more than 12 hours beach exposed during lowest tide and, 5 - 20 degree slope. A total of 5.44 individuals /sq.m. of Lamp shell were obtained in this study. Our survey demonstrates that the highest number of the Lamp shell was 16.20 individuals/sq.m. in July 2012 and 25.50 individuals/sq.m. in the rainy season. At the distance of 600 meters off coast, the highest number of Lamp shell was 13.50 individuals /sq.m. Among ten transects, Lamp shell exhibited the highest abundance of 8.10 individuals/sq.m. in Line 10 (L10). The correlation showed positively related to the water quality BOD ( $p < 0.01$ ). the correlation showed negatively related to the water quality salinity ( $p < 0.01$ ) and turbidity ( $p < 0.05$ )

**Keywords :** spatial and temporal distribution, Lamp shell, Mudflat area, Laem phak bia

## บทนำ

หอยปากเปิด หรือ หอยราก หรือ หอยตะเกียง เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่พบกระจายอยู่ทั่วโลกตั้งแต่เส้นละติจูดที่ 20 องศาใต้จนกระทั่งถึง 40 องศาเหนือ เติบโตและอาศัยในบริเวณชายฝั่งทะเลตามธรรมชาติที่เป็นหาดเลนปนโคลนที่มีความเค็มต่ำและเปลี่ยนแปลงไม่มาก สามารถที่จะปรับตัวกับสภาพน้ำทะเลขึ้นลงได้ดี ฝังตัวในดินตะกอนที่ระดับความลึก 15 - 20 เซนติเมตร หอยปากเปิดไม่ใช่หอยและไม่จัดอยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (Phylum Mollusca) จัดอยู่ในไฟลัมแบรคิโอพอดา (Phylum Brachiopoda) ครอบครัวยิง *Lingulidae* ในประเทศไทยพบ 3 ชนิดประกอบด้วย *Lingula anatina* (Lamarck, 1801) *Lingula rostrum* (Shaw, 1798) *Lingula tumidula* (Reeve, 1841) หอยปากเปิดมีเปลือกความยาวประมาณ 1.50 - 2.00 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมมน้ำตาลสีเหลืองมีเส้นผ่า 2 ชั้นประกบกัน และมีความเรียวยาวแหลมเป็นรูปสามเหลี่ยมยึดติดกับราก (lophophore) ซึ่งเป็นท่อนเอ็นเป็นกล้ามเนื้อที่ยื่นลงไปดินและช่วยในการเคลื่อนที่หดตัวมุดลงไปในพื้นที่ดินตะกอนอย่างรวดเร็วในแนวตั้ง เมื่อถูกรบกวนจากผู้ล่า (predator) และศัตรูทางธรรมชาติ (Natural enemies) เช่น *Glottidia pyramidata* หอยปากเปิดมีขยายพันธุ์ด้วยการปล่อยไข่และสเปิร์มออกมาผสมกันในทะเล หอยปากเปิดเพศเมียมีไข่ประมาณ 28,000 ฟอง ตัวอ่อนจะกลายเป็นแพลงก์ตอนลอยในทะเลประมาณ 3 - 6 สัปดาห์ ก่อนที่จะฝังตัวลงเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป อาหารของหอยปากเปิดได้แก่แพลงก์ตอนพืชชนิดไดอะตอมและสัตว์หน้าดิน ได้แก่ foraminifers, rotifers, polychaetes, oligochaetes และ copepods เป็นต้น (Emig, 1997a; Emig, 1997b; Emig, 2008) ในปี 2533 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงมีพระราชดำริก่อตั้งโครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ เพื่อช่วยเหลือประชาชนชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี และแก้ไขปัญหาน้ำเสียของแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งหาดเลนแหลมผักเบี้ยมีลักษณะที่เฉพาะที่แตกต่างจากหาดเลนตามธรรมชาติทั่วไปคือเป็นหาดเลนที่งอกขึ้นมาใหม่ เป็นพื้นที่น้ำขะจากการดำเนินงานของโครงการฯ นำไปฝังกลบ

บริเวณหาดเลน เป็นพื้นที่รองรับน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัดแล้ว มีขนาดเม็ดดิน ช่องว่าง ความหนาแน่น และความพรุนของดินตะกอน เป็นการผสมกันระหว่างตะกอนสารแขวนลอยที่มากับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดกับดินตะกอนตามธรรมชาติ ทำให้มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในดินตะกอนรวมถึงไม่ว่า กระแสน้ำจะไหลตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกาธาตุอาหารในแม่น้ำเพชรบุรี แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำเจ้าพระยารวมถึงแม่น้ำบางปะกงจะไหลมารวมกันบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยทำให้เกิดเป็นแหลมเรียกว่าแหลมผักเบี้ย คุณภาพน้ำทางด้านธาตุอาหารที่นำไปใช้เพื่อเป็นกำลังผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำจะสูงกว่าหาดเลนตามธรรมชาติทั่วไป (Anukorn, 2000; Department of Mineral Resources, 2008; Sateinpong *et al.* 2013; Sateinpong, *et al.* 2014) ดังนั้นหอยปากเปิดยังไม่สามารถเพาะเลี้ยงพบได้ในธรรมชาติเท่านั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีความสำคัญเนื่องจากทำให้ทราบลักษณะสิ่งแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตฝังตัวเพื่อการอยู่อาศัยการเติบโตวงจรชีวิต และการสืบพันธุ์รวมถึงปริมาณ การแพร่กระจาย บริเวณพื้นที่และช่วงเวลาที่ย่อยปากเปิดมากที่สุดเพื่อที่จะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการวางแผนการเข้ามาใช้ประโยชน์ของชาวประมงการอนุรักษ์และการจัดการให้มีทรัพยากรหอยปากเปิดอย่างยั่งยืนรวมถึงยังสามารถนำไปเปรียบเทียบกับการกระจายของหอยปากเปิดบริเวณพื้นที่หาดเลนตามธรรมชาติแหล่งอื่นๆ ได้

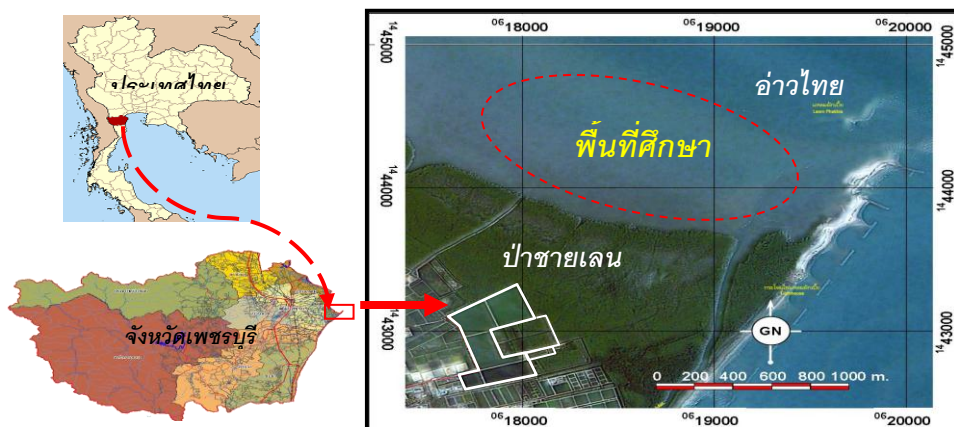
## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. พื้นที่ศึกษา

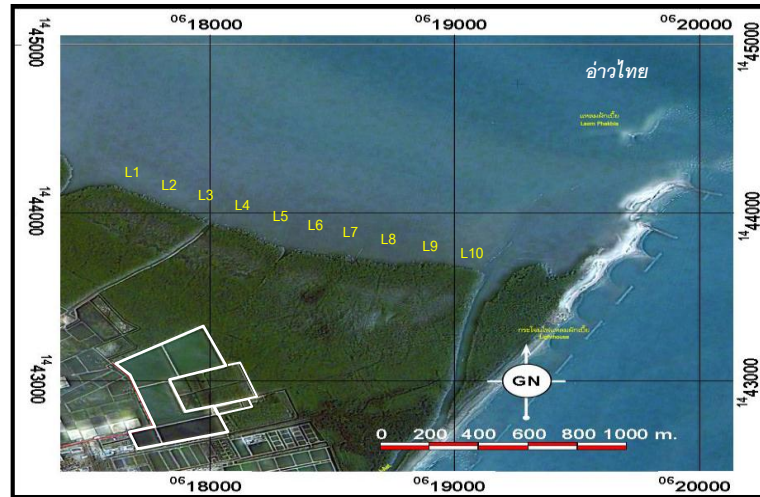
หาดเลนแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรีตั้งอยู่ตำบลแหลมผักเบี้ยอำเภอบ้านแหลมจังหวัดเพชรบุรีตั้งอยู่บนพิกัดละติจูด  $14^{\circ}42.240'$  เหนือถึง  $14^{\circ}43.480'$  เหนือและลองจิจูด  $06^{\circ}17.780'$  ตะวันออกถึง  $06^{\circ}19.271'$  ตะวันออกครอบคลุมพื้นที่ 1,250 ไร่ ดังภาพที่ 1

### 2. การศึกษาปริมาณและการกระจายของหอยปากเปิด

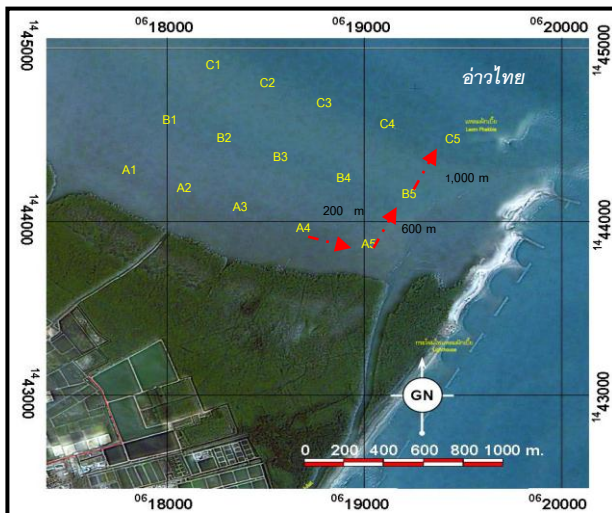
ทำการเก็บตัวอย่างหอยปากเปิดบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยจำนวน 12 ครั้งในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 10 แนวแต่ละแนวห่างกัน 100 เมตร (L1 - L10) ครอบคลุมพื้นที่จำนวน 1,250 ไร่ ดังภาพที่ 2A ซึ่งตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลห่างกัน 100 เมตร เลือกช่วงเวลาที่มีน้ำทะเล



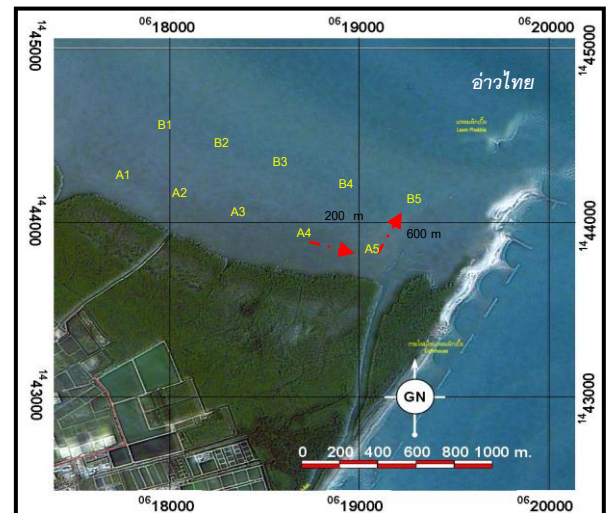
ภาพที่ 1 พื้นที่หาดเลนแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี



A



B



C

ภาพที่ 2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง A) จุดเก็บตัวอย่างหอยปากเปิด B) จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ C) จุดเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ย

ลงต่ำที่สุด ของเดือนนั้นๆ ทำการเก็บตัวอย่างหอยปากเปิดในตารางรูปสี่เหลี่ยม (quadrate) ขนาด 1 x 1 เมตร โดยทำการเก็บหอยปากเปิดที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร และ 15 - 30 เซนติเมตร ตัวอย่างหอยปากเปิดที่ได้เก็บใส่ในถุงเก็บตัวอย่างที่เตรียมไว้และทำการจำแนกชนิดหอยปากเปิดตามวิธีของ Emig (2008) และชั่งน้ำหนักหอยปากเปิดต่อตัว

2.1) การคำนวณอัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิด (ตัว/ตร.ม.) = จำนวนตัวหอยปากเปิดที่เก็บได้หารด้วยขนาดพื้นที่เก็บหอยปากเปิด x จำนวนจุดที่เก็บหอยปากเปิด (น้ำหนักเฉลี่ยต่ำสุด)

2.2) การคำนวณจำนวนหอยปากเปิดทั้งหมด (ตัว) = 1,250 (พื้นที่หน่วยเป็นไร่) x 1,600 ตร.ม. x อัตราความหนาแน่นหอยปากเปิด (ตร.ม./เดือน)

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

### 3. การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ

#### 3.1) ช่วงเวลาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุด 2 ฤดูกาลประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกันยายน พ.ศ. 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556) จำนวน 3 (A-B-C) ระยะ แต่ระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำและแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตร คือ A: ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 200 เมตร (A1 - A5) B: ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 600 เมตร (B1 - B5) C: ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 1,000 เมตร (C1 - C5) ทำการเก็บตัวอย่างน้ำภาคสนามและใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บรักษาในถังแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4°C เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำต่อไป ดังภาพที่ 2B

#### 3.2) การวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำ

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

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการและอุปกรณ์
ค่าอุณหภูมิ (°C)	Thermometer
ค่าความเป็นกรด - ด่าง	pH Meter
ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg/L)	DO Meter
ค่าความเค็ม (psu)	EC meter
ค่าความขุ่น (NTU)	Nephelometric method
ค่า TKN (mg/L)	Colorimetric method
ค่าไนเตรท (mg/L)	Cadmiumreduction method
ค่าออร์โทฟอสเฟต (mg/L)	Digestion method
ค่าแอมโมเนีย (mg/L)	Ascorbic acid method
ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/L)	Total sulfides method
ค่าบีโอดี (BOD) (mg/L)	5-day BOD test method
ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m <sup>3</sup> )	Spectrophotometric method

### 4. การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

#### 4.1) การวางแผนการเก็บตัวอย่างดินตะกอน

ตัวอย่างดินตะกอนทำการเก็บรวบรวมในช่วงน้ำทะเลลงต่ำสุด 2 ฤดูกาลประกอบด้วยฤดูฝน (เดือนกันยายน พ.ศ. 2555) และฤดูร้อน (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556) โดยกำหนดจุดการเก็บตัวอย่างดินตะกอน 2 (A - B) ระยะ แต่ระยะมี 5 จุด จุดละ 2 ซ้ำและแต่ละจุดห่างกัน 200 เมตรคือ A: ระยะห่างจากชายฝั่งทะเล 200 เมตร (A1 - A5) B: ระยะห่างจาก

ชายฝั่งทะเล 600 เมตร (B1 - B5) ในระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตรและ 15 - 30 เซนติเมตร ครอบคลุมพื้นที่หาดเลน โดยใช้ท่อพีวีซีกว้าง 60 เซนติเมตร ดังภาพที่ 2C

#### 4.2) การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

นำตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บรวบรวมได้ผึ่งแดดในที่ร่มเป็นระยะเวลา 2 เดือนหลังจากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนบดให้ละเอียดชั่งดินตะกอนจำนวน 300 กรัมทำการใส่ถุงพลาสติกที่ติดฉลากไว้ทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ Tasnee & Jongruk (1989) ได้แก่ค่าความเป็นกรด - ด่าง ค่าอินทรีย์วัตถุ ค่าฟอสฟอรัส ค่าแคลเซียม ค่าโพแทสเซียม ค่าแมกนีเซียม ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุแคตไอออน (CEC) ขนาดและประเภทของดินตะกอน

#### 5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างค่าปริมาณหอยปากเปิดกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนโดยใช้การทดสอบสถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Person Correlation) ตามวิธีของ Rattana *et al.* (2009)

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 1. ปริมาณของหอยปากเปิด

##### 1.1 ปริมาณของหอยปากเปิดตามเดือน

ปริมาณหอยปากเปิดมีจำนวนทั้งหมด 544 ตัว แบ่งตามเดือนพบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีหอยปากเปิดมากที่สุดจำนวน 162 ตัว เดือนรองลงมาเดือนพฤษภาคม 2555 จำนวน 75 ตัว เดือนสิงหาคม 2555 จำนวน 71 ตัว เดือนเมษายน 2556 จำนวน 67 ตัว เดือนกุมภาพันธ์ 2556 จำนวน 55 ตัว เดือนมีนาคม 2556 จำนวน 26 ตัว เดือนพฤศจิกายน 2555 จำนวน 25 ตัว เดือนมิถุนายน 2555 จำนวน 22 ตัว เดือนมกราคม 2556 จำนวน 20 ตัว เดือนธันวาคม 2555 จำนวน 12 ตัว เดือนตุลาคม 2555 จำนวน 9 ตัว และ เดือนกันยายน 2555 จำนวน 0 ตัว (ไม่พบ) ตามลำดับ ดังภาพที่ 3A

##### 1.2 ปริมาณของหอยปากเปิดตามระดับความลึก

หอยปากเปิดมีจำนวนทั้งหมด 544 ตัว พบว่าไม่พบหอยปากเปิดที่ระดับความลึก 0 - 15 เซนติเมตร และหอยปากเปิดทั้งหมดจำนวน 544 ตัวพบที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร

#### 2. การกระจายของหอยปากเปิด

##### 2.1 การกระจายของหอยปากเปิดตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล

การกระจายของหอยปากเปิดตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเลมีจำนวนทั้งหมด 544 ตัว พบว่าระยะห่างชายฝั่งทะเล 600 เมตร (L6) มีหอยปากเปิดมากที่สุดจำนวน 135 ตัว รองลงมาที่ระยะห่างชายฝั่งทะเล 700 เมตร (L7) จำนวน 118 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 500 เมตร (L5) จำนวน 114 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 800 เมตร (L8) จำนวน 53 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 400 เมตร (L4) จำนวน 46 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตร (L3) จำนวน 31 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 900 เมตร (L3) จำนวน 16 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 200 เมตร (L2) จำนวน 16 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 1,000 เมตร (L10) จำนวน 13 ตัว ระยะห่างชายฝั่งทะเล 100 เมตร (L1) จำนวน 1 ตัว และระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) จำนวน 1 ตัว ตามลำดับ ดังภาพที่ 3B

##### 2.2 การกระจายของหอยปากเปิด (L) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเล

การกระจายของหอยปากเปิด (L1 - L10) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลมีจำนวนทั้งหมด 544 ตัว พบว่าไลน์ที่ L10 มีหอยปากเปิดมากที่สุดมีจำนวน 81 ตัว รองลงมาไลน์ที่ L9 มีจำนวน 77 ตัว ไลน์ที่ L8 จำนวน 76 ตัว ไลน์ที่ L4 มีจำนวน

76 ตัว ไลน์ที่ L7 มีจำนวน 64 ตัว ไลน์ที่ L6 มีจำนวน 51 ตัว ไลน์ที่ L3 มีจำนวน 47 ตัว ไลน์ที่ L5 มีจำนวน 41 ตัว ไลน์ที่ L2 มีจำนวน 23 ตัว และไลน์ที่ L1 มีจำนวน 8 ตัว ตามลำดับ ดังภาพที่ 3C

### 3. อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิด

#### 3.1 อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดแบ่งตามเดือน

อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดแบ่งตามเดือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.44 ตัว/ตร.ม. แบ่งตามเดือนพบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีหอยปากเปิดมากที่สุดเท่ากับ 16.20 ตัว/ตร.ม. เดือนรองลงมาเดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ 7.50 ตัว/ตร.ม. เดือนสิงหาคม 2555 เท่ากับ 7.10 ตัว/ตร.ม. เดือนเมษายน 2556 เท่ากับ 6.70 ตัว/ตร.ม. เดือนกุมภาพันธ์ 2556 เท่ากับ 5.50 ตัว/ตร.ม. เดือนมีนาคม 2556 เท่ากับ 2.60 ตัว/ตร.ม. เดือนพฤศจิกายน 2555 เท่ากับ 2.50 ตัว/ตร.ม. เดือนมิถุนายน 2555 เท่ากับ 2.20 ตัว/ตร.ม. เดือนมกราคม 2556 เท่ากับ 2.00 ตัว/ตร.ม. เดือนธันวาคม 2555 เท่ากับ 1.20 ตัว/ตร.ม. เดือนตุลาคม 2555 เท่ากับ 0.90 ตัว และเดือนกันยายน 2555 เท่ากับ 0.00 ตัว/ตร.ม. (ไม่พบ) ตามลำดับ ดังภาพที่ 3E

#### 3.2 อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล

อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเลมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.44 ตัว/ตร.ม. พบว่าระยะห่างชายฝั่งทะเล 600 เมตร (L6) มีหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 13.50 ตัว/ตร.ม. รองลงมาที่ระยะห่างชายฝั่งทะเล 700 เมตร (L7) เท่ากับ 11.80 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 500 เมตร (L5) เท่ากับ 11.40 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 800 เมตร (L8) เท่ากับ 5.30 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 400 เมตร (L4) เท่ากับ 4.60 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 300 เมตร (L3) เท่ากับ 3.10 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 900 เมตร (L3) เท่ากับ 1.60 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 200 เมตร (L2) เท่ากับ 1.60 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 1,000 เมตร (L10) เท่ากับ 1.30 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 100 เมตร (L1) เท่ากับ 0.10 ตัว/ตร.ม. และระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) เท่ากับ 0.10 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ ดังภาพที่ 3F

#### 3.3 อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิด (L) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเล

อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดการกระจาย (L1 - L10) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 5.44 ตัว/ตร.ม. พบว่าไลน์ที่ L10 มีค่าเฉลี่ยของหอยปากเปิดมากที่สุดมีเท่ากับ 8.10 ตัว/ตร.ม. รองลงมาไลน์ที่ L9 เท่ากับ 7.70 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L8 เท่ากับ 7.60 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L4 เท่ากับ 7.60 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L7 เท่ากับ 6.40 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L6 เท่ากับ 5.10 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L3 เท่ากับ 4.70 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L5 เท่ากับ 4.10 ตัว/ตร.ม. ไลน์ที่ L2 เท่ากับ 2.30 ตัว/ตร.ม. และไลน์ที่ L1 เท่ากับ 0.80 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ ดังภาพที่ 3G

### 4. จำนวนและปริมาณน้ำหนักของหอยปากเปิดทั้งหมด

#### 4.1 ปริมาณน้ำหนักของหอยปากเปิดทั้งหมด

น้ำหนักของหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 กรัม/ตัวต่อเดือนพบว่าเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 5.32 กรัม/ตัว รองลงมาเดือนธันวาคม 2555 เท่ากับ 5.28 กรัมต่อตัว เดือนพฤศจิกายน 2555 เท่ากับ 4.88 กรัม/ตัว เดือนเมษายน 2556 เท่ากับ 4.86 กรัม/ตัว เดือนมกราคม 2556 เท่ากับ 4.54 กรัม/ตัว เดือนตุลาคม 2555 เท่ากับ 4.38 กรัม/ตัว เดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ 3.92 กรัม/ตัว เดือนมีนาคม 2556 เท่ากับ 3.76 กรัม/ตัว เดือนสิงหาคม 2555 เท่ากับ 3.72 กรัม/ตัว เดือนมิถุนายน 2555 เท่ากับ 3.63 กรัม/ตัว เดือนกรกฎาคม 2555 เท่ากับ 3.08 กรัม/ตัว และเดือนกันยายน 2555 เท่ากับ 0.00 กรัมต่อตัว (ไม่พบ) ตามลำดับ ดังภาพที่ 3D

#### 4.2 จำนวนหอยปากเปิดทั้งหมด

จำนวนหอยปากเปิดทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 10.88 ล้านตัว/ปีและจำนวนหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ย 0.91 ล้านตัว/เดือน พบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีหอยปากเปิดมากที่สุดเท่ากับ 3.24 ล้านตัว/เดือน รองลงมาเดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ 1.50 ล้านตัว/เดือน เดือนสิงหาคม 2555 เท่ากับ 1.42 ล้านตัว/เดือน เดือนเมษายน 2556 เท่ากับ 1.34 ล้านตัว/เดือน เดือนกุมภาพันธ์ 2556 เท่ากับ 1.10 ล้านตัว/เดือน เดือนมีนาคม 2556 เท่ากับ 0.52 ล้านตัว/เดือน เดือนพฤศจิกายน 2555 มีค่าเท่ากับ 0.50 ล้านตัว/เดือน เดือนมิถุนายน 2555 เท่ากับ 0.44 ล้านตัว/เดือน เดือนมกราคม 2556 เท่ากับ 0.40 ล้านตัวต่อเดือน เดือนธันวาคม 2555 เท่ากับ 0.24 ล้านตัว/เดือน เดือนตุลาคม 2555 เท่ากับ 0.18 ล้านตัว/เดือน และ เดือนกันยายน 2555 เท่ากับ 0.00 ล้านตัว/เดือน (ไม่พบ) ตามลำดับ ดังภาพที่ 3H

#### 4.3 ปริมาณน้ำหนักรวมหอยปากเปิดทั้งหมด

ปริมาณน้ำหนักรวมหอยปากเปิดทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 48.85 ตัน/ปีและปริมาณหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ย 4.07 ตัน/เดือน พบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีหอยปากเปิดค่ามากที่สุดเท่ากับ 15.81 ตัน/เดือน รองลงมาเดือนเมษายน 2556 เท่ากับ 6.51 ตัน/เดือน เดือนพฤษภาคม 2555 เท่ากับ 5.88 ตัน/เดือน เดือนกุมภาพันธ์ 2556 เท่ากับ 5.85 ตัน/เดือน เดือนสิงหาคม 2555 เท่ากับ 5.28 ตัน/เดือน เดือนพฤศจิกายน 2555 เท่ากับ 2.44 ตัน/เดือน เดือนมีนาคม 2556 เท่ากับ 1.96 ตัน/เดือน เดือนมกราคม 2556 เท่ากับ 1.82 ตัน/เดือน เดือนมิถุนายน 2555 เท่ากับ 1.60 ตัน/เดือน เดือนธันวาคม 2555 เท่ากับ 0.91 ตัน/เดือน เดือนตุลาคม 2555 เท่ากับ 0.79 ตัน/เดือน และ เดือนกันยายน 2555 เท่ากับ 0.00 ตัน/เดือน (ไม่พบ) ตามลำดับ ดังภาพที่ 4A

#### 5. คุณภาพน้ำ

ค่าอุณหภูมิมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 29.10 - 30.30°C ค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $30.87 \pm 1.69$   $29.56 \pm 0.30$  และ  $30.22 \pm 0.72$ °C ตามลำดับ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.91 - 8.38 ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $8.28 \pm 0.08$   $8.02 \pm 0.04$  และ  $8.15 \pm 0.06$  ตามลำดับ

ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 3.80 - 6.79 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $6.39 \pm 0.36$   $4.32 \pm 0.33$  และ  $5.35 \pm 0.33$  mg/L ตามลำดับ

ค่าความเค็มมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10 - 28.60 psu ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $24.55 \pm 0.31$   $27.62 \pm 0.74$  และ  $26.08 \pm 0.38$  psu ตามลำดับ

ค่าความขุ่นมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.10 - 179.00 NTU ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $63.65 \pm 58.99$   $12.03 \pm 3.17$  และ  $37.84 \pm 29.91$  NTU ตามลำดับ

ค่าTKN มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.00 - 1.00 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $0.43 \pm 0.38$   $0.14 \pm 0.18$  และ  $0.28 \pm 0.22$  mg/L ตามลำดับ

ค่าไนเตรทมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.026 - 0.154 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $0.092 \pm 0.032$   $0.050 \pm 0.017$  และ  $0.071 \pm 0.021$  mg/L ตามลำดับ

ค่าออร์โธฟอสเฟตมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.01 - 0.80 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $0.21 \pm 0.24$   $0.04 \pm 0.02$  และ  $0.12 \pm 0.12$  mg/L ตามลำดับ



ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.036 - 0.088 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $0.064 \pm 0.012$   $0.061 \pm 0.017$  และ  $0.063 \pm 0.012$  mg/L ตามลำดับ

ค่าบีโอดี (BOD) มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.30 - 5.40 mg/L ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $2.24 \pm 1.33$   $0.83 \pm 0.23$  และ  $1.54 \pm 0.65$  mg/L ตามลำดับ

ค่าคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.28 - 22.07 mg/m<sup>3</sup> ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $1.62 \pm 0.75$   $7.66 \pm 5.80$  และ  $4.69 \pm 2.70$  mg/m<sup>3</sup> ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และดังภาพที่ 4B - 4E

## 6. คุณภาพดินตะกอน

ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 7.50 - 8.20 ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ย รวมทั้งหมดเท่ากับ  $7.77 \pm 0.18$   $7.87 \pm 0.21$  และ  $7.82 \pm 0.20$  ตามลำดับ

ค่าอินทรีย์วัตถุมีค่าพิสัยอยู่ในช่วงระหว่าง 0.42 - 0.90 เปอร์เซ็นต์ ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $0.56 \pm 0.08$   $0.64 \pm 0.15$  และ  $0.60 \pm 0.12$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.00 - 21.00 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $4.00 \pm 5.71$   $4.00 \pm 6.22$  และ  $3.65 \pm 5.81$  mg/kg ตามลำดับ

ค่าแคลเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5,501 - 6,874 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $5,737 \pm 261$   $5,918 \pm 390$  และ  $5,828 \pm 336$  mg/kg ตามลำดับ

ค่าโพแทสเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 269 - 646 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $374 \pm 41$   $414 \pm 124$  และ  $394 \pm 92$  mg/kg ตามลำดับ

ค่าแมกนีเซียมมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 507 - 968 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $674 \pm 61$   $707 \pm 136$  และ  $691 \pm 104$  mg/kg ตามลำดับ

ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.80 - 4.80 mg/kg ค่าเฉลี่ยฤดูฝน ค่าเฉลี่ยฤดูร้อนและมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ  $3.60 \pm 0.44$   $3.26 \pm 0.82$  และ  $3.43 \pm 0.67$  mg/kg ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 และดังภาพที่ 4F - 4H

## 6. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยปากเปิดกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยปากเปิดกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนพบว่าปริมาณหอยปากเปิดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าบีโอดี (BOD) ( $p < 0.01$ ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพน้ำค่าความเค็ม ( $p < 0.01$ ) และค่าความขุ่น ( $p < 0.05$ ) ดังตารางที่ 2 ซึ่งปริมาณหอยปากเปิดจะมีปริมาณมากถ้าค่าบีโอดี (BOD) ในน้ำทะเลสูงและคุณภาพน้ำค่าความเค็มและค่าความขุ่นในน้ำทะเลต่ำแต่ปริมาณหอยปากเปิดจะมีปริมาณต่ำถ้าค่าบีโอดี (BOD) ในน้ำทะเลต่ำและคุณภาพน้ำค่าความเค็มและค่าความขุ่นในน้ำทะเลสูง

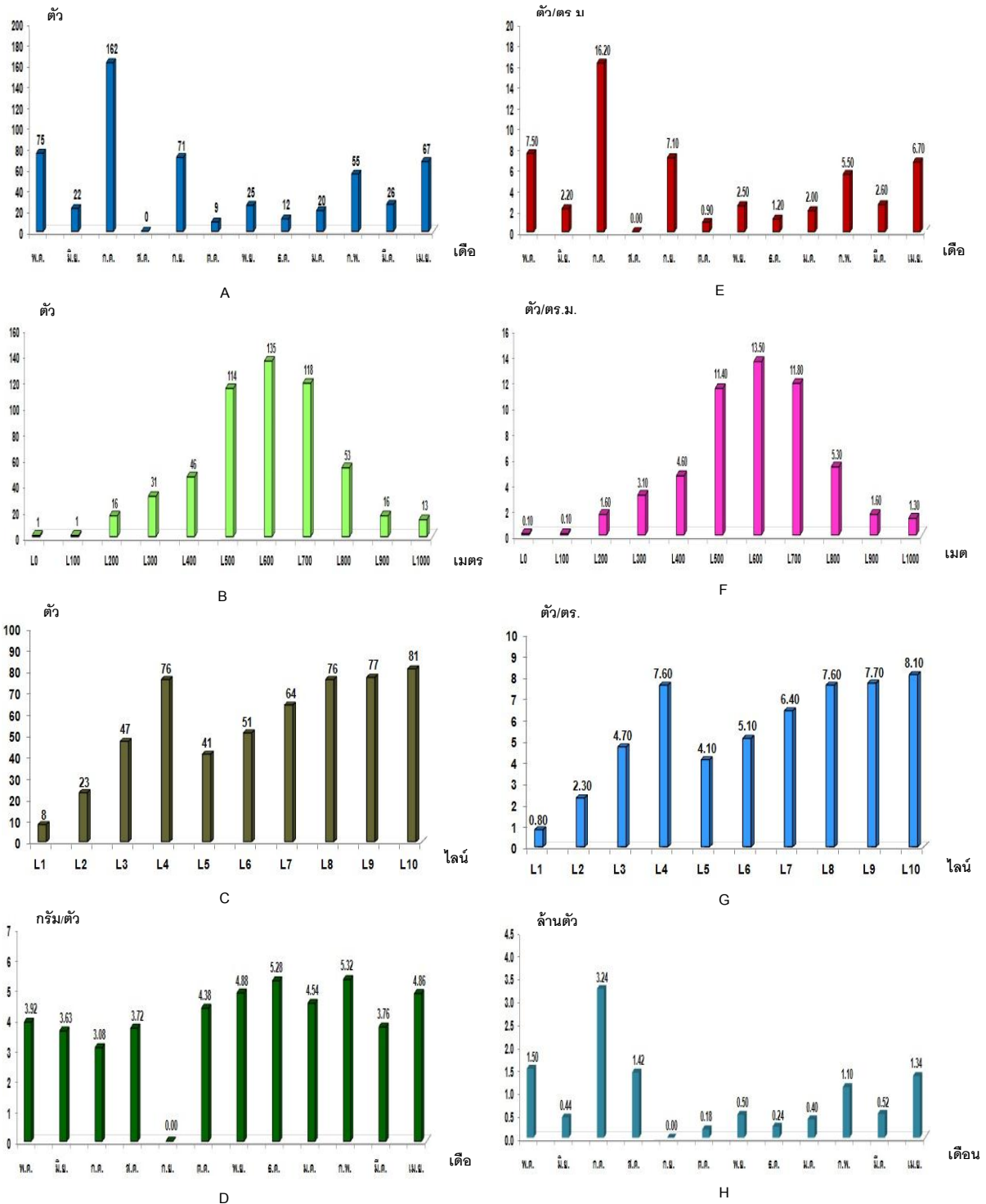
### วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาการกระจายในเชิงพื้นที่และเวลาของหอยปากเปิดพบว่าหอยปากเปิดเติบโตและอาศัยฝังตัวในดินตะกอนชนิดดินทรายแป้ง (Silt Loam) ที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร เป็นอนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย 19 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง 68 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 13 เปอร์เซ็นต์ คลื่นและลมสงบ ทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู่ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนทำมุมลาดเอียง 5 - 20 องศา มีความเค็มอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10 - 28.60 psu หอยปากเปิดมีอัตราความหนาแน่นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.44 ตัว/ตร.ม. หอยปากเปิดมีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 10.88 ล้าน/ต่อปีและมีจำนวนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ล้านตัวต่อเดือน หอยปากเปิดมีปริมาณน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 48.85

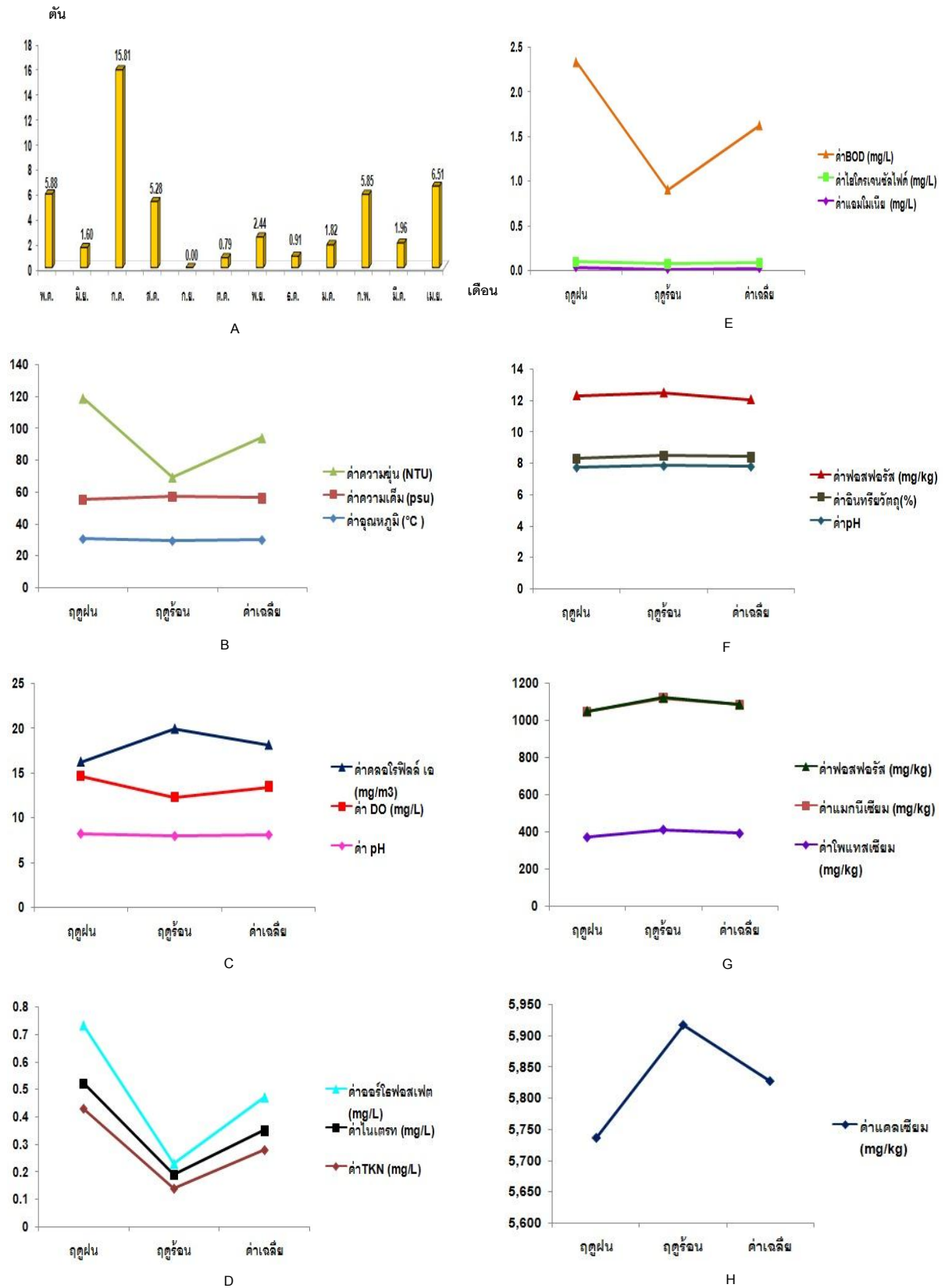
ต้น/ปีและมีปริมาณค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ต้น/เดือน มีความแตกต่างจากลักษณะนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมเฉพาะของ หอยแครง (*Anadara granosa*) เติบโตและอาศัยฝังตัวในดินตะกอนชนิดดินโคลนปนทรายอนุภาคดินตะกอนเป็นทราย แป้งมากกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 0 - 5 เซนติเมตร หาดเลนเรียบเสมอกับชายหาดเลนจนกระทั่งทำมุมลาด เอียงไม่เกิน 15 องศา คลื่นลมสงบไม่แรง การขึ้นลงของน้ำทะเลแบบผสม (Mixed tide) ไม่เกิน 6 ชั่วโมง อาหารหอยแครง คือไดอะตอมชนิด *Coscinodiscus* ไดอะตอมชนิด *Rhizosolenia* ไดอะตอมชนิด *Pleurosigma* ไดอะตอมชนิด *Thalassiotrix* ไดอะตอมชนิด *Nitzschia* และมีค่าความเค็มอยู่ในช่วงระหว่าง 10 - 30 psu (Nipon, 2000; Orapon, 2013) หอยปากเปิดมีจำนวนทั้งหมด 544 ตัว พบว่าในเดือนกรกฎาคม 2555 มีปริมาณ และอัตราความหนาแน่นมากที่สุด จำนวน 162 ตัวและ 16.2 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่น้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงเวลาจากที่น้ำ ทะเลลงในช่วงเวลากลางวันเป็นน้ำทะเลลงช่วงเวลากลางคืน คือ น้ำทะเลลงในช่วงเวลากลางวัน 15 วัน เรียกว่าน้ำเกิด (spring tide) จะเกิดขึ้นเดือนละ 2 ครั้งคือใกล้วันขึ้น 15 ค่ำและวันแรม 15 ค่ำ น้ำทะเลลงช่วงเวลากลางคืน 15 วัน เรียกว่าน้ำตาย (neap tide) จะเกิดขึ้นเดือนละ 2 ครั้ง คือใกล้วันขึ้น 8 ค่ำ และวันแรม 8 ค่ำ ซึ่งจะทำให้พบชนิด ปลาจำนวนและมีปริมาณปลาไม่มากจะมาแย่งอาหารแพลงก์ตอนพืชกับหอยปากเปิด (Narouchit, 2001) ประกอบกับใน ช่วงเวลาดังกล่าวมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก เนื่องจากน้ำฝนมีการชะล้างของเสียที่เกิดจากกิจกรรมของชุมชน เทศบาลเมืองเพชรบุรี เช่นกิจกรรมของมนุษย์การชำระร่างกาย การซักผ้า การล้างผัก ผลไม้ การประกอบอาหาร เป็นต้น ส่งผลทำให้หาดเลนที่เป็นพื้นที่รองรับน้ำเสียจากชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรีที่ผ่านการบำบัด แล้วมีธาตุอาหารที่ แพลงก์ตอนพืชต้องใช้ในการเจริญเติบโตเป็นจำนวนมากทำให้ฤดูฝนมีปริมาณหอยปากเปิดมากที่สุดตามไปด้วย (Puntip, 2008; Sateinpong, et al. 2015a) ส่วนในเดือนกันยายน 2555 ไม่พบหอยปากเปิด เนื่องจากเดือนกันยายน 2555 เป็น เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดในจังหวัดเพชรบุรีส่งผลทำให้น้ำทะเลมีความเค็มต่ำเกินไปไม่เหมาะสมกับการเติบโต และ ฝังตัวเพื่ออยู่อาศัยประกอบกับลักษณะที่ตั้งของบริเวณที่ศึกษามีลักษณะพิเศษ ไม่ว่าจะกระแสน้ำจะไหลตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา น้ำจืดในแม่น้ำเพชรบุรี แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำเจ้าพระยารวมถึงแม่น้ำบางปะกง จะไหลมารวมกันบริเวณหาดเลนที่ศึกษาส่งผลทำให้เกิดความเค็มต่ำไปด้วย ประกอบกับในฤดูหนาวพบว่าเป็นระยะหลัง การวางไข่ (spent) ของหอยตลับ (*Meretrix casta*) ทำให้พบจำนวนและปริมาณหอยตลับมากที่สุดซึ่งหอยตลับเป็นหอย สองฝาเศรษฐกิจชนิดที่เด่น และสำคัญที่สุดรวมถึงมีปูและกุ้งมีจำนวนมากส่งผลให้เกิดการแก่งแย่งกันอาหาร (Food competition) และแหล่งอาศัย (Habitat competition) ของหอยปากเปิดส่งผลทำให้ฤดูหนาวจึงมีปริมาณหอยปากเปิดต่ำ ที่สุด (Narouchit, 2001; Sateinpong & Kasem, 2016) ปริมาณและอัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดตามระยะห่าง จากชายฝั่งทะเลและตามไลน์ที่ (L) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเล พบว่าระยะห่างจากชายฝั่งทะเลที่ระยะ 600 เมตร พบปริมาณ และอัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดมากที่สุดมีจำนวน 135 ตัว และ 13.50 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ เพราะว่ามีขนาด ของดินตะกอน 0.002 - 0.500 มิลลิเมตร เป็นดินตะกอนชนิดดินทรายแป้ง (Silt Loam) สัดส่วนของอนุภาคดินตะกอน ประกอบดินทราย 23 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง 64 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 13 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาแน่นและความพรุน ของดินตะกอนมาก และช่องว่างของขนาดเม็ดดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร ส่งผลทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ วัตถุประสงค์ เนื่องจากหอยปากเปิดเป็นสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ฝังตัวในดินตะกอนที่มีความลึกทำให้ทุกส่วนของร่างกายสัมผัส ดินตะกอนสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอน และหอยปากเปิดแต่ละชนิดจะมีความต้องการชนิดและสัดส่วนของอนุภาค ดินตะกอน ขนาดของดินตะกอนที่มีความแตกต่างกันเพราะว่าจะส่งผลต่อการเติบโต การบริโภคออกซิเจน การกรอง อาหารการทำงานของเอนไซม์ เช่น Succinate dehydrogenase รวมถึงความเร็วต่อการเคลื่อนที่ฝังตัวในดินตะกอน

เพื่อหลบหนีศัตรูทางธรรมชาติ (Natural enemies) (Emig, 1997a; Emig, 1997b) จากการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบว่า หอยปากเปิดเติบโตและอาศัยในระดับ 15 - 30 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ สีของดินตะกอนเป็นสีดำ ดินตะกอนเป็นประเภททรายแป้งสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนทรายแป้งและความลาดเอียงของพื้นดินตะกอนล้วน จะส่งผลต่อการปริมาณและการแพร่กระจายของหอยปากเปิดทั้งสิ้น เพราะว่าดินทรายแป้งมีช่องว่างของขนาดเม็ดดิน ตะกอนขนาดเล็กความหนาแน่นและความพรุนของดินตะกอนมาก ทำให้ในระดับความลึกของดินตะกอนมากกว่า 15 เซนติเมตร แสงจากดวงอาทิตย์ไม่สามารถส่องถึงจะทำให้เกิดการระบายอากาศได้ไม่ดี และขาดออกซิเจนจะทำให้เกิด กระบวนการในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนเรียกว่า Sulfate reduction (Desulfovibrio) ส่งผลทำให้สีของดินตะกอนเป็นสีดำ และปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อย เนื่องจากเกิดแก๊สโซ่หรือซัลไฟด์ (Charumas, 2006) ประกอบกับลักษณะทางสรีระ วิทยาเปลือกของหอยปากเปิดมีลักษณะของขอบเปลือกจะเรียงตัวเป็นแถวมีความเรียวยาวแหลมเป็นรูปสามเหลี่ยมยึดติดกับ ราก (lophophore) จะเป็นมัดกล้ามเนื้อที่ยังลงไปฝังตัวในแนวตั้ง และส่วนอวัยวะที่เรียกว่ารากเป็นท่อนเอ็น ยาวคล้ายหางเป็นอวัยวะพิเศษที่ช่วยหอยปากเปิดในการเคลื่อนที่ฝังตัวและหลบศัตรูทางธรรมชาติ (Natural enemies) ได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงทำให้หอยปากเปิดสามารถที่ฝังตัวในระดับ 15 - 30 เซนติเมตร ซึ่งเป็นดินตะกอนที่เติบโตและอาศัย ในการฝังตัวเป็นชนิดดินทรายแป้งปนดินเหนียวมีส่วนประกอบของอนุภาคดินตะกอนดินทรายแป้งอยู่ในช่วงระหว่าง 64 - 68 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียวอยู่ในช่วงระหว่าง 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดินเหนียวมีลักษณะความชื้นและอุ้มน้ำดูดยึดได้ดี ประกอบกับดินเหนียวมีความสามารถในการยึดจับการแลกเปลี่ยนประจุแคตไอออนเรียกว่ากระบวนการ Reversible exchange reaction และมีสารอินทรีย์ในดินตะกอนค่อนข้างสูงทำให้มีประจุแลกเปลี่ยนแคตไอออนใช้ในการหายใจ ค่อนข้างสูงตามไปด้วย โดยเฉพาะธาตุเหล็ก (Fe) ในดินเหนียวมีบทบาทหน้าที่มีในกระบวนการสร้างฮีโมโกลบินใน เม็ดเลือดแดงที่ช่วยลำเลียงออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์หลายชนิด ช่วยในกระบวนการเผาผลาญสารอาหารให้เกิดพลังงาน จึงทำให้หอยปากเปิดสามารถอาศัยฝังตัวในแนวตั้งมีการหายใจผ่านผิวบาง ทั้งที่ไม่มีการสะสมน้ำในตัวเพื่อควบคุมอุณหภูมิและเก็บกักออกซิเจนในช่วงเวลาที่ฝังตัวในดินตะกอนอย่างเช่นหอยสอง ฝาชนิดอื่น ๆ เช่น หอยตลับ หอยแครง เป็นต้น (Songsri, 1991; Department of Soil Science Lecture, 2001) ผลจาก การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r_s$ ) ระหว่างปริมาณหอยปากเปิดกับค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน พบว่าปริมาณหอยปากเปิดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าบีโอดี (BOD) ( $p < 0.01$ ) มีความสัมพันธ์ไป ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพน้ำค่าความเค็ม ( $p < 0.01$ ) และค่าความขุ่น ( $p < 0.05$ ) มีความแตกต่างจากการศึกษา ปัจจุบันการอยู่อาศัยของหอยตลับ (*Meretrix* spp.) ชายฝั่งทะเลตำบลแหลมกลัด จังหวัดตราด พบว่าหอยตลับ (*Meretrix casta*) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าไนโตรเจน ค่าไนเตรท ค่าซิลิเกต และค่าคลอโรฟิลล์เอ มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณภาพน้ำค่าอุณหภูมิ ค่าความเค็ม ค่าสารแขวนลอย ทั้งหมดและคุณภาพดินตะกอนค่าความเป็นกรด - ด่าง ส่วนหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทาง เดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าความเค็ม มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าแอมโมเนียและค่าซิลิเกต (Rattana et al. 2009) มีความแตกต่างจากการศึกษาความสัมพันธ์สิ่งแวดล้อมของหอยหลอด (*Solen* spp.) บริเวณดอนหอย หลอด จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพน้ำค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ( $p < 0.05$ ) ค่าไนเตรท ค่าฟอสเฟต ( $p < 0.01$ ) คุณภาพดินตะกอนสารอินทรีย์วัตถุ ( $p < 0.05$ ) และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ( $p < 0.01$ ) ค่าความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าซิลิเกต ( $p < 0.05$ ) (Nopadol et al. 2003) ซึ่งคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน

ตะกอนบริเวณหาดเลนแหลมผักเบี้ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดิน ระบบห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศวิทยาหาดเลน (Sateinpong *et al.* 2013; Sateinpong *et al.* 2015b)



**ภาพที่ 3** A) ปริมาณของหอยปากเปิดตามเดือน B) การกระจายของหอยปากเปิดตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล C) การกระจายของหอยปากเปิด (L) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเล D) ปริมาณน้ำหนักของหอยปากเปิดทั้งหมด E) อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดแบ่งตามเดือน F) อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิดตามระยะห่างจากชายฝั่งทะเล G) อัตราความหนาแน่นของหอยปากเปิด (L) ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเล H) จำนวนหอยปากเปิดทั้งหมด



ภาพที่ 4 A) ปริมาณน้ำหนักร้อยปากเปิดทั้งหมด B - E) คุณภาพน้ำ F - H) คุณภาพดินตะกอน

ตารางที่ 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r_s$ ) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยปากเปิดกับคุณภาพน้ำ และคุณภาพดินตะกอน

ปัจจัย สิ่งแวดล้อม	ดัชนี	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	ค่าเฉลี่ย	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r_s$ )	
					person	P-value
คุณภาพน้ำ	ค่าอุณหภูมิ ( $^{\circ}\text{C}$ )	30.87 $\pm$ 1.69	29.56 $\pm$ 0.30	30.22 $\pm$ 0.72	0.129	0.248
	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	8.28 $\pm$ 0.08	8.02 $\pm$ 0.04	8.15 $\pm$ 0.06	-0.081	0.335
	ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/L)	6.39 $\pm$ 0.36	4.32 $\pm$ 0.33	5.35 $\pm$ 0.33	0.030	0.437
	ค่าความเค็ม (psu)	24.55 $\pm$ 0.31	27.62 $\pm$ 0.74	26.08 $\pm$ 0.38	-0.500**	0.002
	ค่าความขุ่น (NTU)	63.65 $\pm$ 58.99	12.03 $\pm$ 3.17	37.84 $\pm$ 29.91	-0.366*	0.023
	ค่าTKN (mg/L)	0.43 $\pm$ 0.38	0.14 $\pm$ 0.18	0.28 $\pm$ 0.22	-0.045	0.407
	ค่าไนเตรท (mg/L)	0.092 $\pm$ 0.032	0.050 $\pm$ 0.017	0.071 $\pm$ 0.021	-0.246	0.095
	ค่าออร์โทฟอสเฟต (mg/L)	0.21 $\pm$ 0.24	0.04 $\pm$ 0.02	0.12 $\pm$ 0.12	0.104	0.292
	ค่าแอมโมเนีย (mg/L)	0.036 $\pm$ 0.013	0.016 $\pm$ 0.012	0.026 $\pm$ 0.013	0.071	0.354
	ค่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/L)	0.064 $\pm$ 0.012	0.061 $\pm$ 0.017	0.063 $\pm$ 0.012	0.233	0.118
	ค่าบีโอดี (BOD) (mg/L)	2.24 $\pm$ 1.33	0.83 $\pm$ 0.23	1.54 $\pm$ 0.65	0.439**	0.008
	ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (mg/m <sup>3</sup> )	1.62 $\pm$ 0.75	7.66 $\pm$ 5.80	4.69 $\pm$ 2.70	-0.231	0.109
คุณภาพดิน ตะกอน	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.77 $\pm$ 0.18	7.87 $\pm$ 0.21	7.82 $\pm$ 0.20	0.258	0.136
	ค่าอินทรีย์วัตถุ(%)	0.56 $\pm$ 0.08	0.64 $\pm$ 0.15	0.60 $\pm$ 0.12	-0.041	0.432
	ค่าฟอสฟอรัส (mg/kg)	4.00 $\pm$ 5.71	4.00 $\pm$ 6.22	3.65 $\pm$ 5.81	0.281	0.115
	ค่าแคลเซียม (mg/kg)	5,737 $\pm$ 261	5,918 $\pm$ 390	5,828 $\pm$ 336	0.053	0.412
	ค่าโพแทสเซียม (mg/kg)	374 $\pm$ 41	414 $\pm$ 124	394 $\pm$ 92	-0.159	0.251
	ค่าแมกนีเซียม (mg/kg)	674 $\pm$ 61	707 $\pm$ 136	691 $\pm$ 104	-0.104	0.331
	ค่า CEC (mg/kg)	3.60 $\pm$ 0.44	3.26 $\pm$ 0.82	3.43 $\pm$ 0.67	-0.081	0.367

\* หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )

\*\* หมายถึง มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ( $p < 0.01$ )

### สรุปผลการวิจัย

1. การกระจายเชิงพื้นที่และเวลาของหอยปากเปิดพบว่าอาศัยฝังตัวในที่มีลักษณะนิเวศวิทยสิ่งแวดล้อมเฉพาะเป็นดินตะกอนชนิดดินทรายแป้ง (Silt Loam) ที่ระดับความลึก 15 - 30 เซนติเมตร อนุภาคดินตะกอนประกอบด้วยดินทราย 19 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายแป้ง 68 เปอร์เซ็นต์ ดินเหนียว 13 เปอร์เซ็นต์ คลื่นและลมสงบ น้ำทะเลขึ้นลงแบบน้ำคู่ (Semidiurnal tide) ใช้เวลามากกว่า 12 ชั่วโมง หาดเลนทำมุมลาดเอียง 5 - 20 องศา ค่าความเค็มอยู่ในช่วงระหว่าง 24.10 - 28.60 psu

2. ปริมาณหอยปากเปิดมีอัตราความหนาแน่นทั้งหมด 5.44 ตัว/ตร.ม. ชาวประมงสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากหอยปาก เปิดได้สูงที่สุดในเดือนเดือนกรกฎาคม 2555 อัตราความหนาแน่น 16.20 ตัว/ตร.ม. ระยะห่างชายฝั่งทะเล 600 เมตร อัตราความหนาแน่น 13.50 ตัว/ตร.ม. ไลน์ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลที่ L10 จำนวน 8.10 ตัว/ตร.ม. ในช่วงฤดูฝน

อัตราความหนาแน่น 25.50 ตัว/ตร.ม. ส่วนชาวประมงสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากหอยปากเปิดได้ต่ำที่สุดในเดือนกันยายน 2555 ไม่พบหอยปากเปิด ระยะห่างชายฝั่งทะเล 0 เมตร (L0) และระยะห่างชายฝั่งทะเล 100 เมตร (L1) อัตราความหนาแน่น 0.10 ตัว/ตร.ม. โคนที่ตั้งฉากกับชายฝั่งทะเลที่ L1 จำนวน 0.80 ตัว/ตร.ม. ในช่วงฤดูหนาว อัตราความหนาแน่น 6.60 ตัว/ตร.ม.

3. หอยปากเปิดมีจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 10.88 ล้าน/ต่อปีและจำนวนหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.91 ล้านตัว/เดือนพบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีหอยปากเปิดมากที่สุดเท่ากับ 3.24 ล้านตัว/เดือน และน้อยที่สุดในเดือนกันยายน 2555 ไม่พบหอยปากเปิด หอยปากเปิดมีปริมาณน้ำหนักทั้งหมดเท่ากับ 48.85 ตัน/ปีและปริมาณหอยปากเปิดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ตัน/เดือนพบว่าเดือนกรกฎาคม 2555 มีหอยปากเปิดค่ามากที่สุดเท่ากับ 15.81 ตัน/เดือนและน้อยที่สุดในเดือนกันยายน 2555 ไม่พบหอยปากเปิด

4. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณหอยปากเปิดกับคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอนพบว่าปริมาณหอยปากเปิดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าบีโอดี (BOD) ( $p < 0.01$ ) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความเค็ม ( $p < 0.01$ ) และ ค่าความขุ่น ( $p < 0.05$ )

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาที่สนับสนุนทุนวิจัยและเจ้าหน้าที่โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากพระราชดำริแหลมผักเบี้ย ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างครั้งนี้

### 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*. Master of Science Degree Thesis. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- APHA, AWWA., & WEF. (2009). *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. Washington: American Public Health Association (APHA).
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official Method of Analysis (15<sup>th</sup> ed.)*. Arlington: The Association of Official Analytical Chemists.
- Charumas, M. (2006). *Sediment (1<sup>st</sup> ed.)*. Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok.
- Department of Mineral Resources. (2008). *Classification Zone for the Management of Geology and Mineral Resources of Phetchaburi Province (1<sup>st</sup> ed.)*. Department of Mineral Resources, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, Thailand.
- Department of Soil Science Lecture. (2001). *Soil Science (8<sup>th</sup> ed.)*. Department of Soil Science, Kasetsart University, Bangkok.

- Emig C.C. (1997a). *Biogeography of Inarticulated Brachiopods*. In: R.L. Kaesler, ed. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopoda revised. Geological Society of America and University of Kansas. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, vol. 1, pp. 493 - 495.
- Emig C.C. (1997b). *Ecology of Inarticulated Brachiopods*. In: R.L. Kaesler, ed. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopoda revised. Geological Society of America and University of Kansas. Boulder, Colorado, and Lawrence, Kansas, vol. 1, pp. 479 - 502.
- Emig, C.C. (2008). On the History of the Names *Lingula*, *anatina*, and on the Confusion of the forms Assigned them Among the Brachiopoda. *Carnets de Géologie /Notebooks on Geology*, 1-13.
- Narouchit, D. (2001). *Fishery Resources in Mangrove Area, Royal Leam Pak Bia Environmental Research and Development Project*. Master of Degree Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Nipon, S. (2000). *Economic of Shellfish Aquaculture*. Fisheries Technology Transfer and Development Bureau (FTTDB), Department of Fisheries. Thailand.
- Nopadol, P., Suttinee, L., & Rawwee, T. (2003). *Study on the Relationship between Razor Clam Abundance and Environmental Condition at Don Hoi Lod in Samut Songkram Province*. Technical Paper no. 7/2003. Coastal Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, 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*. Master of Degree Thesis, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Puntip, W. (2008) *Chemical Oceanography*. Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok.
- Rattana, M., Kamolrat, P., Boonyarith, C., & 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)
- Tasnee, A., & Jongruk, C. (1989). *Analysis of Soil and Plant*. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok.
- Sateinpong, K., Kasem, C., Wasin, I., Onanong, P., & Anukorn, B. (2013). 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., Wasin, I., Onanong, P., Anukorn, B., & Kasem, C. (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., Wasin, I., Onanong, P., Anukorn, B., & Kasem, C. (2015a). Water Qualities of the Coastal Area is Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System: The King's Initiative Laem Pak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. *Journal of Public Health*, 17(2), 44-59. (in Thai)
- Sateinpong, K., Wasin, I., Onanong, P., Anukorn, B., & Kasem, C. (2015b). The Examination of Contaminated Bacterial in the Coastal Area Receiving Effluent from Phetchaburi Municipal Wastewater Treatment System: The King's Initiative Laem Pak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. *Journal of Public Health*, 17(4), 3-15. (in Thai)
- Sateinpong, K., & 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. *Journal of Science and Technology*, 8(16), (July-December) (in Thai)
- Songsri, M. (1991). *Physiology of Aquatic Animals*. Department of Fishery Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok.