ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อประชากรหอยแครง
Anadara granosa (Linnaeus, 1758) ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

นายสุเมธ แก้วน้อย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

IMPACT OF BAMBOO FENCING COASTAL DEFENSE STRUCTURE ON BLOOD COCKLE *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) POPULATION AT TAMBON LAEMYAI, SAMUT SONGKHRAM PROVINCE

Mr. Sumet Kaewnoy

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Marine Science
Department of Marine Science
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อประชากรหอยแครง *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม
โดย	นายสุเมธ แก้วน้อย
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระพงศ์ ด้วงดี

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. พลกฤษณ์ แสงวณิช)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระพงศ์ ด้วงดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. วันวิวาห์ ตุ้มน้อย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สุเมธ แก้วน้อย : ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อประชากรหอยแครง *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม (IMPACT OF BAMBOO FENCING COASTAL DEFENSE STRUCTURE ON BLOOD COCKLE *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) POPULATION AT TAMBON LAEMYAI, SAMUT SONGKHRAM PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ผศ. ธีระพงศ์ ด้วงดี, 98 หน้า.

การศึกษาผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อประชากรหอยแครง *Anadara granosa* (Linnaeus, 2556) ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ได้ดำเนินการตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความหนาแน่น การกระจายและการเติบโตของประชากรหอยแครงตลอดจนการเจริญพันธุ์และปริมาณลูกหอยลงเกาะในสามบริเวณคือ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง นอกจากนี้ยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติองค์ประกอบของดินตะกอนที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร

ผลการศึกษาพบว่าความหนาแน่นของหอยแครงในรอบปีบริเวณตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม มีค่าตั้งแต่ 4-32 ตัวต่อตารางเมตร ความหนาแน่นหอยแครงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งระหว่างบริเวณและฤดูกาลที่เก็บตัวอย่าง พบบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงเฉลี่ยสูงสุด 18.67 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาคือ บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและพบน้อยสุดบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง พบความหนาแน่นของหอยแครงในช่วงฤดูแล้งมากกว่าช่วงในฤดูฝน ขนาดตัวของหอยแครงมีขนาดความยาวเปลือกเล็กสุดอยู่ระหว่าง 1.00-1.25 ซม. และขนาดหอยแครงใหญ่สุดอยู่ระหว่าง 4.51-4.75 ซม. พบประชากรหอยแครงหอยเพศผู้และเพศเมียในบริเวณแหลมใหญ่ที่มีความชุกชุมมากที่สุดมีขนาดตั้งแต่ 2.26-2.50 ซม. ถึงขนาด 3.26-3.50 ซม. ในทั้งสองฤดูและทั้งสามบริเวณ หอยขนาดใหญ่ตั้งแต่ 3.51-3.75 ซม. ถึง 4.51-4.75 ซม. พบชุกชุมบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง จากการศึกษาทางมิญชวิทยาพบระยะพัฒนาการของเซลล์ในหอยแครงเพศผู้และเพศเมียพร้อมขนาดแรกเริ่มของหอยแครงในแต่ละระยะ พบขนาดความสมบูรณ์เพศเริ่มแรกของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียมีขนาดเท่ากับ 2.35 ซม. ดังนั้นหอยแครงเพศผู้เพศเมียกลุ่มเด่นที่พบเป็นกลุ่มหอยที่เจริญพันธุ์สมบูรณ์เต็มที่และสามารถวางไข่ตลอดทั้งปี สัดส่วนหอยแครงเพศผู้ต่อเพศเมียมีค่าเท่ากับ 1.13:1 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงในสามบริเวณคล้ายคลึงกัน ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่สรุปได้ว่าหอยแครงมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปีโดยมีฤดูกาลที่มีการวางไข่ปริมาณสูงสุด 2 ช่วง คือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ช่วงที่สองที่มีการวางไข่อีกเป็นช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม มีค่าระหว่าง 15.03-25.19 จัดว่ามีค่าสูงตลอดปี ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีช่วงสูงสุดสองช่วงคือ เดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์และในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม ปริมาณลูกหอยลงเกาะพบได้ตั้งแต่เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคมโดยในเดือนมิถุนายนมีปริมาณลูกหอยลงเกาะมากที่สุดทุกบริเวณ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีปริมาณลูกหอยลงเกาะน้อยที่สุด อัตราการเติบโตของหอยแครงในสามบริเวณมีค่าใกล้เคียงกันโดยบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งพบหอยแครงขนาดเล็กมีอัตราการเติบโตช้ากว่า แต่อัตราการเติบโตในหอยแครงขนาดใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามบริเวณ

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อประชากรหอยแครงในตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม คือทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนตามฤดูกาลและตามช่วงดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง โดยพบสัดส่วนของทรายแป้งและทรายเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนของดินเหนียวลดลง สัดส่วนปริมาณอินทรียสารในดินมีแนวโน้มลดลง ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อความหนาแน่นและการกระจายของหอยแครงในบริเวณนี้ได้แก่สัดส่วนดินเหนียวในดินตะกอน ปริมาณอินทรียสารในดินและความเค็มในดิน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนในบริเวณนี้ทำให้ประชากรหอยแครงลดลงในระยะยาวทั้งหอยแครงที่โตเต็มวัยและลูกหอยแครง การดำเนินการจัดการทรัพยากรหอยแครง โดยควบคุมปริมาณการจับ ขนาดของหอยแครงที่จับขายและช่วงฤดูกาลที่จับ การอนุรักษ์พื้นที่เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์หอยแครงบริเวณแหลมใหญ่และการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องทำควบคู่กันเพื่อให้บริ เวณดอนหอยแครงแหลมใหญ่สามารถเป็นแหล่งผลิตหอยแครงอย่างต่อเนื่อง

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5572157623 : MAJOR MARINE SCIENCE
KEYWORDS: COCKLES/ COASTAL EROSION/ BAMBOO FENCING

SUMET KAEWNOY: IMPACT OF BAMBOO FENCING COASTAL DEFENSE STRUCTURE ON BLOOD COCKLE *Anadara granosa* (Linnaeus, 1758) POPULATION AT TAMBON LAEMYAI, SAMUT SONGKHRAM PROVINCE. ADVISOR: ASSOC. PROF. NITTHARATANA PAPHAVASIT, CO-ADVISOR: ASST. PROF. TEERAPONG DUANGDEE, 98 pp.

Impact of bamboo fencing as coastal defense structure on blood cockle *Anadara granosa* (Linnaeus,1758) population at Tambon Laemyai, Samut Songkharm Province was conducted during December 2013 to November 2014. Comparative study on the abundance, distribution and growth as well as the reproductive cycle and larval abundance of the cockle population was carried out in the three respective areas; the area behind the bamboo fencing, the area in front of the bamboo fencing and the cockle fishing ground in front of the bamboo fencing. Changes in sediment characteristics in relation to the changes in population structures were also carried out.

The result showed the annual density of cockles in Tambon Laemyai, Samut Songkharm Province was in the range of 4-32 individuals per square meter. Temporal and spatial differences in the cockle density were significant. Highest cockle density recorded from the cockle fishing ground in front of the bamboo fencing of 18.68 individuals per square meter. The area in front of the bamboo fencing area behind the bamboo fencing showed lower density inrespective order. High density was recorded during the dry season as compared to the wet season. The cockle size found in this area ranged from the smallest shell length of 1.00-1.25 cm. to the largest of 4.51-4.75 cm. Dominant cockle size group both males and females that widely distributed in the three areas and throughout the year were in the range of 2.26-2.50 to 3.26-3.50 cm. Large size cockles of 3.51-3.75 to 4.51-4.75 cm. were found in abundance in the cockle fishing ground in front of the bamboo fencing. The reproductive cycle and size at maturation of each gonadal stage as revealed from the histological study revealed the first sexual maturation size of cockles both in males and females was 2.35 cm. This indicated that the dominant cockle size group found in the area was sexually matured and can spawn throughout the year. Similar gonad development patterns were observed in the three areas. The male and female ratio was 1.13:1 Cockle at Tambon Laemyai spawned all year round with two highest peaks in December to March and from Jury to October. High condition indices of 15.03-25.19 occurred throughout the year with the highest peaks in January to February and September to October. Settled larval density can be found during April, June, August and October. Highest settled larval density found throughout the area in front of the bamboo fencing. The growth patterns in the three areas were similar with the lower growth rate in the small cockle appeared in the area behind the bamboo fencing. In the large size cockles, the growth patterns from the three areas were similar.

The study revealed the impact of bamboo fencing as coastal defense structure on the blood cockle population at Tambon Laemyai was due to the changes in sediment characteristics seasonally and period of the construction of bamboofencing. The silt and sand fractions showed the increasing trend with the reduction of clay fractions in the sediment. Reduced organic content also apparent. Three important environmental parameters affecting the cockle population were the clay fractions, the organic content and the salinity in the sediment. Changes in sediment characteristics showed profound effect in the long term on the declining cockle population in the area both the matured and juvenile cockles. Measures on the cockle management in the area were proposed in order to sustain the productive cockle bed at Tambon Laemyai Samut Songkharm Province. Fishing regulations were proposed on controlled fishing catch, fishing size for cockle and fishing season. Conserved area for parental stocks and grow out as well as the mangrove reforestation in the area were also recommended to ensure the sustainability of the Tambon Laemyai cockle fishing ground.

Department: Marine Science	Student's Signature ----------
Field of Study: Marine Science	Advisor's Signature ----------
Academic Year: 2015	Co-Advisor's Signature ----------

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางทั้งทางด้านวิชาการและการทำงานวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขการเขียนวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระพงศ์ ด้วงดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ทางด้านชีววิทยาและการจำแนกชนิดของหอยแครงพร้อมทั้งเอกสารที่เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ที่สำคัญขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่านสำหรับกำลังใจที่อาจารย์มีให้และดูแลมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ตลอดจนคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.วันวิวาห์ ตุ้มน้อย แห่งภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตท่าพระจันทร์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น อาจารย์ ดร.วันวิวาห์ ตุ้มน้อยไม่เพียงแต่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แต่ยังให้คำแนะนำและให้ใช้สถานที่ในการศึกษาทางด้านมิญชวิทยาอีกด้วย

ขอขอบพระคุณ นางสุลักษณ์ นามโชติ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิชาการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการศึกษาทางด้านมิญชวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ขอขอบพระคุณ นายศิลปชัย เสนารัตน์ ที่คอยช่วยสอนและให้ปรึกษาคำแนะนำวิธีการวิเคราะห์ทางด้านมิญชวิทยาตลอดจนเป็นกำลังใจที่สำคัญในการเก็บตัวอย่างรายเดือนของการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบพระคุณนายมนัส แสงทอง ชาวประมงตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่ทำหน้าที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างในรอบปี

ขอขอบพระคุณพี่น้องในหน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล ตลอดจนพี่น้องและเพื่อนในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการในระหว่างการทำวิจัยรวมไปถึงคอยให้คำปรึกษาแนะนำเอกสารที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย ตลอดจนให้กำลังใจในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

การศึกษาครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณจากส่วนพัฒนาสิ่งแวดล้อม บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ภายใต้โครงการ"การประเมินสถานการณ์ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ป่าชายเลนและกลไกทางสังคมเพื่อพัฒนาเป็นศูนย์การเรียนรู้ระบบนิเวศป่าชายเลน" และหน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่คอยสั่งสอนอบรมและส่งเสียให้ได้รับการศึกษา ตลอดจนให้ความรักและกำลังใจมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.แนวเหตุผล และทฤษฎีที่สำคัญ 1

2. วัตถุประสงค์ 2

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

4. ขอบเขตการศึกษา 3

5. การสำรวจเอกสาร 3

5.1ชนิดและการกระจายของหอยแครงในประเทศไทย 3

5.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของหอยแครง 5

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอน 5

5.2.2 ปริมาณอินทรียสาร 7

5.2.3 ความเค็มของน้ำทะเล 8

5.3. การเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครง 9

5.3.1 วงจรชีวิตของหอยแครง 9

5.3.2 ฤดูเกิดของลูกหอยแครง 11

5.3.3 การเติบโตของหอยแครง 12

5.3.4 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง 12

หน้า

5.3.5 การเจริญพันธุ์ของหอยแครง....13
1. ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง....14
2. อัตราส่วนเพศของหอยแครง (Sex ratio)....17
3. ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครง....18
5.4.ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลกับการลดของพื้นที่เลี้ยงหอยแครง....20
บทที่ 2 วิธีดำเนินการวิจัย....23
1. สถานที่ศึกษา....23
2. ระยะเวลาทำการศึกษา....26
3. การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม....28
3.1 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดิน....28
3.2 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอน (Grain size)....28
3.3 การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียสาร (Organic matter) ในตะกอนดิน....30
4. การเก็บตัวอย่างหอยแครง....30
4.1 การศึกษาโครงสร้างประชากรและการเติบโตของหอยแครง....30
4.2 ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง (Condition index)....31
4.3 การศึกษาการเจริญพันธุ์ของหอยแครง....32
4.3.1 การศึกษาขนาดของหอยแครงที่มีความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity)....32
4.3.2 การศึกษาการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในรอบปี....32
4.3.3 การศึกษาระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงโดยศึกษาทาง มิญชวิทยา (Histological study)....32
4.4. การศึกษาปริมาณลูกหอยลงเกาะ....33
5. การวิเคราะห์ข้อมูล....33
บทที่ 3 ผลการศึกษา....34

หน้า

1. การเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม....34
1.1 ความหนาแน่นประชากรหอยแครงในรอบปี 34
1.2 การกระจายของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือก 35
2. การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....41
2.1 การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ..44
2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....46
2.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอน 46
2.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน.....50
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรหอยแครงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่จังหวัดสมุทรสาคร 52
3. การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของหอยแครง.....53
4. การเจริญพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....57
4.1 ระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครง 57
4.1.1 การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศผู้.....58
1. ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์.....59
2. ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์.....59
3. ระยะสมบูรณ์เพศ 60
4. ระยะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์.....60
5. ระยะหลังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์.....61
4.1.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศเมีย 61
1. ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์.....62
2. ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์.....63
3. ระยะสมบูรณ์เพศ 63

หน้า

4. ระยะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์.....64
5. ระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์.....64
4.2 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity).....65
4.2.1 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศผู้.....65
4.2.2 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศเมีย.....65
4.3 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในรอบปี.....67
4.4 ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครง.....68
4.5. ปริมาณลูกหอยแครงลงเกาะ.....71
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการศึกษา.....74
1. ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....74
2. ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่.....79
3. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงและผลผลิตหอยแครง บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....81
4. การจัดการทรัพยากรหอยแครงในแหล่งประมงพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....85
4.1 การจัดการทรัพยากรหอยแครง.....86
4.2 การอนุรักษ์พื้นที่เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ของหอยแครง.....87
4.3 การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน.....87
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....88
ข้อเสนอแนะ.....90
รายการอ้างอิง.....91
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....98

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ฤดูกาลเกิดของลูกหอยแครงในประเทศไทย.....11

ตารางที่ 2 ระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง A. granosa เพศผู้โดยศึกษาทางมิญชวิทยา 15

ตารางที่ 3 ระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง A. granosa เพศเมียโดยศึกษาทางมิญชวิทยา 16

ตารางที่ 4 ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงในประเทศไทย 19

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน พื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม (มิลลิเมตร) ซึ่งเฉลี่ยจากค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ที่ สถานีบ้านตะเคียนห้ำบาท สถานีบ้านจะโปรง อ.หนองหญ้าปล้อง สถานี อบต.ห้วยกระสังข์ อ. แก่งกระจาน สถานบ้านวังข้าวสาร อ. ท่ายาง สถานีอบต.ยางน้ำกลัดใต้ อ. หนองหญ้าปล้อง จ. เพชรบุรีและ สถานีบ้านบ่อ อ.สวนผึ้ง สถานีบ้านด่านทับตะโก อ. จอมบึง สถานีบ้านบึง อ.บ้านคา จ.ราชบุรี (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน, 2558)...27

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน พื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม (ล้านลูกบาศก์เมตร) ซึ่งเฉลี่ยจากค่าปริมาณน้ำท่าที่วัดได้สถานี ต.ด่านทับตะโก อ. จอมบึงบาท สถานีบ้านสองพี่น้อง อ. แก่งกระจาน สถานีสะพานรถยนต์ อ. ท่ายางบาท สถานีบ้านโพรงเข้ ต. กลัดหลวง อ.ท่ายางบาท สถานีสาระเห็ด ต. กลัดหลวง อ. ท่ายางบาท สถานีตลาดท่ายาง ต.ยางหย่อง อ.ท่ายางบาทสถานีบ้านจะโปรง อ.หนองหญ้าปล้อง จ. เพชรบุรี (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน, 2558) 27

ตารางที่ 7 ความหนาแน่นหอยแครงในรอบปี (ตัว/ตร.ม.) บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 35

ตารางที่ 8 การกระจายของหอยแครงเพศผู้จำแนกตามขนาดความยาวเปลือก (ซม.) ในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 36

ตารางที่ 9 การกระจายของหอยแครงเพศเมียแยกตามขนาดความยาวเปลือก (ซม.) ในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัด สมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 37

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในเดือนธันวาคม2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....41

ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ตำบลแหลมใหญ่จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนกายน 2557 47

ตารางที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของหอยแครงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....52

ตารางที่ 13 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity) ในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียในประชากรหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม 66

ตารางที่ 14 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 67

ตารางที่ 15 ผลผลิตและมูลค่าผลผลิตหอยในจังหวัดสมุทรสงคราม สถิติการประมง (กรมประมง, 2558) 82

ตารางที่ 16 การประเมินผลผลิตหอยแครงในพื้นที่แหล่งประมงแหลมใหญ่ ประมาณ 781.25 ไร่.....83

ตารางที่ 17 การประเมินผลผลิตหอยแครงด้วยการคำนวณแยกแต่ละบริเวณ บริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม 84

สารบัญภาพ

รูปที่ 1 ลักษณะภายในและภายนอกเปลือกหอยแครง A. granosa Linnaeus, 1758 (www.fao.org, 2016).....4

รูปที่ 2 ลักษณะภายในและภายนอกเปลือกหอยแครง A. nodifera Von Martens, 1860 (www.sealifebase.org, 2016).....4

รูปที่ 3 พัฒนาการของแอมบริโอและตัวอ่อนของหอยแครงในระยะต่างๆ (A = Egg ; B = Fertilized egg ; C = 2-celled stage ; D = Multicelled stage ; E = Blastula ; F = Gastrula ; G = Trochophore ; H = D-shape; I = Early umbo ; J = Umbo ; K = Pediveligerและ L = Settling) ดัดแปลงมาจาก (สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554).....10

รูปที่ 4 สถานีการเก็บตัวอย่างหอยแครงบริเวณดอนหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม 24

รูปที่ 5 บริเวณที่เก็บตัวอย่างหอยแครง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม.....25

รูปที่ 6 ตารางสามเหลี่ยมแสดงสัดส่วนชนิดดินตะกอน (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2558) 29

รูปที่ 7 การวัดขนาดความยาว (shell length) ความกว้าง (shell width) และความหนา (cavity) (Rodríguez-Rúa et al. , 2003) ของเปลือกหอยแครง.....31

รูปที่ 8 การกระจายของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือกในรอบปีพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูแล้ง 39

รูปที่ 9 การกระจายตัวของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือกในรอบปีพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในช่วงเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูฝน 40

รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 44

รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความเค็มในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....44

รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึง เดือนพฤศจิกายน 2557 45

รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบสในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....45

รูปที่ 14 ลักษณะดินตะกอนตามสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว (clay) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินทราย (sand) บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูแล้ง.....48

รูปที่ 15 ลักษณะดินตะกอนตามสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว (clay) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินทราย(sand) บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูฝน 49

รูปที่ 16 ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูแล้ง 51

รูปที่ 17 ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 เป็นตัวแทนฤดูฝน.....51

รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเปลือก (ซม.) กับน้ำหนักเนื้อหอยแครงสด (กรัม) ในประชากรหอยแครง บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....54

รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างเปลือก (ซม.) กับน้ำหนักเนื้อหอยแครงสด (กรัม) ในประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 55

รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนความยาวเปลือกต่อความหนาเปลือก (ซม.) กับน้ำหนักเนื้อหอยแครงสด (กรัม) ในประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....56

รูปที่ 21 ลักษณะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศผู้ (Sg : สเปอร์มาโตโกเนีย, Sc : สเปอร์มาโตไซต์, Sd: สเปอร์มาทิด, Sz: เปอร์มาโตซัว).....58

รูปที่ 22 ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development) (Sg : สเปอร์มาโตโกเนีย).....59

รูปที่ 23 ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) (Sc : สเปอร์มาโตไซต์).59

รูปที่ 24 ระยะสมบูรณ์เพศ (Mature gonad) (Sd : สเปอร์มาทิด, Sz : สเปอร์มาโตซัว).....60

รูปที่ 25 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spawning).....60

รูปที่ 26 ระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spent).....61

รูปที่ 27 ลักษณะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศเมีย (Og : โอโอโกเนีย, Po : โอโอโกเนียระยะแรกเริ่ม, Lo : โอโอโกเนียระยะหลัง , Mo : ระยะสมบูรณ์เพศ).....62

รูปที่ 28 ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development) (Og : โอโอโกเนีย).....62

รูปที่ 29 ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) (Po : โอโอโกเนียระยะแรกเริ่ม, Lo: โอโอโกเนีย 63

รูปที่ 30 ระยะสมบูรณ์เพศ (Mature gonad) (Mo : ระยะสมบูรณ์เพศ).....63

รูปที่ 31 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spawning).....64

รูปที่ 32 ระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spent).....64

รูปที่ 33 ระยะของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้ คิดเป็นร้อยละ บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดในช่วง เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557.....68

รูปที่ 34 ระยะของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมีย คิดเป็นร้อยละ บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 69

รูปที่ 35 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 70

รูปที่ 36 ปริมาณลูกหอยลงเกาะ (ตัว/ตร.ม.) ในพื้นที่บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 71

รูปที่ 37 การกระจายตัวของลูกหอยแครงลงเกาะตามขนาดความยาวเปลือกบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 72

รูปที่ 38 ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงและช่วงลูกหอยแครงลงเกาะในรอบปี บริเวณ แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม 73

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.แนวเหตุผล และทฤษฎีที่สำคัญ

หอยแครง (blood cockle หรือ Ark shell) จัดเป็นหอยสองฝาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย การเลี้ยงหอยแครงในประเทศไทยได้เริ่มมานานมากกว่า 100 ปีในจังหวัดเพชรบุรีและสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นพื้นที่ลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติและมีการเลี้ยงหอยแครงอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน (ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์ , 2544) พื้นที่ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นพื้นที่ชายฝั่งเป็นหาดเลนติดกับแนวป่าชายเลน เป็นแหล่งที่อยู่หอยแครงที่ให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่องแก่ชาวประมงในบริเวณดังกล่าว ในบริเวณพื้นที่แหลมใหญ่มีประชากรอยู่ประมาณ 800 คนโดยส่วนใหญ่เป็นชาวบ้านมีอาชีพหลักเป็นชาวประมง ทำสวนมะพร้าวและรับจ้างทั่วไป โดยส่วนใหญ่จะทำประมงคือการทำประมงหอยสองฝาเช่นการทำประมงหอยแครงเป็นหลักนอกจากนี้ยังมีการทำประมงหอยแมลงภู่และหอยตลับ ประมงชายฝั่งที่พบในหมู่บ้านเป็นอวนลาก อวนลอยขนาดเล็กและอวนปลากะพง การทำประมงหอยแครงซึ่งมีการเก็บเกี่ยวตลอดทั้งปีในพื้นที่ชายฝั่งที่ติดกับป่าชายเลนที่มีพื้นที่ยาวประมาณ 2 กิโลเมตร เป็นพื้นที่หอยแครงเกิดตามธรรมชาติแห่งหนึ่งที่สำคัญในจังหวัดสมุทรสงครามพื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ตัวอ่อนหอยแครงที่เป็นระยะลงเกาะที่มีขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไปทำให้พื้นที่ดังกล่าวนี้เป็นแหล่งสร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้าน จากข้อมูลชาวประมงในพื้นที่แหลมใหญ่พบว่าแหล่งใหญ่ของการเพาะเลี้ยงหอยแครงและแหล่งธรรมชาติในจังหวัดสมุทรสงครามคือพื้นที่ตำบลแหลมใหญ่และพื้นที่ตำบลคลองโคนซึ่งมีอาณาเขตต่อเนื่องกัน มีหอยแครงอยู่สองชนิดที่พบมากในบริเวณนี้คือ หอยแครงหรือหอยแครงเทศ *Anadara granosa* Linnaeus, 1758 ซึ่งเป็นหอยแครงที่มีการนำลูกพันธุ์มาจากประเทศมาเลเซียมาเลี้ยงในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม ส่วนหอยแครงอีกชนิดหนึ่งคือหอยแครงขุ่ยหรือหอยแครงปากมุ้ม *Anadara nodifera* Von Martens, 1860 เป็นหอยแครงชนิดดั้งเดิมในพื้นที่บริเวณจังหวัดสมุทรสงครามและเพชรบุรีชาวบ้านพื้นที่ตำบลแหลมใหญ่และบริเวณใกล้เคียงจะนิยมเก็บหอยแครงในบริเวณใกล้แนวน้ำลงต่ำสุดซึ่งห่างจากโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเพื่อแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งบริเวณนี้ประมาณ 50-60 เมตร ในแต่ละวันจะมีชาวบ้านมาเก็บหอยแครงจำนวนมากบริเวณนี้โดยเริ่มเก็บตั้งแต่น้ำลงประมาณเอวเก็บไปจนถึงตอนน้ำขึ้นสูงสุดที่จะเก็บได้โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมง ชาวบ้านจะนิยมเก็บหอยแครงด้วยมือเปล่าหรือใช้คราดมือบ้าง ใช้กระดานถีบหรือใช้ชเนาะโพงคล้ายสวิง (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al. , 2558) จากการสัมภาษณ์ชุมชนตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่ารายได้ชาวบ้านจากการทำอาชีพประมงหอยแครงไม่ต่ำกว่าวันละ 800-1000 บาทต่อคนในระยะที่หอยแครงตัวเต็มวัย นอกจากนี้ในฤดูที่เป็นช่วงลูกหอยลงเกาะจะเป็นช่วงที่สร้างรายได้ให้กับชาวบ้านอีกทางหนึ่งเนื่องจากมีการเก็บลูกหอยลงเกาะที่มีขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวขายให้กับฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยแครง โดยเฉลี่ยราคาหมื่นกว่าบาทต่อปริมาณลูกหอยขนาดหนึ่งกระสอบปุ๋ยหรือประมาณ 15-20 กิโลกรัม

บริเวณแนวชายฝั่งแหลมใหญ่ได้ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งซึ่งทำให้พื้นที่ป่าชายเลนและพื้นที่ที่ลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติลดลง จึงได้มีการดำเนินการแก้ไขโดยการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งตลอดแนวความยาวกว่า 3 กิโลเมตร การปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีวัตถุประสงค์สำคัญคือ การลดพลังงานคลื่นและการสะสมตัวของตะกอน จากการติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งทะเลโดยการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในบริเวณอ่าวไทยตอนในพบว่าการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่มีผลในการลดพลังงานคลื่นขึ้นกับขนาดของลำไม้ไผ่ที่ใช้และวิธีการที่ปักแนวไม้ไผ่และจำนวนไม้ไผ่ที่ปัก การปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งช่วยในการสะสมตัวของตะกอนหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอนุภาคดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารในบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al. , 2554) การปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งบริเวณแหลมใหญ่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอนุภาคดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารในดินในบริเวณดอนหอยแครงบริเวณนี้ ซึ่งมีผลต่อปริมาณลูกหอยแครงที่ลงเกาะตามธรรมชาติ การเติบโตและการเจริญพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการสร้างกลุ่มประชากรหอยแครงอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินตะกอนกับปริมาณลูกหอยที่ลงเกาะ การเติบโตและการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ในรอบปีสามารถใช้เป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงผลของการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในบริเวณนี้โดยมีข้อแม้ว่าการจับหอยแครงในตำบลแหลมใหญ่เป็นไปตามปกติ

2. วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตะกอนในโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งบริเวณดอนหอยแครง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครง การเติบโต และการเจริญพันธุ์รอบปีของหอยแครงตลอดจนปริมาณลูกหอยลงเกาะในบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณดอนหอยแครง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

CHULALONGKORN UNIVERSITY

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบถึงผลของการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งโดยการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง

4. ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาโครงสร้างประชากรหอยแครงชนิด *Anadara granosa* Linnaeus, 1758 จากความหนาแน่นและการกระจายตามขนาดความยาวเปลือก บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ศึกษา การเติบโต การเจริญพันธุ์และปริมาณลูกหอยลงเกาะของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ในรอบปี นอกจากนี้ยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติองค์ประกอบของดินตะกอนและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติองค์ประกอบดินตะกอนและปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร การเติบโตและการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในรอบปี สามารถใช้เป็นข้อมูลที่บ่งชี้ถึงการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในบริเวณนี้โดยมีข้อแม้ว่าการจับหอยแครงในตำบลแหลมใหญ่เป็นไปตามปกติ

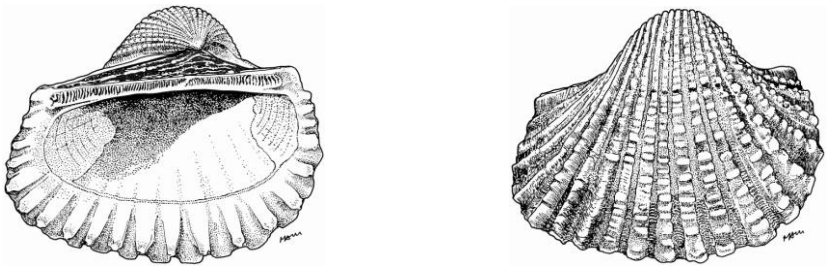
5. การสำรวจเอกสาร

5.1ชนิดและการกระจายของหอยแครงในประเทศไทย

หอยแครง (Blood cockle หรือ Ark shell) จัดเป็นหอยสองฝาที่อยู่ในวงศ์ Arcidae หอยแครงเป็นสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางด้านอาหารสูงเป็นที่นิยมบริโภคเป็นที่แพร่หลาย นอกจากนี้เปลือกหอยแครงยังทำเครื่องประดับและทำปูนขาวได้ หอยแครงจัดว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจของประเทศไทยและมาเลเซีย ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีใต้ (Broom, 1985, Ibrahim, 1995, ธีรยา ช่วยสุรินทร์ et al. , 2547) การศึกษาความหลากหลายชนิดและการกระจายของหอยแครงในวงศ์ Arcidae ในน่านน้ำไทย (Vongpanich, 1996) แบ่งออกเป็น 4 สกุลคือ 1) สกุล Arca และ 2) สกุล Anadara ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 สกุลย่อยคือ Scaphaca และ Tegillarca ส่วน 3) สกุล Trisidos และ 4) สกุล Barbatia หอยแครงในวงศ์ Arcidae ที่สามารถพบได้ในพื้นที่บริเวณอ่าวไทยรวม 12 ชนิดในสกุล Arca และสกุล Anadara ได้แก่ *Arca navicularis* Bruguière, 1789: *Anadara (Scapharca) inaequivalvis* Bruguière, 1789 ; *Anadara indica* Gmelin, 1791 ; *Anadara troschrl* Dunker, 1882 ; *Anadara nadarapilula* Reeve, 1843 ; *Anadara cf. ferruginea* Reeve, 1844 ; *Anadara cf. clathrata* Reeve, 1844; *Anadara antiquata* Linnaeus, 1758 ; *Anadara mosambicana* Bianconi, 1856 ; *Anadara (Tegillarca) granosa* Linnaeus, 1758 ; *Anadara (Tegillarca) nodifera* von Martens, 1860 ; *Anadara (Scapharca) vellicata* Reeve, 1844 นอกจากนี้ยังพบหอยแครงในสกุล Trisidos คือ *Trisidos tortuosa* Linnaeus, 1758 และ *Trisidos semitorta* Lamarck, 1835 หอยแครงสองกลุ่มที่พบได้มากทั่วไปได้แก่หอยแครงหรือหอยแครงเทศ *A. granosa* Linnaeus, 1758 และหอยแครงขุ่ยหรือหอยแครงปากมุ้ม *A. nodifera* von Martens, 1860 เป็นหอยแครงชนิดดั้งเดิมในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและเพชรบุรี (ชัยวัฒน์ วิชัยวัฒนะ et al. , 2550)

ลักษณะสำคัญของหอยแครงหรือหอยแครงเทศ *A. granosa* Linnaeus, 1758 ลักษณะเปลือกเป็นแบบเปลือกทั้งสองด้านเท่ากัน (equivalve) ด้านท้ายของเปลือกไม่บิดไปด้านซ้าย ขอบเปลือกด้านล่างไม่มีช่องเปิดของ byssus และขอบด้านในมีรอยหยักที่เกิดจากสันด้านนอกเพียงเล็กน้อย ขอบเปลือกประกบกันสนิท สันบนเปลือกด้านนอกนูนโค่งเป็นวงกลม มีปุ่มชัดเจน เปลือกมีความยาวมากกว่าความสูงเล็กน้อย ขั้วเปลือกยื่นพ้นขอบเปลือกชัดเจน สันบนเปลือกด้านนอกตามแนวความสูงเปลือกประมาณ 18 อัน (15-20) ภายในเปลือกสีขาว หอยแครง

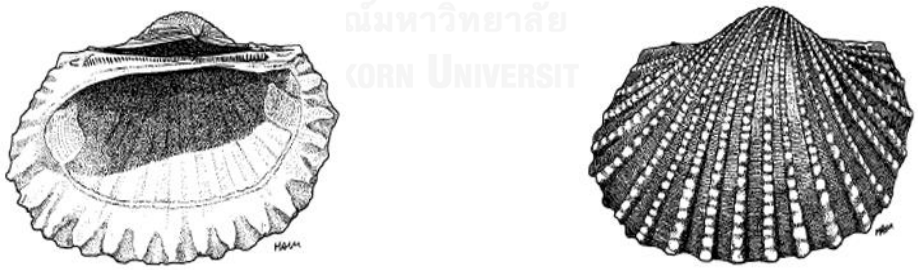
A. granosa พบได้บริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลง สามารถพบได้ทั้งพื้นหาดเลนที่ด้านล่างมีองค์ประกอบเป็นทรายแป้ง หอยแครงชนิดนี้สามารถทนความร้อนได้ 6-10 ชั่วโมงต่อวัน พบอาศัยอยู่ในช่วงความเค็มของน้ำตั้งแต่ 14-30 psu อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับหอยแครงชนิดนี้ตั้งแต่ 20-30 องศาเซลเซียส (www.fao.org, 2016)



ลักษณะภายในของเปลือกซ้าย ลักษณะภายนอกของเปลือกขวา

รูปที่ 1 ลักษณะภายในและภายนอกเปลือกหอยแครง A. *granosa* Linnaeus, 1758 (www.fao.org, 2016)

หอยแครงขุ่ยหรือหอยแครงปากมุ้ม *A. nodifera* Von Martens, 1860 ลักษณะคล้ายกับหอยแครงเทศมาก แต่จะมีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่คือสันบนเปลือกด้านนอกไม่นูนโค้งเป็นวงกลม มีปุ่มชัดเจน ซึ่งลักษณะปุ่มจะสั้นกว่า เปลือกมีความยาวมากกว่าความสูงเล็กน้อย ขั้วเปลือกยื่นพ้นขอบเปลือกชัดเจน สันบนเปลือกด้านนอกในแนวรัศมีประมาณ 21 อัน (19-23) ขนาดตัวที่พบส่วนมากจะเล็กกว่าหอยแครงเทศแหล่งพื้นที่อาศัยของหอยแครงขุ่ยหรือหอยแครงปากมุ้มเป็นพื้นโคลนและพื้นทรายในเขตน้ำขึ้นน้ำลงหรือน้ำท่วมถึงตลอดเวลาที่เป็นบริเวณตื้นประมาณ 10 เมตร (www.sealifebase.org, 2016)



ลักษณะภายในของเปลือกซ้าย ลักษณะภายนอกของเปลือกขวา

รูปที่ 2 ลักษณะภายในและภายนอกเปลือกหอยแครง A. *nodifera* Von Martens, 1860 (www.sealifebase.org, 2016)

หอยแครงพบกระจายอยู่บริเวณเขตน้ำตื้นที่เป็นหาดโคลนละเอียดตามพื้นที่ชายฝั่งทะเลในจังหวัดตราด จันทบุรี ชลบุรี สมุทรสงคราม เพชรบุรี ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี ระนอง ภูเก็ต ตรังและสตูล (กรมประมง, 2550) ผลผลิตหอยแครงส่วนใหญ่ได้จากการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 12,300 ตัน

ในปี 2533 เป็น 82,000 ตันในปี 2552 ซึ่งคิดเป็นปริมาณที่สูงขึ้นถึง 6.67 เท่าในรอบ 19 ปี (กรมประมง, 2552, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) แหล่งเพาะเลี้ยงหอยแครงแหล่งใหญ่ในอ่าวไทยได้แก่ เพชรบุรี สมุทรสงคราม สุราษฎร์ธานีและนครศรีธรรมราช ส่วนแหล่งเพาะเลี้ยงหอยแครงฝั่งทะเลอันดามันได้แก่ ระนอง ตรัง และสตูล แหล่งที่มีการเลี้ยงหอยแครงเป็นแห่งแรกในประเทศไทยคือ ชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดสมุทรสงครามที่เป็นพื้นที่ลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติและมีการเลี้ยงหอยแครงอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน ในปัจจุบันพื้นที่ที่มีลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติมีน้อยลงเนื่องจากการใช้เครื่องมือจับสัตว์น้ำผิดประเภท เช่น เรือลากอวนขนาดเล็กทำให้เกิดการรบกวนชั้นดินตะกอน มีการทับถมลูกหอยตลอดจนหอยตัวเต็มวัยทำให้หอยตาย การทำประมงเกินขนาดก็เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ลูกหอยตามธรรมชาติเกิดน้อยลง นอกจากนี้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและการเสื่อมสภาพของป่าชายเลนทำให้ความชุกชุมและความอุดมสมบูรณ์ของลูกหอยแครงมีจำนวนลดลง จะเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การเลี้ยงหอยแครงในจังหวัดเพชรบุรีและจังหวัดสมุทรสงคราม เมื่อมีการเพาะเลี้ยงหอยแครงมากขึ้นแต่จำนวนลูกหอยแครงตามธรรมชาติลดน้อยลงจึงได้มีการนำลูกหอยแครงจากประเทศมาเลเซียมาเลี้ยงซึ่งคิดเป็นเงินมูลค่าหลายร้อยล้านบาท ต่อมาในระยะหลังประเทศมาเลเซียซึ่งเป็นประเทศหลักที่ส่งลูกพันธุ์หอยแครงไม่ยอมให้มีการจำหน่ายลูกพันธุ์หอยแครงออกนอกประเทศ ซึ่งได้ส่งผลกระทบอย่างมากต่อการเพาะเลี้ยงหอยแครงและผลผลิตหอยแครงในประเทศไทย (กวิตา ธนานันทยศ, 2546, ธีรยา ช่วยสุรินทร์ et al., 2547)

5.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายของหอยแครง

5.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอน

หอยแครงตามปกติจะอาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลหรือเขตน้ำกร่อยในบริเวณที่เป็นดินโคลน บริเวณที่มีหอยแครงชุกชุมในอ่าวไทยมักเป็นดินเลน ดินโคลนละเอียดดินทรายแป้ง (clay loam) ดินเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay) หรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (silty clay loam) พื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงหอยแครงเป็นดินโคลนหรือดินเหนียวปนทรายแป้งที่มีอนุภาคดินทรายในสัดส่วนที่น้อยกว่าร้อยละ 60 ความลึกชั้นดินไม่ควรต่ำกว่า 40-50 เซนติเมตร ชั้นดินไม่มีกลิ่นเหม็นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ปริมาณอินทรียสารในดินที่เหมาะสมมีค่าร้อยละ 2.8-3.8 บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีที่กำบังจากคลื่นลมและมีความลาดเอียงไม่เกิน 15 องศา มีระดับน้ำลึกที่เหมาะสมตั้งแต่ 0.10-3.00 เมตร หอยแครงเป็นหอยที่ชอบฝังตัวในดินโคลนที่ไม่เหลวมากโดยมีอวัยวะที่เรียกว่าเท้าช่วยในการขุดดิน เวลาฝังตัวในเลนหอยแครงจะฝังตัวระดับเสมอพื้นผิวดินโคลนโดยการหงายฝาเปิดขึ้นสู่ผิวน้ำ ในขณะที่น้ำลงหรือน้ำแห้งจะปิดฝาให้สนิทในช่วงน้ำลงเพื่อเก็บน้ำไว้ภายในเปลือก ทำให้หอยแครงนั้นสามารถมีชีวิตอยู่ในที่แห้งได้นานถึงสองวันในเวลาช่วงน้ำขึ้นจะท่วมบริเวณที่หอยฝังตัวอยู่ หอยแครงจะค่อยๆ เคลื่อนตัวจากผิวดินเพื่อแลกเปลี่ยนหมุนเวียนน้ำภายในเปลือก ความเค็มของน้ำในแหล่งหอยแครงตั้งแต่ 10-30 psu. ความลึกของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยแครงประมาณ 0.5-1 เมตร ไม่ควรให้หอยมีโอกาสตากแดดในที่แห้งหรือถ้าน้ำลดต่ำสุดไม่ควรเกิน 2-3 ชั่วโมง (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก, กรมประมง, 2550, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551, นิพนธ์ ศิริพันธ์, 2556)

หอยแครงส่วนใหญ่จะกินอาหารโดยการกรองแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ตลอดจนอินทรีย์สารตามท้องพื้นทะเล (Broom, 1985) และ (สุนันท์ ทวยเจริญ et al. , 2526ก) ได้ศึกษาองค์ประกอบชนิดของอาหารในกระเพาะของหอยแครงพบแพลงก์ตอนพืชจำพวกไดอะตอมเป็นองค์ประกอบหลักเฉลี่ยร้อยละ 51.61 ดังนั้นการศึกษามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์เอในแหล่งน้ำสามารถใช้เป็นดัชนีที่บ่งชี้ความอุดมสมบูรณ์ของอาหารในแหล่งเลี้ยงหอยแครงได้ (สิริ ทุกข์วินาศ et al. , 2529, เอกพล อ่วมนุช et al. , 2547) จากการศึกษาพฤติกรรมการกรองกินอาหารของหอยแครงทำให้เห็นถึงความสำคัญของดินตะกอนในธรรมชาติที่เป็นแหล่งอาหารสำคัญของหอยแครงนอกเหนือจากแพลงก์ตอนพืชทั้งนี้เพราะตะกอนดินที่อยู่ตามพื้นดินตลอดจนแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมที่มีอยู่ตามพื้นและอินทรียสารในดินเป็นองค์ประกอบของตะกอนแขวนลอยซึ่งเป็นอาหารที่หอยใช้กรองกิน

(Bayne, 1993) ได้สรุปว่าในการกรองกินอาหารของหอยสองฝากลุ่มที่กรองกินอาหารในมวลน้ำจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณอาหารตามธรรมชาติโดยเฉพาะปริมาณแพลงก์ตอนพืชและปริมาณสารแขวนลอยในมวลน้ำ อัตราการกรองกินของหอยสองฝาขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงระยะสั้นของปริมาณอินทรียสารในตะกอนดินแขวนลอยอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณแพลงก์ตอนพืชและตามช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเนื่องจากคลื่นลมตามธรรมชาติในแต่ละวันหรือระยะเวลาสั้นที่ทำให้เกิดการรบกวนในมวลน้ำมีการกวนชั้นดินตะกอนจากพื้นดินขึ้นมาในมวลน้ำ (resuspension of bottom materials) ส่งผลต่ออัตราการกรองกินของหอยสองฝา หอยสองฝามีการตอบสนองโดยการปรับตัวด้านการกรองกินอาหารซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายประการคือ การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบดินตะกอนโดยเฉพาะตะกอนดินที่มีขนาดเล็กละเอียดจะมีปริมาณอินทรียสารที่สูงกว่าและสามารถฟุ้งกระจายในมวลน้ำได้นานกว่าตะกอนดินที่มีขนาดอนุภาคใหญ่ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กและปริมาณอินทรียสารในดิน

หอยสองฝามีการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาทั้งด้านการกรองกินและการย่อยอาหารเพื่อให้ได้พลังงานสูงสุดในสภาพที่มวลน้ำถูกรบกวนทำให้มีความขุ่นสูงและมีปริมาณอินทรียสารในตะกอนแขวนลอยต่ำ การปรับตัวด้านการกรองกินอาหารของหอยสองฝาโดยเฉพาะกลุ่มหอยแครงที่มีการศึกษามากคือ *Cerastoderma edule* พบว่ามีศักยภาพในการปรับอัตราการกรองกินและการผลิตอุจจาระเทียม (pseudofaeces) เพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบลักษณะดินตะกอน นอกจากนี้หอยแครงกลุ่มนี้มีความสามารถในการคัดแยกดินตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกันและคุณค่าทางอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดจนมีการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมอาหารในกรณีที่อาหารมีปริมาณอินทรียสารต่ำ (Navarro et al. , 1992, Bayne, 1993, Iglesias et al. , 1996)

5.2.2 ปริมาณอินทรียสาร

ปริมาณอินทรียสารเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่อการเติบโตและการกระจายตัวของหอยแครงเนื่องจากเป็นส่วนที่หอยแครงนำมาใช้ในการบริโภคเป็นอาหาร ซึ่งอาหารหลักที่หอยแครงเลือกกินจะเป็นในส่วนของสารอินทรีย์ที่อยู่ในบริเวณใกล้ชายฝั่ง ซึ่งมีการสะสมความหลากหลายของสารประกอบอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ได้รับมาจากกลุ่มสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กและแพลงก์ตอนสัตว์ แบคทีเรียที่ย่อยสลายซากพืชซากสัตว์ กระบวนการที่องค์ประกอบของธาตุในอินทรียสารที่ยังมีชีวิตอยู่หรือตายแล้วเปลี่ยนไปเป็น สารอนินทรีย์ซึ่งสามารถถูกใช้ในวัฏจักรของสิ่งมีชีวิตโดยการตรึงคาร์บอนหรือจะพบสารอินทรีย์ทับถมอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำในพื้นที่ที่หอยอาศัยอยู่นั้นเองช่วยในการเติบโตของหอยแครงทั้งที่เป็นตัวอ่อนและตัวเต็มวัย (Broom, 1985, ถาวร ธรรมเศวต et al. , 2530) ในการกรองกินอาหารของหอยแครงจะกินอาหารพวกสิ่งเน่าเปื่อยหรือพวกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กรวมอยู่กันเป็นซากอินทรีย์สารและสาหร่ายขนาดเล็กตามหน้าดิน ไดอะตอมรวมทั้ง ฟอแรมมินิฟอรา (foraminifera) หลายชนิด (Broom, 1985, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544) จากการศึกษาของ (Ramli and Hasan, 2013) ได้ยืนยันความสำคัญของปริมาณอินทรียสารในดินว่าเป็นอาหารที่สำคัญของหอยแครงโดยการศึกษาพบว่าหอยแครงกินอาหารที่เป็นอินทรียสารในดินมากถึงร้อยละ 98 ซึ่งพบได้ในสำไส้ของหอยแครงและส่วนที่เหลือเป็นสาหร่ายทะเลขนาดเล็กที่อยู่ตามพื้นดิน เขาได้ทำการทดลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยแครงในฟาร์มเลี้ยงหอยแครงโดยการเติมปริมาณอินทรียสารโดยใช้จากใบไม้เน่าเปื่อยผสมดินปั้นเป็นก้อนแล้วปริมาณอินทรียสารจะหลุดออกมาผสมในดินเพื่อเป็นอาหารของหอยแครง เมื่อเวลาผ่านไปพบว่าหอยแครงที่ได้รับการเติมปริมาณอินทรียสารในฟาร์มมีอัตรารอดร้อยละ 70 ส่วนในทางเดินอาหารของหอยแครงที่รอดตายมีปริมาณอินทรียสารเป็นหลัก

หอยแครง *Cerastoderma edule* มีการปรับตัวในการกรองกินปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการดูดซึมอินทรียสารอาหารที่กรองกินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณและคุณภาพของอาหารตลอดเวลา หอยแครงทำการคัดเลือกอาหารที่มีปริมาณอินทรียสารสูงและปรับช่วงเวลาในการย่อยอาหารในกระเพาะอาหารที่มันกิน (Navarro et al., 1992) นอกจากนี้หอยแครงกลุ่มนี้ยังมีการปรับอัตราการกรองกินอาหารตลอดจนการผลิตอุจจาระเทียม (Pseudofaeces production) ซึ่งเป็นกลไกในการกำจัดอาหารที่มีปริมาณอินทรียสารต่ำ อัตราการกรองกินจะลดลงในสภาพแวดล้อมที่มีปริมาณอินทรียสารต่ำในดินตะกอน หอยแครงกลุ่มนี้จะมีความสามารถสูงในการคัดเลือกสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเพื่อทดแทนในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน ประสิทธิภาพการดูดซึมอาหาร (Absorption efficiency) ขึ้นอยู่กับปริมาณอินทรียสารในอาหารที่กรองกิน (Iglesias et al., 1996)

5.2.3 ความเค็มของน้ำทะเล

หอยแครงเป็นสัตว์ทะเลชนิดหนึ่งที่สามารถอยู่ได้ในความเค็มช่วงกว้าง ทำให้เราสามารถพบการกระจายของหอยแครงได้ทั้งในพื้นที่ที่มีความเค็มต่ำในเขตน้ำกร่อย บริเวณเอสทูรี่ไปถึงบริเวณทะเล จากการศึกษาของ (สิริ ทุกข์วินาศ et al., 2529) พบว่าตัวอ่อนของหอยแครงและตัวเต็มวัยสามารถอาศัยอยู่ได้ในความเค็มช่วงกว้างระหว่าง 15.7-28.9 psu ซึ่งสอดคล้องกับงานของ (Broom, 1985) พบว่าหอยแครง *A. granosa* พบการกระจายอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณหาดเลนตามบริเวณชายฝั่งทะเลใกล้แม่น้ำใหญ่ หอยแครงมีการตอบสนองต่อความเค็มที่เปลี่ยนแปลงโดยหอยแครงปิดเปลือกแน่นในการตอบสนองต่อความเค็มที่ต่ำซึ่งเป็นการป้องกันตนเองได้สำหรับช่วงเวลาสั้นประมาณ 3 วัน หอยแครงสามารถปรับตัวเองได้ดีในสภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มโดยสามารถปรับตัวเองโดยการหายใจตามช่วงน้ำขึ้นน้ำลง การเปลี่ยนแปลงความเค็มส่งผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารและการหายใจหรือการใช้ปริมาณออกซิเจนของหอยแครง (Daven and Wong, 1986) ส่วน (Taufiq and Hatari, 2000) พบความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของหอยแครง *A. granosa* คือ 14–19 psu. หอยแครงสามารถอยู่ได้ตั้งแต่ช่วงความเค็มของน้ำทะเลตั้งแต่ 10-33 psu.

(วราภรณ์ หนูดี and จินตนา มหาสวัสดิ์, 2550) พบว่าความเค็มของน้ำทะเลมีผลต่อความอ้วนของหอยแครงหรือดัชนีความสมบูรณ์ของหอย (Condition index) การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำทะเลร่วมกับอุณหภูมิมีผลต่อการกรองกินอาหารของหอยแครง หอยแครง *A. granosa* จะหยุดการกรองกินเมื่ออยู่ในภาวะที่มีความเค็มและอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าปกติ (Nakamura and Shinotsuka, 2007) ซึ่งต่างจากการตอบสนองของหอยแครง *A. tuberculosa* ที่พบได้ในบริเวณป่าชายเลนตามแนวชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกของประเทศเม็กซิโกอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ซึ่งสามารถทนได้ต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มและอุณหภูมิที่กว้างมาก อัตราการกรองกินของหอยแครง *A. tuberculosa* จะมีค่าสูงและคงที่ในความเค็มสูงถึง 40 psu และอุณหภูมิสูงถึง 32 องศาเซลเซียส (Nieves-Soto et al. , 2011)

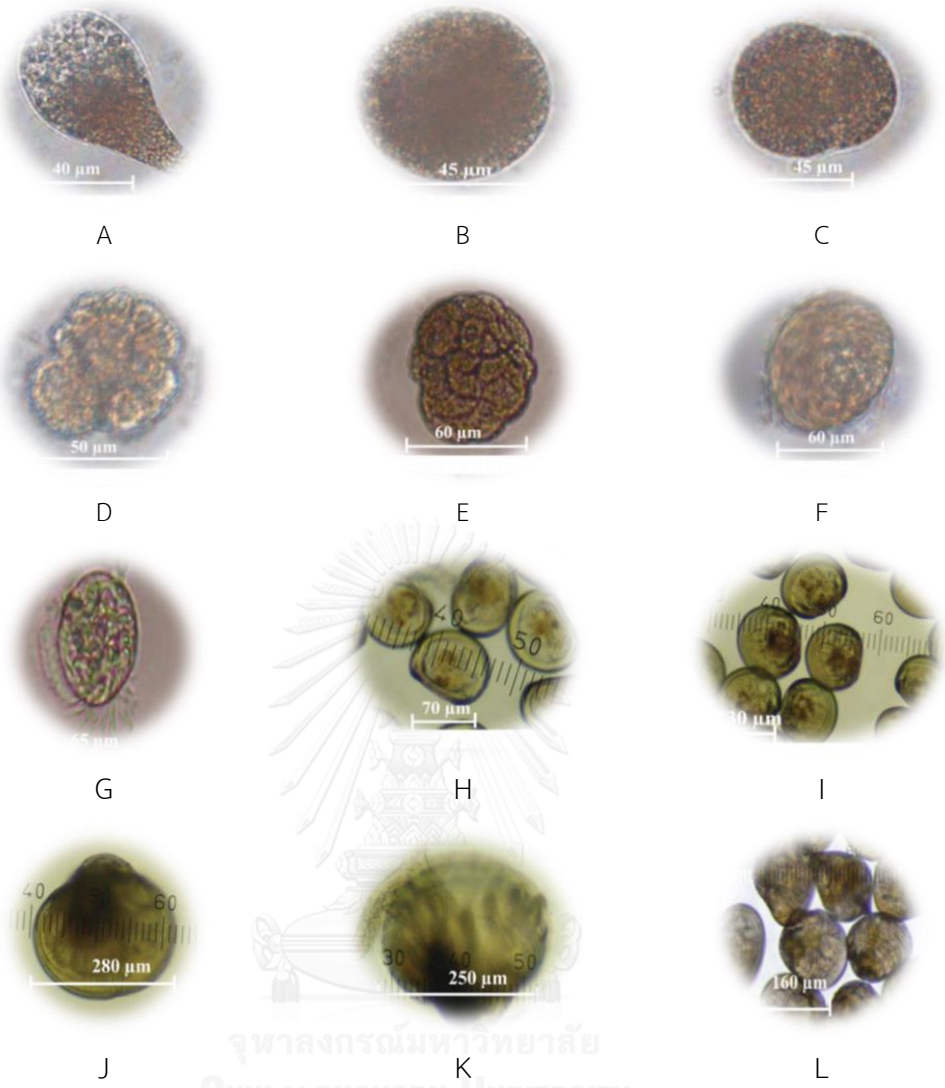
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.3. การเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครง

การเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในรอบปีสามารถติดตามได้จากการเปลี่ยนแปลงปริมาณลูกหอยที่ลงเกาะ ช่วงฤดูกาลเกิดของหอยแครง การเติบโตของหอยแครงซึ่งพิจารณาจากการกระจายของขนาดหอยแครงที่พบและอัตราการเติบโต นอกจากนี้ยังติดตามได้จากค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง (Condition index) และการเจริญพันธุ์ของหอยแครงโดยการศึกษาเซลล์สืบพันธุ์และการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในรอบปี

5.3.1 วงจรชีวิตของหอยแครง

หอยแครงเป็นหอยสองฝาชนิดหนึ่งที่อาศัยอยู่ในเขตร้อนและมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปีหอยแครงมีการสืบพันธุ์แบบแยกเพศ (dioecious) จะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ภายนอกตัว เมื่อเพศผู้และเพศเมียเข้าสู่ระยะสมบูรณ์เพศ (Mature stage) เพศผู้จะปล่อยสเปิร์ม เพศเมียจะปล่อยไข่ผสมกันภายนอก (External fertilization) หลังการปฏิสนธิของไข่และสเปิร์มแล้วจะเข้าสู่ระยะการพัฒนาตัวอ่อนของหอยแครงจากการศึกษาพัฒนาการของเอ็มบริโอและตัวอ่อนหอยแครงโดย (สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554) ดังรูปที่ 3 โดยในระยะแรก 1stPolar body เซลล์สืบพันธุ์ใช้เวลาในการพัฒนาตัวอ่อนระยะนี้ประมาณ 15 นาที แล้วจะเข้าสู่ระยะที่ 2-celled stage ซึ่งระยะนี้ใช้เวลา 30-40 นาทีจากนั้นจะพัฒนาเข้าสู่ระยะ Multicelled stage ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นจะเข้าสู่ระยะ Blastula ซึ่งใช้เวลาประมาณ 5 ชั่วโมง ระยะต่อไปคือ Gastrula ใช้เวลาอีกประมาณ 6 ชั่วโมง จากนั้นเข้าสู่ระยะ Trochophore larva ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง ในระยะนี้ลูกหอยแครงสามารถว่ายน้ำได้โดยอาศัยแผงขนอ่อน (cilia) ซึ่งเรียงเป็นวงอยู่กลางตัวเรียกว่าโพโตโทรฟ (prototroph) จากนั้นลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะ D-shape ระยะนี้ลูกหอยจะมีรูปทรงคล้ายอักษรตัว D ในระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 18-24 ชั่วโมง จากนั้นเข้าสู่ระยะ Early umbo ซึ่งใช้เวลาประมาณ 5 วัน และเข้าสู่ระยะ Umbo ในระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 10 วัน ตามลำดับ ลูกหอยจะพัฒนาต่อเข้าสู่ระยะ Pediveliger ซึ่งใช้เวลาประมาณ 17 วันหลังจากไข่ได้รับการผสม หลังจากระยะนี้จะเข้าสู่ระยะสุดท้ายคือ ระยะ Settling ใช้เวลาอีก 18-21 วันเป็นระยะที่เรียกว่าระยะลูกหอยลงเกาะสู่พื้นลูกหอยแครงจะมีขนาดตัวเท่าเมล็ดถั่วเขียวประมาณความยาวเปลือก 1-7 มิลลิเมตร ลูกหอยแครงลงเกาะมากน้อยในแต่ละบริเวณในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3 พัฒนาการของแอมบริโอและตัวอ่อนของหอยแครงในระยะต่างๆ (A = Egg ; B = Fertilized egg ; C = 2-celled stage ; D = Multicelled stage ; E = Blastula ; F = Gastrula ; G = Trochophore ; H = D-shape; I = Early umbo ; J = Umbo ; K = Pediveligerและ L = Settling) ดัดแปลงมาจาก (สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554)

5.3.2 ฤดูเกิดของลูกหอยแครง

ฤดูกาลเกิดของหอยแครงจะมีความสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำทะเลด้วยคือ ช่วงฤดูฝนที่หอยแครงจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำเมื่อความเค็มลดต่ำลง (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก, 2537ข) ในบริเวณเมืองใหม่ จังหวัดชลบุรี พบลูกหอยขนาด 0.1-0.7 ซม. ได้ตลอดทั้งปี แต่พบมากที่สุดในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม (ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนบริเวณคลองโคน จังหวัดสมุทรสงครามและบริเวณบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี ชาวประมงรายงานว่าช่วงฤดูกาลเกิดหอยแครงเป็นช่วงเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนเช่นเดียวกัน (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al. , 2549) ส่วน(ปกเกศ วงศาสุลักษณ์, 2551) พบว่าลูกหอยแครงขนาดเล็กซึ่งมีความกว้างเปลือก 0.81–1.00 ซม. เริ่มพบได้ชุกชุมในบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการในช่วงเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนเช่นกัน

ตารางที่ 1 ฤดูกาลเกิดของลูกหอยแครงในประเทศไทย

พื้นที่ศึกษา	ฤดูกาลเกิดลูกหอยแครง		งานวิจัย
	ช่วงเดือนที่พบลูกหอย	ช่วงที่ลูกหอยมากที่สุด	
ฝั่งอ่าวไทย			
จังหวัดฉะเชิงเทรา	มิถุนายนถึงพฤศจิกายน	มิถุนายน	(ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก)
จังหวัดสมุทรปราการ	ตลอดทั้งปี	สิงหาคม	(ปกเกศ วงศาสุลักษณ์, 2551)
จังหวัดสมุทรสงคราม	ตลอดทั้งปี	กุมภาพันธ์ถึงมีนาคม	(ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al. , 2528)
จังหวัดสมุทรสงคราม	ตลอดทั้งปี	มิถุนายน	(ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558)
จังหวัดเพชรบุรี	ตลอดทั้งปี	พฤศจิกายน	(กรมประมง, 2536)
จังหวัดเพชรบุรี	ตลอดทั้งปี	เมษายนถึงตุลาคม	(ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ข)
จังหวัดชลบุรี	ตลอดทั้งปี	มิถุนายน	(ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544)
จังหวัดชุมพร	ตลอดทั้งปี	กรกฎาคม	(ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530)
จังหวัดสุราษฎร์ธานี	มิถุนายนถึงกันยายน	มิถุนายน	(ธีรยา ช่วยสุรินทร์ et al., 2547)
จังหวัดปัตตานี	ตลอดทั้งปี	เมษายน	(สิริ ทุกข์วินาศ et al., 2529)
รูสะมิแลและแหลมนก จังหวัดปัตตานี	ตลอดทั้งปี	กรกฎาคมถึงสิงหาคม มกราคมถึงกุมภาพันธ์	(ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)
ฝั่งทะเลอันดามัน			
จังหวัดสตูล	ตลอดทั้งปี	ตุลาคม	(จินตมาส สุวรรณจรัส and สุพัตรา ปานรงค์, 2534)

5.3.3 การเติบโตของหอยแครง

การวัดการเติบโต (Growth) ของหอยสามารถวัดได้จากขนาดความกว้าง ความยาวของเปลือกและน้ำหนักของหอยแครง ซึ่งพบว่าความยาวของเปลือกและน้ำหนักของหอยแครงมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างเป็นเส้นโค้ง ส่วนความกว้างและความหนาของเปลือกมีความสัมพันธ์กับความยาวเปลือกอย่างเป็นเส้นตรง ลักษณะการเติบโตในหอยแครงพบว่าในช่วงแรกจะมีความยาวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วแล้วอัตราการเพิ่มนี้จะลดลงเมื่อหอยโตขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับน้ำหนักของตัวหอยแครงที่จะเพิ่มขึ้นช้าในช่วงแรกและเพิ่มอย่างรวดเร็วเมื่อหอยโตขึ้น อัตราการเติบโตของหอยแครงช่วงอายุประมาณ 50 วันในพื้นที่จังหวัดปัตตานีมีขนาดความยาว 0.236 เซนติเมตรต่อเดือน (สิริ ทุกข์วินาศ et al., 2529, กรมประมง, 2550, ปกเกศ วงศาสุลักษณ์, 2551) จากการศึกษาของถาวร ธรรมเศวตและคณะ (2530) พบว่าหอยแครงมีการเติบโตเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.1 เซนติเมตรต่อเดือน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ (คมน์ ศิลปาจารย์ et al. , 2530) รายงานว่าอัตราการเติบโตเฉลี่ยของหอยแครงอายุ 15 วัน เท่ากับ 0.2-0.3 เซนติเมตรต่อเดือนส่วนหอยแครงที่มีอายุ 120 วัน มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.1 เซนติเมตรต่อเดือน

5.3.4 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง

ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง (condition index) ของหอยสองฝาสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเติบโตของหอยได้ดี เป็นปริมาณการวัดเนื้อหอยหรือความอ้วนของหอย (fatness) ตลอดจนเป็นการวัดขนาดของหอยที่สามารถขายได้ตามตลาด (Marketability) ส่วนใหญ่เป็นดัชนีใช้วัดความสมบูรณ์ของหอยสองฝาที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น หอยนางรม (Castro and de Vido de Mattio, 1987, Crosby and Gale, 1990, Pogoda et al. , 2011) หอยแมลงภู่ (Hickman and Illingworth, 1980, Okumuş and Stirling, 1998, Filgueira et al. , 2013) หอยแครง (Newell and Bayne, 1980, Norkko and Thrush, 2006) และหอยเสียบ (Marin et al. , 2003) ส่วนใหญ่การศึกษาดัชนีความสมบูรณ์ของหอยสองฝามักดำเนินการควบคู่กับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางชีวเคมี (gross biochemical composition) ในส่วนเนื้อหอยโดยเฉพาะปริมาณคาร์โบไฮเดรต ปริมาณไขมันและปริมาณไกลโคเจนเป็นต้นซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมอาหารและพลังงานในหอยสองฝา ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยตลอดจนปริมาณองค์ประกอบทางชีวเคมีมีการแปรผันตามฤดูกาลโดยความสัมพันธ์กับปริมาณอาหาร การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิของน้ำ ความเค็มและการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในรอบปี (Hickman and Illingworth, 1980, Newell and Bayne, 1980, Castro and de Vido de Mattio, 1987, Okumuş and Stirling, 1998, Marin et al., 2003, Norkko and Thrush, 2006) นอกจากนี้มีการใช้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยสองฝาเพื่อบ่งชี้สภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเนื่องจากมลพิษอีกด้วย (Cataldo et al. , 2001, Norkko and Thrush, 2006, Pogoda et al., 2011)

(วราภรณ์ หนูดี and จินตนา มหาสวัสดิ์, 2550) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและดินกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าคุณภาพน้ำโดยเฉพาะความเค็ม ความโปร่งแสงและอุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอย แต่คุณภาพดินตะกอนคือค่าความเป็นกรด-เบส ไม่แสดงถึงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในบริเวณเมืองใหม่จังหวัดชลบุรีพบว่าเดือนเมษายนเป็นช่วงที่หอยแครงมีความสมบูรณ์มากที่สุดเนื่องจากสัมพันธ์กับช่วงพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงในหอยมีพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะที่ 3 คือ ระยะที่มีเซลล์สืบพันธุ์สุกเป็นอัตราร้อยละที่สูงมากจะมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงเช่นกัน (ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544) ในการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของหอยแครงบริเวณอ่าวปัตตานีของ (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) พบช่วงเวลาที่มีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงสุดของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียต่างกันในบริเวณรูสะมิแลและบริเวณแหลมนก โดยพบว่าในบริเวณรูสะมิแลพบหอยแครงเพศผู้มีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงสุดในเดือนเมษายน ส่วนหอยแครงเพศเมียมีค่า ดัชนีความสมบูรณ์สูงสุดในเดือนสิงหาคม ส่วนในบริเวณแหลมนกพบหอยแครงเพศผู้มีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงสุดในเดือนพฤษภาคม หอยแครงเพศเมียมีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงสุดในเดือนมกราคม รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม การศึกษาของ (Sahin et al. , 2006) พบค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง *A. inaequivalvis* ในบริเวณทะเล Black sea มีการผันแปรตามฤดูกาลและระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางชีวเคมีในเนื้อเยื่อหอยแครง

5.3.5 การเจริญพันธุ์ของหอยแครง

หอยแครงมีการสืบพันธุ์แบบแยกเพศ (Dioecious) หอยแครงมีเพศแยกโดยไม่สามารถแยกเพศได้จากลักษณะภายนอก อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยแครงจะอยู่บริเวณระหว่างกล้ามเนื้อย่อยอาหารทั้งสองด้านของลำตัว หอยแครงที่มีอายุประมาณ 6-8 เดือนจะเริ่มมีการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์และสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ในหอยแครงที่คาดว่ามีเซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่พบว่าบริเวณลำตัวของหอยแครงเพศเมียมีการขยายใหญ่และแดงเรื่อๆ ช่วงที่เซลล์สืบพันธุ์แก่เต็มที่บริเวณนี้จะขยายกว้างและมีสีแดงเข้ม ส่วนในหอยแครงเพศผู้จะพบลำตัวจะมีสีขาวครีมหรือออกสีเหลืองๆ และจะขยายใหญ่เมื่อเซลล์สืบพันธุ์แก่เต็มที่ ในเพศผู้มีกลุ่มเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่า สเปอร์มาโทโกเนียม (Spermatogonia) จะมีการแบ่งตัวได้เซลล์ที่เรียกว่า สเปอร์มาโทไซต์ (Spermatocyte) สเปอร์มาทิด (Spermatid) และสเปิร์มหรืออสุจิ (Sperm) ตามลำดับ ในเพศเมียเรียกว่าโอโอโกเนีย (Oogonia) จะมีการแบ่งตัวได้เซลล์ที่เรียกว่าโอโอไซต์ระยะแรกเริ่ม (Primary oocyte) และโอโอไซต์ระยะหลัง (Last oocyte) และเปลี่ยนไปเป็นระยะเจริญพันธุ์เต็มที่ (Mature oocyte) เซลล์สืบพันธุ์ระยะต่างๆ เกิดขึ้นในฟอลิเคิลพร้อมที่จะวางไข่ซึ่งเป็นระยะที่หอยมีเซลล์สืบพันธุ์ที่เจริญเต็มที่ เมื่อปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่มวลน้ำจะมีการผสมพันธุ์ในมวลน้ำ (External fertilization) ในหอยที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไปแล้วจะมีขนาดของฟอลิเคิลเล็กลงและภายในฟอลิเคิลจะว่างเปล่าหรืออาจมีเซลล์สืบพันธุ์เหลืออยู่บ้างเป็นช่วงที่หอยพักตัวและจะเริ่มสร้างเซลล์สืบพันธุ์ใหม่อีกครั้งหนึ่ง (Suwanjarat et al. , 2009, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

1. ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง

วงจรการสืบพันธุ์ (Reproductive cycle) ในหอยสองฝาเป็นระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์นับตั้งแต่การเริ่มพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ระยะต่างๆ จนถึงการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอก และระยะสุดท้ายเป็นระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นระยะพักซึ่งหอยสองฝาจะมีการเตรียมตัวเพื่อจะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง (Seed, 1976) การศึกษาระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง *A. granosa* มีการศึกษาในรายละเอียดของระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียโดยการศึกษาทางมิญชวิทยา (Suwanjarat et al., 2009, สุนันท์ ทวยเจริญ et al. , 2526ข, ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551, สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554)

ระยะการพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ดังรายละเอียดในตารางที่ 2 คือ ระยะที่ 1 ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development/gonad) ระยะที่ 1 อาจเรียกว่า Sexual inactive (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) หรือ Resting (Suwanjarat et al., 2009) หรือ Early active (สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554) ระยะที่ 2 เป็นระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) ระยะที่ 3 เป็นระยะสมบูรณ์เพศหรือเซลล์สืบพันธุ์สุก (Mature gonad) ระยะที่ 4 เป็นระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอก (Spawning) และระยะที่ 5 เป็นระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นระยะพัก (Spent หรือ Inactive)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 ระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง A. granosa เพศผู้โดยศึกษาทางมิญชวิทยา (Suwanjarat et al., 2009, สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข, ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551, สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554)

* ขนาดตัวเฉลี่ยความกว้าง-ยาว (เซนติเมตร) รวบรวมเฉพาะที่มีรายงานในรายงาน (ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์	ขนาดตัวเฉลี่ย * กว้าง - ยาว (เซนติเมตร)	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้
ระยะที่ 1 เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ Initial follicle development	กว้าง 1.40-2.39 และ ยาว 2.00-3.26	ฟอลิเคิลมีขนาดเล็กและผนังบาง มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันระหว่างฟอลิเคิล บนผนังฟอลิเคิลเริ่มมีการสร้างสเปอร์มาโทโกเนีย
ระยะที่ 2 กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ Developing gonad	กว้าง 1.45-2.37 และ ยาว 2.07-3.18	สเปอร์มาโทโกเนียเรียงตามผนังฟอลิเคิล ผนังฟอลิเคิลขยายใหญ่ พบสเปอร์มาทิดและสเปอร์มาโทโกเนียจำนวนมาก
ระยะที่ 3 สมบูรณ์เพศ Mature gonad	กว้าง 1.46-2.37 และ ยาว 2.07-3.18	เป็นระยะที่อวัยวะเพศเจริญเต็มที่ พบสเปอร์มาโทซัวเต็มช่องฟอลิเคิล พร้อมที่จะถูกปล่อยออกมาและยังคงพบสเปอร์มาโทไซต์ และสเปอร์มาทิดอีกเล็กน้อย
ระยะที่ 4 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ Spawning	กว้าง 1.60-2.91 และ ยาว 2.35-3.94	เป็นระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปล่อยออกสู่ภายนอกยังคงพบสเปอร์มาโทซัวที่ยังไม่ถูกปล่อยหลงเหลืออยู่เป็นหย่อมๆ
ระยะที่ 5 ระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ Spent	กว้าง 2.28-2.91 และ ยาว 2.98-3.48	เซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกไปแล้ว ฟอลิเคิลเหี่ยวและเล็กลง พบเซลล์เนื้อเยื่อเกี่ยวพันถูกสร้างขึ้นระหว่างฟอลิเคิล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะการพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมียแบ่งออกเป็น 5 ระยะ เช่นเดียวกับในหอยแครงเพศผู้ดังตารางที่ 3 คือระยะที่ 1 เป็นระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development / gonad) ระยะที่ 2 เป็นระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) ระยะที่ 3 เป็นระยะสมบูรณ์เพศ (Mature gonad) ระยะที่ 4 เป็นระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอก (Spawning) และระยะที่ 5 เป็นระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นระยะพัก (Spent)

ตารางที่ 3 ระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครง A. granosa เพศเมียโดยศึกษาทางมิญชวิทยา (Suwanjarat et al., 2009, สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข, ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551, สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554)

* ขนาดตัวเฉลี่ยความกว้าง-ยาว (เซนติเมตร) รวบรวมเฉพาะที่มีรายงานในรายงาน (ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์	ขนาดตัวเฉลี่ย * กว้าง-ยาว (เซนติเมตร)	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย
ระยะที่ 1 เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ Initial follicle development	กว้าง 1.40-2.39 และ ยาว 2.00-3.26	ฟอลิเคิลมีขนาดเล็กและผนังบาง พบโอโอโกเนียตามผนังฟอลิเคิล
ระยะที่ 2 กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ Developing gonad	กว้าง 1.45-2.37 และ ยาว 2.07-3.18	ฟอลิเคิลมีขนาดใหญ่ขึ้นผนังฟอลิเคิลหนา เซลล์โอโอไซต์ขนาดเล็กมีก้านยึดติดตามบนผนังของฟอลิเคิล
ระยะที่ 3 สมบูรณ์เพศ Mature gonad	กว้าง 1.46-2.37 และ ยาว 2.07-3.18	เป็นระยะที่ไข่สุก พบโอโอไซต์ ขนาดใหญ่อยู่เต็มฟอลิเคิล มีการสะสมไข่ที่สมบูรณ์เต็มที่ มีนิวเคลียสและนิวคลีโอลัสชัดเจน
ระยะที่ 4 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ Spawning	กว้าง 1.60-2.91 และ ยาว 2.35-3.94	เป็นระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปล่อยออกสู่ภายนอก พบโอโอไซต์ ขนาดเล็ก เหลืออยู่และมีฟอลิเคิลว่าง
ระยะที่ 5 ระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ Spent	กว้าง 2.28-2.91 และ ยาว 2.98-3.48	ผนังของฟอลิเคิลมีขนาดเล็กลง พบเซลล์จำพวกเนื้อเยื่อเกี่ยวพันถูกสร้างขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. อัตราส่วนเพศของหอยแครง (Sex ratio)

ประชากรหอยสองฝาในธรรมชาติที่มีเพศแยกจะมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเป็นอัตราส่วน 1:1 ซึ่งมีประชากรเพศผู้ต่อเพศเมียมีอัตราส่วนเท่ากันหรือใกล้เคียงกันจะเป็นผลดีต่อการสืบพันธุ์ให้เป็นไปตามปกติโดยเฉพาะในกรณีที่หอยสองฝาทั้งสองเพศมีการสร้างและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปีมีช่วงเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองเพศใกล้เคียงกัน (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) ส่วน (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข) พบอัตราส่วนเพศเฉลี่ยของประชากรหอยแครงจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรี เป็นอัตราส่วน 1:1 โดยในรอบปีพบหอยแครงเพศผู้ในเดือนกุมภาพันธ์ ตุลาคมและธันวาคมมากกว่าหอยแครงเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ จากการศึกษาของ (ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530) ในเรื่องระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ อัตราส่วนเพศและฤดูกาลวางไข่ของหอยแครง *A. granosa* ในบริเวณอ่าวสวี จังหวัดชุมพร พบว่าหอยแครงเพศผู้มีจำนวนน้อยกว่าหอยแครงเพศเมียในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2524 อัตราส่วนหอยแครงเพศผู้ต่อหอยแครงเพศเมียเป็น 0.76:1

ส่วน (ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544) ได้รายงานว่าอัตราส่วนหอยแครงเพศผู้ต่อหอยแครงเพศเมียในบริเวณจังหวัดชลบุรีเป็น 1.18:1 ซึ่งจากการรายงานของ (ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530) และ(ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544) ได้รายงานว่าหอยแครงมีระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะสมบูรณ์เพศและมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี แต่ไม่ได้แยกเพศผู้และเพศเมียอย่างชัดเจน ส่วนในบริเวณอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานีนั้น (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) ได้รายงานว่าอัตราส่วนของหอยแครงเพศผู้ต่อหอยแครงเพศเมียบริเวณ รูสะมิแลเป็น 0.98:1 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากอัตราส่วน 1:1 ในธรรมชาติ ส่วนประชากรหอยแครงที่บริเวณแหลมนกมีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเป็น 1.33:1 หอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียบริเวณรูสะมิแลมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี แต่มีช่วงเวลาปล่อยไข่และอสุจิไม่ตรงกันโดยหอยแครงเพศผู้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สูงสุดในเดือนธันวาคม ส่วนหอยแครงเพศเมียมีการวางไข่สูงสุดสองครั้งคือ ครั้งแรกในเดือนมกราคมและครั้งที่สองในเดือนเมษายน สำหรับหอยแครงเพศผู้ในบริเวณแหลมนกมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สูงสุดสองครั้งในเดือนมีนาคมและเดือนมิถุนายน ส่วนหอยแครงเพศเมียมีการวางไข่สูงสุดในเดือนมิถุนายน

3. ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครง

การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยสองฝามีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงจรขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะปริมาณอาหาร อุณหภูมิของน้ำและความเค็ม ดังในหอยแมลงภู่ *Perna canaliculus* (Hickman and Illingworth, 1980) ในหอยแครง *Cerastoderma edule* (Newell and Bayne, 1980) และในหอยนางรม (Castro and de Vido de Mattio, 1987) เป็นต้น วงจรการสืบพันธุ์ในหอยสองฝามีความแตกต่างกันไปตามหอยสองฝาแต่ละชนิด หอยสองฝาในเขตร้อนมีระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์สั้นจึงมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี ต่างจากหอยสองฝาในเขตหนาวที่มักปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวในหนึ่งปี ในขณะที่หอยสองฝาในเขตอบอุ่นมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ปีละ 2 ครั้ง (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

จากการศึกษาฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงในประเทศไทยดังตารางที่ 4 พบว่าหอยแครงนั้นสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี แต่ละบริเวณจะมีช่วงเวลาที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สูงสุดในรอบปี สอดคล้องกับการรายงานของ (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข) พบว่าหอยแครงในบริเวณจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรีมีช่วงฤดูวางไข่ 2 ช่วงคือเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคมและในช่วงหลังอีกช่วงหนึ่งคือในเดือนสิงหาคมถึงตุลาคม (ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al. , 2526) รายงานว่าหอยแครงในบริเวณจังหวัดสมุทรสงครามมีฤดูกาลสืบพันธุ์โดยวางไข่ปริมาณมากสุด 2 ช่วงคือ ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคมและในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ช่วงหลังจะมีการวางไข่น้อยกว่า ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวจากการรายงานของ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2549) ที่รายงานว่าหอยแครงจังหวัดสมุทรสงครามมีการวางไข่ตลอดทั้งปี แต่มีช่วงสูงสุดในเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม และช่วงที่สองในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนธันวาคม ช่วงฤดูกาลที่มีลูกหอยชุกชุมในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม คือ ช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ในพื้นที่ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าหอยแครงมีการสืบพันธุ์ตลอดทั้งปี ประชากรหอยแครงส่วนใหญ่มีขนาดความยาวอยู่ในช่วงที่สามารถสืบพันธุ์ได้แล้ว ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงเป็นช่วงเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) นอกจากนี้พบว่าหอยแครงในจังหวัดเพชรบุรีมีช่วงฤดูวางไข่ตลอดทั้งปีและพบว่ามีช่วงวางไข่มากสุดในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ซึ่งช่วงฤดูสืบพันธุ์และวางไข่จะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความเค็มของน้ำทะเล เมื่อความเค็มของน้ำทะเลต่ำลงจากน้ำหลากหรือน้ำจากแผ่นดินลงสู่ทะเลจะมีส่วนให้อุณหภูมิมีค่าต่ำลงด้วย การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าวเป็นตัวกระตุ้นให้หอยแครงมีการวางไข่ (Pathansali, 1966, สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข)

ตารางที่ 4 ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงในประเทศไทย

สถานที่	ช่วงเวลาการวางไข่ของหอยแครง	งานวิจัย
บ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ	ลูกหอยเริ่มสืบพันธุ์เมื่อมีขนาดตัวความกว้างตั้งแต่ 1.47 ซม. และยาว 2.07 ซม.ช่วงเวลาที่ไข่สุกช่วงเดือนมิถุนายนและวางไข่มากที่สุดคือเดือนสิงหาคม	(ปกเกศ วงศาสุลักษณ์, 2551)
จังหวัดสมุทรสงคราม และจังหวัดเพชรบุรี	ช่วงไข่สุกเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคมกับช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม	(สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข)
จังหวัดสมุทรสงคราม	หอยแครงมีช่วงไข่สุกสองช่วงคือเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ช่วงที่สองเป็นเดือนกรกฎาคม พบลูกหอยแครงลงเกาะตั้งแต่ช่วงเดือนเมษายนและพบสูงสุดเดือนพฤษภาคม	(ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2526)
จังหวัดสมุทรสงคราม	ฤดูกาลเกิดของลูกหอยแครงอยู่ในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ถึงมีนาคม ช่วงระยะไข่สุกอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมกราคม	(ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2528)
จังหวัดสมุทรสงคราม	หอยแครงมีการวางไข่ตลอดทั้งปี พบหอยแครงวางไข่สูงสุดในเดือนมีนาคม เดือนสิงหาคม ช่วงเดือนตุลาคม	(ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2549)
แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม	หอยแครงมีการสืบพันธุ์ตลอดปี พบช่วงวางไข่สูงสุดเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม	(ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558)
บริเวณเมืองใหม่ จังหวัดชลบุรี	หอยแครงมีการวางไข่และสืบพันธุ์ตลอดทั้งปี ช่วงที่ไข่สุกมีสองช่วงได้แก่เดือนกันยายน 2540ถึงมกราคม 2541 และช่วงเดือนเมษายน 2541 ถึงเดือนมิถุนายน 2541	(ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544)
อ่าวสวี จังหวัดชุมพร	หอยแครงมีระยะไข่สุกและการสืบพันธุ์วางไข่ตลอดทั้งปี พบว่าหอยแครงมีการวางไข่มากสุดในเดือนกุมภาพันธ์และช่วงปลายเดือนกรกฎาคมพบมากกว่าร้อยละ 50	(ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530)
อ่าวทุ่งคา จังหวัดชุมพร	หอยแครงมีการวางไข่สูงสุดช่วงเดือนพฤษภาคมและน้อยลงต่ำสุดในเดือนกันยายนหลังจากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง	(คมน์ ศิลปาจารย์ et al. , 2538)
รูสะมิแลและแหลมนก อ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี	กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แกมมีโตจีนีซีด ในหอยแครงทั้งเพศผู้และเพศเมียเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดปี ระยะไข่สุกพบมากในเดือนสิงหาคม (56.25%) และเดือนกรกฎาคม (55.25%) ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย	(ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

ช่วงเวลาที่หอยแครงในแหล่งหอยแครงในประเทศไทยมีการเจริญพันธุ์ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่หอยแครงอาศัยอยู่ จากการรายงานของ (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข) ในจังหวัดสมุทรสงครามพบหอยแครงที่มีการพัฒนาสร้างเซลล์สืบพันธุ์ระยะที่ 3 ระยะสมบูรณ์เพศได้ตลอดปี พบว่าหอยแครงที่มีขนาด 1.50 ±4.05 เซนติเมตร หอยแครงเข้าสู่ระยะช่วงเซลล์สืบพันธุ์สุกและมีปริมาณมากในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน แต่พบมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคมและในช่วงเดือนสิงหาคมถึงปลายเดือนตุลาคม ส่วนชาวประมงตำบลคลองโคนพบลูกหอยแครงเกิดมากที่สุดในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ลูกหอยแครงที่จัดว่ามีความสมบูรณ์เพศเริ่มแรก (First sexual maturity) ในกลุ่มหอยแครงที่เลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งจังหวัดสมุทรสงครามมีขนาดตัวเฉลี่ย 2.35±0.02 ถึง 2.98±0.29 เซนติเมตร (เอกพล อ่วมนุช et al., 2547) ในพื้นที่แหลมใหญ่พบหอยแครงที่มีขนาดตัว 2.76-3.25 เซนติเมตร เป็นกลุ่มที่พบชุกชุมที่สุดในช่วงเดือนธันวาคม 2556 เดือนมีนาคม 2557 และเดือนมิถุนายน 2557 ซึ่งเป็นกลุ่มหอยที่เจริญพันธุ์สมบูรณ์เต็มที่และสามารถวางไข่ได้ แสดงว่าหอยแครงบริเวณนี้มีการวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558)

5.4.ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลกับการลดของพื้นที่เลี้ยงหอยแครง

บริเวณอ่าวไทยตอนในในหลายพื้นที่มีการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงเป็นพื้นที่วิกฤต ซึ่งรวมถึงพื้นที่บริเวณบ้านจัดสรรคลองด่าน ตำบลแหลมใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2549) ผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งทำให้พื้นที่บริเวณชายฝั่งโดยเฉพาะป่าชายเลนที่ถูกทำลาย ซึ่งมีผลทำให้แหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งหาอาหาร แหล่งหลบภัยตลอดจนแหล่งผสมพันธุ์และอนุบาลตัวอ่อนของสัตว์น้ำชายฝั่งลดลงไปด้วย ดังนั้นนอกเหนือจากการทำประมงที่เกินขนาดและการใช้เครื่องมือประมงที่ผิดประเภทตลอดจนการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมชายฝั่งเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์และการเสื่อมสภาพของป่าชายเลนที่ทำให้จำนวนลูกหอยแครงตามธรรมชาติลดลงแล้วการกัดเซาะชายฝั่งก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้จำนวนลูกหอยลดลงมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบโดยการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเพื่อลดพลังงานคลื่นและการสะสมของดินตะกอน

การสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ทางชีวภาพและคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วย จากการติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งทะเลโดยการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งกรณีศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม สมุทรสาคร สมุทรปราการ และฉะเชิงเทรา (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2554) พบว่าการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งช่วยลดพลังงานคลื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการลดพลังงานคลื่นขึ้นอยู่กับ (1) ขนาดลำไม้ไผ่ที่ใช้ (2) วิธีการปักแนวไม้ไผ่และ (3) จำนวนแนวไม้ไผ่ที่ปัก การปักแนวไม้ไผ่ช่วยในการสะสมตัวของตะกอนหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ใกล้ชายฝั่งและทำให้มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารในดินบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ผลการศึกษาพบว่าสัดส่วนของขนาดอนุภาคดินตะกอนในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ โดยพบสัดส่วนของดินทรายแป้งและดินเหนียวเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงก่อนปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในขณะที่สัดส่วนของดินทรายลดลง ปริมาณสารอินทรีย์ในดินมีค่าสูงในช่วงดำเดินการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่

โครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่ดำเนินการบริเวณตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นการปักแนวไม้ไผ่เป็นแนวยาวต่อเนื่องเป็นแถวเดียวยาวกว่า 3 กิโลเมตร การปักแนวไม้ไผ่มักเรียงซ้อนกันเพียง 3-4 แถว ขนาดลำไม้ไผ่ที่ปักมีขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีช่องเปิดให้เรือเล็กผ่านได้เป็นระยะๆ ซึ่งจากรูปดังกล่าวทำให้พบว่าประสิทธิภาพของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งตำบลแหลมใหญ่ในการลดพลังงานคลื่นและช่วยสะสมดินตะกอนด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ค่อนข้างต่ำ เมื่อเวลาผ่านไปเพียง 1-2 ปี โครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเริ่มชำรุด ไม้ไผ่หักเป็นบางบริเวณเกิดเป็นช่องว่างขึ้น

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพคลื่นบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งบริเวณพื้นที่ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสงคราม พบว่าพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณที่น้ำตื้น ทำให้คลื่นเคลื่อนที่เข้ามาซึ่งเป็นคลื่นขนาดเล็กสูญเสียพลังงานไปกับแรงเสียดทานท้องน้ำ ความสูงคลื่นขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทาง เวลาที่ลมพัด คลื่นสูงในขณะที่ลมพัดแรงไม่เกิน 4-5 ชั่วโมง ความเร็วลมลดลงทำให้ความสูงคลื่นลดลงตามด้วย ประสิทธิภาพของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในการลดพลังงานคลื่นมีการผันแปรตามฤดูกาลขึ้นกับสภาพคลื่นลมในช่วงเวลาที่ตรวจวัด การผุพังของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งไม่สามารถสะท้อนคลื่นที่เข้ามาจากทะเลได้ (Swell) คลื่นลูกใหม่สามารถเข้ามาได้สะดวกรวมกับการสะท้อนของคลื่นจากฝั่งทำให้คลื่นด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีพลังงานสูงกว่าที่วัดได้ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง การศึกษาการสะสมตัวและการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งพบมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณตะกอนและทิศทางการเคลื่อนที่ของตะกอนตามฤดูกาลโดยการเคลื่อนตัวของตะกอนขึ้นอยู่กับพลังงานคลื่นเป็นหลัก พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งตามช่วงอายุของการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งนอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยเฉพาะลักษณะดินตะกอนบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในช่วงเดือนธันวาคม 2556 หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้ 11 เดือน พบว่าบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งลักษณะเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (Clay loam) เช่นเดียวกับบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ส่วนด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ที่เป็นแหล่งประมงหอยแครงพบดินร่วนเหนียวปนทราย (Sandy clay loam) ในเดือนมีนาคม 2557 หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่มา 14 เดือน พบสัดส่วนทรายแป้งเพิ่มขึ้นทุกบริเวณในขณะที่อนุภาคดินเหนียวลดลงพบลักษณะดินตะกอนเป็นดินร่วน (Loam) ทั้งหมดเช่นเดียวกับในช่วงเดือนมิถุนายน 2557 หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 17 เดือน พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนในสามบริเวณคล้ายคลึงกันกับในช่วงเดือนมีนาคม 2557 โดยพบดินตะกอนด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงที่เป็นแหล่งเก็บเกี่ยวหอยแครงเป็นดินร่วนทั้งหมด จะเห็นได้ว่าลักษณะดินตะกอนด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งจะคล้ายคลึงกับด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ซึ่งถ้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งสามารถช่วยลดพลังงานคลื่นและช่วยสะสมดินตะกอนด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้ดี ดินตะกอนด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งควรจะมีสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนขนาดเล็กเพิ่มขึ้น จากการศึกษาครั้งนี้โครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งไม่สามารถช่วยในการสะสมดินตะกอนบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสมุทรศาสตร์ฟิสิกส์ที่พบว่าด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีคลื่นสูงกว่าด้านหน้าและไม่สามารถสะสมดินตะกอนได้ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2554)

การทับถมของดินตะกอนอาจส่งผลต่อประชากรสัตว์ทะเลหน้าดินได้หลายรูปแบบโดย 1) การทับถมของดินตะกอนบริเวณผิวหน้าดินทำให้เกิดสภาพการขาดออกซิเจน 2) การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและลักษณะดินตะกอน 3) ทำให้ความขุ่นในมวลน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อการอุดตันของอวัยวะที่ใช้ในการกรองอาหารของพวกหอยสองฝารวมถึงผลกระทบต่อผลผลิตขั้นต้นและ 4) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหารในตะกอนตามธรรมชาติ (Norkko et al. , 2002) ในกรณีที่ใช้เครื่องมือประมงผิดประเภทเช่น การใช้เรืออวนลากขนาดเล็กบริเวณชายฝั่งทำให้เกิดการรบกวนชั้นดินตะกอนเกิดการทับถมของดินตะกอนบริเวณผิวหน้าดิน ทำให้ลูกหอยแครงและหอยแครงตัวเต็มวัยถูกกลบทับทำให้หอยตายได้ จากการศึกษาประชากรหอยแครงในบริเวณชายฝั่งทะเลบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ ในบริเวณชายฝั่งด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นและบริเวณชายฝั่งที่ยังมีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 พบว่าประชากรหอยแครงในบริเวณชายฝั่งด้านหลังเขื่อนมีขนาดเฉลี่ยโตกว่าประชากรของหอยแครงในบริเวณที่ถูกกัดเซาะ มีสัดส่วนน้ำหนักต่อความกว้างและน้ำหนักต่อความยาวเปลือกสูงกว่าด้วย แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมบริเวณหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีความเหมาะสมต่อการเติบโตของหอยแครงมากกว่าหอยแครงในบริเวณด้านหลังเขื่อนไม่ถูกรบกวนโดยคลื่นซึ่งจะทำให้เกิดความเครียดขึ้นได้ เขื่อนสลายกำลังคลื่นในบริเวณชายฝั่งบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการสามารถลดพลังงานของคลื่นได้มากถึงร้อยละ 40-60 นอกจากนี้ยังมีการสะสมของตะกอนชายฝั่งเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มพื้นที่ที่อยู่อาศัยของหอยแครง สัดส่วนดินเหนียวบริเวณชายฝั่งด้านหลังเขื่อนสูงกว่าสัดส่วนอนุภาคดินเหนียวในบริเวณชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะทำให้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับหอยแครง (ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล et al. , 2551) ดังนั้นในการดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในบริเวณตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามมีบทบาทในการลดผลกระทบจากการสูญเสียพื้นที่แหล่งเลี้ยงหอยแครงตามธรรมชาติในบริเวณนี้และอาจส่งผลต่อเนื่องต่อการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตหอยแครงในอนาคตด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
วิธีดำเนินการวิจัย

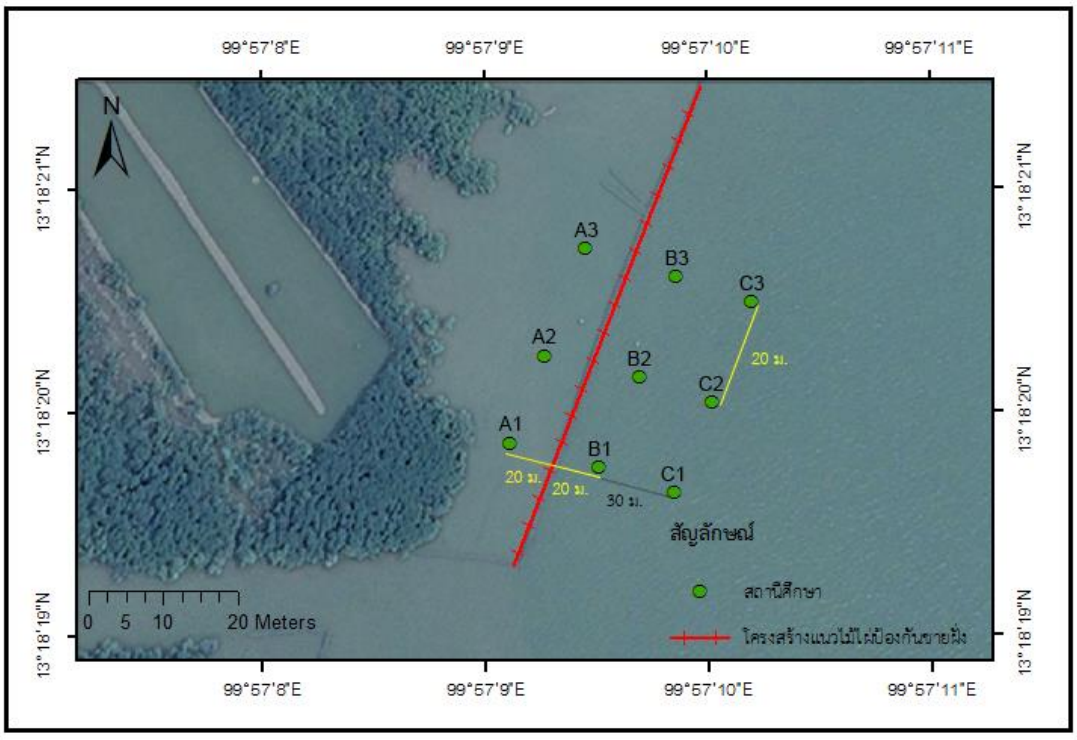
ตัวอย่างหอยแครงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้จากการเก็บตัวอย่างในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 12 ครั้ง ครบรอบ 1 ปีและครอบคลุม 2 ฤดูกาลคือ ฤดูแล้ง (Dry Season) และฤดูฝน (Wet Season) โดยมีการแบ่งในฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ในช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 ใช้ข้อมูลจากปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน, 2558) ในการเก็บหอยแครงนั้นได้แบ่งออกเป็น 3 บริเวณโดยแบ่งจากโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเป็นตัวกำหนดโดยแบ่งเป็น (1) ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่ติดกับป่าชายเลนที่เป็นแหล่งอนุรักษ์ของชุมชน (2) ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (3) ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงหอยแครงที่ติดกับทะเล ในการศึกษาครั้งนี้เน้นเกี่ยวกับการศึกษาโครงสร้างประชากรและการเติบโตของหอยแครงชนิด *Anadara granosa* Linnaeus, 1758 บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยศึกษาความหนาแน่น การกระจายตามขนาดความยาวเปลือกและการเติบโต การเจริญพันธุ์และปริมาณลูกหอยลงเกาะของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ในรอบปี นอกจากนี้ยังศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติองค์ประกอบของดินตะกอนและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติองค์ประกอบดินตะกอนและปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากร การเติบโตและการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในรอบปี บริเวณดอนหอยแครงตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

1. สถานที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นแหล่งหอยแครงตามธรรมชาติตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีผลผลิตหอยแครงทั้งจากการเพาะเลี้ยงและจากธรรมชาติสูงมากจังหวัดหนึ่งของประเทศไทย พื้นที่ชายฝั่งบริเวณตำบลคลองโคนและบริเวณตำบลแหลมใหญ่เป็นแหล่งหอยแครงตามธรรมชาติและมีการเลี้ยงหอยแครงโดยเฉพาะในบริเวณคลองโคน บริเวณหาดเลนแหลมใหญ่เป็นพื้นที่ชายฝั่งติดป่าชายเลนซึ่งมีพันธุ์ไม้โกงกางทั้งโกงกางใบใหญ่ *Rhizophora mucronata* และโกงกางใบเล็ก R. *apiculata* เป็นกลุ่มเด่น ลักษณะพื้นดินในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นดินโคลนเหนียวสีน้ำตาล มีความเค็มในชั้นดินตะกอนตั้งแต่ 1.2-7.2 psu. อุณหภูมิมีค่าระหว่าง 29-30.8 องศาเซลเซียส ลักษณะดินตะกอนเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย มีค่าศักย์ไฟฟ้าในดินอยู่ระหว่าง -15 ถึง 276 มิลลิโวลต์ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) ซึ่งจากข้อมูลชาวประมงหอยแครงในพื้นที่แหลมใหญ่พบว่ามีหอยแครงสองชนิดคือ หอยแครงหรือหอยแครงเทศ *A. granosa* และหอยแครงขุ่ยหรือ หอยแครงปากมุ้ง *A. nodifera* ซึ่งหอยแครงชนิดหลังนี้เป็นหอยแครงชนิดดั้งเดิมในพื้นที่แหล่งหอยแครงตามธรรมชาติบริเวณชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีและพื้นที่บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม ส่วนหอยแครงหรือหอยแครงเทศ

A. granosa ส่วนใหญ่เป็นหอยแครงที่มีการนำลูกพันธุ์มาจากประเทศมาเลเซียมาเลี้ยงในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม (ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, ธีรยา ช่วยสุรินทร์ et al., 2547) จากการศึกษาเบื้องต้นเพื่อศึกษาชนิดและการกระจายของหอยแครงในดอนหอยแครงตำบลแหลมใหญ่ในเดือนสิงหาคม 2556 พบว่าหอยแครงส่วนใหญ่ที่พบเป็นชนิด *A. granosa*

พื้นที่ทำการศึกษาบริเวณดอนหอยแครงแหลมใหญ่จังหวัดสมุทรสงคราม ดังรูปที่ 4 ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งจึงมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งโดยการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งความยาวตลอดแนวขนานชายฝั่งมากกว่า 3 กิโลเมตร พื้นที่เก็บตัวอย่างประกอบด้วย 3 แนวบนดอนหอยแครงและแต่ละแนวมีการเก็บตัวอย่าง 3 สถานีแนว A เป็นแนวการเก็บตัวอย่างด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ห่างจากโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งประมาณ 20 เมตร แนว B เป็นการเก็บตัวอย่างด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งห่างออกมาประมาณ 20 เมตร ส่วนแนว C เป็นด้านหน้าโครงสร้างแนวไม่ไผ่ป้องกันชายฝั่งซึ่งเป็นบริเวณที่ชาวประมงนิยมเก็บหอยแครงใกล้แนวน้ำลงต่ำสุดแนว C อยู่ห่างจากแนว B ประมาณ 30 เมตร รูปที่ 5 แสดงสถานีการเก็บตัวอย่างหอยแครงบริเวณดอนหอยแครงตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม



รูปที่ 4 สถานีการเก็บตัวอย่างหอยแครงบริเวณดอนหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

ก. บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง-แนว A : ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำขึ้น

ข. บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งห่างออกมาประมาณ 20 เมตร แนว B : ซึ่งเป็นช่วงน้ำลงต่ำสุด

ค. บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งซึ่งเป็นบริเวณที่ชาวประมงนิยมเก็บหอยแครงใกล้แนวน้ำลงต่ำสุด-แนว C ซึ่งเป็นช่วงน้ำลงต่ำสุด

รูปที่ 5 บริเวณที่เก็บตัวอย่างหอยแครง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

พื้นที่ชายฝั่งบริเวณดอนหอยแครง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นแหล่งหอยเกิดจากธรรมชาติ โดยในพื้นที่แห่งนี้มีหอยแครงที่สำคัญที่เป็นแหล่งเศรษฐกิจของชาวบ้านแหลมใหญ่ คือหอยแครงหรือหอยแครงเทศ *A. granosa* เป็นหอยที่พบและมีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายทั้งในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงโดยตามปกติแล้วหอยแครงชนิดนี้มีไม่มากตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากว่าหอยแครง *A. granosa* เป็นหอยแครงที่มีการเจริญเติบโตเร็ว มีรสชาติดี จึงเป็นที่นิยมมากขึ้นมีการเก็บลูกหอยจากธรรมชาติไปเพาะเพาะเลี้ยงมากจนลูกหอยในธรรมชาติเองมีไม่เพียงพอต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อเข้ามาเลี้ยง หอยแครงอีกชนิดหนึ่งคือหอยแครงขุ่ยหรือที่ชาวบ้านเรียกหอยแครงปากมุ้มเป็นหอยหอยแครงประจำถิ่นในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรี แต่หอยแครงชนิดนี้มีขนาดเล็กและโตช้ากว่าทำให้การแพร่หลายในการเลี้ยงน้อยกว่าหอยแครงเทศ จากพื้นที่สภาพแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นพื้นที่ติดป่าชายเลนมีการกัดเซาะชายฝั่งจึงมีการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่เพื่อแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งขนานกับฝั่งเป็นระยะทางกว่า 3 กิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นแหล่งประมงหอยแครงและเป็นพื้นที่ที่หอยแครงเกิดตามธรรมชาติอีกด้วย

2. ระยะเวลาทำการศึกษา

ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตะกอนและการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครง โดยเน้นปริมาณลูกหอยแครงที่ลงเกาะ การเติบโตของหอยแครงและการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 เป็นเวลา 12 เดือน ในการแบ่งข้อมูลเป็นฤดูแล้งและฤดูฝนนั้นแบ่งตามข้อมูลปริมาณน้ำฝนดังตารางที่ 5 และข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลองดังตารางที่ 6 (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน, 2558) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ข้อมูลเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 เป็นตัวแทนฤดูแล้ง ส่วนข้อมูลเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 เป็นตัวแทนฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในฤดูแล้งเท่ากับ 18.02 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณน้ำฝนในฤดูฝนเท่ากับ 116.74 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในฤดูแล้งเท่ากับ 30.94 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณน้ำท่าในฤดูฝนเท่ากับ 26.27 มิลลิเมตร

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน พื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม (มิลลิเมตร) ซึ่งเฉลี่ยจากค่าปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ที่สถานีบ้านตะเคียนห้ำบาท สถานีบ้านจะโปรง อ.หนองหญ้าปล้อง สถานี อบต.ห้วยกระสังข์ อ. แก่งกระจาน สถานบ้านวังข้าวสาร อ. ท่ายาง สถานีอบต.ยางน้ำกลัดใต้ อ. หนองหญ้าปล้อง จ. เพชรบุรีและ สถานีบ้านบ่อ อ.สวนผึ้ง สถานีบ้านด่านทับตะโก อ. จอมบึง สถานีบ้านบึง อ.บ้านคา จ.ราชบุรี (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน, 2558)

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2556	-	-	-	82.36	93.16	181.18	125.28	64.60	197.56	202.16	165.76	0.06
2557	0.18	3.09	10.39	76.41	86.77	72.6	50.99	137.13	107.05	283.01	79.64	12.25
2558	9.43	12.40	30.24	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 6 ปริมาณน้ำท่ารายเดือน พื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม (ล้านลูกบาศก์เมตร) ซึ่งเฉลี่ยจากค่าปริมาณน้ำท่าที่วัดได้สถานี ต.ด่านทับตะโก อ. จอมบึงบาท สถานีบ้านสองพี่น้อง อ. แก่งกระจาน สถานีสะพานรถยนต์ อ. ท่ายางบาท สถานีบ้านโพรงเข้ ต. กลัดหลวง อ.ท่ายางบาท สถานีสาระเห็ด ต. กลัดหลวง อ. ท่ายางบาท สถานีตลาดท่ายาง ต.ยางหย่อง อ.ท่ายางบาทสถานีบ้านจะโปรง อ.หนองหญ้าปล้อง จ. เพชรบุรี (ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน, 2558)

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
2556	-	-	-	35.58	38.26	25.54	21.85	34.95	33.61	120.32	118.23	32.74
2557	24.01	27.39	38.93	31.61	29.60	18.36	14.13	28.53	20.33	41.60	31.37	13.58
2558	13.77	11.96	14.26	-	-	-	-	-	-	-	-	-

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

3.1 การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดิน

การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินสำหรับสถานีการเก็บตัวอย่างทำได้โดยตรวจสังเกต ลักษณะดินบันทึกลักษณะทางกายภาพของดินตลอดจนวัดความเค็มและอุณหภูมิของน้ำในดินด้วยเครื่อง Salt meter ยี่ห้อ Marbabu รุ่น NS-3P นอกจากนี้ทำการวัดความเป็นกรด-เบส ด้วยเครื่อง pH meter ยี่ห้อ Delta OHM รุ่น HD 2105.1 วัดค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยเครื่อง ORP meter รุ่น TRX-90

การศึกษาสภาพดินตะกอนทางกายภาพในเบื้องต้นสามารถศึกษาโดยการใช้พลั่วสนามตักดินตะกอนขึ้นมาสังเกตลักษณะสีของดิน ลักษณะเนื้อดินโดยการสัมผัสด้วยมือและกลิ่นของดิน เนื่องจากดินที่มีออกซิเจนไม่เพียงพอในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะทำให้เกิดก๊าซไข่เน่ามีกลิ่นเหม็น

3.2 การวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอน (Grain size)

ทำการเก็บตัวอย่างดินสำหรับการวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดินตะกอนประมาณ 1 กิโลกรัม จำนวน 2 ซ้ำ ในแต่ละสถานีจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างหอยแครง เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การหาขนาดอนุภาคดินตะกอน (Grain size) โดยวิธี Hydrometer method (ณรงค์ ชินบุตร and จักรพงษ์ เจิมศิริ, 2536) ขั้นตอนแรกนำดินมาใส่บีกเกอร์เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ในดินด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หลังจากนั้นนำดินที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศา เป็นเวลาประมาณ 5 วันหรือจนกว่าดินที่อบจะแห้งสนิท นำดินที่แห้งมาบดด้วยโกร่งและนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร นำดินที่ได้มาใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร จำนวน 50 กรัม เติมสารละลาย 5% Colgon 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกรอง 150 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ทั่วเพื่อที่สารละลายและดินเข้ากัน ทิ้งไว้ค้างคืน จากนั้นนำดินมาถ่ายใส่เครื่องปั่นประมาณ 2 นาที เทดินลงในกระบอกตวงทั้งหมด เติมน้ำกรองจนได้ปริมาตร 1,130 มิลลิลิตร ใช้ที่คนประมาณ 20 ครั้ง และเมื่อเกิดฟองให้เติม Amyl alcohol เพื่อกำจัดฟอง วัดความถ่วงจำเพาะด้วย Hydrometer และวัดอุณหภูมิที่ 40 วินาทีแรกบันทึกผลหลังจากนั้นทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง วัดค่าความถ่วงจำเพาะและอุณหภูมิบันทึกผล สำหรับ Blank เตรียมเหมือนกันทุกอย่างโดยยกเว้นไม่ใส่ดินตัวอย่างลงไป จากนั้นคำนวณหาขนาดอนุภาคดินตะกอนตาม (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ก)

วิธีคำนวณ

$$\%(silt+clay) = \boxed{[(Rs-Rb+0.36(Ts-Tb)]*100]/\text{นน. ตัวอย่าง}} \quad 40 \text{ วินาทีแรก}$$

Rs = ค่า Hydrometer ของตัวอย่างที่ 40 วินาทีแรก

Rb = ค่า Hydrometer ของ Blank

Ts = ค่าอุณหภูมิของตัวอย่าง

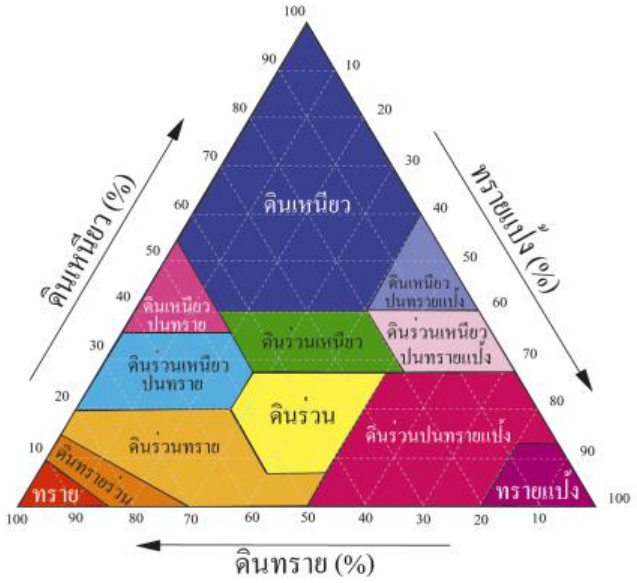
Tb = ค่าอุณหภูมิของ Blank

%clay ={[Rs-Rb+0.36(Ts-Tb)]*100/นน. ตย. 2 ชั่วโมงต่อมา

%silt = %(silt+clay) - %clay

%sand = 100- %(silt+clay)

เมื่อทราบค่า %sand, %silt, %clay แล้วนำตารางมาเปรียบเทียบตารางสามเหลี่ยมรูปที่ 7 เพื่อจะได้ทราบชนิดของดิน



รูปที่ 6 ตารางสามเหลี่ยมแสดงสัดส่วนชนิดดินตะกอน (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2558)

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณอินทรียสาร (Organic matter) ในตะกอนดิน

การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์สารในดินดำเนินการโดยวิธีของ *Walkley-Black* (ประไพ ชัยโรจน์, 2536)นำดินที่แห้งมาบดด้วยโกร่งและนำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร ชั่งดินประมาณ 0.5-2.0 กรัม ลงในขวดชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติม $K_2Cr_2O_7$ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน Conc. H_2SO_4 20 มิลลิลิตร (ในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้ 30 นาที เพื่อให้สารเย็นลง จากนั้นเติมน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตรแล้วนั้นเติม Conc. phosphoric acid (H_3PO_4) 10 มิลลิลิตรและเติม Sodium fluoride (NaF) 0.2 กรัม เขย่าให้เข้ากันหยด Diphenylamine 15 หยด จนสารละลายการเป็นสีม่วงจากนั้นทำการไทเตรทด้วยสารละลาย Ferrous ammonium sulfate (FAS) 0.5 N ที่จุดยุติของการไทเตรทสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว พร้อมทั้งจดปริมาตร FAS ที่ใช้ในการไทเตรทเพื่อนำไปคำนวณหาสารอินทรีย์ในดินการเตรียม Blank ทำเหมือนกันเพียงแต่ไม่ต้องใส่ดิน

วิธีคำนวณ

$$\%OM = 10\left(1 - \frac{T}{S}\right)F$$

T = ปริมาตร FAS ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่างดิน

S = ปริมาตร FAS ที่ใช้ในการไทเทรต Blank

F = ค่าคงที่หนึ่งได้มาจาก (XN)×[(12/4000)×1.72 (100×นน.ดิน(กรัม)]

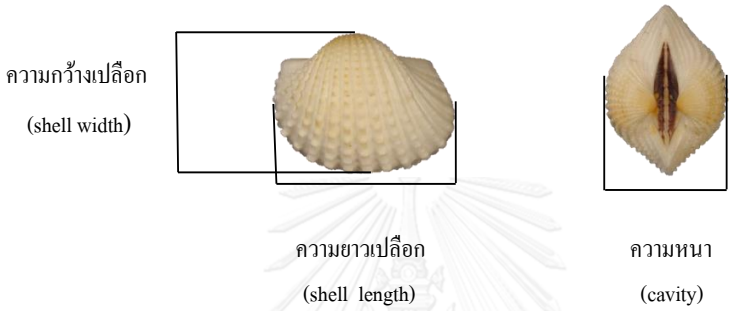
XN = 39.99 ได้จากการคำนวณ ปริมาณ Ferrous solution ที่ใช้ไตรเตรท Dextrose 0.01 g

4. การเก็บตัวอย่างหอยแครง

4.1 การศึกษาโครงสร้างประชากรและการเติบโตของหอยแครง

4.1.1 การศึกษาความหนาแน่นประชากรหอยแครงในรอบปีดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างหอยแครงด้วยตารางสี่เหลี่ยมนับสัตว์ (Quadrat) ขนาด 50×50 ตารางเซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ โดยการสุ่มตัวอย่างจากจุดที่ทำการศึกษาทั้งสามบริเวณได้แก่ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง นำหอยแครงมาแช่น้ำทะเลให้สะอาดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้หอยแครงคายดินและสิ่งสกปรกออกจากตัวแล้วทำให้หอยสลบด้วยวิธีการแช่น้ำแข็งประมาณ 15 นาที บันทึกจำนวนหอยที่พบในแต่ละจุดที่ทำการศึกษามาคำนวณเป็นตัวต่อตารางเมตรในแต่ละบริเวณที่จับได้

4.1.2 การกระจายตามขนาดความยาวเปลือกของหอยแครงในทุกเดือนทำการศึกษาสุ่มตัวอย่างในแต่ละบริเวณโดยเดินเก็บตัวอย่างหอยแครงทั้งหมดในพื้นที่หน้ากว้างประมาณ 2 เมตรและความยาว 60 เมตร นำตัวอย่างหอยแครงที่ได้มารวมกันเป็นตัวแทนของหอยแต่ละบริเวณคละขนาด นำหอยแครงทั้งหมดที่ได้มาแช่น้ำทะเลสะอาดเป็นเวลา 24 ชม. เพื่อให้ดินโคลนและสิ่งสกปรกออกจากตัวหอยแครง หลังจากนั้นทำการวัดความกว้างเปลือกความยาวเปลือกและความหนา บันทึกข้อมูลเพื่อนำไปศึกษาการกระจายและขนาดของหอยแครง (size distribution) หลังจากนั้นทำการศึกษาค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงหรือความอ้วนของหอย (Condition index, CI) โดยใช้ตัวอย่างหอยแครงที่จับได้ไม่ต่ำกว่า 30 ตัว จากหอยแครงที่ศึกษาความหนาแน่นและการกระจายของหอยแครง



รูปที่ 7 การวัดขนาดความยาว (shell length) ความกว้าง (shell width) และความหนา (cavity) (Rodríguez-Rúa et al. , 2003) ของเปลือกหอยแครง

4.1.3 การคำนวณผลผลผลิตของหอยแครงในพื้นที่แหลมใหญ่หาได้ผลผลผลิตของหอยแครงโดยน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม) คูณด้วยจำนวนตัวในแหล่งประมง ซึ่งจำนวนตัวในแหล่งประมงหาได้จากจำนวนตัวในบริเวณที่สุ่มคูณกับพื้นที่สุ่มตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง (Condition index)

ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงคำนวณจากสัดส่วนของน้ำหนักเนื้อหอยแห้งกับน้ำหนักหอยทั้งหมดเมื่อหักน้ำหนักเปลือกหอยออกไป น้ำหนักเนื้อหอยแห้งสามารถหาได้จากการเอาเนื้อหอยสดที่อบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่งจะได้น้ำหนักเนื้อหอยแห้งค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงคำนวณตามสมการของ (Hickman and Illingworth, 1980) ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีความสมบูรณ์ (Condition index)} = \frac{\text{น้ำหนักของเนื้อหอยแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักทั้งหมด - น้ำหนักเปลือกหอย}}$$

4.3 การศึกษาการเจริญพันธุ์ของหอยแครง

การศึกษาเจริญพันธุ์ของหอยแครงจะคัดเลือกจากตัวอย่างหอยแครงเพศผู้และเพศเมียขนาดตัวไม่ต่ำกว่า 1.45 เซนติเมตรเป็นระยะที่หอยแครงเข้าสู่ระยะสมบูรณ์เพศเริ่มแรกจากรายงานของ (เอกพล อ่วมนุช et al., 2547) จำนวน 15 ตัวในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างหอยแครงใส่ถุงพลาสติกที่เก็บตัวอย่างสัตว์เพื่อนำไปศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการเพื่อทำการศึกษาทางมิญชวิทยา (Histology) ดูการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์

4.3.1 การศึกษาขนาดของหอยแครงที่มีความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity)

ดัดแปลงมาจากวิธีของ (เอกพล อ่วมนุช et al., 2547) โดยการสุ่มตัวอย่างหอยแครงในบริเวณที่ศึกษารวมทั้งสิ้นไม่ต่ำกว่า 100 ตัว เพื่อศึกษาระยะความสมบูรณ์เพศในหอยแครงแต่ละขนาด ผลการศึกษาทำให้ทราบขนาดของหอยแครงที่มีความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม การเตรียมสไลด์ถาวรของเนื้อเยื่ออวัยวะสืบพันธุ์ของหอยแครงตามวิธีทางมิญชวิทยา ทำได้โดยการแยกตัวหอยออกจากเปลือกแล้วตัดกลางตัวเพื่อให้ได้ชิ้นส่วนตามขวางที่ประกอบไปด้วย อวัยวะสืบพันธุ์ ทางเดินอาหาร และกล้ามเนื้อเท้าของหอย ดองด้วยน้ำยารักษาสภาพ Davidson’s Fixative ประมาณ 24 ชม. นำชิ้นส่วนอวัยวะสืบพันธุ์ที่ผ่านการดองรักษาสภาพผ่านขั้นตอนกรรมวิธีการทางพาราฟินเทคนิค ((Bancroft and Gamble, 2002) ตัดเนื้อเยื่อเป็นแผ่นบางๆ ให้มีความหนาประมาณ 5-6 ไมครอน ย้อมสีด้วย *Mayer's Hematoxylin* และ eosin (H&E) จากนั้นตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อศึกษาเซลล์สืบพันธุ์และพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ต่อไป

4.3.2 การศึกษาการเจริญพันธุ์ของหอยแครงในรอบปี

การเจริญพันธุ์ของหอยแครงในรอบปีทำการศึกษาจากตัวอย่างหอยแครงที่เก็บมาสำหรับการศึกษาการเจริญพันธุ์ในแต่ละเดือนโดยวิธีทางมิญชวิทยา โดยให้มีตัวแทนเพศผู้และเพศเมียไม่ต่ำกว่าเพศละ 15 ตัว ขนาดไม่ต่ำกว่า 1.45 ซม.

4.3.3 การศึกษาระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงโดยศึกษาทางมิญชวิทยา (Histological study)

การเตรียมตัวอย่างทางพาราฟินเพื่อศึกษาโครงสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียโดยนำตัวอย่างหอยที่ได้จากสถานีเก็บตัวอย่างรักษาสภาพด้วย Davidson’s Fixative นำหอยแครงมาตัดเอาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงรักษาสภาพด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำเนื้อเยื่อมาผ่านขั้นตอนทางพาราฟินโดยการขจัดน้ำออก (Dehydration) โดยแช่ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70, 90, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ อย่างละ 2 ครั้งๆ ละ 30 นาทีจากนั้นทำให้เนื้อเยื่อใส (Clearing) โดยแช่เนื้อเยื่อในไซลีน 2 ซ้ำรอบละ 30 นาทีและทำให้แทรกซึม (Infiltration) โดยแช่ตัวอย่างในพาราฟินเหลวที่อุณหภูมิ 50-60 องศาครั้งละ 30 นาที 3 รอบแล้วฝังชิ้นเนื้อเยื่อ (Embedding) โดยนำชิ้นเนื้อฝังลงในพาราฟินแล้วปล่อยเย็นในบล็อกตัวอย่าง

นำเนื้อเยื่อที่ได้มาเข้าเครื่องตัดชิ้นเนื้อ (Rotary microtome) ให้ชิ้นเนื้อเยื่อมีความหนาประมาณ 6 ไมโครเมตร เรียงติดต่อกันเป็นริบบิ้นแล้วใช้*ปากคีบ* (Forceps) คีบนำไปลอยน้ำอุ่นใน Water bath ที่อุณหภูมิ 49 องศาเซลเซียส ถัดจากนั้นใช้แผ่นสไลด์ช้อนเนื้อเยื่อรอแห้งแล้วนำไปย้อมสี ขั้นตอนการย้อมสีด้วย *Mayer's Hematoxylin* และ Eosin (H&E) ละลายพาราฟินบนสไลด์ด้วยไซลีน 2 ครั้ง รอบละ 15 นาที หลังจากนั้นแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95, 70, 50 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้งๆ ละ 3 นาทีจากนั้นล้างด้วยน้ำประปาที่ไหลตลอดเวลา 3 นาที แล้วจึงนำเนื้อเยื่อมาย้อมสีด้วย *Mayer's Hematoxylin* 15 นาที ล้างสีส่วนเกินออกด้วย กรดแอซิติก 1 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 15 วินาที ล้างกรดและปรับกรด-ด่าง ด้วยน้ำประปาที่ไหลตลอดเวลา 15 วินาที ปรับสีด้วยลิเทียมคาร์บอเนตประมาณ 30 วินาที ย้อมสีด้วย Eosin (H&E) แช่ในแอลกอฮอล์ 70, 95, 100 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง ครั้งละ 3 นาทีแช่ในไซลีน 2 ครั้งๆ ละ 3 นาที ปิดสไลด์ด้วย DPX ผลของการย้อมสี *Mayer's Hematoxylin* ติดสีม่วงที่นิวเคลียสและ Eosin (H&E) ติดสีส้มถึงชมพูที่ไซโทรพลาสซึมและกล้ามเนื้อ นำเนื้อเยื่อที่ได้มาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์บันทึกผล

4.4. การศึกษาปริมาณลูกหอยลงเกาะ

ศึกษาปริมาณลูกหอยลงเกาะทำการเก็บตัวอย่างในแต่ละสถานีโดยใช้ตารางสี่เหลี่ยมนับสัตว์ (Quadrat) ขนาด 50×50 ตารางเซนติเมตร วางสุ่มบนพื้นดินสถานีละ 2 ซ้ำและขุดดินลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ร่อนดินผ่านตะแกรงขนาดเล็กประมาณ 0.5 มิลลิเมตร เอาเฉพาะลูกหอยแครงขนาดเล็กประมาณ 0.1-0.7 เซนติเมตร ใส่ถุงพลาสติกที่เก็บตัวอย่างสัตว์เพื่อทำการศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินระหว่างสถานีและฤดูกาลโดยวิธี Two-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ระหว่างความหนาแน่นของหอยแครงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินได้แก่ สัดส่วนดินตะกอน ค่าศักย์ไฟฟ้าในดิน ค่าความเป็นกรด-เบส ค่าความเค็มและค่าอุณหภูมิ หาความแตกต่างระหว่างสถานีและความแตกต่างระหว่างฤดูกาลด้วยโปรแกรม spss version 16

วิเคราะห์เปรียบเทียบของค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงระหว่างสถานีและฤดูกาลโดยวิเคราะห์ Two-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

วิเคราะห์อัตราส่วนเพศของหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียโดยวิธี chi-square

วิเคราะห์เปรียบเทียบความหนาแน่น การกระจายตามขนาดความยาวเปลือกและการเติบโตของประชากรหอยแครงระหว่างสถานีและฤดูกาลโดยวิธี Two-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 %

บทที่ 3
ผลการศึกษา

1. การเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

1.1 ความหนาแน่นประชากรหอยแครงในรอบปี

จากการศึกษาความหนาแน่นหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการเก็บตัวอย่างในตารางสี่เหลี่ยมนับสัตว์ (Quadrates) ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 โดยแบ่งออกเป็นสามบริเวณได้แก่ (1) ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (2) ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (3) ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง ความหนาแน่นของหอยแครงที่พบในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามมีค่าตั้งแต่ 4-32 ตัวต่อตารางเมตร พบว่าหอยแครงจากการเก็บตัวอย่างมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 18.67 ตัวต่อตารางเมตรในบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงหอยแครง รองลงมาคือ ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่พบความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 10.34 ตัวต่อตารางเมตรและพบน้อยสุดในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเท่ากับ 9.67 ตัวต่อตารางเมตร ดังตารางที่ 7 พบว่าความหนาแน่นหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่มีความแตกต่างกันทั้งระหว่างบริเวณและฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ความหนาแน่นของหอยแครงในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าที่พบได้ในฤดูฝน พบความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยแครงในช่วงฤดูแล้งบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงหอยแครง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเท่ากับ 24 ตัวต่อตารางเมตร 13.60 ตัวต่อตารางเมตร และ 12 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝนพบว่าบริเวณแหล่งที่อยู่ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงหอยแครงมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 14.86 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนบริเวณด้านหน้าและด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งพบความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยแครงเท่ากันเท่ากับ 8 ตัวต่อตารางเมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ความหนาแน่นหอยแครงในรอบปี (ตัว/ตร.ม.) บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

เดือน	ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง
ธ.ค.-56	12	20	20
ม.ค.-57	12	16	28
ก.พ.-57	12	16	24
มี.ค.-57	16	12	32
เม.ย.-57	8	4	16
พ.ค.-57	8	8	20
มิ.ย.-57	12	8	12
ก.ค.-57	4	8	12
ส.ค.-57	8	8	12
ก.ย.-57	8	12	16
ต.ค.-57	8	8	12
พ.ย.-57	8	4	20
รวม	116	124	224
ความหนาแน่นเฉลี่ยฤดูแล้ง	12	13	24
ความหนาแน่นเฉลี่ยฤดูฝน	8	8	14.86

1.2 การกระจายของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือก

การกระจายตัวของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียโดยแบ่งตามขนาดความยาวเปลือกบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 พบว่าหอยแครงมีขนาดความยาวเปลือกเล็กสุดอยู่ระหว่าง 1.00-1.25 เซนติเมตร ส่วนหอยแครงมีขนาดใหญ่สุดอยู่ระหว่าง 4.51-4.75 เซนติเมตร พบว่าการกระจายของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือกในแต่ละบริเวณมีความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกัน สัดส่วนของหอยแครงเพศผู้ต่อหอยแครงเพศเมียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.13:1 ซึ่งจากการทดสอบ chi-square พบว่าไม่แตกต่างทางสถิติกับสัดส่วน 1:1 ($p<0.05$) พบหอยแครงเพศผู้ในปริมาณที่มากกว่าหอยแครงเพศเมียเล็กน้อยทั้งสามบริเวณ จำนวนหอยแครงที่จับได้ในฤดูฝนมีค่าใกล้เคียงกับที่จับได้ในช่วงฤดูแล้งดังตารางที่ 8 และตารางที่ 9

ตารางที่ 8 การกระจายของหอยแครงเพศผู้จำแนกตามขนาดความยาวเปลือก (ซม.) ในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

ขนาดตัว (ซม.)	ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง		ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง		ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
1.00-1.25	0	1	0	1	0	0
1.26-1.50	0	4	0	3	0	2
1.51-1.75	0	8	0	6	0	1
1.76-2.00	2	19	0	7	1	2
2.01-2.25	7	20	8	15	9	16
2.26-2.50	27	34	21	36	17	37
2.51-2.75	25	35	19	39	29	32
2.76-3.00	46	30	33	36	17	32
3.01-3.25	37	39	35	38	34	44
3.26-3.50	30	23	20	20	19	27
3.51-3.75	3	16	8	14	8	17
3.76-4.00	0	2	1	4	4	2
4.01-4.25	0	3	0	1	1	2
4.26-4.50	0	0	0	0	0	0
4.51-4.75	0	0	0	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

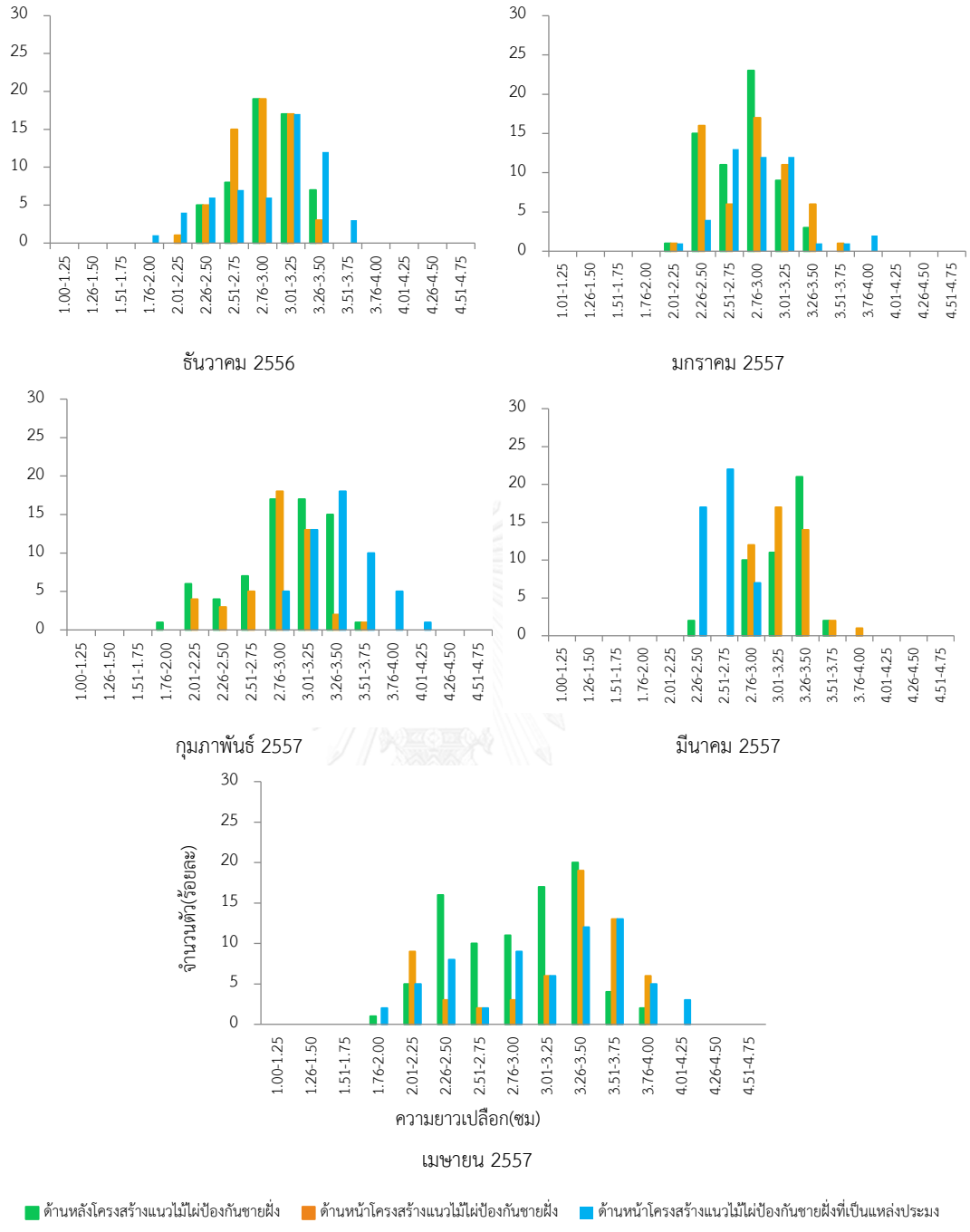
ตารางที่ 9 การกระจายของหอยแครงเพศเมียแยกตามขนาดความยาวเปลือก (ซม.) ในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

ขนาดตัว (ซม.)	ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง		ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง		ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
1.00-1.25	0	0	0	0	0	0
1.26-1.50	0	5	0	2	0	2
1.51-1.75	0	7	0	8	1	4
1.76-2.00	1	13	1	9	0	4
2.01-2.25	4	18	6	19	6	12
2.26-2.50	19	33	13	29	18	26
2.51-2.75	22	28	21	43	25	29
2.76-3.00	33	25	27	34	17	27
3.01-3.25	42	36	32	35	26	40
3.26-3.50	17	21	18	17	15	28
3.51-3.75	3	12	6	13	12	15
3.76-4.00	0	5	2	5	5	3
4.01-4.25	0	1	0	1	1	2
4.26-4.50	0	0	0	0	0	1
4.51-4.75	0	0	0	1	0	0

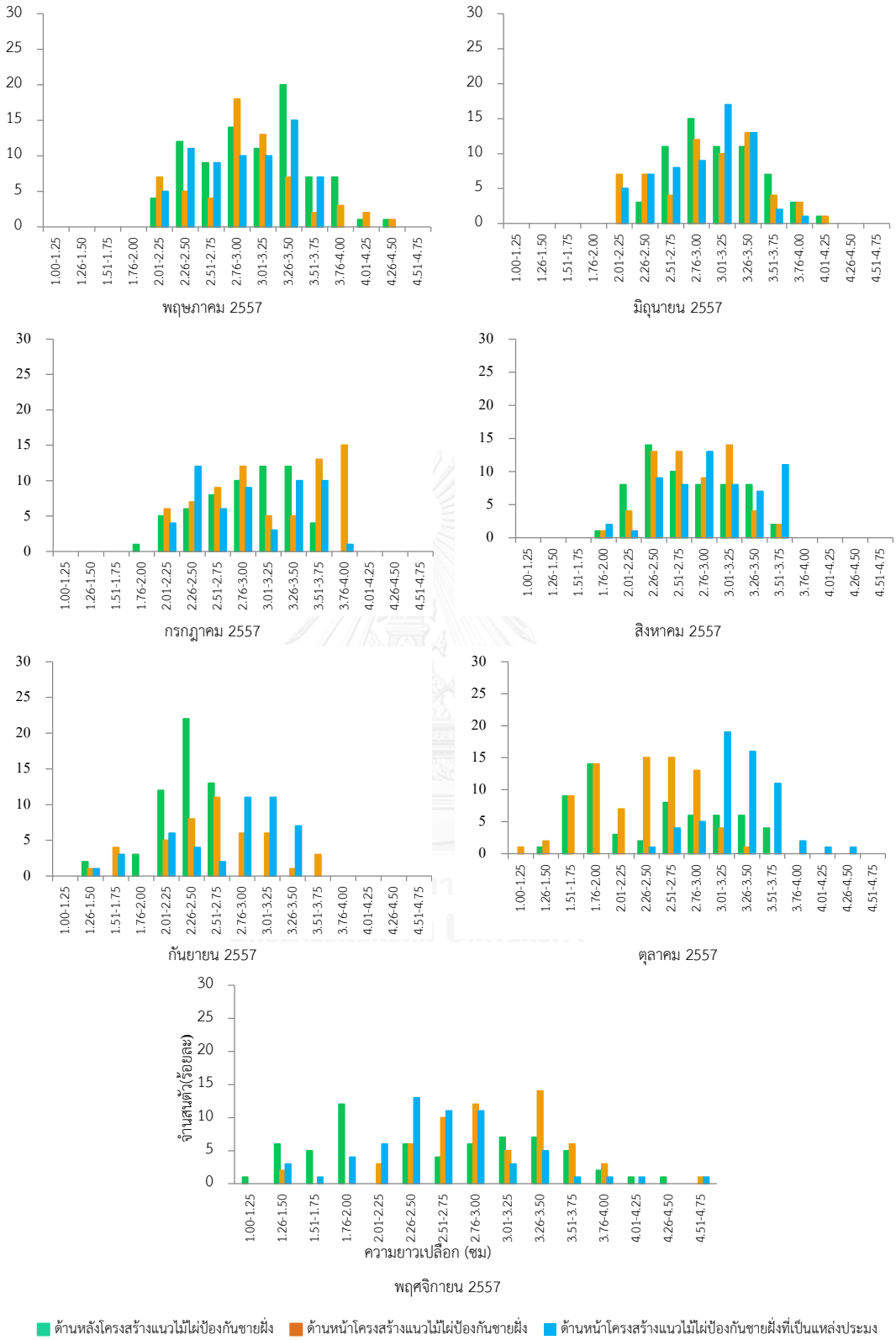
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 8 และรูปที่ 9 แสดงการกระจายของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือกในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในฤดูแล้งและฤดูฝนตามลำดับ พบว่าในบริเวณแหลมใหญ่พบประชากรหอยแครงทั้งหอยแครงเพศผู้และเพศเมียที่มีความชุกชุมมากที่สุดมีขนาดตั้งแต่ 2.26-2.50 ซม. ถึงขนาด 3.26-3.50 ซม. ในทั้งสองฤดู ซึ่งในด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งพบหอยแครงเพศผู้ขนาดใหญ่กลุ่มนี้มากถึงร้อยละ 81.01 ของจำนวนหอยแครงเพศผู้ที่จับได้ ส่วนหอยแครงเพศเมียร้อยละ 82.21 อยู่ในช่วงความยาวเปลือกเดียวกัน ซึ่งในบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและในบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงพบการกระจายของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียมีขนาดตั้งแต่ 2.26-2.50 ซม. ถึงขนาด 3.26-3.50 ซม. หนาแน่นมากที่สุดตั้งแต่ร้อยละ 78.76-81.91 หอยแครงขนาดใหญ่กลุ่มนี้พบบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมากกว่าด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งทั้งสองบริเวณ แต่หอยแครงขนาดใหญ่ตั้งแต่ 3.51-3.75 ซม. ถึง 4.51-4.47 ซม. กลับพบมากบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดตัวของหอยแครงที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในประเทศไทย (ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) พบว่าหอยแครงเพศผู้และเพศเมียกลุ่มเด่นที่พบบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม เป็นกลุ่มหอยที่เจริญพันธุ์สมบูรณ์เต็มที่และสามารถวางไข่ได้ แสดงว่าหอยแครงบริเวณนี้มีการวางไข่ได้ตลอดปี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 8 การกระจายของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือกในรอบปีพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูแล้ง



รูปที่ 9 การกระจายตัวของหอยแครงตามขนาดความยาวเปลือกในรอบปีพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูฝน

2. การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 พบว่าการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินสามบริเวณคือ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงนั้นมีลักษณะคล้ายคลึงกันดังตารางที่ 10 พบว่าฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดิน

ตารางที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

A ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง B ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง C ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง

เดือน	สถานี	ศักย์ไฟฟ้าในดิน (มิลลิโวลต์)	ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (องสาเซลเซียส)	ความเป็นกรด-เบส	ลักษณะกายภาพของดินตะกอน
ธ.ค.-56	A	-168	11.6	24.3	7.77	ดินโคลนสีดำเทาปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
	B	-161	10.2	24.3	7.77	ดินโคลนผิวบนสีน้ำตาลชั้นล่างสีเทาปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
	C	156	11.4	24.3	8.13	ดินโคลนสีเทาดำเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
ม.ค.-57	A	-141	11.5	25.5	7.83	ดินโคลนสีเทาดำเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนเล็กน้อย
	B	-153	11.5	25.5	7.96	ดินโคลนสีเทาดำเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนมาก
	C	-171	11.5	25.5	7.90	ดินโคลนสีเทาดำเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนเล็กน้อย
ก.พ.-57	A	-154	10.6	31.0	7.28	ดินโคลนสีน้ำตาลเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนปานกลาง
	B	-157	10.1	31.0	7.26	ดินโคลนสีน้ำตาลเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนปานกลาง
	C	-148	11.1	31.2	7.34	ดินโคลนสีน้ำตาลเป็นดินโคลนปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนปานกลาง
มี.ค.-57	A	-150	17.9	27.9	6.28	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีเทาปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยบ้างเล็กน้อย
	B	-158	17.9	27.9	6.36	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีเทาปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยปนเล็กน้อย
	C	-161	17.9	27.5	6.47	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีเทาปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อย

ตารางที่ 10 (ต่อ)

เดือน	สถานี	ศักย์ไฟฟ้าในดิน (มิลลิโวลต์)	ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (องสาเซลเซียส)	ความเป็นกรด-เบส	ลักษณะกายภาพของดินตะกอน
เม.ย.-57	A	-155	8.5	32.2	6	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีเทามีทรายปนทราย ดินไม่มีกลิ่น
	B	-130	8.6	32.2	6.19	ดินโคลนสีน้ำตาล ด้านล่างสีเทามีทรายปนทราย ดินไม่มีกลิ่น
	C	-143	8.9	32.5	6.33	ดินโคลนสีน้ำตาล ด้านล่างสีเทามีทรายปนทราย ดินไม่มีกลิ่น
พ.ค.-57	A	-169	9.2	32.7	7	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีเทามีทรายปนทราย ดินไม่มีกลิ่น
	B	-124	9.6	33.1	7.15	ดินโคลนปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
	C	-129	9.1	33.2	7.17	ดินโคลนปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
มิ.ย.-57	A	-281	9.4	31.6	5.57	ดินโคลนน้ำตาลเทาปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
	B	-106	9.4	30.5	7.58	ดินโคลนสีเทาปนทายมีเปลือกหอยปนผสมเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
	C	-157	9.6	30.5	5.58	ดินโคลนสีเทาปนทรายมีเปลือกหอยปนเล็กน้อยไม่มีกลิ่น
ก.ค.-57	A	-165	6.4	30.4	7.53	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีเทามีทรายปนทราย ดินไม่มีกลิ่น
	B	-115	6.4	30	7.63	ดินโคลนปนทรายจำนวนนาก มีเปลือกหอยปน ไม่มีกลิ่น
	C	-144	6.3	30	7.6	ดินโคลนปนทรายสีเทามีเปลือกหอยผสมมากไม่มีกลิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

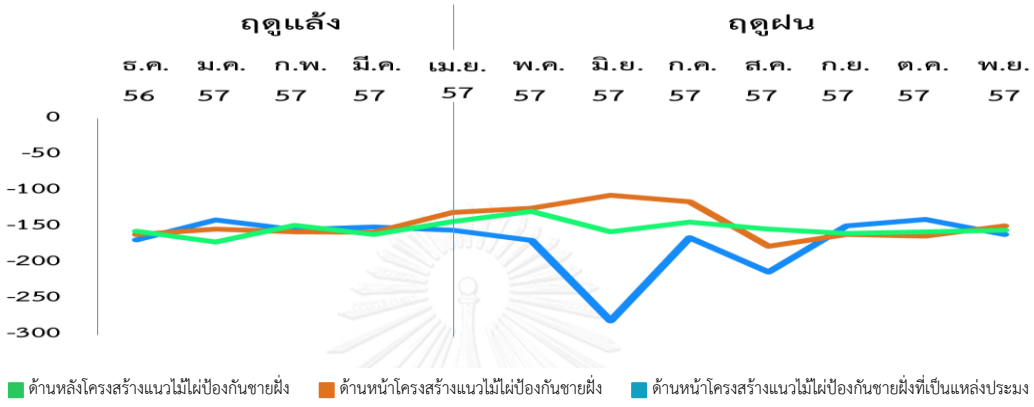
ตารางที่ 10 (ต่อ)

เดือน	สถานี	ศักย์ไฟฟ้าในดิน (มิลลิโวลต์)	ความเค็ม (psu)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเป็นกรด-เบส	ลักษณะกายภาพของดินตะกอน
ส.ค.-57	A	-213	8.6	30.6	7.52	ดินโคลนปนทรายสีน้ำตาลปนเทา ไม่มีกลิ่นมีเปลือกหอยปนเล็กน้อย
	B	-177	8.2	30.6	7.71	ดินโคลนปนทรายสีน้ำตาลปนเทา ไม่มีกลิ่นมีเปลือกหอยปนเล็กน้อย
	C	-153	8.1	30.6	7.7	ดินโคลนสีเทาดำมีทรายผสมมีเปลือกหอยเล็กน้อย
ก.ย.-57	A	-149	11.5	31.5	7.5	ดินโคลนสีน้ำตาล หน้าดินมี Benthos ขนาดเล็ก ไม่มีกลิ่น
	B	-161	11.6	31.9	7.72	ดินโคลนสีน้ำตาลเทามีทรายปนมาก ไม่มีกลิ่น
	C	-159	10.8	31.7	7.72	ดินโคลนสีน้ำตาลเทามีทรายปนมากมีเปลือกหอยผสมไม่มีกลิ่น
ต.ค.-57	A	-140	8.7	29.2	7.61	ดินโคลนสีน้ำตาลเทาปนทรายละเอียดมีเปลือกหอยผสมพบสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก
	B	-163	8.3	29.6	7.72	ดินโคลนปนทรายสีเทา มีเปลือกหอยปนมาก ไม่มีกลิ่น
	C	-157	8.2	29.7	7.8	ดินโคลนปนทรายสีเทา มีเปลือกหอยปนมาก ไม่มีกลิ่น
พ.ย.-57	A	-161	4.2	29.4	7.66	ดินโคลนสีน้ำตาลด้านล่างสีดำมีทรายผสมเปลือกหอยเล็กน้อย
	B	-149	4.4	29.7	7.75	ดินโคลนปนทรายละเอียด มีเปลือกหอยปนเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น
	C	-155	4.1	30.2	7.76	ดินโคลนปนทรายละเอียด มีเปลือกหอยปนเล็กน้อย ไม่มีกลิ่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

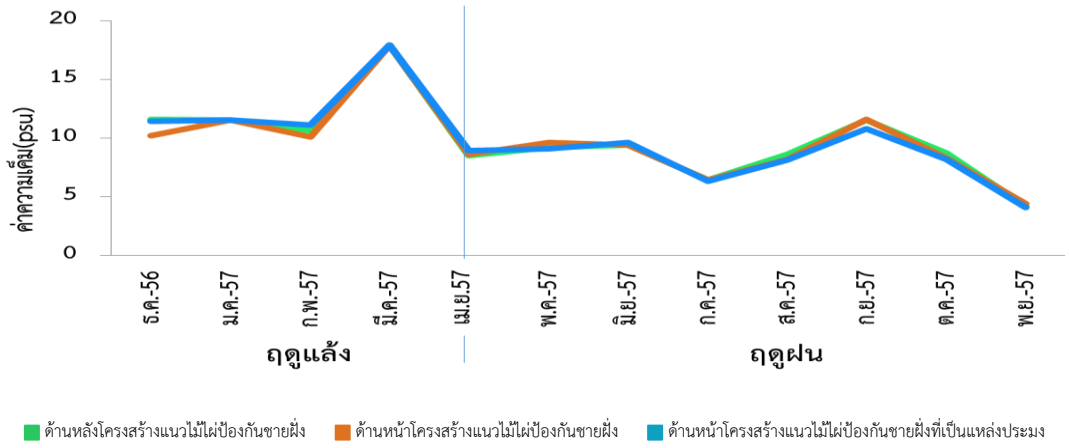
2.1 การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าในดินจากการวัดตลอดทั้งปีในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 พบว่าค่าศักย์ไฟฟ้าในดินตะกอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ทั้งสามบริเวณ ดังรูปที่ 10 แต่มีค่าศักย์ไฟฟ้าในดินตะกอนมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญคือในช่วงฤดูฝน -106 ถึง -218 มิลลิโวลต์พบค่าศักย์ไฟฟ้าในดินสูงกว่าที่พบในช่วงฤดูแล้ง-130 ถึง -171 มิลลิโวลต์



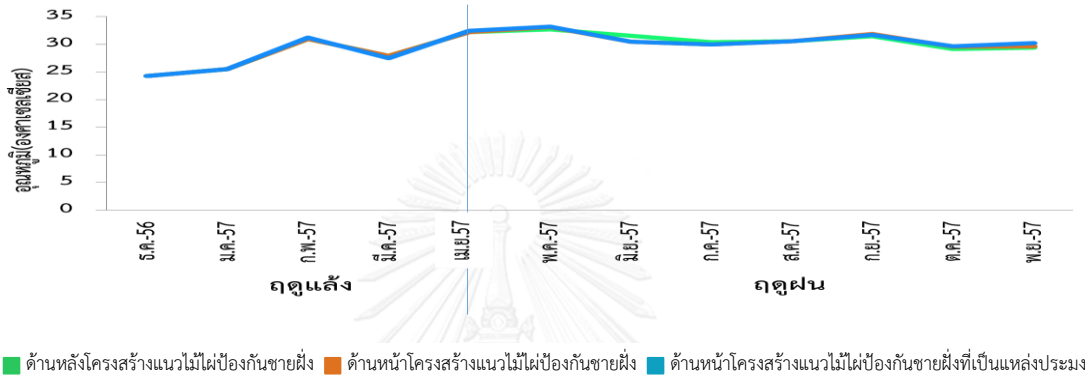
รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555

การเปลี่ยนแปลงความเค็มในดินตะกอนในแต่ละบริเวณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 11 แต่ฤดูกาลมีผลอย่างชัดเจนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มโดยพบว่าความเค็มในดินมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยพบค่าความเค็มสูงในช่วง 8.5-17.9 psu ในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนพบค่าความเค็มในดินอยู่ในช่วง 4.1-11.6 psu



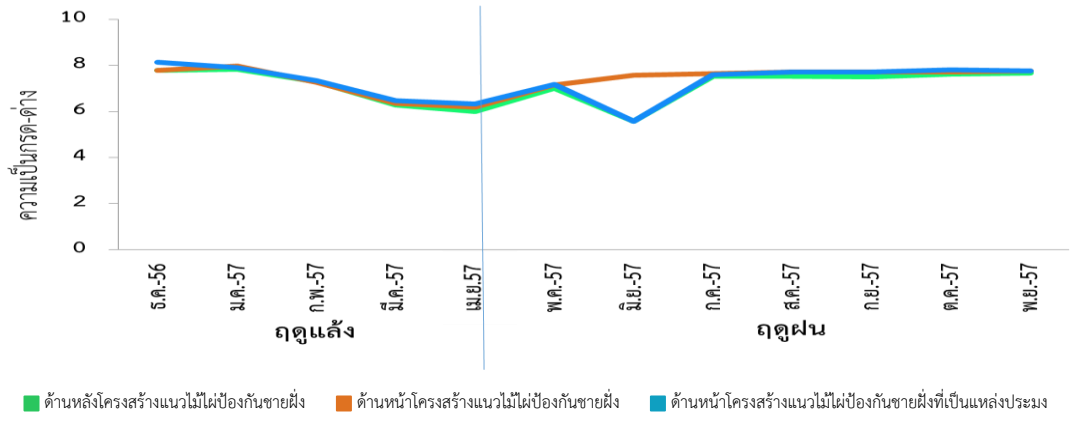
รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความเค็มในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

อุณหภูมิในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 มีค่าใกล้เคียงกันในสามบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างหอยแครง อุณหภูมิในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าในฤดูแล้งอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) อุณหภูมิที่พบในช่วงฤดูฝนมีค่า 29.2-33.2 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงฤดูแล้งมีค่า 24.3-32.5 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 12 การผันแปรของอุณหภูมิในดินจะสอดคล้องกับช่วงน้ำลงต่ำสุด ซึ่งในฤดูแล้งมักเป็นช่วงที่น้ำลงในเวลาตอนกลางคืนเป็นช่วงใกล้เที่ยงคืนหรือหลังเที่ยงคืนไปแล้ว ซึ่งทำให้อุณหภูมิในดินมีค่าต่ำลง ส่วนใหญ่ในช่วงฤดูฝนมักพบช่วงเวลาที่มีน้ำลงต่ำสุดช่วงเที่ยงวันจนไปถึงช่วงบ่ายจึงพบอุณหภูมิในดินตะกอนค่อนข้างสูง



รูปที่ 12 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

ค่าความเป็นกรด-เบสในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามบริเวณดังรูปที่ 13 ความเป็นกรด-เบส ในดินตะกอนมีความแตกต่างกันตามฤดูกาล ($P<0.05$) โดยในช่วงฤดูแล้งพบว่าความเป็นกรด-เบสในดินตะกอนมีค่าในช่วง 6.00-7.96ส่วนในฤดูฝนพบว่าค่าความเป็นกรด-เบสในดินมีค่าต่ำลงในช่วง 5.59-7.8



รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบสในดินบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

2.2 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอน

จากผลการศึกษาสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนในบริเวณพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยศึกษาจากสามบริเวณ ได้แก่ (1) ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (2) ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (3) ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง พบว่าสัดส่วนอนุภาคดินตะกอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทั้งในสามบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างและในช่วงฤดูกาลดังรูปที่ 14 และ รูปที่ 15 พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนทรายแป้ง (Silt) และทราย (Sand) มากในบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง โดยพบว่าลักษณะดินตะกอนในสองบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นดินร่วนเหนียว (Clay loam) และเป็นดินร่วน (Loam) ในขณะที่บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีลักษณะดินตะกอนเปลี่ยนแปลงน้อย พบลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silty clay loam) และดินร่วนปนทรายแป้ง (Silty loam)

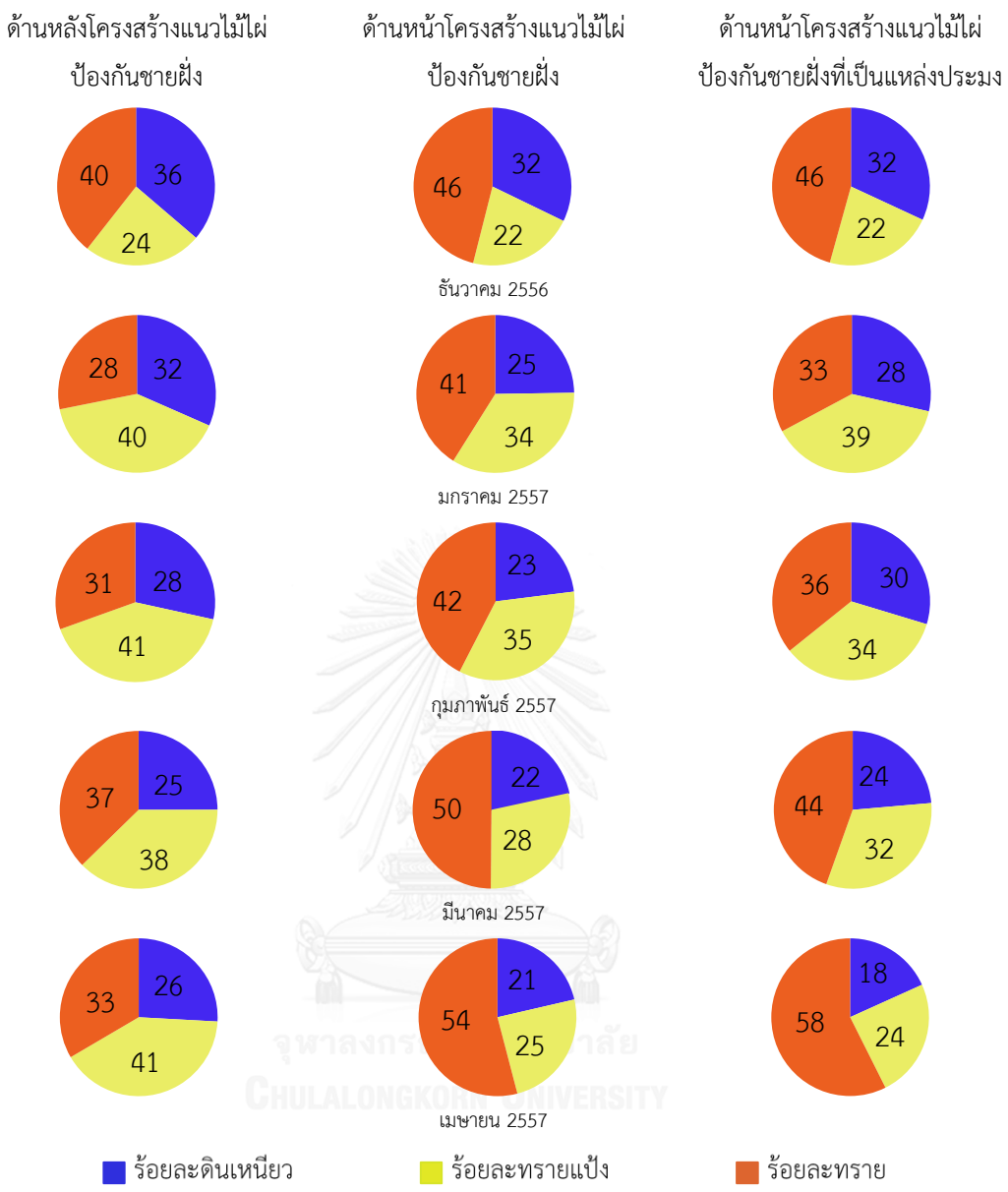
ในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 พบว่าลักษณะดินตะกอนบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีสัดส่วนของดินทรายแป้งเพิ่มขึ้นโดยเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ส่วนบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง มีลักษณะดินตะกอนคล้ายกันเป็นลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) พบว่าปริมาณทรายเพิ่มขึ้นในทั้งสองบริเวณซึ่งเมื่อเวลาผ่านไปในช่วงฤดูฝน พบว่าบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีสัดส่วนดินทรายเพิ่มขึ้นมากเกือบร้อยละ 50 หรือมากกว่า ทำให้ลักษณะดินตะกอนบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงเปลี่ยนเป็นดินร่วน (Loam) ทั้งหมด

เมื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนในพื้นที่แหลมใหญ่จังหวัดสมุทรสงคราม ตามช่วงเวลาที่มีการดำเนินการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนไปตามช่วงอายุของการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งนอกเหนือการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยเปรียบเทียบลักษณะดินตะกอนในบริเวณนี้หลังจากเริ่มปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้ 2 เดือน (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) กับลักษณะดินตะกอนในช่วงการศึกษาครั้งนี้ซึ่งแบ่งได้เป็นช่วงหลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้ 12 เดือน (มกราคม 2557) 18 เดือน(กรกฎาคม 2557) และ 22 เดือน (พฤศจิกายน 2557) ดังตารางที่ 11 พบว่าในบริเวณแหลมใหญ่หลังจากที่มีการดำเนินการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตะกอนโดยมีสัดส่วนของทรายแป้งและทรายเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนของดินเหนียวลดลง ในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งลักษณะเป็นดินเปลี่ยนจากดินร่วนเหนียวปนทรายเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งหลังจากการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นได้ 12 เดือน และกลายเป็นลักษณะดินร่วนปนทรายแป้งเมื่อโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นมีอายุได้ 18 เดือน และ 22 เดือนตามช่วงเวลาการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ เช่นเดียวกับลักษณะดินตะกอนบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันคลื่นที่เป็นแหล่งประมงหอยแครงก็เปลี่ยนจากดินร่วนเหนียวและดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เป็นดินร่วนในที่สุด จะเห็นได้ว่าการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนบริเวณแนวชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงหอยแครง

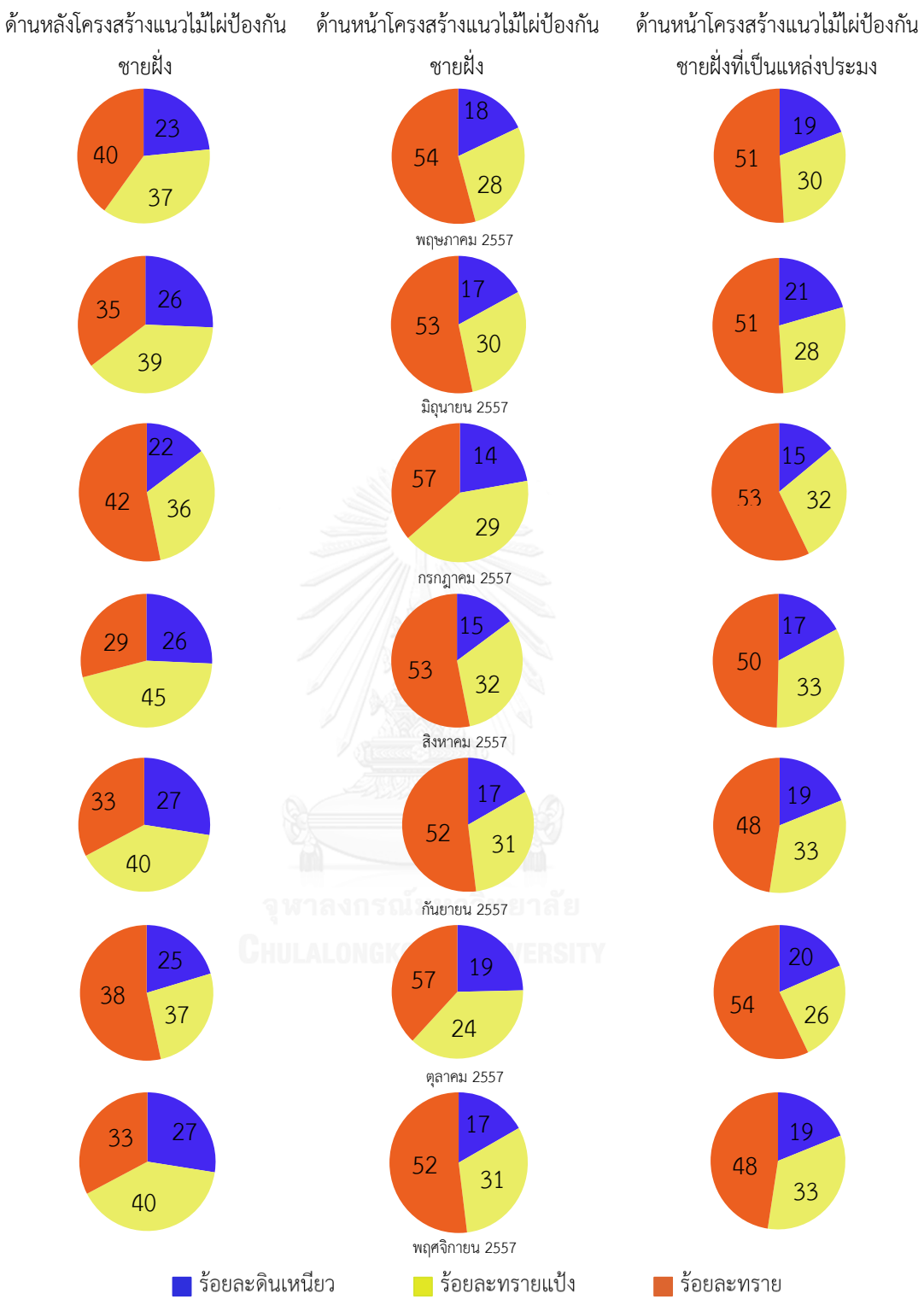
ตารางที่ 11 การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557
*ข้อมูลจาก(ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558)

บริเวณ	ลักษณะดินตะกอน			
	*หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 2 เดือน (มี.ค. 56)	หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 12 เดือน (ม.ค.57)	หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 18 เดือน (ก.ค.57)	หลังการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 22 เดือน (พ.ย.57)
ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทรายแป้ง	ดินร่วนปนทรายแป้ง
ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ดินร่วนเหนียวปนทราย	ดินร่วนเหนียว	ดินร่วน	ดินร่วน
ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง	n.d.	ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง	ดินร่วน	ดินร่วน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 14 ลักษณะดินตะกอนตามสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว (clay) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินทราย (sand) บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูแล้ง

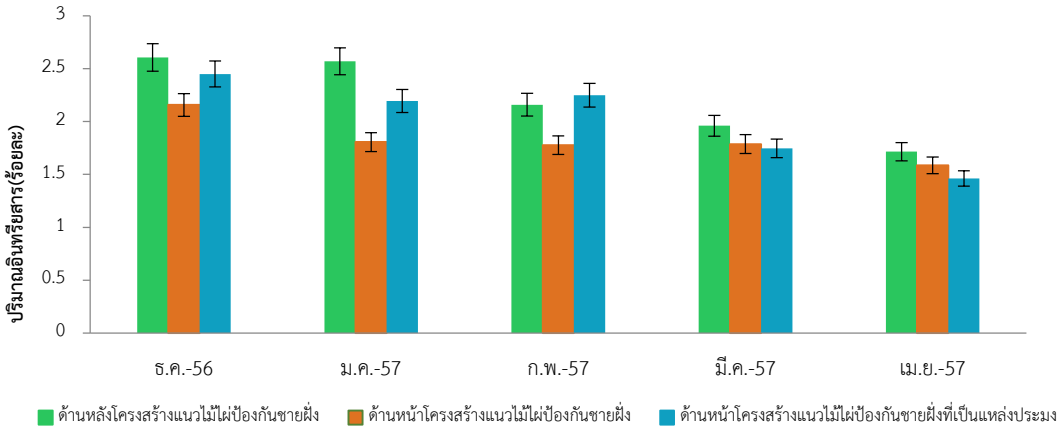


รูปที่ 15 ลักษณะดินตะกอนตามสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว (clay) อนุภาคดินทรายแป้ง (silt) และอนุภาคดินทราย(sand) บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูฝน

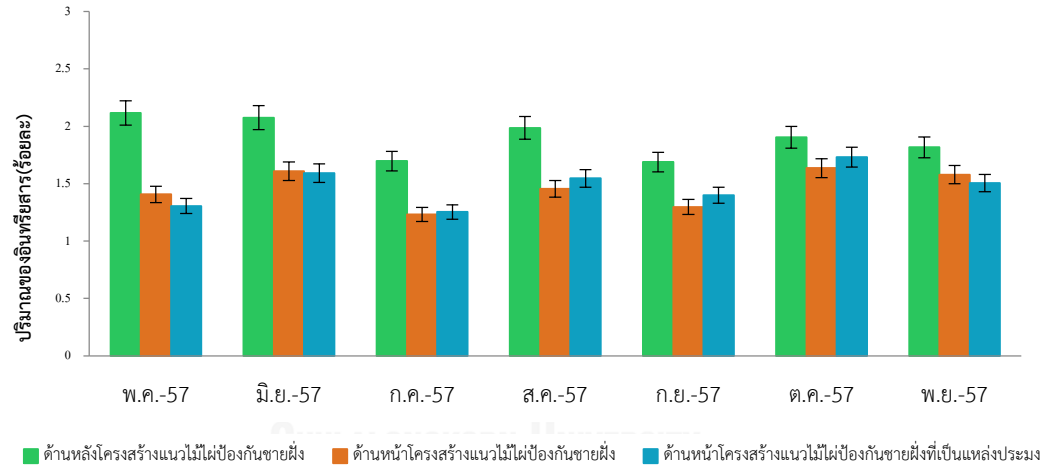
2.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน

ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ทั้งสามบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างหอยแครงได้แก่ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าแนวโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าแนวโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) อยู่ในช่วงร้อยละ 1.25-2.60 รูปที่ 16 แสดงปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ในช่วงฤดูแล้ง และรูปที่ 17 แสดงปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณเดียวกันในช่วงฤดูฝน พบว่าปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนในทั้งสามบริเวณที่เก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีค่าสูงกว่าบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง เมื่อพิจารณาร่วมกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนตามสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว อนุภาคดินทรายแป้งและอนุภาคดินทรายจะพบว่าบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากยังมีสัดส่วนของดินเหนียว ดินทรายแป้งและดินทรายใกล้เคียงกันเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ในขณะที่สัดส่วนดินทรายเพิ่มมากขึ้นในอีกสองบริเวณที่อยู่ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง พบว่าปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนในพื้นที่แหลมใหญ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามฤดูกาล ($p<0.05$) ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าที่พบในฤดูฝน นอกจากนี้ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามมีแนวโน้มลดลงตามช่วงอายุของการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเนื่องจากมีสัดส่วนของดินทรายซึ่งเป็นตะกอนหยาบเพิ่มมากขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 16 ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนเมษายน 2557 ซึ่งเป็นตัวแทนฤดูแล้ง



รูปที่ 17 ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 เป็นตัวแทนฤดูฝน

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของประชากรหอยแครงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่จังหวัดสมุทรสาคร

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของหอยแครง *A. granosa* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมของดินตะกอนซึ่งได้แก่ปริมาณอินทรียสาร สัดส่วนอนุภาคดินตะกอน ศักย์ไฟฟ้าในดิน ความเค็มในดิน ความเป็นกรด-เบสและอุณหภูมิในดิน ดังแสดงในตารางที่ 12 พบว่าความหนาแน่นของประชากรหอยแครงกับปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ เมื่อปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนสูงขึ้นความหนาแน่นของหอยแครงก็มีค่าเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของหอยแครง *A. granosa* มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับสัดส่วนของดินเหนียวอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) คือหอยแครงจะมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อสัดส่วนของดินเหนียวเพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าค่าความเค็มในดินมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของหอยแครงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และเป็นไปในทิศทางเดียวกันแสดงว่าเมื่อความเค็มในดินเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของหอยแครงจะเพิ่มขึ้นด้วย พบอุณหภูมิในดินมีความสำคัญต่อความหนาแน่นของหอยแครงโดยพบความหนาแน่นของหอยแครงมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิในดินแต่ในทิศทางตรงกันข้าม ($p<0.01$) โดยค่าของอุณหภูมิในดินเพิ่มขึ้นจะพบความหนาแน่นของหอยแครงลดลง

ตารางที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของหอยแครงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

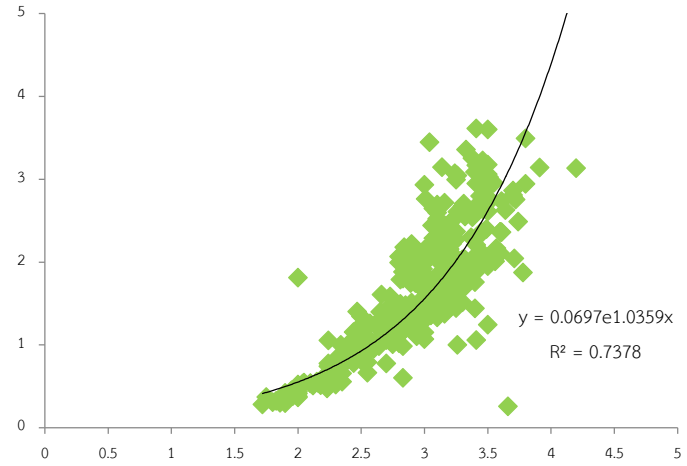
(*คือมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$, **คือมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.01$)

ความหนาแน่นของหอยแครง	ปริมาณอินทรียสาร	ร้อยละของดินเหนียว	ร้อยละของดินทรายแป้ง	ร้อยละของดินทราย	ค่าศักย์ไฟฟ้าในดิน	ความเค็ม	ความเป็นกรดเบส	อุณหภูมิ
A.granosa	0.227*	0.282**	-0.135	-0.081	-0.078	0.439**	0.020	-0.383**

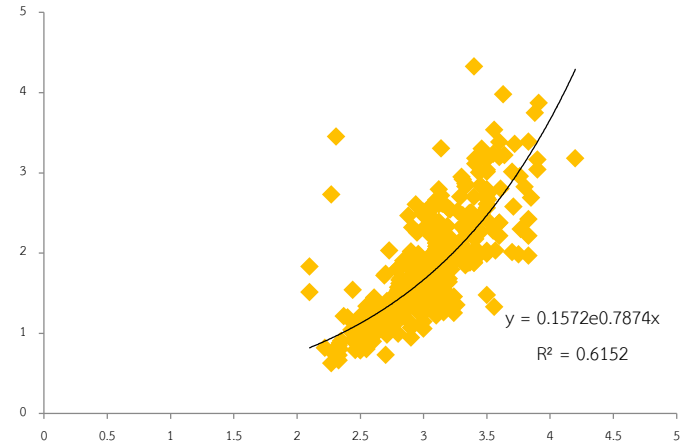
3. การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของหอยแครง

การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าความยาวเปลือกและน้ำหนักตัวมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างเป็นเส้นโค้งเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของเปลือกและน้ำหนักดังรูปที่ 18 และรูปที่ 19 ลักษณะการเติบโตของหอยแครงในช่วงแรกมีความยาวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อัตราการเพิ่มความยาวเปลือกจะลดลงเมื่อหอยแครงโตขึ้นตรงข้ามกับน้ำหนักตัวของหอยแครงจะเพิ่มอย่างช้าๆในช่วงแรก น้ำหนักหอยแครงจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในภายหลัง จากรูปที่ 18 พบว่าอัตราการเติบโตของหอยแครงในสามบริเวณได้แก่ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงหอยแครงมีความใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบที่ขนาดความยาวเปลือกหอยแครงที่เท่ากัน หอยแครงบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีแนวโน้มมีการเติบโตช้ากว่าคือมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งทั้งสองบริเวณ เมื่อเปรียบเทียบขนาดหอยแครงที่มีความกว้างเปลือกเท่ากันดังรูปที่ 19 พบว่าหอยแครงมีขนาดความกว้างเปลือกประมาณ 2 ซม. ซึ่งเป็นหอยแครงขนาดเล็กจะมีการเติบโตช้ากว่าหรือมีการเพิ่มน้ำหนักตัวน้อยกว่าในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง แต่เมื่อเป็นหอยขนาดใหญ่ที่มีความกว้างตั้งแต่ 2.5-3.0 ซม. ขึ้นไป มีอัตราการเติบโตของหอยใกล้เคียงกันทั้งสามบริเวณ

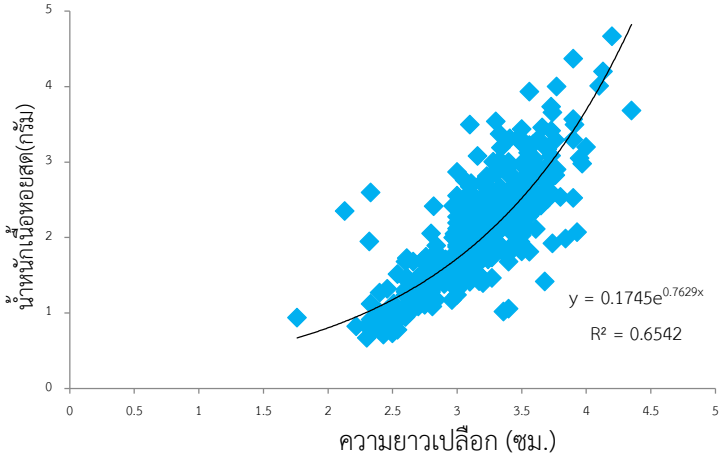
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง

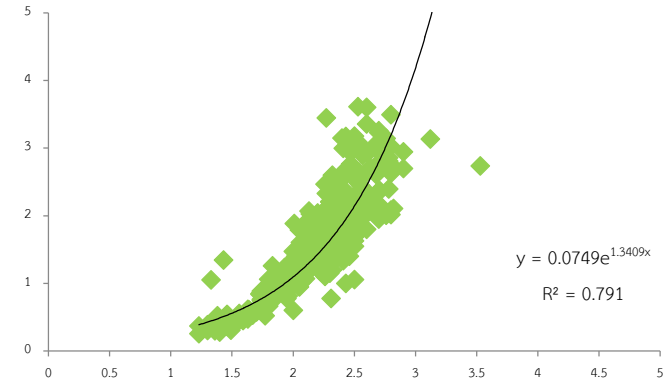


ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง

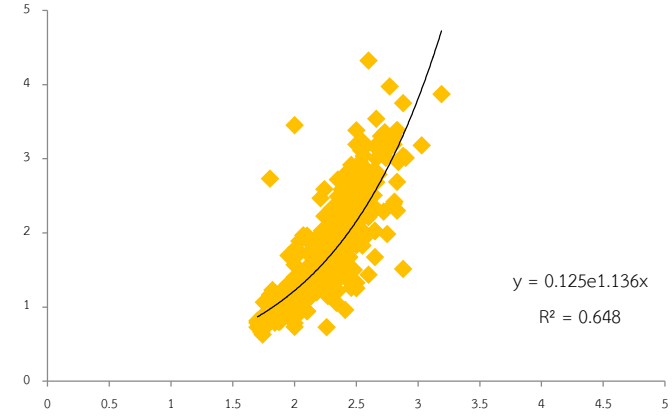


ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง

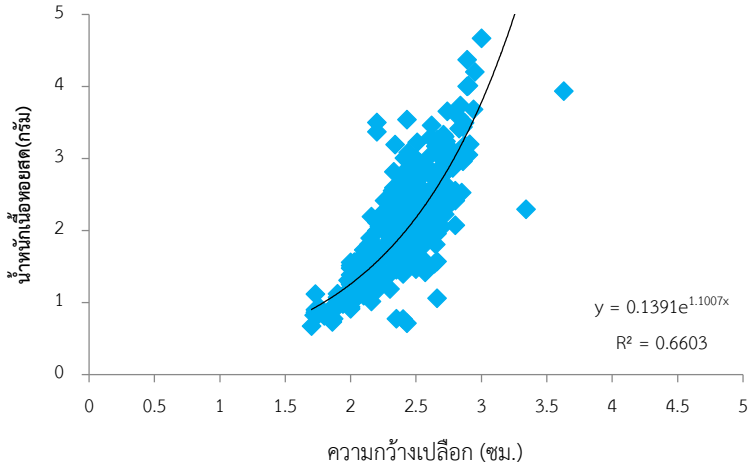
รูปที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเปลือก (ซม.) กับน้ำหนักเนื้อหอยแครงสด (กรัม) ในประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557



ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง



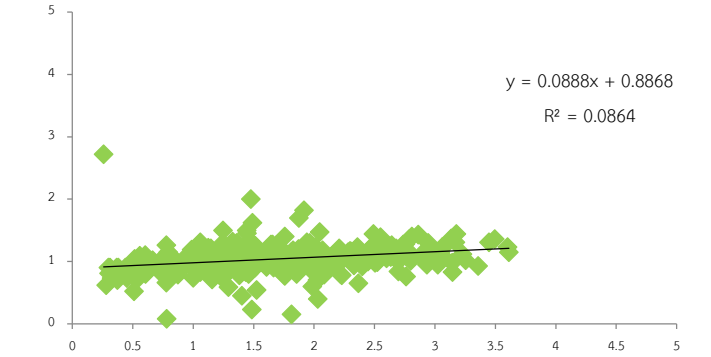
ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง



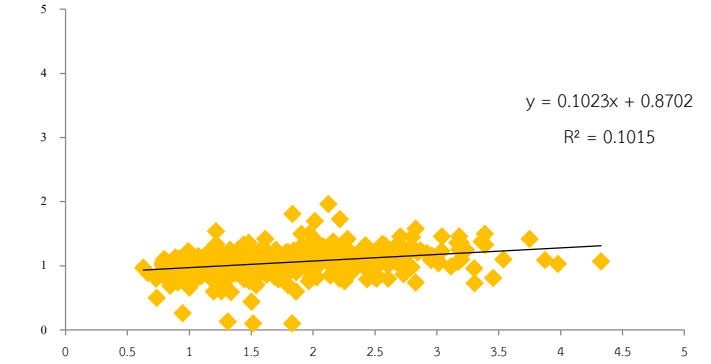
ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง

รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างเปลือก (ซม.) กับน้ำหนักเนื้อหอยแครงสด (กรัม) ในประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

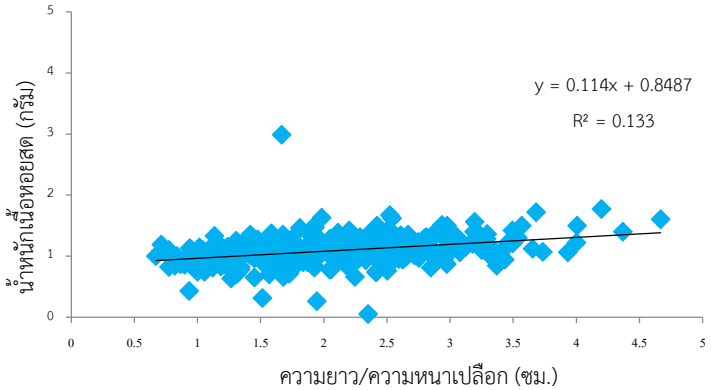
การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของความยาวเปลือกต่อความหนาเปลือกกับน้ำหนักสดของหอยแครงทั้งสามบริเวณในพื้นที่ จังหวัดสมุทรสงคราม ดังรูปที่ 20 ความสัมพันธ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นเส้นตรง สัดส่วนความยาวเปลือกต่อความหนาเปลือกในประชากรหอยแครงของหอยแครงค่อนข้างคงที่ ความสัมพันธ์ดังกล่าวคล้ายกันในหอยแครงที่พบทั้งสามบริเวณ



ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง



ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง



ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง

รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนความยาวเปลือกต่อความหนาเปลือก (ซม.) กับน้ำหนักเนื้อหอยแครงสด (กรัม) ในประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

4. การเจริญพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

4.1 ระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครง

จากการศึกษาระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้และเพศเมียจากตัวอย่างบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม โดยการศึกษาทางมิญชวิทยา พบระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียแบ่งออกเป็น 5 ระยะดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development) พบว่าในระยะนี้เป็นระยะเริ่มแรกหลังจากเซลล์มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หมดแล้วและเข้าสู่ระยะพักตัว ในระยะนี้ไม่สามารถสังเกตจากลักษณะภายนอกได้ โดยในหอยแครงเพศผู้พบท่อสเปิร์มมีการขยายขนาดใหญ่ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกระหว่างท่อน้อยลง พบเซลล์สเปอร์มาโทโกเนีย สเปอร์มาโทไซต์มีขนาดเล็กและติดอยู่ตามฟอลิเคิล ส่วนในหอยแครงเพศเมียมีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นของท่อฟอลิเคิล ช่องว่างรังไข่มีการแทรกของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน พบเซลล์ โอโอโกเนีย มีขนาดเล็กตามผนังฟอลิเคิล

ระยะที่ 2 กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) เป็นระยะที่พบว่าในหอยแครงเพศผู้มีการพัฒนาเซลล์จากสเปอร์มาโทไซต์เป็นสเปอร์มาทิด โดยพบปริมาณการพัฒนาเซลล์สเปอร์มาโทไซต์มากกว่าร้อยละ 50 ภายในฟอลิเคิล ในระยะนี้อาจจะพบในส่วนของเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่ด้วยแต่มีปริมาณน้อยอยู่ในหอยแครงเพศเมียพบว่าพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์โอโอโกเนียมีการพัฒนาเป็นโอโอไซต์ระยะแรกและเซลล์โอโอไซต์ระยะหลัง ซึ่งในระยะนี้จะพบเป็นโอโอไซต์ระยะแรกเริ่มและโอโอไซต์ระยะหลังมากกว่าโอโอโกเนีย นอกจากนี้อาจจะพบเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่ได้อีกด้วย

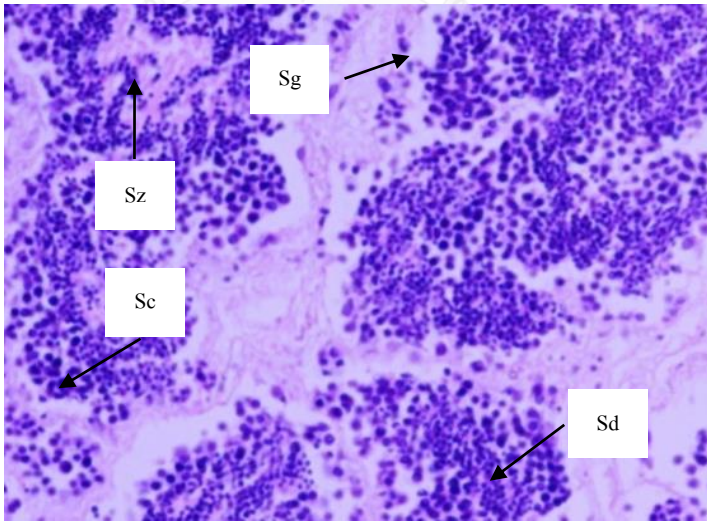
ระยะที่ 3 สมบูรณ์เพศ (Mature gonad) เป็นระยะที่เซลล์สืบพันธุ์เจริญเต็มที่พร้อมที่จะปล่อยเซลล์ทั้งหมดออกสู่ภายนอก ในระยะนี้พบหอยแครงเพศผู้มีการสร้างท่อในการนำสเปิร์มขนาดใหญ่ เซลล์จะพัฒนาการจากสเปอร์มาทิดเป็นสเปอร์มาโตซัวหรืออสุจิ พบว่าสเปอร์มาโตซัวจำนวนมากพบสเปอร์มาโทไซต์และสเปอร์มาทิดได้ในปริมาณน้อย ในระยะนี้สามารถสังเกตจากลักษณะภายนอกได้ด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นสีขาวขุ่นในหอยแครงเพศผู้ ส่วนหอยแครงเพศเมียพบว่าพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์จากโอโอไซต์ระยะหลังไปเป็นเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่ โดยพบว่าทั้งฟอลิเคิลมีเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่มากที่สุด แต่ก็ยังพบสเปอร์มาโทไซต์และสเปอร์มาทิดได้บ้างเล็กน้อย ในหอยแครงเพศเมียในระยะนี้สามารถมองเห็นได้จากลักษณะภายนอกเป็นสีส้มแดง ซึ่งพบว่ามีเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่มากกว่าร้อยละ 80 ของเซลล์ทั้งหมด

ระยะที่ 4 มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spawning) เป็นระยะที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไปแล้วบางส่วนในหอยแครงเพศผู้พบว่าภายในท่อสร้างน้ำเชื้อมีการปล่อยสเปิร์มออกไป แต่ยังมีสเปิร์มเหลืออยู่ ในท่อ จะเห็นได้ว่าในระยะนี้เซลล์เริ่มมีการเหี่ยวลงของฟอลิเคิลในเพศเมียและท่อส่งเสปอร์มในเพศผู้ ไม่ขยายกว้างเหมือนในระยะเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่ในหอยแครงเพศเมียพบว่าพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์มีการปล่อยเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่ภายในฟอลิเคิลออกไปภายนอก แต่ยังมีเซลล์เจริญพันธุ์เต็มที่หลงเหลืออยู่บ้าง

ระยะที่ 5 ระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spent) เป็นระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกไปแล้วทั้งในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมีย ผนังของฟอลิเคิลจะเหี่ยวและมีขนาดเล็กลง อาจพบเซลล์สืบพันธุ์หลงเหลืออยู่บ้างแต่น้อยมาก ในหอยแครงบางตัวฟอลิเคิลจะเข้าสู่ช่วงพักจากการวางไข่แล้วจะกลับมาเริ่มต้นสร้างเซลล์สืบพันธุ์ใหม่อีกครั้ง

4.1.1 การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศผู้

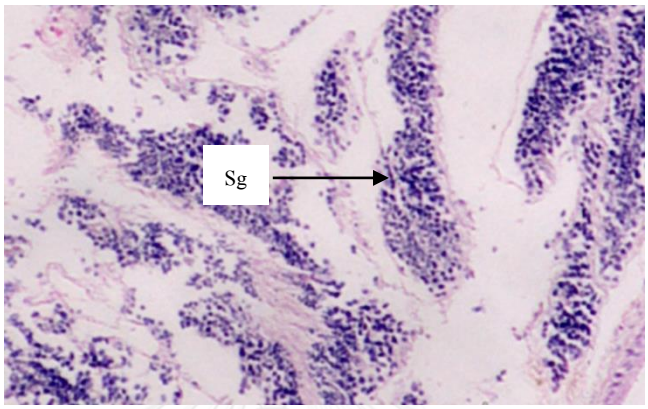
ลักษณะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศผู้จากการศึกษาทางมิญชวิทยาพบว่าเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศผู้ จะประกอบด้วยสเปอร์มาโทโกเนีย (Spermatogonia) พบเป็นเซลล์อยู่รอบๆของท่อสร้างอสุจิเป็นเซลล์กลมๆ ขนาดใหญ่และมีนิวเคลียสอยู่ภายในนิวเครียสติดสีน้ำเงินตรงกลาง ซึ่งเซลล์จะติดอยู่กับผนังของฟอลิเคิลดังรูปที่ 21 เซลล์ดังกล่าวจะพัฒนาต่อไปเป็น สเปอร์มาโทไซต์ (Spermatocyte) ซึ่งจะเห็นเป็นเซลล์ขนาดใหญ่กว่าสเปอร์มาโทโกเนีย ลักษณะที่มีรูปร่างเป็นวงกลมนิวเคลียสขนาดใหญ่ติดสีน้ำเงินชัดเจน จากนั้นสเปอร์มาโทไซต์จะพัฒนาไปเป็นสเปอร์มาทิด (Spermatid) ขนาดของเซลล์จะมีขนาดเล็กลงอยู่ภายในท่อสร้างอสุจิ พบเซลล์สเปอร์มาทิดจำนวนมากต่อจากสเปอร์มาทิดพัฒนาเข้าสู่ระยะสเปอร์มาโตซัว (Spermatozoa) ซึ่งพบจำนวนมากในท่อลูเมนของท่อสร้างอสุจิเป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กมีส่วนหัวติดสีน้ำเงินเข้มและส่วนหางจะเป็นสันเล็กๆ ย้อมติดสีแดงชมพูสเปอร์มาโทซัวพัฒนาเป็นอสุจิ ซึ่งเป็นระยะท้ายสุดของพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศผู้ก่อนที่จะปล่อยออกไปปฏิสนธิภายนอก เซลล์มีนิวเคลียสกลมขนาดเล็กที่เห็นได้ชัดมีส่วนหางเรียงตัวชิดกับท่อลูเมน (Lumen)



รูปที่ 21 ลักษณะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศผู้ (Sg : สเปอร์มาโตโกเนีย, Sc : สเปอร์มาโตไซต์, Sd: สเปอร์มาทิด, Sz: เปอร์มาโตซัว)

1. ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์

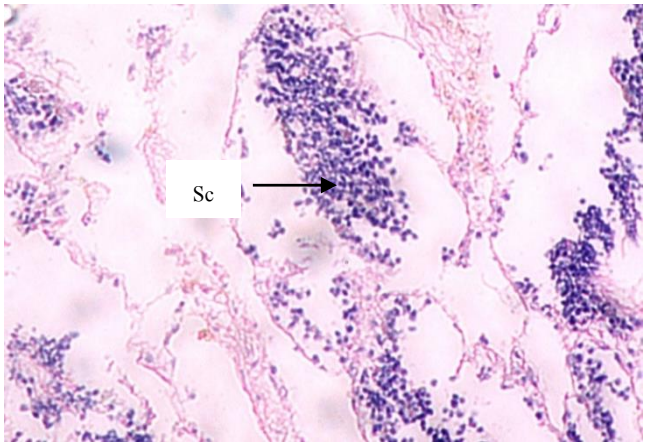
ในระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้พบมีการสร้างสเปอร์มาโตโกเนียขนาดเล็กเกิดขึ้นบนผนังฟอลิเคิล ท่อสเปิร์มในหอยแครงเพศผู้มีการขยายใหญ่ขึ้น พบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกระหว่างท่อน้อยลง พบเซลล์สเปอร์มาโตโกเนียมีขนาดเล็กและติดตามอยู่ฟอลิเคิลซึ่งพัฒนาต่อเป็นสเปอร์มาโตไซต์ขนาดเล็กดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development) (Sg : สเปอร์มาโตโกเนีย)

2. ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์

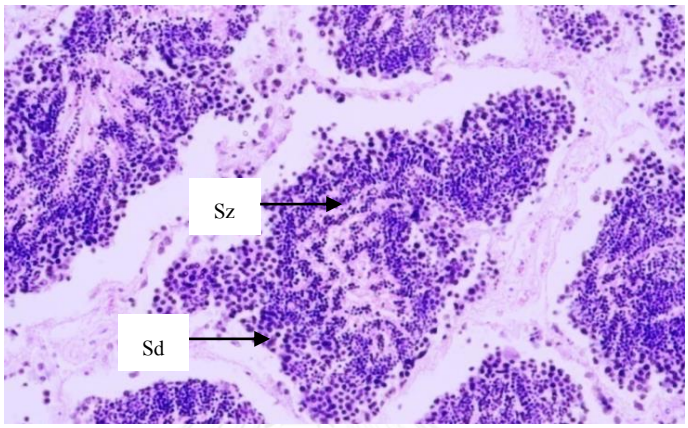
ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้จะพบมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์หลายระยะด้วยกันโดยสเปอร์มาโตโกเนียพัฒนาเป็นสเปอร์มาโตไซต์ ซึ่งมีการพัฒนาต่อไปจากเซลล์สเปอร์มาโตไซต์เป็นสเปอร์มาทิด โดยที่ในระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์พบปริมาณการพัฒนาเซลล์สเปอร์มาไซต์มากกว่าร้อยละ 50 ภายในฟอลิเคิลดังรูปที่ 23 ในระยะนี้อาจพบเซลล์สืบพันธุ์ที่เป็นเซลล์ที่เจริญพันธุ์เต็มที่ (อสุจิ) แต่มีปริมาณน้อยอยู่



รูปที่ 23 ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) (Sc : สเปอร์มาโตไซต์)

3. ระยะสมบูรณ์เพศ

ในระยะนี้พบเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้เจริญพันธุ์เต็มที่พร้อมที่จะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมดออกสู่ภายนอกดังรูปที่ 24 มีการสร้างท่อนำสเปิร์มขนาดใหญ่ เซลล์มีการพัฒนาจากสเปอร์มาทิดเป็นสเปอร์มาโตซัว พบว่ามีสเปอร์มาโตซัวเป็นจำนวนมาก แต่สามารถพบเซลล์ที่เป็นสเปอร์มาโตไซต์และสเปอร์มาทิดในปริมาณน้อย

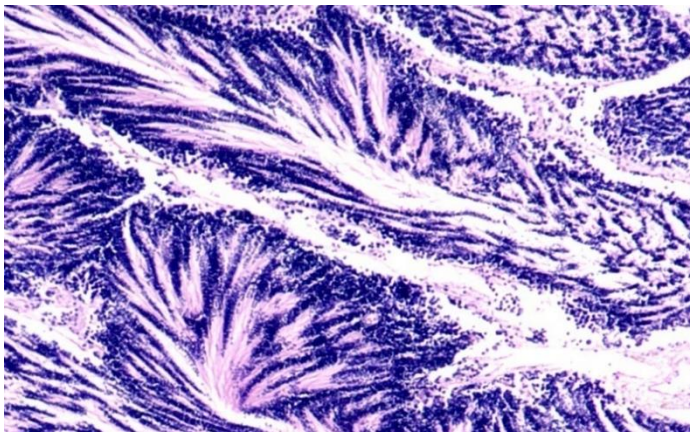


รูปที่ 24 ระยะสมบูรณ์เพศ (Mature gonad) (Sd : สเปอร์มาทิด, Sz : สเปอร์มาโตซัว)

4. ระยะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

ในหอยแครงเพศผู้ที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในระยะที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไปแล้วบางส่วนดังรูป 25 พบว่าในท่อสร้างน้ำเชื้อมีการปล่อยสเปอร์มาโตซัวออกไปแต่ยังมีสเปอร์มาโตซัวที่อยู่ในท่อ จะเห็นได้ว่าระยะนี้เซลล์เริ่มมีการเหี่ยวลงไม่ขยายกว้างเหมือนในระยะสมบูรณ์เพศ

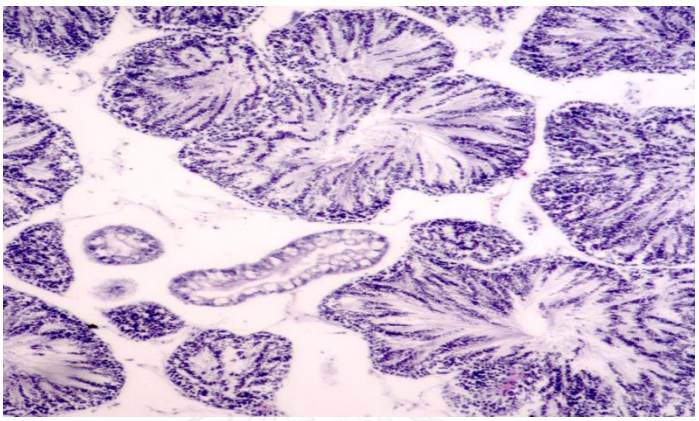
Chulalongkorn University



รูปที่ 25 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spawning)

5. ระยะหลังมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

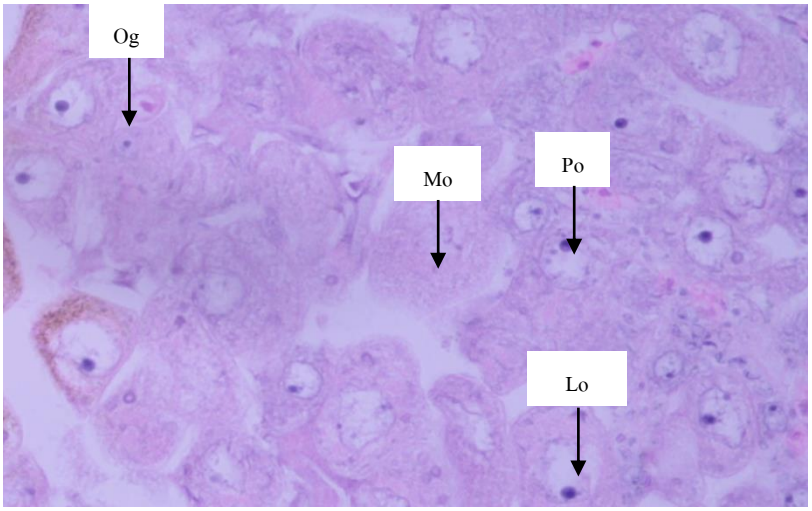
ระยะสุดท้ายของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้เป็นระยะที่เซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกไปแล้ว ผนังฟอลิเคิลมีขนาดเล็กลง อาจพบเซลล์สืบพันธุ์หลงเหลืออยู่บ้างในบางฟอลิเคิลดังรูปที่ 26 หอยแครงบางตัวสู่ช่วงพักจากการวางไข่แล้วกลับมาเริ่มต้นเซลล์สืบพันธุ์ใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 26 ระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spent)

4.1.2 การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศเมีย

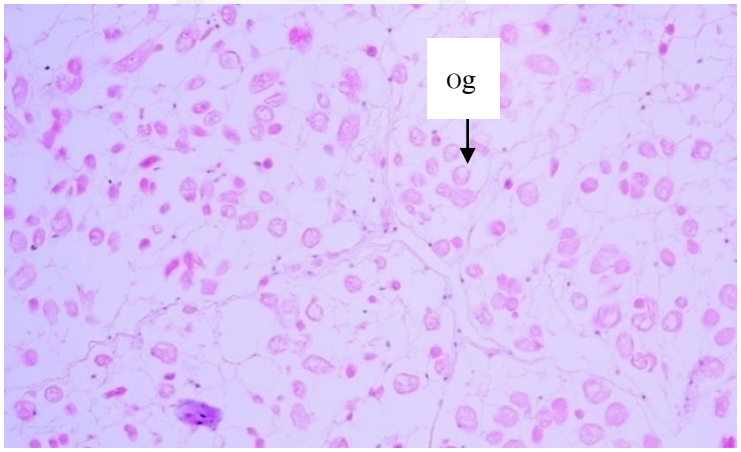
ลักษณะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศเมียจากการศึกษาทางมิญชวิทยา ประกอบไปด้วย โอโอโกเนีย (Oogonia) มีลักษณะเป็นเซลล์กลมๆอยู่ตามผนังฟอลิเคิล เมื่อย้อมสีจะเห็นนิวเคลียสติดสีชมพูอ่อนเห็นนิวเครียเมมเบรน (Nuclear membrane) อยู่กลางเซลล์เห็นไซโทพลาสซึมติดสีชมพูเป็นระยะเริ่มต้นของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศเมียดังรูปที่ 27 จากนั้นจะพัฒนาการไปเป็น โอโอโกเนียระยะเริ่มแรก (Primary oogonia) ที่พัฒนามาจากเซลล์โอโอโกเนียมีลักษณะเซลล์กลมที่ขยายขึ้นกว่าเดิม เซลล์โอโอโกเนียระยะแรกเริ่มต่อไปจะพัฒนาเข้าสู่โอโอโกเนียระยะหลัง (Last oogonia) ซึ่งในระยะนี้พบเซลล์มีการเปลี่ยนรูปร่างจากกลมเริ่มเปลี่ยนเป็นรูปวงรีมีการสะสมพวกโปรตีนและไขมัน (Yolk) โดยส่วนของก้านจะยึดติดส่วนของฟอลิเคิลและพัฒนาไปเป็นระยะสุดท้ายระยะสมบูรณ์เพศ (Mature oocyte) ระยะสุดท้ายในการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียซึ่งเป็นระยะที่เซลล์เจริญเต็มที่จะพบเซลล์มีขนาดใหญ่และจะหลุดจากฟอลิเคิลเข้าสู่ท่อลูเมน



รูปที่ 27 ลักษณะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศเมีย (Og : โอโอโกเนีย, Po : โอโอโกเนียระยะแรกเริ่ม, Lo : โอโอโกเนียระยะหลัง , Mo : ระยะสมบูรณ์เพศ)

1. <u>ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์</u>

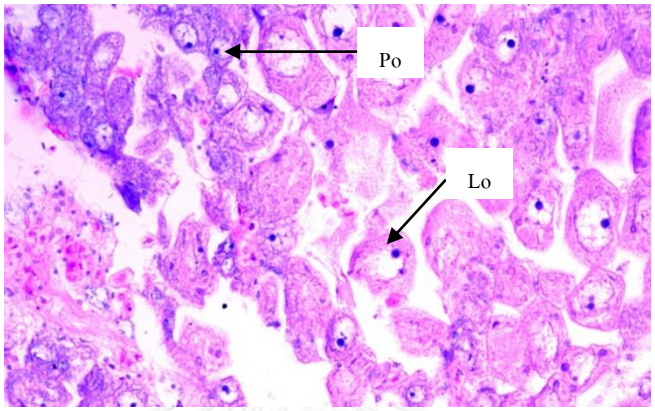
การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมียในระยะแรกพบการขยายใหญ่ของท่อฟอลิเคิลดังรูปที่ 28 ช่องว่างในรังไข่มีการแทรกตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน พบเซลล์โอโอโกเนียที่มีขนาดเล็กอยู่ตามผนังฟอลิเคิล เซลล์โอโอโกเนียในหอยแครงเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าสเปอร์มาโตโกเนีย



รูปที่ 28 ระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Initial follicle development) (Og : โอโอโกเนีย)

2. ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์

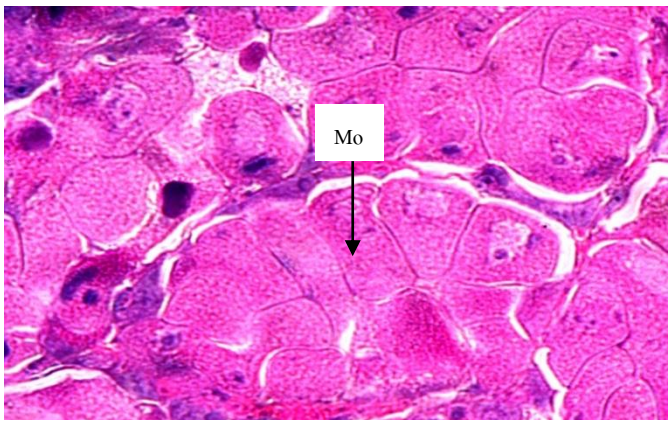
จากรูปที่ 29 แสดงระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมีย พบว่าเซลล์โอโอโกเนียพัฒนาเป็นเซลล์โอโอโกเนียระยะแรกเริ่มและโอโอโกเนียระยะหลัง ในระยะนี้จะพบพัฒนาเป็นเซลล์โอโอโกเนียแรกเริ่มและโอโอโกเนียระยะหลังมากว่าเซลล์โอโอโกเนีย อาจพบเซลล์ในระยะเจริญพันธุ์เต็มที่ได้บ้าง



รูปที่ 29 ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (Development gonad) (Po : โอโอโกเนียระยะแรกเริ่ม, Lo: โอโอโกเนียระยะหลัง)

3. ระยะสมบูรณ์เพศ

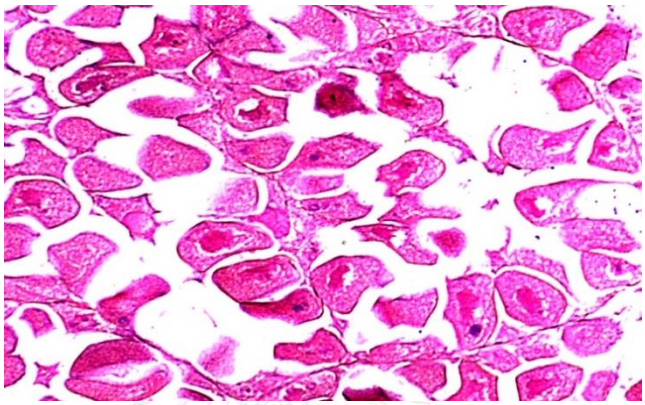
การพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมียในระยะสมบูรณ์เพศดังรูปที่ 30 จะพบว่าเซลล์สืบพันธุ์มีการพัฒนาจากเซลล์ระยะโอโอไซต์ระยะหลังไปเป็นเซลล์ระยะเซลล์ที่เจริญเต็มที่ ภายในฟอลิเคิลพบจำนวนของเซลล์ที่เจริญพันธุ์เต็มที่มากที่สุด โดยในระยะนี้พบเซลล์ที่เจริญพันธุ์เต็มที่มากกว่าร้อยละ 80 แต่ยังสามารถพบเซลล์ระยะโอโอไซต์ระยะแรกเริ่มกับโอโอไซต์ระยะหลังได้บ้างเล็กน้อย



รูปที่ 30 ระยะสมบูรณ์เพศ (Mature gonad) (Mo : ระยะสมบูรณ์เพศ)

4. ระยะมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

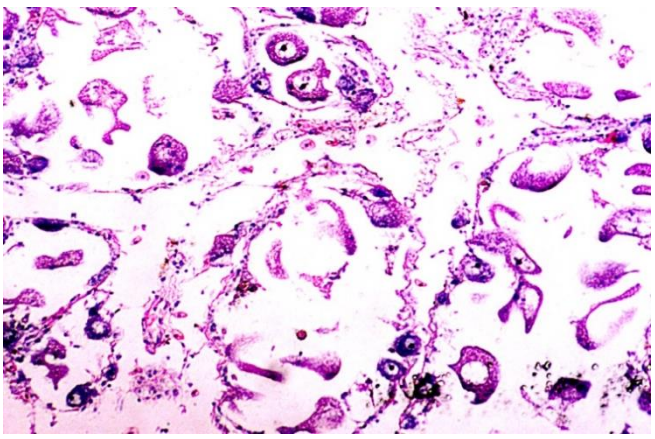
ในระยะนี้พบว่าหอยแครงเพศเมียมีการปล่อยเซลล์ที่เจริญพันธุ์เต็มที่ออกมาจากฟอลิเคิลดังรูปที่ 31 แต่ยังสามารถพบเซลล์ที่เจริญเต็มที่แล้วเหลืออยู่ นอกจากนี้พบเซลล์โอโอไซต์ระยะแรกเริ่มและโอโอไซต์ระยะหลังที่มีขนาดเล็กติดตามผนังฟอลิเคิลพร้อมที่จะเจริญพันธุ์เต็มที่และหลุดเข้ามาอยู่ใจกลางฟอลิเคิลต่อไป



รูปที่ 31 ระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spawning)

5. ระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

ในระยะนี้พบว่าผนังฟอลิเคิลมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ไปจนหมด จะมีลักษณะเหี่ยวและมีขนาดเล็กลงดังรูปที่ 32 อาจพบเซลล์สืบพันธุ์หลงเหลืออยู่บ้าง พบมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันถูกสร้างขึ้นมาใหม่



รูปที่ 32 ระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Spent)

4.2 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity)

4.2.1 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศผู้

จากการศึกษาขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity) ของหอยแครงเพศผู้ พบว่าหอยแครงเพศผู้ในระยะสมบูรณ์เพศในระยะที่ 3 มีขนาดที่สมบูรณ์เพศแรกเริ่มเท่ากับ 2.35 ซม. ซึ่งพบหอยแครงเพศผู้ที่สมบูรณ์เพศมากถึงร้อยละ 48.21 ดังตารางที่ 13 รองลงมาคือ หอยแครงเพศผู้ที่กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งพบในหอยแครงขนาดเล็กสุดเท่ากับ 2.33 ซึ่งหอยแครงเพศผู้ในระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์พบได้ร้อยละ 25 หอยแครงเพศผู้ที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกภายนอกพบได้ร้อยละ 14.29 หอยแครงกลุ่มนี้มีขนาดตัวเล็กสุดที่พบเท่ากับ 2.50 ซม. หอยแครงเพศผู้กลุ่มที่พบได้น้อยสุดคือกลุ่มหอยแครงที่เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และกลุ่มหอยแครงที่อยู่ในระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เท่ากับร้อยละ 8.93 และ 3.57 ตามลำดับ หอยแครงขนาดเล็กสุดที่พบในระยะที่เริ่มมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เท่ากับ 2.31 ซม. ส่วนหอยแครงเพศผู้หลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แล้วมีขนาดเล็กสุดเท่ากับ 2.87 ซม. เมื่อพิจารณารวมกับข้อมูลการกระจายตัวของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามจะเห็นได้ว่าประชากรหอยแครงเพศผู้ที่จับได้ส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่พร้อมจะสืบพันธุ์ได้แล้วหอยแครงเพศผู้ที่จับได้ปริมาณมากที่สุดทั้งบริเวณมักเป็นหอยแครงที่มีความยาวเปลือกตั้งแต่ 2.30-3.59 ซม. คิดเฉลี่ยร้อยละ 81.82

4.2.2 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศเมีย

จากการศึกษาขนาดที่มีความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศเมียในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ดังตารางที่ 13 พบว่าหอยแครงเพศเมียที่มีความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มมีขนาดความยาวเปลือกเท่ากับ 2.35 ซม. ซึ่งเท่ากันกับขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศผู้ ซึ่งพบหอยแครงเพศเมียที่สมบูรณ์เพศมากถึงร้อยละ 54.55 รองลงมาพบหอยแครงเพศเมียในระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ร้อยละ 13.64 หอยแครงเพศเมียในระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์มีขนาดเล็กสุดเท่ากับ 2.33 ซม. ส่วนหอยแครงเพศเมียขนาดเล็กสุดเท่ากับ 2.32 ซม. เริ่มมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งกลุ่มนี้พบได้ร้อยละ 11.36 ส่วนหอยแครงเพศเมียขนาดใหญ่ที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกนอกฟอลลิเคิล พบได้ร้อยละ 11.36 ซึ่งพบหอยแครงเพศเมียในระยะที่มีขนาดเล็กสุดเท่ากับ 2.53 ซม. กลุ่มหอยแครงเพศเมียที่พบได้น้อยที่สุด คือหอยแครงเพศเมียหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งมีขนาดเล็กสุดเท่ากับ 2.95 ซม. พบได้เพียงร้อยละ 9.09

จากข้อมูลการกระจายตามขนาดความยาวเปลือกของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าหอยส่วนใหญ่ที่จับได้เป็นหอยแครงที่มีขนาดตัวตั้งแต่ 2.26-3.50 ซม. ซึ่งเป็นช่วงที่พร้อมในการสืบพันธุ์เป็นส่วนใหญ่ พบหอยแครงที่มีขนาดตัวตั้งแต่ 2.35 ซม. ซึ่งเป็นขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในทั้งสองเพศนั้นเป็นกลุ่มที่มีการกระจายหนาแน่นในบริเวณที่ศึกษาตลอดทั้งปี ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในปริมาณหอยแครงที่มีขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มตั้งแต่ 2.35 ซม. ขึ้นไปในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง แต่พบหอยแครงที่มีขนาดใหญ่กว่า 3.00 ซม. ในปริมาณที่สูงกว่าในบริเวณแหล่งประมง หอยแครงซึ่งพบได้ร้อยละ 54.61 จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่

จังหวัดสมุทรสงคราม สามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียในตัวอย่างที่ทำการศึกษาขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มเป็น 1.25:1 เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วย chi-square พบว่ามีสัดส่วนเพสผู้ต่อเพศเมียที่พบในบริเวณแหลมใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันสัดส่วน 1:1 ($p<0.05$)

ตารางที่ 13 ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม (First sexual maturity) ในหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียในประชากรหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

หอยแครงเพศผู้

หอยแครงเพศผู้	สัดส่วนเพศผู้:เมีย	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศผู้				
		เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์	กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์	สมบูรณ์เพศ	มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์	หลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์
ความยาวตัว (ซม.)	1.25:1	2.31-2.84	2.33-3.59	2.35-3.22	2.50-3.24	2.87-3.10
จำนวนที่พบ (ร้อยละ)		8.93	25.00	48.21	14.29	3.57

หอยแครงเพศเมีย

หอยแครงเพศเมีย	สัดส่วนเพศผู้:เมีย	ระยะพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์หอยแครงเพศเมีย				
		เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์	กำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์	สมบูรณ์เพศ	มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์	หลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์
ความยาวตัว (ซม.)	1.25:1	2.32-2.81	2.33-3.10	2.35-3.82	2.53-3.19	2.95-3.00
จำนวนที่พบ (ร้อยละ)		11.36	13.64	54.55	11.36	9.09

4.3 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในรอบปี

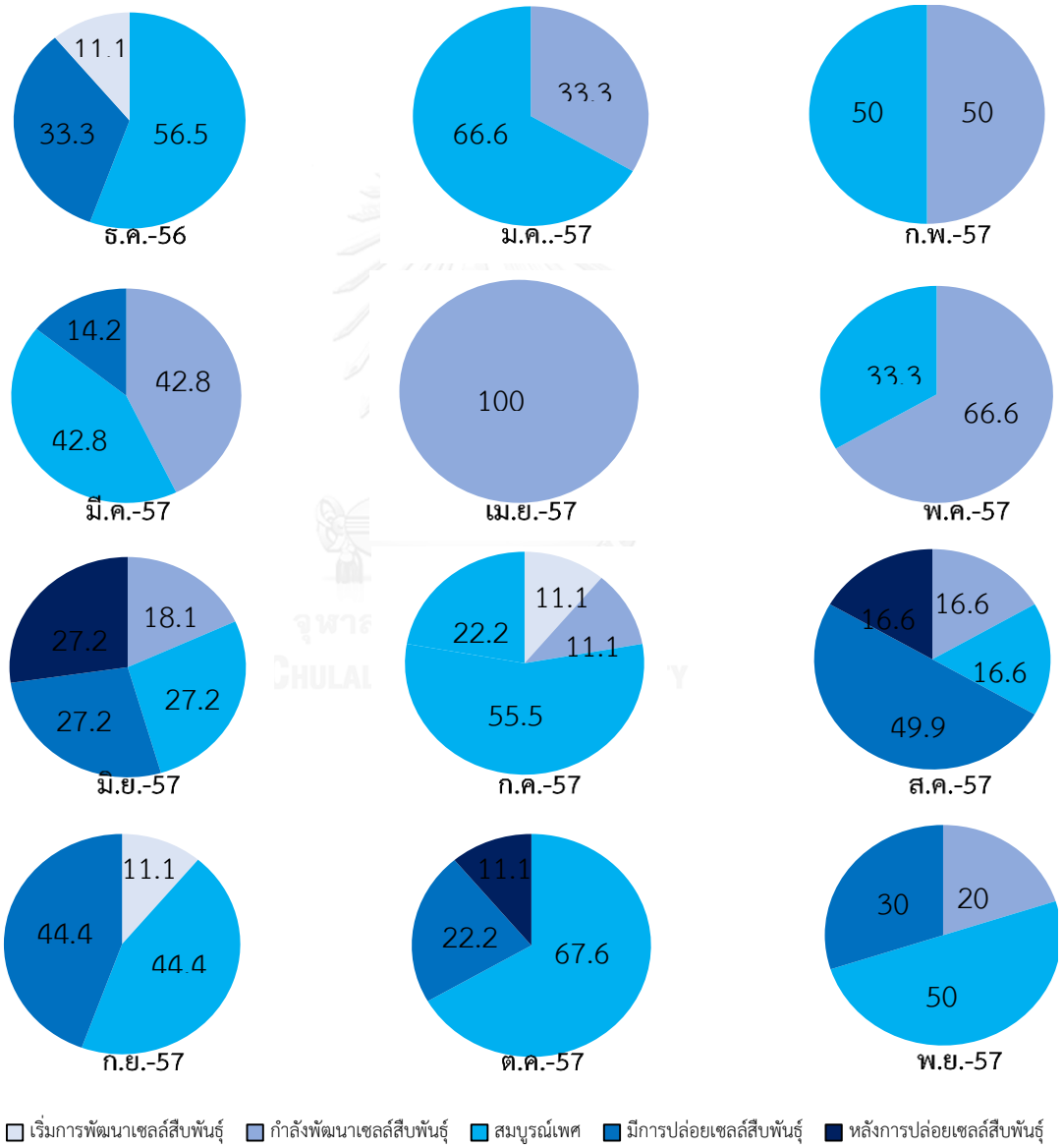
ตารางที่ 14 แสดงค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม อยู่ในช่วง 15.03-25.1 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงที่พบในแต่ละบริเวณคือ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ด้านหน้าแนวโครงสร้างไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและด้านหน้าแนวโครงสร้างไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ พบว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีความแตกต่างตามฤดูกาลโดยดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่มีค่าเฉลี่ยที่จัดว่าสูงตลอดปี ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่มีค่าสูงสุดสองช่วงในช่วงแรกจะเป็นเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ในฤดูแล้งมีค่า 20.00-25.19 ช่วงที่สองมีค่าสูงคือในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมซึ่งเป็นฤดูฝนมีค่า 19.05-22.77 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงไม่แสดงความสัมพันธ์กันทางสถิติกับระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครง

ตารางที่ 14 ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

เดือน	ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง
ธ.ค.-56	18.17±2.51	20.37±2.33	17.40±1.07
ม.ค.-57	21.67±2.19	20.34±2.13	20.00±1.60
ก.พ.-57	23.30±4.04	24.78±2.32	25.19±2.43
มี.ค.-57	16.24±2.51	16.35±2.19	15.67±1.68
เม.ย.-57	15.89±2.78	15.03±2.21	14.94±1.14
พ.ค.-57	18.17±2.65	18.19±2.39	16.22±1.16
มิ.ย.-57	15.97±0.97	15.67±1.90	14.01±1.04
ก.ค.-57	18.93±1.32	17.23±1.59	18.33±2.27
ส.ค.-57	16.33±1.31	16.34±1.13	15.67±1.11
ก.ย.-57	21.97±2.59	21.20±2.24	19.36±1.82
ต.ค.-57	19.05±3.44	22.77±2.47	20.63±3.08
พ.ย.-57	18.84±2.79	19.53±2.64	20.29±3.37

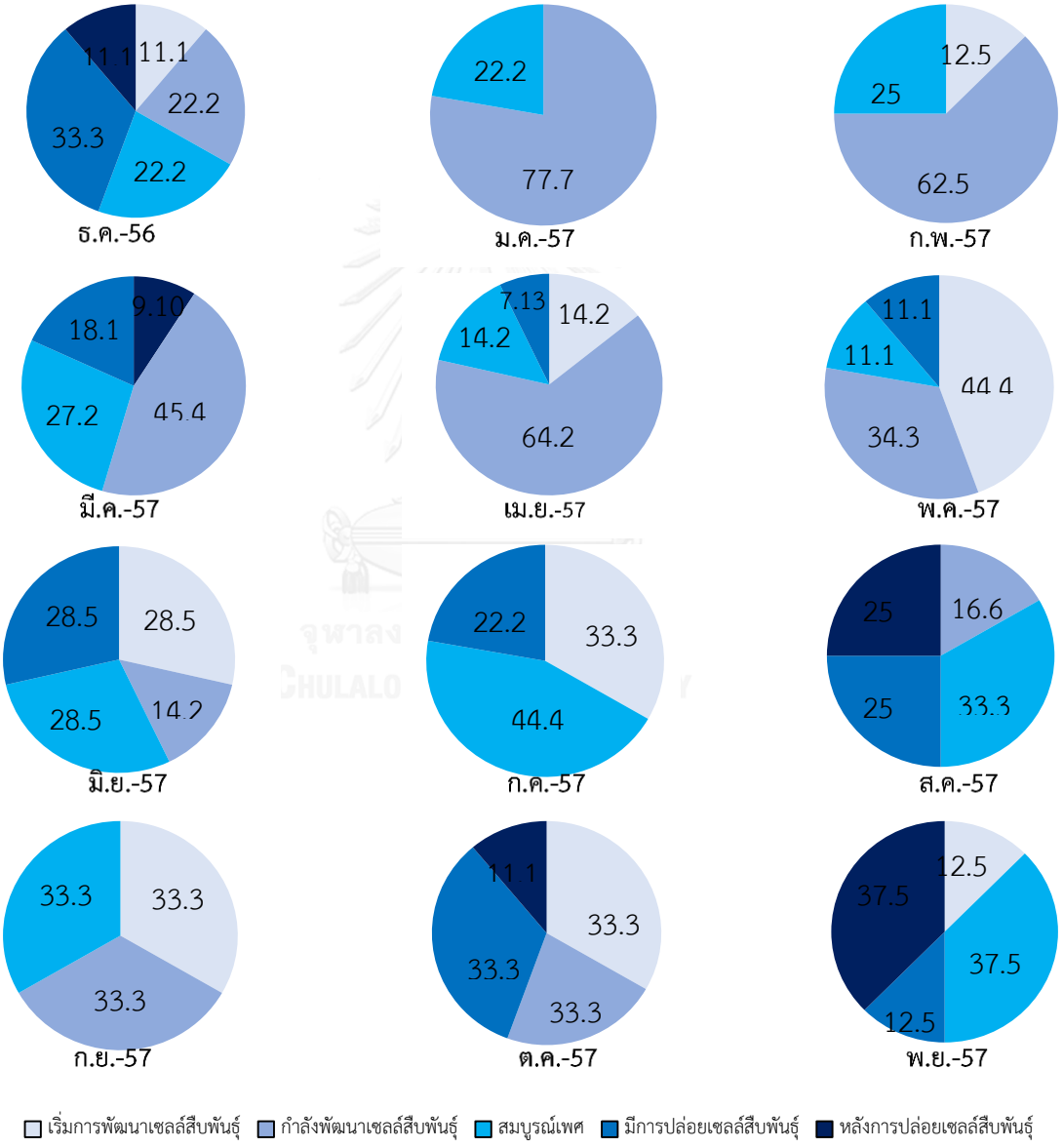
4.4 ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครง

จากผลการศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามพบหอยแครงเพศผู้ที่อยู่ในระยะสมบูรณ์เพศได้ตลอดเกือบทั้งปี พบว่าในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมและเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคมพบหอยแครงเพศผู้ระยะสมบูรณ์เพศสูงสุดถึงร้อยละ 66.67 ช่วงเดือนมีนาคมมีการปล่อยสเปิร์มสูงสุดร้อยละ 42.86 และพบลูกหอยแครงในเดือนมิถุนายน ดังรูปที่ 33 พบหอยแครงเพศผู้ที่อยู่ในระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในสัดส่วนที่น้อยและพบได้บางเดือนเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการกระจายตัวของหอยแครงบริเวณนี้ที่พบว่าประชากรหอยแครงเพศผู้ส่วนใหญ่มีขนาดที่พร้อมจะสืบพันธุ์ได้แล้ว



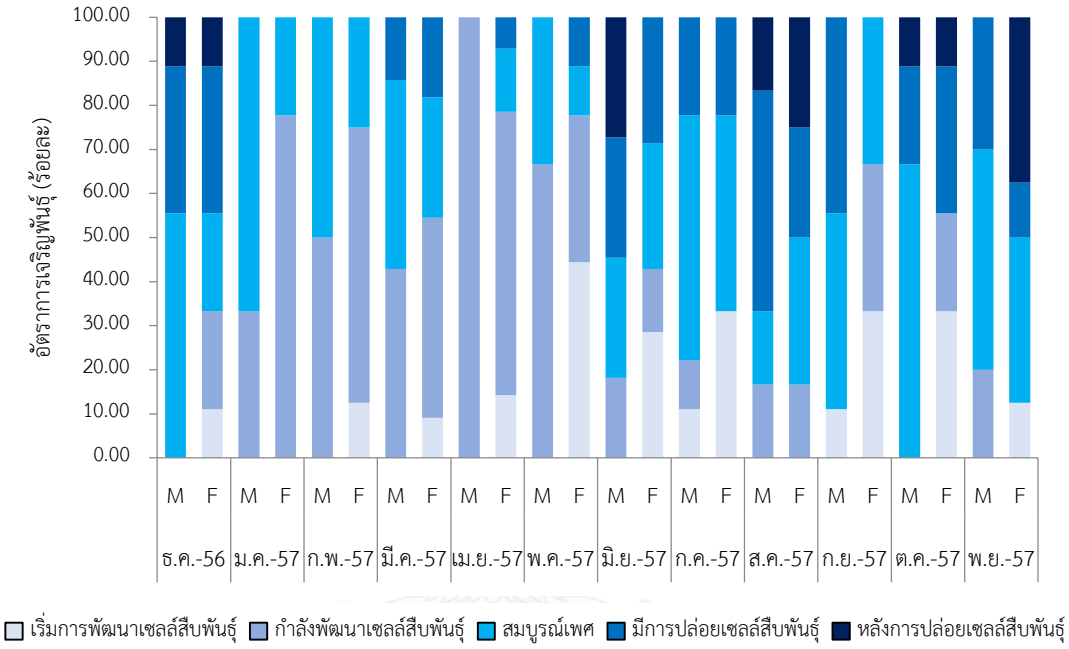
รูปที่ 33 ระยะของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้ คิดเป็นร้อยละ บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

รูปที่ 34 แสดงระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเพศเมียในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งสามารถพบหอยแครงเพศเมียที่อยู่ในระยะสมบูรณ์เพศได้เกือบทั้งปี โดยพบสัดส่วนหอยแครงเพศเมียที่สมบูรณ์เพศสูงในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน พบว่าในเดือนกรกฎาคมเป็นช่วงที่พบหอยแครงเพศเมียที่สมบูรณ์เพศมากที่สุดถึงร้อยละ 44.45 พบการปล่อยไข่มากสุดในเดือนเมษายนในช่วงฤดูแล้งและเดือนกันยายนในฤดูฝน นอกจากนั้นพบว่าระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมียส่วนใหญ่อยู่ในช่วงกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ก่อนจะเข้าสู่ระยะสมบูรณ์เพศ ในฤดูฝนพบสัดส่วนหอยแครงเพศเมียในระยะเริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ค่อนข้างสูงและพบได้ทุกเดือน



รูปที่ 34 ระยะของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมีย คิดเป็นร้อยละ บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

จะเห็นได้ว่าหอยแครงที่บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ทั้งเพศผู้และเพศเมียมีขนาดที่พร้อมจะสืบพันธุ์ได้และสามารถปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาเพื่อผสมพันธุ์ในมวลน้ำภายนอกได้ตลอดทั้งปี เมื่อพิจารณาช่วงเวลาที่หอยแครงเพศผู้มีความสมบูรณ์เพศและสามารถปล่อยสเปิร์มได้สูงสุดที่ตรงกับช่วงเวลาที่หอยแครงเพศเมียปล่อยไข่ได้สูงสุดดังรูปที่ 35 คือช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคมเป็นช่วงแรก และช่วงที่สองเป็นช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม

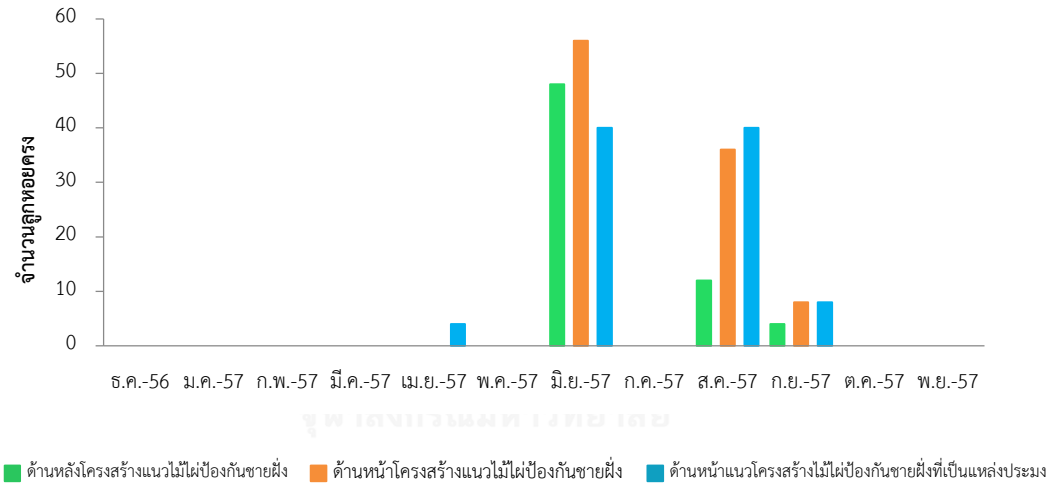


รูปที่ 35 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

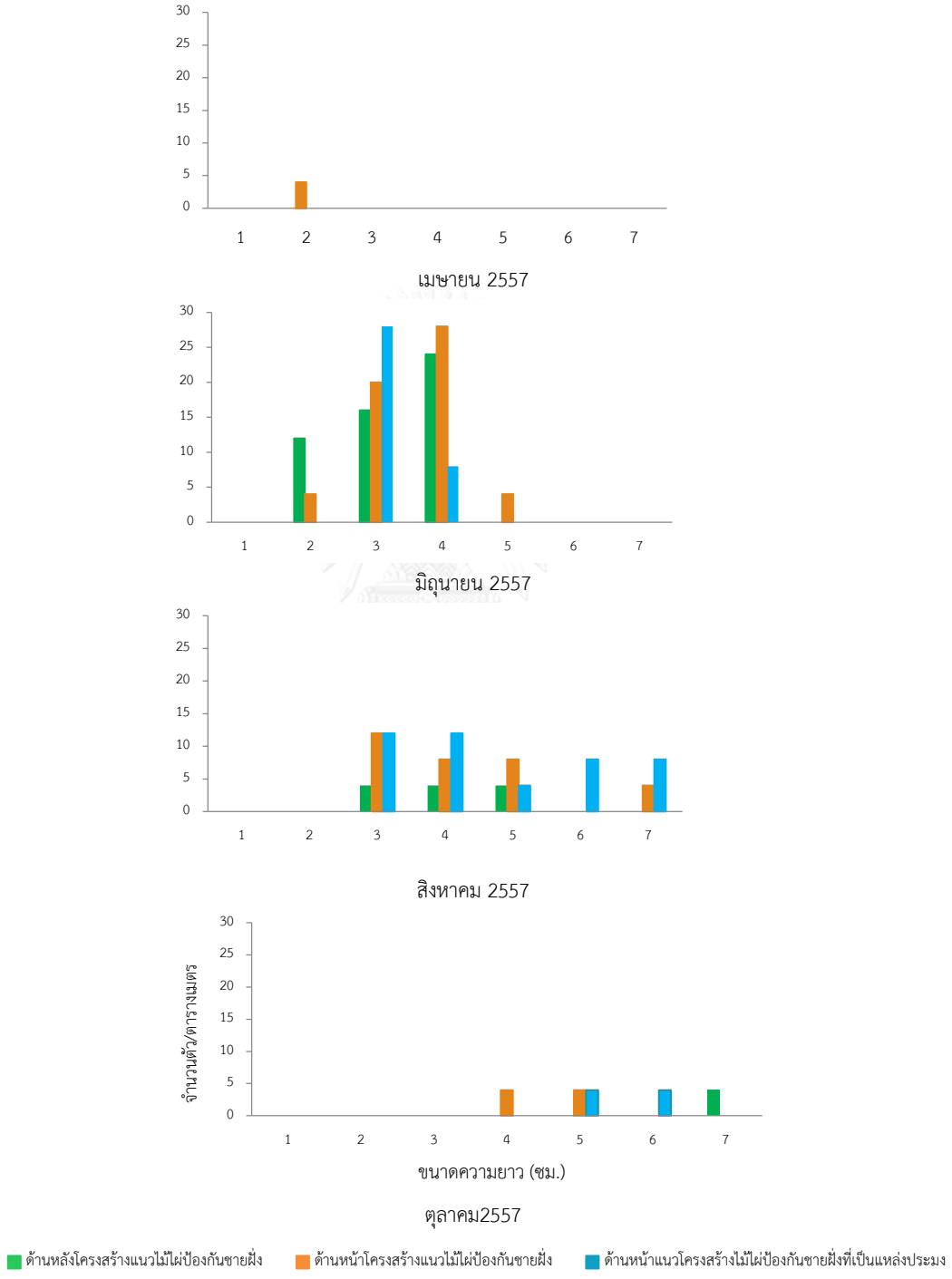
4.5. ปริมาณลูกหอยแครงลงเกาะ

ดอนหอยแครงในพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ที่เป็นแหล่งที่มีลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติ จากการสำรวจปริมาณลูกหอยแครงลงเกาะ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 1-7 มิลลิเมตร พบว่าในการศึกษารอบปีสามารถพบลูกหอยแครงได้ 4 เดือนด้วยกัน ได้แก่เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคมและ เดือนตุลาคม พบว่าในช่วงเดือนมิถุนายนเป็นช่วงที่ลูกหอยลงเกาะมากที่สุดโดยพบลูกหอยได้ทั้งสามบริเวณคือ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 48 ตัวต่อตารางเมตร บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง 56 ตัวต่อตารางเมตรและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง 40 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาในช่วงเดือนสิงหาคมที่สามารถพบลูกหอยแครงลงเกาะได้ทั้งสามบริเวณ แต่ปริมาณลูกหอยเกาะมีจำนวนน้อยกว่าที่พบได้ในเดือนมิถุนายนมากโดยพบลูกหอยในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีความหนาแน่น 12 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนอีกสองบริเวณพบความหนาแน่นของลูกหอยสูงกว่าโดยบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งพบความหนาแน่น 36 ตัวต่อตารางเมตร และบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงพบ 40 ตัวต่อตารางเมตร ดังรูปที่ 36



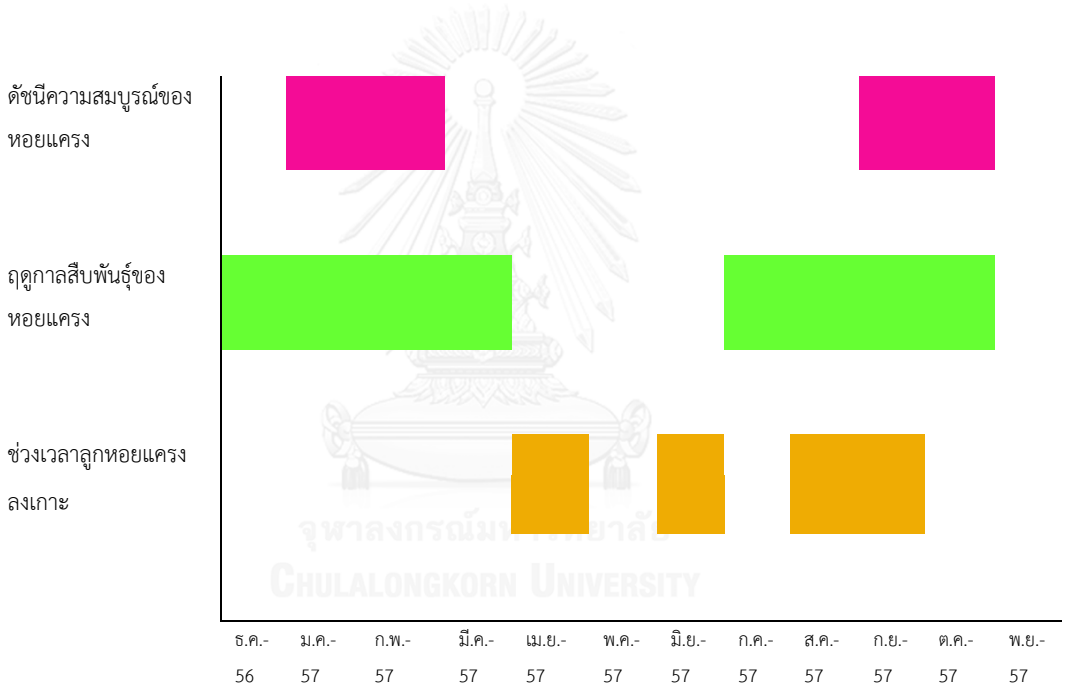
รูปที่ 36 ปริมาณลูกหอยลงเกาะ (ตัว/ตร.ม.) ในพื้นที่บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

จากการกระจายของลูกหอยแครงลงเกาะตามขนาดความยาวเปลือกในพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบลูกหอยแครงมีการกระจายตัวของลูกหอยแครงที่พบตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปถึงขนาดความยาวเปลือก 7 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 37 โดยพบว่าขนาดลูกหอยแครงลงเกาะที่พบมากที่สุดคือ ลูกหอยแครงขนาด 3 และ 4 มิลลิเมตรที่สามารถพบได้ทุกบริเวณที่ทำการศึกษา



รูปที่ 37 การกระจายตัวของลูกหอยแครงลงเกาะตามขนาดความยาวเปลือกบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน *2557*

จากการประมวลข้อมูลจากการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ พบว่าหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดปี หอยแครงที่พบกระจายอยู่ทั่วไปทุกบริเวณส่วนใหญ่มีขนาดความยาวเปลือกตั้งแต่ 2.26-3.50 ซม. ซึ่งเป็นช่วงที่พร้อมในการสืบพันธุ์ ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มที่มีขนาดตัวตั้งแต่ 2.35 ซม. เป็นขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศผู้และเพศเมีย สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียใกล้เคียงกัน ฤดูกาลสืบพันธุ์ที่มีการวางไข่ของหอยแครงปริมาณสูงสุดในบริเวณนี้มี 2 ช่วง คือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ส่วนช่วงที่สองตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีค่าสูงสองช่วง เช่นเดียวกันคือ ในช่วงเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธุ์ในฤดูแล้งและช่วงที่ 2 เป็นช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมในฤดูฝน รูปแบบการเจริญพันธุ์ของหอยแครงและดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในสามบริเวณไม่มีความแตกต่างกัน พบปริมาณลูกหอยลงเกาะในช่วงเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม ช่วงที่เริ่มพบลูกหอยชุกชุมที่สุดในเดือนมิถุนายน พบว่าบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีความหนาแน่นของลูกหอยลงเกาะต่ำสุด



รูปที่ 38 ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงและช่วงลูกหอยแครงลงเกาะในรอบปี บริเวณ แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการศึกษา

1. ภาพรวมการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

พื้นที่ชายฝั่งจังหวัดสมุทรสงครามเป็นพื้นที่ลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติและมีการเลี้ยงหอยแครงต่อเนื่องเป็นเวลานาน พื้นที่ตำบลแหลมใหญ่ประมาณ 781.25 ไร่ เป็นแหล่งที่อยู่ของหอยแครงที่ให้ผลผลิตแก่ชาวประมงในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าความหนาแน่นประชากรหอยแครง *A. granosa* มีค่าตั้งแต่ 4-32 ตัวต่อตารางเมตร ความหนาแน่นหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม มีความแตกต่างกันในช่วงฤดูกาลและบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง บริเวณด้านหน้าแนวโครงสร้างไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงพบความหนาแน่นสูงสุดในฤดูแล้งเท่ากับ 24 ตัวต่อตารางเมตร ในขณะที่ในฤดูฝนที่เป็นบริเวณเดียวกันพบความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 14.86 ตัวต่อตารางเมตร ความหนาแน่นของหอยแครงที่พบในบริเวณแหลมใหญ่แสดงถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งประมงหอยแครงในจังหวัดสมุทรสงคราม เนื่องจากความหนาแน่นที่พบมีค่าใกล้เคียงกับในอดีตดังรายงานของ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) ที่รายงานฤดูกาลเกิดและการกระจายของหอยแครงบริเวณชายฝั่งจังหวัดสมุทรสงครามว่าประชากรหอยแครงบริเวณคลองโคนและแพรกทะเลมีความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งปี 17.17 ตัวต่อตารางเมตร พบความหนาแน่นหอยแครงในบริเวณนี้สูงสุด 34.2 ตัวต่อตารางเมตร ความหนาแน่นหอยแครงพบสูงในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นฤดูแล้งเช่นเดียวกับที่พบในการศึกษาครั้งนี้

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของประชากรหอยแครงในบริเวณพื้นที่แหลมใหญ่กับแหล่งประมงหอยแครงแหล่งใกล้เคียงกับในอดีตนอกเหนือจากชายฝั่งสมุทรสงคราม เช่น บริเวณชายฝั่งทะเลบ้านแหลมจนถึงบ้านบางอิน ตำบลบางขุนไทร จังหวัดเพชรบุรี (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ข) พบว่าความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 17.5 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนบริเวณชายฝั่งจังหวัดฉะเชิงเทราตั้งแต่คลองด่านจังหวัดสมุทรปราการถึงตำบลคลองเจริญไว จังหวัดฉะเชิงเทราโดยพบความหนาแน่นเฉลี่ยเพียง 2.81 ตัวต่อตารางเมตรในบริเวณที่ชิดฝั่ง (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก) แสดงให้เห็นว่าดอนหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ยังเป็นแหล่งประมงหอยแครงที่สำคัญแห่งหนึ่งได้

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินตะกอนที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของหอยแครงคือสัดส่วนของดินเหนียวในดินตะกอน ปริมาณอินทรียสารและความเค็มในดิน ความหนาแน่นของหอยแครง *A. granosa* มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งสาม พบการเปลี่ยนแปลงดินตะกอนในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่โดยพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนทรายแป้ง (Silt) และทราย (Sand) ในขณะที่สัดส่วนดินเหนียวลดน้อยลง ปริมาณทรายเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนพบสัดส่วนดินทรายเพิ่มขึ้นมาก

เกือบร้อยละ 50 หรือมากกว่า ทำให้ดินตะกอนเปลี่ยนจากดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งเป็นดินร่วนในที่สุด พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับหอยแครงมักเป็นดินเลน ดินโคลนละเอียดดินทรายแป้ง (Silty clay loam) สัดส่วนอนุภาคดินทรายไม่ควรเกินร้อยละ60 (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก, กรมประมง, 2550, นิพนธ์ ศิริพันธ์, 2556) นอกจากนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงความเค็มในดินตะกอนในบริเวณแหลมใหญ่ขึ้นกับฤดูกาลพบค่าความเค็มสูงในช่วง 8.5-17.9 psu ในฤดูแล้ง ส่วนในฤดูฝนพบค่าความเค็มในดินอยู่ในช่วง 4.1-11.6 psu ถึงแม้ว่าหอยแครงสามารถอยู่ได้ตั้งแต่ช่วงความเค็มของน้ำทะเลตั้งแต่ 10-33 psu โดยมีความเค็มที่เหมาะสม 14-19 psu ก็ตาม (Taufiq and Hatari, 2000) พบว่าหอยแครงมีการตอบสนองต่อความเค็มที่เปลี่ยนแปลงโดยหอยแครงปิดเปลือกบนแน่นในการตอบสนองต่อความเค็มต่ำซึ่งเป็นการป้องกันตัวเองได้สำหรับช่วงเวลาสั้นประมาณ 3 วัน (Broom, 1985) นอกจากนี้พบว่าในภาวะที่มีความเค็มและอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าปกติ หอยแครง *A. granosa* จะหยุดการกินอาหาร (Nakamura and Shinotsuka, 2007)ปริมาณอินทรียสารเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายตัวของหอยแครงเนื่องจากส่วนนี้เป็นส่วนที่หอยแครงนำมาใช้ในการบริโภคเป็นอาหาร พบว่าปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนในพื้นที่แหลมใหญ่ในช่วงฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) ร้อยละ 1.25-2.60 แต่พบว่าปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนมีแนวโน้มลดลงตามช่วงอายุของการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง เนื่องจากสัดส่วนของทรายซึ่งเป็นตะกอนหยาบเพิ่มขึ้น ซึ่งคาดว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนมีสัดส่วนของทรายเพิ่มขึ้นในระยะยาวย่อมส่งผลกระทบต่อประชากรหอยแครงทั้งในเรื่องแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหาร

เมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายตัวบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามในช่วงเดือนธันวาคม 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 พบหอยแครงที่มีขนาดความยาวเปลือกเล็กที่สุดอยู่ระหว่าง 1.00-1.25 ซม. และขนาดหอยแครงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ระหว่าง 4.51-4.75 ซม. พบว่าประชากรหอยแครงทั้งหอยแครงเพศผู้และเพศเมียมีความชุกชุมมากมีขนาดตั้งแต่ 2.26-2.50 ซม. ถึงขนาด 3.26-3.50 ซม. ในทั้งสองฤดู พบว่าหอยแครงเพศผู้และเพศเมียกลุ่มเด่นที่พบนี้เป็นกลุ่มหอยที่เจริญพันธ์สมบูรณ์เต็มที่และสามารถวางไข่ได้ตลอดปี เนื่องจากขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มของหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียมีขนาดเท่ากับ 2.35 เซนติเมตร ขนาดตัวของหอยแครงที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในประเทศไทยที่มีการรายงานดังในตารางที่ 3 (ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) มีค่าใกล้เคียงกับที่พบในการศึกษาครั้งนี้ แสดงว่าหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่มีการวางไข่ได้ตลอดทั้งปี ซึ่งส่งผลให้การทดแทนประชากรหอยแครงบริเวณนี้เกิดขึ้นได้ตลอด ถึงแม้จะมีชาวประมงจับหอยแครงบริเวณนี้ตลอดเวลาแต่ไม่ได้ส่งผลให้ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มลดลงหรือต่างจากบริเวณแหล่งประมงหอยแครงอื่นในประเทศไทย

การทดแทนประชากรหอยแครงเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้บริเวณแหลมใหญ่คงความอุดมสมบูรณ์และเป็นแหล่งที่อยู่ของหอยแครงที่ให้ผลผลิตแก่ชาวประมง จากการศึกษาทางมิญชวิทยาพบระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศเมียแบ่งออกเป็น 5 ระยะ เช่นเดียวกับการศึกษาระยะพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงในประเทศไทย (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข, ถาวร ธรรมเศวต et al., 2530, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, เอกพล อ่วมนุช et al., 2547, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) ได้แก่ ระยะที่ 1 เริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ระยะที่ 2 เป็นระยะกำลังพัฒนาเซลล์ ระยะที่ 3 เป็นระยะสมบูรณ์เพศ ระยะที่ 4 เป็นระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอก และระยะที่ 5 เป็นระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นระยะพัก การเจริญพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงบริเวณ

แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามพบว่าหอยส่วนใหญ่ที่จับได้เป็นหอยแครงที่มีขนาดตัวตั้งแต่ 2.30-3.59 ซม. ซึ่งเป็นช่วงที่พร้อมในการสืบพันธุ์แล้ว พบหอยแครงที่มีขนาดตัวตั้งแต่ 2.35 ซม. ซึ่งเป็นขนาดสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในทั้งสองเพศเป็นกลุ่มที่มีการกระจายหนาแน่นในบริเวณที่ศึกษาตลอดทั้งปีซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ(สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข) ที่พบหอยแครงที่เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เป็นระยะที่ 1 มีขนาดตั้งแต่ 2.31-2.32 ซม. ส่วนหอยแครงที่มีขนาดเล็กสุดที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกภายนอกมีขนาดตั้งแต่ 2.50-2.53 ซม. ส่วนหอยแครงขนาดใหญ่ที่อยู่ในระยะหลังการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มีขนาดตั้งแต่ 2.87-2.95 ซม. ฤดูการสืบพันธุ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ที่ประเมินจากลักษณะการกระจายตามขนาดความยาวเปลือกของหอยแครงระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงในรอบปี ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่ม สัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงตลอดจนปริมาณลูกหอยลงเกาะสรุปได้ว่าหอยแครงมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดปี พบฤดูกาลที่มีการวางไข่ปริมาณสูงสุด 2 ช่วง คือในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ช่วงที่สองที่มีการวางไข่อีกเป็นช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ช่วงเวลาที่พบลูกหอยลงเกาะได้พบตั้งแต่เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ปริมาณลูกหอยลงเกาะพบปริมาณสูงสุดในเดือนมิถุนายนเฉลี่ย 48 ตัวต่อตารางเมตร สัดส่วนหอยแครงเพศผู้ต่อเพศเมียในประชากรเท่ากับ 1.13:1 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1:1 หอยแครงเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดตัวเป็นขนาดสมบูรณ์เพศแรกเริ่มและใหญ่กว่าพบกระจายหนาแน่นในบริเวณที่ศึกษาตลอดทั้งปี การที่มีประชากรหอยแครงมีสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียในอัตราส่วนเท่ากันหรือใกล้เคียงกันจะเป็นผลดีต่อการสืบพันธุ์และการทดแทนประชากรโดยเฉพาะในกรณีที่มีหอยแครงทั้งสองเพศมีการสร้างและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ตลอดทั้งปี มีช่วงเวลาที่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองเพศใกล้เคียงกัน (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551) สัดส่วนหอยแครงเพศผู้ต่อเพศเมียในหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานในแหล่งประมงหอยแครงจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรี (สุนันท์ ทวยเจริญและคณะ, 2526) จังหวัดชลบุรี (ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544) และในอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี (ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงในแหล่งประมงในประเทศไทยพบว่าหอยแครงนั้นสามารถสืบพันธุ์ได้ตลอดปี ดังตารางที่ 4 แต่ละบริเวณมีช่วงเวลาที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สูงสุดในรอบปีซึ่ง (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข) และ (ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2528) รายงานช่วงเวลาที่หอยแครงจังหวัดสมุทรสงครามวางไข่สูงสุดเป็นเวลายาวตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนกรกฎาคมและเดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคมตามลำดับ ในช่วงหลังที่มีการวางไข่น้อยกว่าและระยะเวลาสั้นกว่าคือในเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ข) และในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และเดือนธันวาคม (ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2528) การศึกษาครั้งนี้พบว่าฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงที่เป็นช่วงเวลาวางไข่สูงสุดเป็นสองช่วงเวลาเช่นกันแต่ในระยะเวลาที่สั้นกว่า ในช่วงแรกเป็นช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนมีนาคมเป็นฤดูแล้งและในช่วงที่สองเป็นฤดูฝนตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม

ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม มีค่าระหว่าง 15.03-29.19 ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีช่วงสูงสุดสองช่วงโดยในช่วงแรกจะเป็นเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ในฤดูแล้ง ช่วงที่สองพบค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคมซึ่งเป็นฤดูฝน ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงที่พบจัดว่าเป็นค่าสูงแสดงว่าหอยอ้วนทั้งแสดงว่าแหล่งพลังงานในรูปปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและปริมาณไกลโคเจนมีสัดส่วนที่สูงในส่วนเนื้อหอย (Hickman and Illingworth, 1980) จัดกลุ่มหอยแมลงภู่ (Mussel) ที่มีค่าดัชนีความสมบูรณ์ที่สูงกว่า 10 แสดงว่าเป็นหอยที่ไม่สมบูรณ์มีแหล่งสะสมอาหารและพลังงานสูงในขณะที่ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยที่ต่ำกว่า 10 แสดงว่า เป็นหอยที่

ไม่สมบูรณ์เป็นหอยผอม ในกลุ่มหอยแครงมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความสมบูรณ์ในรอบปีของหอยแครง *A. inequivalvis* (Bruguiere,1789) ในทะเลดำ Black Sea ประเทศตุรกี พบอยู่ในช่วง 4.67-11.27 (Sahin et al., 2006) ในช่วงเดือนพฤษภาคมที่พบว่าหอยแครงมีดัชนีความสมบูรณ์สูงสุดเท่ากับ 11.27 นั้นพบองค์ประกอบทางชีวเคมีในส่วนเนื้อหอยประกอบด้วยน้ำหนักแห้งของหอยร้อยละ 25.00 ปริมาณเถ้า (Ash) ร้อยละ 2.20 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 60.27 และปริมาณไขมัน ร้อยละ 9.00 ส่วนในช่วงเดือนสิงหาคมพบค่าดัชนีความสมบูรณ์ต่ำสุดเท่ากับ 4.67 พบว่าน้ำหนักแห้งของหอยร้อยละ 16.0 ปริมาณเถ้าร้อยละ 1.5 ปริมาณโปรตีนเหลือเพียงร้อยละ 36.00 และปริมาณไขมัน 7.00 ซึ่ง (Sahin et al., 2006) ได้สรุปว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีค่าสูงเป็นดัชนีอย่างดีถึงสภาพอาหารในแหล่งประมงที่อุดมสมบูรณ์และระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงทำให้มีการสะสมอาหารโดยเฉพาะปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมัน ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามกับงานการศึกษาค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครง (Sahin et al., 2006) จัดได้ว่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงบริเวณนี้มีค่าสูงตลอดปี

การศึกษาส่วนใหญ่พบว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงตลอดจนปริมาณองค์ประกอบทางชีวเคมีมีการแปรผันตามฤดูกาลโดยเฉพาะความสัมพันธ์กับปริมาณอาหาร การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิของน้ำและความเค็มตลอดจนการเจริญพันธุ์ของหอยแครง (Newell and Bayne, 1980, Norkko and Thrush, 2006, Sahin et al., 2006, ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์, 2544, วราภรณ์ หนูดี and จินตนา มหาสวัสดิ์, 2550, ศุภพัฒนา ทองไชย, 2551)

ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะความเค็มในดิน ทั้งนี้คาดว่ามาจากสาเหตุ 2 ประการคือ

1. ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในบริเวณนี้จัดว่ามีค่าสูงตลอดปีมีค่าสูงกว่า 10 แสดงว่าหอยแครงอ้วนและมีความสมบูรณ์ดี นอกจากบริเวณแหลมใหญ่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมเป็นบริเวณหาดเลนมีลักษณะดินตะกอนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งและดินร่วนปนทรายแป้งแล้วยังเป็นแหล่งที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์สำหรับหอยแครงด้วย (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) ได้รายงานว่าแพลงก์ตอนพืชขนาดไมโครแพลงก์ตอนและสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบความหลากหลายทั้งสิ้น 72 สกุล ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 1.38×10^{3}-2.13×10^{5} เซลล์ต่อลิตร จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางตามเกณฑ์และตัวชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชายฝั่ง (กรมทรัพยากรธรรมชาติและชายฝั่ง, 2551) พบว่าความชุกชุมในฤดูฝนเพิ่มขึ้นในทุกสถานียกเว้นบริเวณด้านหลังแนวไม้ไผ่และบริเวณด้านในแพรกโรงใกล้บ่อเลี้ยงกุ้ง มวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในรูปปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณชายฝั่งทะเล แหลมใหญ่ มีค่าอยู่ในช่วง 4.70-8.17 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ไมโครกรัมต่อลิตร) ในฤดูแล้งและมีค่าอยู่ในช่วง 4.30-37.7 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในฤดูฝน ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่พบในบริเวณนี้สะท้อนให้เห็นว่ามวลน้ำในบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมใหญ่ มีความอุดมสมบูรณ์น้อยถึงปานกลาง ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์จัดว่าอยู่ในระดับสมบูรณ์ปานกลางจนถึงสมบูรณ์มากในช่วง 7.73×10^{3}-1.48×10^{7} ตัวต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรซึ่งพบความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในช่วงฤดูฝน จะเห็นได้ว่าบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมใหญ่เป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์สำหรับหอยแครง

2. สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงน่าจะเป็นเพราะหอยแครงกลุ่มเด่นที่พบกระจายหนาแน่นตลอดปีคือหอยแครงเพศผู้และเพศเมียที่มีขนาดตัวตั้งแต่ 2.26-3.50 ซม. ซึ่งเป็นหอยแครงที่พร้อมจะสืบพันธุ์เป็นกลุ่มที่อยู่ในระยะสมบูรณ์เพศ เป็นที่น่าสังเกตว่าถึงแม้ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่มีค่าสูงตลอดปีก็ตาม แต่พบค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยมีช่วงสูงสุดสองช่วงคือ ในช่วงแรกเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ในฤดูแล้ง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบว่าช่วงนี้เป็นช่วงเวลาวางไข่สูงสุดของหอยแครงซึ่งเริ่มวางไข่ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม หอยแครงมีการสะสมอาหารเพื่อเตรียมพร้อมในการสืบพันธุ์และวางไข่ช่วงวางไข่ช่วงที่สองของหอยแครงคือ เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูฝนจะตรงกับช่วงที่มีค่าดัชนีความสมบูรณ์สูงในช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำจืดที่ไหลหลากทำให้มีความเค็มต่ำและมีปริมาณอาหารที่อุดมสมบูรณ์ทำให้หอยแครงมีการสะสมพลังงานและมีการวางไข่ในปริมาณมากอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Pathansali, 1966) และ (สุนันท์ ทวยเจริญ et al., 2526ก) ที่สรุปว่าปริมาณน้ำจืดที่ไหลหลากลงสู่บริเวณชายฝั่งในฤดูฝนทำให้ความเค็มและอุณหภูมิของน้ำต่ำลงเป็นปัจจัยทางอ้อมที่เป็นตัวกระตุ้นให้หอยแครงมีการวางไข่ จากการศึกษาระยะเวลาการเจริญเติบโตของหอยแครงนับตั้งแต่ไข่ได้รับการผสมและดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอนจนถึงระยะที่เริ่มลงเกาะใช้เวลา 18-21 วัน เป็นขนาดลูกหอยลงเกาะและมีความยาวเปลือก 2-7 มิลลิเมตร (สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, 2554) ลูกหอยลงเกาะจะใช้เวลาเติบโตเป็นหอยแครงที่มีขนาดสมบูรณ์เพศแรกเริ่มหรือสามารถสืบพันธุ์ได้ใช้เวลาอีกประมาณ 4-5 เดือน รวมประมาณ 6 เดือน ดังนั้นลูกหอยที่เกิดขึ้นในช่วงการวางไข่สูงสุดช่วงแรกในรอบปีในฤดูแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมก็จะเติบโตจนกลายเป็นหอยแครงที่พร้อมจะสืบพันธุ์ได้ในช่วงวางไข่สูงสุดช่วงที่สองในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมของปี ดังนั้นจึงมีการทดแทนประชากรหอยแครงเกิดขึ้นตลอดเวลา

ปริมาณลูกหอยแครงที่พบลงเกาะเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงศักยภาพการทดแทนประชากรหอยแครงในแหล่งประมง ถึงแม้ว่าหอยแครงมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดปีก็ตามแต่ช่วงเวลาที่พบลูกหอยลงเกาะได้ตั้งแต่เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ปริมาณลูกหอยลงเกาะที่พบในบริเวณนี้มีค่า 4-56 ตัวต่อตารางเมตร ปริมาณลูกหอยลงเกาะสูงสุดในเดือนมิถุนายน เฉลี่ย 48 ตัวต่อตารางเมตร การที่พบปริมาณลูกหอยลงเกาะในบางช่วงเวลาในรอบปีนี้ซึ่งทำให้ปริมาณลูกหอยมีค่าน้อยแตกต่างจากที่เคยมีการรายงานในอดีตเช่นในบริเวณคลองโคนและแพรกทะเล จังหวัดสมุทรสงครามพบลูกหอยลงเกาะได้ตลอดปีโดยพบมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม ซึ่งมีความหนาแน่นตั้งแต่ 15.7-28.7 ตัวต่อตารางเมตร (ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2528) บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดฉะเชิงเทราสามารถพบลูกหอยลงเกาะได้ตลอดปีเช่นกัน แต่พบชุกชุมตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน มีความหนาแน่นตั้งแต่ 0.2-29.7 ตัวต่อตารางเมตร (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก) ในบริเวณชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีพบลูกหอยขนาดเล็ก 1-7 มิลลิเมตรได้เกือบตลอดปียกเว้นเดือนพฤศจิกายน ความหนาแน่นที่พบตั้งแต่ 0.63 -3.36 ตัวต่อตารางเมตร ช่วงเวลาที่พบลูกหอยชุกชุมมากคือเดือนเมษายน เดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ข) ปริมาณลูกหอยที่จับได้ในการศึกษาแต่ละครั้งน่าจะมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งทั้ง (ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2528) และ(ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ข) ได้สรุปว่ามีการเกิดลูกหอยแครงได้มากแต่ชาวบ้านออกเก็บรวบรวมลูกหอยขายให้แก่ผู้เลี้ยงหอยแครงเป็นจำนวนมากทำให้มีปริมาณการจับหอยแครงขนาดเล็กสูงมาก จำนวนลูกหอยที่รวบรวมได้จากการสำรวจแต่ละครั้งจึงมีจำนวนน้อย ซึ่งจากผล

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเกิดทดแทนของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ไม่ได้สมบูรณ์ดังที่เคยมีการศึกษาในอดีต ไม่พบลูกหอยแครงตลอดปีพบได้เฉพาะบางช่วงเวลาในรอบปีเท่านั้น แต่ปริมาณลูกหอยลงเกาะพบในปริมาณใกล้เคียงกับในอดีต

การเก็บลูกหอยไปขายเพื่อนำไปเลี้ยงมีอยู่ตลอดในบริเวณแหลมใหญ่โดยรายได้ชาวบ้านจากการทำประมงหอยแครงไม่ต่ำกว่าวันละ 800-1,000 บาท ต่อคนสำหรับหอยแครงที่โตเต็มวัย ส่วนช่วงที่มีลูกหอยชุกชุมชาวบ้านจะเก็บลูกหอยลงเกาะที่มีขนาดเท่าเมล็ดถั่วเขียวขายให้กับฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยแครงโดยเฉลี่ยราคาหมื่นกว่าบาทต่อปริมาณลูกหอยขนาดหนึ่งกระสอบปุ๋ย (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) การทับถมของดินตะกอนและการรบกวนชั้นดินตะกอนชายฝั่งโดยเฉพาะการทำประมงหอยแครงโดยการใช้คราดมือหรือในบางกรณีที่พบการใช้เครื่องมือผิดประเภท เช่น การใช้เรืออวนลากขนาดเล็กบริเวณชายฝั่งจะส่งผลอย่างมากต่อประชากรหอยแครงทำให้ลูกหอยแครงและหอยแครงตัวเต็มวัยตายจากการถูกดินกลบกลบทับ (Ferns et al. , 2000, Kaiser et al. , 2001, Norkko et al., 2002) การรบกวนชั้นดินตะกอนทำให้การกวนชั้นดินสีดำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำที่อยู่ด้านล่างขึ้นมาข้างบนในมวลน้ำและมีผลทำให้น้ำขุ่นทำให้ลูกหอยตายได้หรือไม่สามารถลงเกาะได้ (Kaiser et al., 2001) พบว่าการเก็บหอยแครงโดยการใช้คราดมือส่งผลกระทบต่อประชากรลูกหอยหรือหอยแครงขนาดเล็กได้มากถึง 3 เท่า ของบริเวณที่ควบคุมไม่ให้มีการประมง เมื่อทำการทดลองทำการประมงหอยแครงโดยการใช้คราดมือในพื้นที่ขนาดเล็กประมาณ 9 ตารางเมตร เทียบกับพื้นที่ขนาดใหญ่ประมาณ 36 ตารางเมตร พบว่าพื้นที่ที่ถูกรบกวนขนาดเล็กจะสามารถพื้นกลับคืนสภาพเดิมคืนใกล้เคียงสภาพเดิมก่อนถูกรบกวนขนาดเล็กจะสามารถฟื้นภายในระยะเวลา 56 วัน ในขณะที่พื้นที่ขนาดใหญ่ที่ถูกรบกวนยังอยู่ในสภาพที่ถูกรบกวนยังไม่สามารถฟื้นคืนสู่สภาพเดิม ดังนั้นการทำประมงหอยแครงของชาวประมงซึ่งได้ดำเนินไปทุกวันตลอดแนวชายฝั่งทะเลแหลมใหญ่ย่อมส่งผลกระทบชัดเจนต่อปริมาณลูกหอยที่ลดลง นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและลักษณะดินตะกอนที่พบในบริเวณนี้ย่อมส่งผลกระทบเสริมต่อการลงเกาะของลูกหอยแครงเช่นกัน

2. ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่

ในการดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในบริเวณตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม มีบทบาทในการลดผลกระทบจากการสูญเสียพื้นที่แหล่งเลี้ยงหอยแครงตามธรรมชาติในบริเวณนี้แต่ในขณะเดียวกันอาจส่งผลต่อเนื่องต่อการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตหอยแครงในอนาคตด้วย ผลการศึกษาความหนาแน่นของหอยแครงในสามบริเวณได้แก่ (1) บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง (2) บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง และ (3) บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง แสดงให้เห็นว่าบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงมีความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 18.67 ตัวต่อตารางเมตร ในขณะที่บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง พบความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 10.34 และ 9.67 ตัวต่อตารางเมตรตามลำดับ ลักษณะการกระจายตัวของหอยแครงเพศผู้และหอยแครงเพศเมียโดยแบ่งตามขนาดความยาวเปลือกในสามบริเวณมีความหนาแน่นใกล้เคียงกัน ประชากรหอยแครงทั้งหอยแครงเพศผู้และเพศเมียที่มีความชุกชุมมากที่สุดมีขนาดตั้งแต่ 2.26-2.50 ซม. ถึงขนาด 3.26-3.50 ซม. แต่พบหอยแครงขนาดใหญ่ตั้งแต่ 3.51-3.75 ซม.

ถึง 4.51-4.75 ซม. มากกว่าที่บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเป็นบริเวณที่เป็นแหล่งประมง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเป็นบริเวณที่พบหอยแครงหนาแน่นกว่าบริเวณอื่นโดยเฉพาะหอยแครงขนาดใหญ่เป็นเพราะบริเวณนี้อยู่ใกล้กับร่องน้ำ มีการท่วมถึงของน้ำทะเลตลอดเวลาตามช่วงน้ำขึ้นน้ำลง แต่บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งจะอยู่ตอนบนของหาดเลน ซึ่งในช่วงน้ำลงจะโผล่พ้นน้ำเป็นเวลาที่นานกว่า การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินสามบริเวณมีลักษณะคล้ายคลึงกันยกเว้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสาร บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีลักษณะดินเปลี่ยนแปลงน้อย พบลักษณะดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง (Silt clay loam) และดินร่วนปนทรายแป้ง (Silty loam) ในขณะที่ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงมีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนทรายแป้ง (Silt) และทราย (Sand) มาก โดยพบว่าลักษณะดินตะกอนในสองบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นดินร่วนเหนียว (Clay loam) และเป็นดินร่วน (Loam) เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้พบว่าความหนาแน่นของหอยแครงมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับสัดส่วนของดินเหนียวในดินเหนียวในดินตะกอน ปริมาณอินทรียสารในดินและความเค็มในดิน จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงผลของการปักแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนไปตามช่วงอายุของการปักแนวไม้ไผ่นอกเหนือจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลโดยการเปรียบทียบลักษณะของดินตะกอนในบริเวณนี้หลังการปักแนวไม้ไผ่ได้ 2 เดือน จากข้อมูล (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) ซึ่งพบว่าในช่วงแรกดินบริเวณนี้เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายทั้งหมด เมื่อเวลาผ่านไปจากการศึกษาครั้งนี้พบสัดส่วนของทรายแป้งและทรายเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนของดินเหนียวลดลง บริเวณด้านหลังแนวไม้ไผ่ลักษณะดินเปลี่ยนจากดินร่วนเหนียวปนทรายเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้งเมื่อแนวไม้ไผ่มีอายุ 22 เดือนในเดือนพฤศจิกายน 2557 เช่นเดียวกับลักษณะดินตะกอนในบริเวณด้านหน้าแนวไม้ไผ่และบริเวณด้านหน้าแนวไม้ไผ่ที่เป็นแหล่งประมงที่เปลี่ยนจากดินร่วนปนทรายแป้งเป็นดินร่วนทั้งหมด ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนจากการศึกษาครั้งนี้มีแนวโน้มลดลงตามช่วงอายุของการปักแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง เนื่องจากสัดส่วนของทรายซึ่งเป็นดินตะกอนหยาบเพิ่มขึ้นโดยมีปริมาณทรายเพิ่มขึ้นมากถึงร้อยละ 50 ซึ่งต่างจากการศึกษาการติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งทะเลโดยการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งกรณีศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม สมุทรสาคร สมุทรปราการ และฉะเชิงเทรา (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2554) ที่พบว่าสัดส่วนของอนุภาคดินตะกอนในพื้นที่ศึกษาเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง โดยพบสัดส่วนของดินทรายแป้งและดินเหนียวเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนของทรายลดลงเมื่อเทียบกับช่วงก่อนการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ปริมาณสารอินทรีย์ในดินมีค่าสูงในช่วงดำเนินการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง จะเห็นได้ว่าผลของการปักแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารซึ่งผลกระทบต่อความหนาแน่นและการกระจายตัวของหอยแครงบริเวณนี้

การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามพบว่าอัตราการเติบโตของหอยแครงในสามบริเวณได้แก่บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงมีความใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบที่ขนาดความยาวเปลือกหอยแครงหรือความกว้างเปลือกที่เท่ากัน หอยแครงขนาดเล็กในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งจะมีการเติบโตช้ากว่าหรือการเพิ่มน้ำหนักตัวน้อยกว่าหอยแครงที่อยู่

บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ถ้าเป็นหอยที่มีขนาดใหญ่มีอัตราการเติบโตของหอยที่ใกล้กันในทั้งสามในบริเวณ การเติบโตที่ต่างกันนี้โดยเฉพาะในหอยแครงขนาดเล็กนี้อาจจะเนื่องมาจากประสิทธิภาพของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในการช่วยลดพลังงานคลื่นและการสะสมตะกอนด้านหลังแนวไม้ไผ่ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในบริเวณแหลมใหญ่ไม่สามารถช่วยสะสมตะกอนทางด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้และพบว่าด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีคลื่นสูงกว่าบริเวณด้านหน้าทำให้บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งไม่มีความเสถียร (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ (ปกเกศ วงศาสุลักษณ์, 2551) ที่ศึกษาประชากรหอยแครงบริเวณบ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ โดยในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551 ที่พบว่าประชากรหอยแครงในบริเวณด้านหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีขนาดเฉลี่ยโตกว่าของหอยแครงในบริเวณที่ถูกกัดเซาะ หอยแครงมีสัดส่วนน้ำหนักต่อความกว้างและน้ำหนักต่อความยาวเปลือกที่สูงกว่าด้วย แสดงให้เห็นว่าสภาพบริเวณหลังเขื่อนสลายกำลังคลื่นมีความเหมาะสมต่อการเติบโตของหอยแครงมากกว่าเนื่องจากหอยแครงในบริเวณด้านหลังเขื่อนไม่ถูกรบกวนโดยคลื่นซึ่งจะทำให้เกิดความเครียดขึ้นได้รูปแบบการทดแทนประชากรหอยแครงโดยพิจารณาจากสัดส่วนหอยแครงเพศผู้ต่อหอยแครงเพศเมีย ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงและดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในสามบริเวณของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณแหลมใหญ่ มีความคล้ายคลึงกัน ปริมาณลูกหอยลงเกาะก็พบได้ทั้งสามบริเวณในช่วงเวลาเดียวกันคือ เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม โดยพบว่าปริมาณลูกหอยแครงลงเกาะชุกชุมน้อยกว่าในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสองบริเวณ ซึ่งคาดเดาว่าถ้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีประสิทธิภาพในการลดพลังงานคลื่นและสะสมดินตะกอนโดยเฉพาะตะกอนละเอียดจะทำให้บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเป็นแหล่งลูกหอยแครงที่ชุกชุมและหอยแครงสามารถเติบโตได้ในบริเวณนี้

3. การคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงและผลผลิตหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงทั้งความหนาแน่น ลักษณะการกระจายตัว และการทดแทนประชากรหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ขึ้นอยู่กับฤดูกาลเป็นหลัก ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินตะกอนที่มีอิทธิพลต่อความหนาแน่นของหอยแครงคือสัดส่วนของดินเหนียวในดินตะกอน ปริมาณอินทรียสารในดินและความเค็มในดิน ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรหอยแครงในบริเวณนี้ในระยะยาวคือการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนโดยสัดส่วนของทรายแป้งและทรายเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนดินเหนียวลดลงตามช่วงอายุการปักโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง นอกจากนี้ปริมาณอินทรียสารลดลงตามช่วงอายุของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งด้วย การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารนี้จะส่งผลต่อความหนาแน่นและการกระจายตัวของหอยแครงขนาดใหญ่และส่งผลต่ออัตราการรอดและการลงเกาะของลูกหอยขนาดเล็กด้วย ในภาพรวมในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าความหนาแน่นและโครงสร้างประชากรของหอยแครงตลอดจนฤดูกาลสืบพันธุ์ในบริเวณนี้มีความคล้ายคลึงกับที่มีการรายงานในอดีต ส่วนที่แตกต่างอย่างชัดเจนคือ ปริมาณลูกหอยลงเกาะที่พบในบางช่วงเวลาในรอบปีซึ่งในอดีตมีรายงานว่าสามารถพบได้ตลอดปีโดยมีปริมาณมากน้อยต่างกันในแต่ละเดือน

ตารางที่ 15 แสดงให้เห็นถึงผลผลิตและมูลค่าผลผลิตหอยในจังหวัดสมุทรสงคราม จะเห็นว่าหอยแครงมีบทบาทในผลผลิตรวมของหอยในปี 2550 ถึงร้อยละ 44.34 ในขณะที่หอยแครงมีมูลค่าผลผลิตคิดเป็นร้อยละ 77.02 จากนั้นจะเห็นได้ว่าผลผลิตและมูลค่าผลผลิตหอยแครงลดบทบาทลงอย่างมากเหลือผลผลิตเพียงร้อยละ 5.78 ของผลผลิตหอยรวมและมูลค่าผลผลิตหอยแครงลดเหลือเพียงร้อยละ 32.96 ของมูลค่าผลผลิตหอยรวมในปี 2556 แสดงให้เห็นชัดว่าความชุกชุมและความอุดมสมบูรณ์ของหอยแครงในจังหวัดสมุทรสงครามลดลงอย่างมากถึงแม้จะมีการเลี้ยงหอยแครงนอกเหนือจากการประมงหอยแครงในแหล่งในธรรมชาติก็ตาม

ตารางที่ 15 ผลผลิตและมูลค่าผลผลิตหอยในจังหวัดสมุทรสงคราม สถิติการประมง (กรมประมง, 2558)

ปีพ.ศ.	ผลผลิตหอยรวม (ตัน)	มูลค่าผลผลิตหอยรวม (พันบาท)	ผลผลิตหอยแครง (ตัน)	มูลค่าผลผลิตหอยแครง (พันบาท)
2550	19,324	208,374	9,148	160,497
2551	23,658	145,411	4,630	84,561
2552	23,601	149,647	4,107	85,141
2553	28,926	217,049	5,065	112,057
2554	21,540	190,233	2,613	63,526
2555	9,934	110,619	2,518	78,522
2556	41,546	291,918	2,405	96,213

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากการคำนวณผลผลิตหอยแครงในแหล่งประมงตามวิธีของกรมประมง (ธนิฎฐา จงพีร์เพียร et al., 2528, ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ก, 2537ข) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ยังมีศักยภาพในการเป็นแหล่งประมงหอยแครงที่สำคัญในจังหวัดสมุทรสงครามและในประเทศไทย ผลผลิตหอยแครงที่คำนวณได้ในพื้นที่แหล่งประมงหอยแครงประมาณ 781.25 ไร่ จากการศึกษาครั้งนี้เท่ากับ 419,35 ตันต่อปีตันดัง ตารางที่ 16 ที่ (ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ, 2537ข) ได้รายงานว่าหอยแครงในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงคราม บริเวณคลองโคนและแพรกทะเลประเมินได้ 65 ตัน ในพื้นที่ 2.75 ตารางกิโลเมตร ซึ่งคาดว่าเป็นปริมาณที่เหลืออยู่หลังจากการประมงไปแล้วร้อยละ 80 ดังนั้นผลผลิตหอยแครงในบริเวณนี้ควรได้เท่ากับ 325 ตัน

ตารางที่ 16 การประเมินผลผลิตหอยแครงในพื้นที่แหล่งประมงแหลมใหญ่ ประมาณ 781.25 ไร่

ขนาดตัว (ซม.)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ ตัว)	ความหนาแน่นเฉลี่ยทั้งปี	จำนวนตัวหอยแครงในแหล่งประมง	ปริมาณพันธุ์หอยแครง (กิโลกรัม)
1.00-1.25	0.14	0.006	233,333	32.92
1.26-1.50	0.38	0.050	2100,000	801.99
1.51-1.75	0.53	0.100	4,083,333	2,160.49
1.76-2.00	0.51	0.178	6,883,333	3,491.23
2.01-2.25	0.87	0.417	1,6333,333	14,239.40
2.26-2.50	0.99	0.872	36,166,666	35,913.50
2.51-2.75	1.23	0.953	40,483,333	52,344.95
2.76-3.00	1.71	1.003	41,650,000	71,263.15
3.01-3.25	2.07	1.186	51,100,000	106,001.84
3.26-3.50	2.49	0.644	29,750,000	74,107.25
3.51-3.75	2.70	0.347	14,816,666	40,064.27
3.76-4.00	3.30	0.092	3,850,000	12,705.00
4.01-4.25	3.77	0.028	1,400,000	5,280.80
4.26-4.50	3.98	0.003	116,666	464.85
4.51-4.75	4.14	0.003	116,666	482.18
รวม			249,083,333	419,354.68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 การประเมินผลผลิตหอยแครงด้วยการคำนวณแยกแต่ละบริเวณ บริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

ขนาดตัว (ซม.)	ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง	ด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง
	ปริมาณพันธุ์หอยแครง (กิโลกรัม)	ปริมาณพันธุ์หอยแครง (กิโลกรัม)	ปริมาณพันธุ์หอยแครง (กิโลกรัม)
1.00-1.25	16.37	16.54	0.00
1.26-1.50	389.66	219.28	186.01
1.51-1.75	932.12	867.95	366.24
1.76-2.00	1,957.55	1,006.16	436.75
2.01-2.25	4,810.00	4,976.16	4,442.76
2.26-2.50	11,490.55	12,501.72	11,716.88
2.51-2.75	16,511.37	18,497.64	17,338.36
2.76-3.00	26,459.42	25,739.35	18,910.47
3.01-3.25	35,992.62	34,022.33	35,899.92
3.26-3.50	25,776.21	21,412.13	26,962.40
3.51-3.75	10,495.01	12,866.21	16,837.43
3.76-4.00	2,665.68	4,743.77	5,444.44
4.01-4.25	1,612.24	835.61	2,996.42
4.26-4.50	0.00	0.00	464.85
4.51-4.75	0.00	482.18	0.00
รวม	139,109.79	138,187.04	142,003.92

เมื่อประเมินผลผลิตหอยแครงในสามบริเวณของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม พบว่าผลผลิตหอยแครงที่ได้แต่ละบริเวณไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยพบผลผลิตหอยแครงบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ที่เป็นแหล่งประมงมีผลผลิตเท่ากับ 142.00 ตันต่อปี รองลงมาคือบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเท่ากับ 139.11 และ 138.19 ตันต่อปีตามลำดับ

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดอนหอยแครงบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม มีศักยภาพในการให้ผลผลิตหอยแครงอย่างต่อเนื่อง และเป็นแหล่งประมงหอยแครงที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดสมุทรสงคราม ผลผลิตที่คำนวณได้จากบริเวณแหลมใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 17.44 ของผลผลิตหอยแครงจังหวัดสมุทรสงครามในปีพ.ศ. 2556 แนวโน้มความอุดมสมบูรณ์และผลผลิตของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ คาดว่าจะลดลงเนื่องจากมีผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเสริมนอกเหนือจากการประมงหอยแครงตามปกติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบดินตะกอนโดยเฉพาะมีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนทรายและทรายแป้งเพิ่มขึ้นตามอายุของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง อีกทั้งการลดลงของปริมาณอินทรียสารและปริมาณลูกหอยลงเกาะการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งในบริเวณแหลมใหญ่ซึ่งดำเนินการตั้งแต่เดือนมกราคม 2556 ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งเพื่อปกป้องแหล่งที่อยู่อาศัยของหอยแครงได้ โครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งดังกล่าวไม่สามารถลดพลังงานคลื่นและเพิ่มอัตราการสะสมตะกอนได้บริเวณด้านหลังโครงสร้าง (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์และคณะ 2558)

4. การจัดการทรัพยากรหอยแครงในแหล่งประมงพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม

พื้นที่ชายฝั่งบริเวณตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามจัดเป็นแหล่งหอยแครงตามธรรมชาติ ที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดสมุทรสงคราม หอยแครงจัดเป็นทรัพยากรประมงที่สำคัญสำหรับชาวประมงตำบลแหลมใหญ่และบริเวณใกล้เคียงจนถึงชาวประมงต่างถิ่น การเก็บหอยแครงบริเวณนี้ใช้มือและคราดมืออย่างเดียว ในยามที่น้ำลงจะเห็นชาวประมงถือกระดานเลนและเก็บหอยแครงจำนวนมาก ชาวประมงเหล่านี้จะเก็บหอยแครงจนถึงช่วงน้ำขึ้นสูงสุดจนถึงประมาณช่วงไหล่หรือคอจึงเลิกเก็บ ในช่วงน้ำลงตอนกลางวันจะพบชาวประมงประมาณ 40-50 คนต่อวัน ซึ่งรายได้ชาวบ้านจากการเก็บหอยแครงได้ไม่ต่ำกว่าวันละ 800-1,000 บาทต่อคน แต่ถ้าเป็นช่วงน้ำลงตอนกลางคืนซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนพบชาวประมงจำนวนน้อยลงเหลือประมาณ 20 คนต่อวันเนื่องจากเก็บหอยแครงได้ยาก ถ้าเป็นลูกหอยแครงหรือหอยแครงขนาดเล็กก็จะนำไปเลี้ยงต่อหรือขาย ชาวประมงจะใช้ชเนาะโพงคล้ายสวิงเก็บ มีการเก็บลูกหอยลงเกาะที่มีขนาดเท่าเม็ดถั่วเขียวขายให้ฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยแครงซึ่งจะได้รายได้ดีมากประมาณหมื่นกว่าบาทต่อปริมาณลูกหอยหนึ่งถุงกระสอบปุ๋ย (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) นอกจากชาวประมงทำการเก็บหอยแครงขนาดโตเต็มวัยและลูกหอยแล้ว บางครั้งพบว่ามีเรือประมงอวนลากขนาดเล็กลักลอบทำการประมงในพื้นที่ จะเห็นได้ว่าการทำประมงที่เกินขนาดและการใช้เครื่องมือที่ผิดประเภทตลอดจนการเสื่อมสภาพของป่าชายเลนเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้ปริมาณหอยแครงและจำนวนลูกหอยแครงตามธรรมชาติในบริเวณนี้ลดลง

การกัดเซาะชายฝั่งบริเวณแหลมใหญ่ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้จำนวนหอยแครงและลูกหอยแครงลดลงมาก เนื่องจากพื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติถูกทำลาย ดังนั้นจึงมีการดำเนินการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของหน่วยงานที่ได้รับผิดชอบโดยการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเพื่อลดพลังงานคลื่นและการสะสมของดินตะกอน การดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้เริ่มขึ้นในเดือนมกราคม 2556 และได้ดำเนินต่อเนื่องขนานแนวชายฝั่ง จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของดอนหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ว่ายังมีความอุดมสมบูรณ์และมีผลผลิตให้ชาวประมงได้ต่อเนื่องโดยมีการประเมินผลผลิตหอยแครงได้สูงสุดถึง 419.35 ตัน ในพื้นที่แหล่งประมงหอยแครงประมาณ 781.25 ไร่

ผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในบริเวณนี้ยังไม่ชัดเจนในการศึกษาระยะหนึ่งปี แต่คาดว่าน่าจะมีผลในระยะยาวเนื่องจากพบการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและลักษณะดินตะกอนตามฤดูกาลและตามช่วงอายุที่มีการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งพบสัดส่วนของดินเหนียวลดลงมีสัดส่วนของทรายแป้งและทรายเพิ่มมากขึ้นทำให้ลักษณะหาดเลนบริเวณนี้เปลี่ยนเป็นดินร่วนในที่สุด การเพิ่มสัดส่วนทรายมากขึ้นทำให้บริเวณดังกล่าวไม่เหมาะสมในการเป็นที่อยู่อาศัยของหอยแครง นอกจากนี้ปริมาณอินทรียสารก็ลดลงด้วยตามช่วงอายุการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง โครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่สร้างในบริเวณนี้เป็นการสร้างเป็นแนวเพียงแถวเดียวหรืออย่างมาก 2-3 แถวสลับเป็นฟันปลา ไม้ไผ่ที่ใช้สร้างก็มีขนาดเล็กดังนั้นโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งไม่สามารถทำหน้าที่ในการลดพลังงานคลื่นและช่วยเพิ่มดินตะกอนบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในช่วงเดือนที่มีคลื่นลมรุนแรงของบริเวณด้านหลังและด้านหน้าของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งจะมีคลื่นสูงและมีการฟุ้งกระกระจายของชั้นดินในบริเวณนี้ (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ et al., 2558) พบว่าอัตราการเติบโตของหอยแครงในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งจะมีค่าต่ำกว่าบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินการเพื่อจัดการทรัพยากรหอยแครงในแหล่งประมงพื้นที่แหลมใหญ่แห่งนี้เพื่อให้สามารถคงศักยภาพความอุดมสมบูรณ์ของหอยแครงอย่างต่อเนื่อง การศึกษาโครงสร้างประชากรหอยแครงในบริเวณนี้โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่น ปริมาณลูกหอยลงเกาะ การเติบโตและการเจริญพันธุ์ในรอบปีของหอยแครงบริเวณโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการจัดการเพื่อฟื้นฟูและอนุรักษ์แหล่งประมงหอยแครงแหล่งนี้ แนวทางในการรักษาทรัพยากรหอยแครงเพื่อให้มีความอุดมสมบูรณ์สืบต่อไปดำเนินการได้ 3 แนวทางคือ

4.1 การจัดการทรัพยากรหอยแครง

การจัดการทรัพยากรหอยแครงโดยการควบคุมปริมาณการจับและช่วงฤดูกาลที่จับ ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือและความเข้าใจของชาวประมง ซึ่งในปัจจุบันมีการตกลงกันในหมู่ชาวประมงว่าการจับหอยแครงในปัจจุบันใช้มือและคราดมือเป็นหลัก บางครั้งมีเรือประมงอวนลากมาทำการประมงและเรือประมงคราดหอยเข้ามาในพื้นที่เป็นครั้งคราว จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าหอยแครงในบริเวณนี้มีการวางไข่ได้ตลอดทั้งปี หอยแครงกลุ่มเด่นที่พบกระจายทั่วไปและทุกเดือนคือหอยแครงที่มีขนาดพร้อมที่จะสืบพันธุ์เป็นกลุ่มที่สมบูรณ์เพศโดยมีขนาดตั้งแต่ 2.30-3.59 ซม. ซึ่งหอยแครงกลุ่มนี้มีความหนาแน่นสูงเฉลี่ยถึงร้อยละ 81.18 ของประชากรหอยแครงบริเวณนี้ ขนาดความสมบูรณ์เพศเริ่มแรกของหอยแครงเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 2.35 ซม. ดังนั้นควรกำหนดขนาดหอยแครงที่จับขายได้ไม่ควรต่ำกว่า 2.30 ซม. หอยแครงขนาดเล็กที่เหลืออยู่จะได้มีโอกาสสืบพันธุ์และวางไข่ต่อเนื่องได้ นอกจากนี้ควรมีการกำหนดช่วงเวลาในการห้ามเก็บลูกหอยแครงขายในช่วงเวลาฤดูวางไข่สูงสุดคือช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมจะช่วยเพิ่มปริมาณลูกหอยที่ลงเกาะและให้หอยขนาดเล็กมีโอกาสเติบโตได้ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบลูกหอยลงเกาะในบางช่วงเวลาเท่านั้นไม่พบทุกเดือนเหมือนที่เคยมีรายงานในอดีต นอกจากนี้ควรมีการจัดตั้งธนาคารลูกหอยขึ้นโดยให้ลูกหอยที่เลี้ยงขึ้นมาเป็นส่วนช่วยทดแทนประชากรลูกหอยแครงตามธรรมชาติเพื่อให้มีอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี

4.2 การอนุรักษ์พื้นที่เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ของหอยแครง

การอนุรักษ์พื้นที่เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่เป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากมีการประมงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปริมาณหอยแครงโดยตรงและทำให้การทดแทนประชากรหอยแครงเป็นไปได้ยากเนื่องจากการจับหอยแครงไม่จำกัดขนาดขายโดยเฉพาะการเก็บลูกหอยแครง การทำประมงที่ดำเนินอยู่ทำให้มีการรบกวนชั้นดินต่อเนื่องเป็นบริเวณที่กว้างดังการศึกษาของ (Kaiser et al., 2001) มีการพลิกชั้นดินสีดำขึ้นมาและทำให้น้ำขุ่นทำให้ลูกหอยแครงไม่สามารถลงเกาะได้และหอยแครงขนาดเล็กตายได้ นอกจากนี้การสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งยังส่งผลกระทบทำให้ลักษณะดินตะกอนเปลี่ยนแปลงและปริมาณอินทรียสารในดินลดลงทำให้คาดการณ์ได้ว่าจะทำให้ปริมาณหอยแครงลดลงอีก ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการกำหนดเขตห้ามจับหอยแครงเป็นเขตอนุรักษ์เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์หอยแครง การกำหนดเขตห้ามจับสัตว์น้ำเพื่อเป็นเขตอนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์เป็นเครื่องมือการจัดการทรัพยากรประมงที่สำคัญเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรประมงให้มีอยู่ต่อเนื่อง นอกจากเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์แล้วยังเป็นการคุ้มครองแหล่งวางไข่และแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนให้เติบโตจนเข้าข่ายการประมง (Jones, 1994) นอกจากนี้ยังใช้เป็นเขตควบคุมเพื่อการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรสัตว์น้ำเพื่อเทียบกับพื้นที่ยินยอมให้มีการประมง จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีลักษณะโครงสร้างประชากรหอยแครงคล้ายคลึงกับบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง จึงควรกำหนดพื้นที่ด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเป็นเขตอนุรักษ์เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์หอยแครงในบริเวณนี้ซึ่งการดำเนินการอาจกำหนดเป็นเขตเป็นแนวยาวต่อเนื่องด้านหลังแนวโครงสร้างไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งหรือปักเป็นคอกหอยแครงเป็นช่วงๆก็ได้

4.3 การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน

การดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่ดำเนินอยู่ในบริเวณแหลมใหญ่ยังไม่มีประสิทธิภาพมากพอในการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากไม่สามารถลดพลังงานคลื่นและสะสมดินตะกอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้อายุการใช้งานของไม้ไผ่สั้นมาก 2-3 ปีทำให้เริ่มมีการผุพังในหลายพื้นที่ ดังนั้นควรมีการปลูกเสริมและฟื้นฟูป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งเพื่อเพิ่มเป็นปราการธรรมชาติป้องกันและผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่ง การปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนทำให้บริเวณหาดเลนมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยอาหารตามธรรมชาติเพื่อเลี้ยงประชากรหอยแครงในบริเวณนี้ต่อเนื่อง

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาความหนาแน่นของหอยแครงในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557 พบว่ามีความแตกต่างกันทั้งสามบริเวณและฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีค่าระหว่าง 4-32 ตัวต่อตารางเมตร พบความหนาแน่นของหอยแครงเฉลี่ยสูงสุดบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงเท่ากับ 18.67 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมาคือบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งเท่ากับ 10.34 และ 9.67 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ พบความหนาแน่นของหอยแครงในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าที่พบในฤดูฝน ความหนาแน่นของหอยแครงเฉลี่ยในฤดูแล้งมีค่า 12-24 ตัวต่อตารางเมตร ในขณะที่ความหนาแน่นเฉลี่ยของหอยแครงในฤดูฝนมีค่า 8-14.86 ตัวต่อตารางเมตร

2. หอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามมีขนาดความยาวเปลือกเล็กที่สุด 1.00 เซนติเมตร ส่วนหอยแครงขนาดใหญ่ที่สุด 4.66 เซนติเมตร การกระจายตามขนาดความยาวเปลือกหอยแครงแต่ละบริเวณมีความหนาแน่นที่ใกล้เคียงกัน สัดส่วนของหอยแครงเพศผู้ต่อหอยแครงเพศเมียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.13:1 ประชากรหอยแครงทั้งเพศผู้และเพศเมียที่มีชุกชุมมากที่สุดมีขนาดตั้งแต่ 2.26-2.50 เซนติเมตรถึงขนาด 3.26-3.50 เซนติเมตรในทั้งสองฤดู ซึ่งหอยแครงเพศผู้และเพศเมียกลุ่มเด่นที่พบบริเวณแหลมใหญ่จัดเป็นกลุ่มหอยที่เจริญพันธุ์สมบูรณ์เต็มที่และสามารถวางไข่ได้ แสดงว่าหอยแครงบริเวณนี้มีการวางไข่ได้ตลอดปี

3. การเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมในดินในรอบปีบริเวณแหลมใหญ่มีความคล้ายคลึงกันในสามบริเวณ คือ บริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง และบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมง ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ความเค็ม ลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสาร พบว่าความหนาแน่นของประชากรหอยแครงมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน สัดส่วนของดินเหนียวและความเค็มในดิน แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับกับอุณหภูมิ

4. เมื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนในพื้นที่แหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม ตามช่วงเวลาที่มีการดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง พบการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนโดยหลังจากที่ดำเนินการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตะกอนโดยมีสัดส่วนทรายแป้งและทรายเพิ่มขึ้นในขณะที่สัดส่วนของดินเหนียวลดลง ซึ่งในช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่โครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีอายุได้ 22 เดือน ลักษณะดินตะกอนบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่

ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงเปลี่ยนเป็นดินร่วนทั้งหมด ลักษณะดินตะกอนบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยโดยมีสัดส่วนของทรายเพิ่มขึ้นเช่นกันและในช่วงเดือนพฤศจิกายนมีลักษณะดินตะกอนเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนบริเวณแหลมใหญ่จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ในระดับปานกลาง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) มีค่าร้อยละ 1.25-2.60 ปริมาณอินทรียสารมีแนวโน้มลดลงตามช่วงอายุของการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารในบริเวณแหลมใหญ่ เป็นผลกระทบของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง ซึ่งมีผลต่อปริมาณหอยแครงที่โตเต็มวัยและปริมาณลูกหอยลงเกาะ

5. การเปลี่ยนแปลงการเติบโตของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ เป็นไปตามลักษณะการเติบโตของหอยสองฝาทั่วไปที่พบว่าความยาวเปลือกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรก อัตราการเพิ่มของน้ำหนักตัวหอยแครงจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อหอยมีขนาดโตขึ้น อัตราการเติบโตของหอยแครงในบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่ง บริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งและบริเวณด้านหน้าโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งที่เป็นแหล่งประมงมีความใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบที่ขนาดความยาวเปลือกเท่ากัน หอยแครงขนาดเล็กบริเวณด้านหลังโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีแนวโน้มว่าเติบโตช้ากว่าอีก 2 บริเวณ แต่เมื่อเป็นหอยแครงขนาดใหญ่มีอัตราการเติบโตใกล้เคียงกันในทั้งสามบริเวณ

6. จากการศึกษาทางด้านมิญชวิทยาพบระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแครงเพศผู้และเพศเมียแบ่งออกเป็น 5 ระยะได้แก่ ระยะที่ 1 เริ่มการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ระยะที่ 2 เป็นระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ระยะที่ 3 เป็นระยะสมบูรณ์เพศ ระยะที่ 4 เป็นระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกสู่ภายนอกและระยะที่ 5 เป็นระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เป็นระยะพัก ขนาดความสมบูรณ์เพศแรกเริ่มในหอยแครงเพศผู้และเพศเมียในบริเวณแหลมใหญ่เท่ากับ 2.35 ซม.

7. ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่พบว่าหอยแครงมีการสืบพันธุ์ได้ตลอดปี มีฤดูกาลวางไข่ปริมาณสูงสุด 2 ช่วง คือในเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม ช่วงเดือนที่สองมีการวางไข่อีกเป็นช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม

8. ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีค่าตั้งแต่ 15.03-25.19 ซึ่งจัดว่ามีค่าสูงตลอดปีแสดงว่าหอยมีความสมบูรณ์หรือหอยอ้วน ดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนมกราคมและเดือนกุมภาพันธ์ในฤดูแล้ง ช่วงที่สองพบค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายนและตุลาคมในฤดูฝน

9. ปริมาณลูกหอยแครงลงเกาะในบริเวณแหลมใหญ่พบได้ในเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน เดือนสิงหาคม และเดือนตุลาคม ปริมาณลูกหอยลงเกาะที่พบในบริเวณนี้มีค่า 4-56 ตัวต่อตารางเมตร บริเวณด้านหลังแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งมีปริมาณลูกหอยลงเกาะน้อยที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

10. จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงคราม แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดอนหอยแครงแห่งนี้ยังมีศักยภาพในการให้ผลผลิตหอยแครงอย่างต่อเนื่องและเป็นแหล่งประมงหอยแครงที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดสมุทรสงคราม ผลผลิตหอยแครงที่คำนวณได้จากพื้นที่แหล่งประมงหอยแครง 781.25 ไร่ เท่ากับ 419.35 ตันต่อปี ผลของโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งต่อประชากรหอยแครงในบริเวณแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามคือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสาร ซึ่งจะส่งผลต่อความหนาแน่นและการกระจายตัวของหอยแครงขนาดใหญ่และส่งผลต่ออัตราการรอดและการลงเกาะของลูกหอยขนาดเล็กด้วย ซึ่งในระยะยาวจะส่งผลถึงประชากรหอยแครงและผลผลิตที่ลดลง

ข้อเสนอแนะ

1. การจัดการทรัพยากรประชากรหอยแครงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการประมงหอยแครงบริเวณตำบลแหลมใหญ่ จังหวัดสมุทรสงครามเพื่อให้พื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่มีลูกหอยแครงเกิดตามธรรมชาติและให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง การจัดการทรัพยากรหอยแครงในบริเวณนี้จำเป็นต้องทำความเข้าใจกับชาวประมงและทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อให้มีการกำหนดขนาดหอยแครงที่จับขายได้ตลอดจนช่วงฤดูกาลที่ห้ามจับลูกหอยขาย นอกจากนี้กำหนดพื้นที่อนุรักษ์เพื่อเป็นแหล่งพ่อแม่พันธุ์เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้มีการทดแทนประชากรหอยแครงอย่างต่อเนื่อง

2. การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลของการสร้างโครงสร้างแนวไม้ไผ่ป้องกันชายฝั่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารในดิน ซึ่งคาดว่าทำให้ประชากรหอยแครงลดลงทั้งหอยแครงที่โตเต็มวัยกับลูกหอยแครง ความสำเร็จในการลงเกาะของลูกหอยแครงและอัตราการรอดของลูกหอยแครงตลอดจนอัตราการเติบโตของหอยแครงในดินตะกอนที่มีลักษณะองค์ประกอบและปริมาณอินทรียสารที่ต่างกันจึงเป็นเรื่องที่ควรมีการศึกษาต่อเพื่อให้ทราบถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนและปริมาณอินทรียสารในดินต่อการทดแทนประชากรหอยแครง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมทรัพยากรธรรมชาติและชายฝั่ง (2551). "กรอบและแนวทางการติดตามและประเมินผลโครงการปลูกป่าชายเลนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ในโอกาสทรงพระเจริญพระชนพรรษา 72 พรรษา." 45 หน้า.

กรมประมง (2536). "การเลี้ยงหอยแครง." เอกสารคำแนะนำ กองส่งเสริมประมง กรมประมง.

กรมประมง (2550). "การเลี้ยงหอยแครง." สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: 19 หน้า.

กรมประมง (2552). "สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. ." ศูนย์สารสนเทศกรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: 92 หน้า.

กรมประมง (2558). "สถิติการประมง 2556." from http://www.fisheries.go.th/it-stat/.

กรมพัฒนาที่ดิน (2547). "คู่มือวิเคราะห์ดิน น้ำ ปุ๋ย พืชวัสดุปรับปรุงดินและวิเคราะห์เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า."

กวิตา ธนานันทยศ (2546). ความเค็มของน้ำทะเลและอินทรียวัตถุในดินตะกอนที่มีผลกระทบต่อการกระจายตัวของหอยแครง (Scapharca inaequivalvis) ที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.: 113 หน้า.

ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ (2537ก). "การสำรวจความชุกชุมและแพร่กระจายของพันธุ์หอยแครงบริเวณทะเลชายฝั่งจังหวัดฉะเชิงเทรา เพชรบุรี." เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2537.: 26 หน้า.

ขวัญฤทัย ถนอมเกียรติ (2537ข). "การสำรวจความชุกชุมและแพร่กระจายของพันธุ์หอยแครงบริเวณทะเลชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี." กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2537: 24 หน้า.

คมน์ ศิลปาจารย์; จินตนา นักระนาด and สุทธิโณ ลิ้มสุรัตน์ (2538). "การเพาะเลี้ยงหอยแครง." สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กองประมงน้ำ กร่อย กรมประมง.: 6 หน้า.

คมน์ ศิลปาจารย์; ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง; สุทธิโณ ลิ้มสุรัตน์ and สมชาย ยังพลขันธ์ (2530). "การศึกษาชีววิทยาหอยแครงในอ่าวทุ่งคา จังหวัดชุมพร ปี (2528)." สถานีกองประมงน้ำกร่อยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง เอกสารวิชาการฉบับที่ 48/2530: 54 หน้า.

จินตมาส สุวรรณจรัส and สุพัตรา ปานรงค์ (2534). "วงจรการสืบพันธุ์ของหอยแครงที่ ต. เจ๊ะบิหลัง จ. สตูล." วารสารวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 12(4) 141-151

ชัยวัฒน์ วิชัยวัฒนะ; นิธิวัฒน์ วงศ์วิวัฒน์; สุภาพร แก้วอักษร and จินตนา มหาสวัสดิ์ (2550). "เปรียบเทียบการเลี้ยงหอยแครงพันธุ์ Anadara granosa (Linnaeus, 1758) และพันธุ์ Anadara nodifera (Martams, 1860) ในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี." ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2550.: 37 หน้า.

ชุตินันท์ ศรีสัมพันธ์ (2544). วงสืบพันธุ์ของหอยแครง (Anadara granosa) จากบริเวณเมืองใหม่ จังหวัดชลบุรี, สาขาวิชาวาริชศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา: 61 หน้า.

ณรงค์ ชินบุตร and จักรพงษ์ เจิมศิริ (2536). "การวิเคราะห์และจำแนกเนื้อดิน." กรมวิชาการเกษตร.: หน้า 7-21.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์; ณัฐกิตติ์ โตอ่อน; ศุภมัย พรหมแก้ว; ทิพย์นภา สุวรรณสนิท; ดวงธมลพร นุตเจริญ and จิราวรรณ ใจเพิ่ม (2554). "การติดตามและประเมินผลการฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งทะเลโดยการปักไม้ไผ่ชะลอคลื่น กรณีศึกษา จังหวัดสมุทรสงคราม สมุทรสาคร สมุทรปราการและฉะเชิงเทรา." สำนักการจัดการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งและพื้นที่ชายฝั่ง ทะเลกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม: 408 หน้า.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์; ศิริวรรณ ศิริบุญ; จิราวรรณ ใจเพิ่ม and พัฒนวรรณ หมู่คุ่ย (2558). "แหลมใหญ่...สมุทรสงคราม...แหล่งเรียนระบบนิเวศป่าชายเลน:." บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 459 หน้า.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์; อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์; อิชฌิกา ศิวายพราหมณ์; จำลอง โตอ่อน; เอกพล อ่วมนุช; พรเทพ พรรณรักษ์; ชลธยา ทรงรูป; นิรุชา มงคลแสงสุรีย์; วิชญา กันบัว; สุพิชญา วงศ์ชินวิทย์; ศิริมาศ สุขประเสริฐ; ทิพย์นภา วรรณสนิท; พงษ์วิทิต จือเหลียง; บัญชา สบายตัว and จิราวรรณ ใจเพิ่ม (2549). "สถานภาพและแนวทางการจัดการทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนในฝั่งตะวันตก." ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 578 หน้า.

ถาวร ธรรมเศวต; วิรัช ถัทรภิญโญ; จินตนา นักระนาด and คมน์ ศิลปาจารย์ (2530). "ชีววิทยาของหอยแครง ศึกษาจากแหล่งปล่อยพ่อแม่พันธุ์และแปลงทดลองเลี้ยงที่อ่าวสวี บ้านทุ่งคา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ปี 2527." กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง เอกสารวิชาการฉบับที่ 43/2530.

ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล; สมชัย อวยพรประเสริฐ; ณัฐมนต์ กัมปนานนท์; วินัย อวยพรประเสริฐ; ปราโมทย์ โศจิศุภร; ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์; หงษ์ฟ้า ทรัพย์บุญเรือง; ศิริวรรณ ศิริบุญ; สมเกียรติ วรปัญญาอนันต์; อังสนา บุณโยภาส; บุศราศิริ ธนะอุ; อัฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์; อัชฌิกา ศิวายพราหมณ์; ประเสริฐศักดิ์ เอกพิสุทธิสุนทร and วิมาน เวชกุล (2551). "ขุนสมุทรจีน 49A2 ต้นแบบการแก้ไขปัญหาน้ำทะเลกัดเซาะหาดโคลน." สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: 64 หน้า.

ธนิฎฐา จงพีร์เพียร; ปรานอม เบ็ญจมาลย์; สุรางค์ ทิพย์โยธิน and สมศักดิ์ พิภพภิญโญ (2526). "อัตราส่วนเพศและพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยแครง (Anadara granosa L.) ขนาดเล็ก." การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 23 สาขาประมง ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 5-7 กุมภาพันธ์ 2528: 293-306 หน้า.

ธนิฎฐา จงพีร์เพียร; วัฒนา ภู่เจริญ and ปรานอม พรมผาย (2528). "ฤดูกาลเกิดและการแพร่กระจายของหอยแครงและหอยหลอดบริเวณชายฝั่ง จ.สมุทรสงคราม." ฝ่ายสำรวจเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง เอกสารรายงาน/วิชาการฉบับที่ 43: 25 หน้า.

ธีรยา ช่วยสุรินทร์; ณัฐพงศ์ ต้นสาลี and ชอุ่ม สุขช่วย (2547). "สภาพแวดล้อมและฤดูกาลเกิดของลูกพันธุ์หอยแครง (Anadara granosa,Linnaeus) บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี." ศูนย์วิจัยและ

พัฒนา ประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2547: 20 หน้า.

นิพนธ์ ศิริพันธ์ (2556). "การเลี้ยงหอยแครง." from http://www.nicaonline.com/index.php?option=com_content&view=article&id=588.

ปกเกศ วงศาสุลักษณ์ (2551). ประชากรหอยแครงในบริเวณชายฝั่งทะเล บ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต: 34 หน้า.

ประไพ ชัยโรจน์ (2536). "การวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน." กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร: 67 หน้า.

วราภรณ์ หนูดี and จินตนา มหาสวัสดิ์ (2550). "ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและดินกับค่าดัชนีความสมบูรณ์ของหอยแครงในแหล่งเลี้ยงอ่าวบ้านดอนสุราษฎร์ธานี." ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี เอกสารวิชาการฉบับที่ 19/2550: 17 หน้า.

ศุภพัฒนา ทองไชย (2551). วงสืบพันธุ์ของหอยแครงและสภาพแวดล้อมในอ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา: 51 หน้า.

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน (2558). "ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนลุ่มน้ำแม่กลอง." from http://hydro-7.com/HD-04/monthly_runoff.html

ศูนย์อุทกวิทยาและบริหารน้ำภาคตะวันตก กรมชลประทาน (2558). "ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนลุ่มน้ำแม่กลอง. ." from http://hydro-7.com/HD-03/monthly_rainfall.html

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) (2558). "ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. ชุดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์ (LESA)." from http://portal.edu.chula.ac.th/lesa_cd/assets/document/lesa212/about/copy_right.html

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552). "การผลิตและการตลาดหอยแครง." สำนักงานวิจัยการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ 144: 61 หน้า.

สิริ ทุกข์วินาศ; เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก; ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์; สุนันท์ ทวยเจริญ and เพราพรรณ แสงสกุล (2529). "ผลการสำรวจศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของหอยแครง Anadara granosa และคุณสมบัติบางประการของน้ำและตะกอนดินบริเวณแปลงเลี้ยงอ่าวปัตตานี." สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลชายฝั่งจังหวัดสงขลา กรมประมง เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2529: 46 หน้า.

สุนันท์ ทวยเจริญ; วัฒนา ภู่เจริญ and ปรานอม เบ็ญมาลย์ (2526ข). "ศึกษาการพัฒนาการของอวัยวะของหอยแครงเต็มวัยและสภาพแวดล้อมที่จ.สมุทรสงครามและเพชรบุรี." สาขาประมง ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 23 308-329 หน้า.

สุนันท์ ทวยเจริญ; สุรางค์ ทิพย์โยธิน and ดารณี หันหาบุญ (2526ก). "การศึกษาองค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารของหอยแครง." ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง. กรมประมง เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2526.

สุวัจน์ ธัญรส and ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย (2554). "พัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ แอมบริโอและตัวอ่อนของหอยแครง Anadara granosa (L.) (Bivalvia: Arcidae)." วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ปีที่ : 3 1: 51-60 หน้า

เอกพล อ่วมนุช; อิชณิกา ศิวายพราหมณ์; ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์; อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์; ชาตรี ฤทธิ์ทอง and กรอร วงษ์กำแหง (2547). "ความสมบูรณ์เพศของหอยแครง Anadara granosa เพื่อพัฒนาแนวทางการเลี้ยงหอยแครงในบ่อกุ้งแบบธรรมชาติ ตำบลบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม." การจักการส่วนป่าชายเลนแบบผสมผสานเพื่อการพัฒนาทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย: 11 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Bancroft, J. D. and M. Gamble (2002). Theory and practice of histological techniques.5th. Ed. Edinburgh. Churchill Livingstone Pub.

Bayne, B. L. (1993). Feeding Physiology of Bivalves: Time-Dependence and Compensation for Changes in Food Availability. Bivalve Filter Feeders: in Estuarine and Coastal Ecosystem Processes. R. F. Dame. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg: 1-24.

Broom, M. J. (1985). The biology and culture of marine bivalve molluscs of the genus Anadara, WorldFish.

Castro, N. F. and N. de Vido de Mattio (1987). "Biochemical composition, condition index, and energy value of Ostrea peulchana (D'Orbigny): relationships with the reproductive cycle." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 108(2): 113-126.

Cataldo, D. H.; D. Boltovskoy; J. Stripeikis and M. Pose (2001). "Condition index and growth rates of field caged Corbicula fluminea (Bivalvia) as biomarkers of pollution gradients in the Paraná river delta (Argentina)." Aquatic Ecosystem Health & Management 4(2): 187-201.

Crosby, M. and L. Gale (1990). "A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method." J. Shellfish Res 9(1): 233-237.

Daven, P. J. and T. M. Wong (1986). "Responses of the Blood Cockle Anadura grunostz (L.) (Bivalvia: Arcidae) to Salinity, Hypoxia and Aerial Exposures." Aquaculture: 151-162

Ferns, P.; D. Rostron and H. Siman (2000). "Effects of mechanical cockle harvesting on intertidal communities." Journal of Applied Ecology 37(3): 464-474.

Filgueira, R.; L. A. Comeau; T. Landry; J. Grant; T. Guyondet and A. Mallet (2013). "Bivalve condition index as an indicator of aquaculture intensity: A meta-analysis." Ecological Indicators 25: 215-229.

Hickman, R. W. and J. Illingworth (1980). "Condition cycle of the green-lipped mussel Perna canaliculus in New Zealand." Marine Biology 60(1): 27-38.

Ibrahim, N. (1995). "Trace element content of Malaysian cockles (Anadara granosa)." Food Chemistry 54(2): 133-135.

Iglesias, J. I. P.; M. B. Urrutia; E. Navarro; P. Alvarez-Jorna; X. Larretxea; S. Bougrier and M. Heral (1996). "Variability of feeding processes in the cockle Cerastoderma edule (L.) in response

to changes in seston concentration and composition." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 197(1): 121-143.

Jones, P. J. S. (1994). "A review and analysis of the objectives of marine nature reserves." Ocean & Coastal Management 24(3): 149-178.

Kaiser, M. J.; G. Broad and S. J. Hall (2001). "Disturbance of intertidal soft-sediment benthic communities by cockle hand raking." Journal of Sea Research 45(2): 119-130.

Marin, M. G.; V. Moschino; M. Deppieri and L. Lucchetta (2003). "Variations in gross biochemical composition, energy value and condition index of T. philippinarum from the Lagoon of Venice." Aquaculture 219(1–4): 859-871.

Nakamura, Y. and Y. Shinotsuka (2007). "Suspension feeding and growth of ark shell Anadara granosa: comparison with ubiquitous species Scapharca subcrenata." Fisheries Science 73(4): 889-896.

Navarro, E.; J. I. P. Iglesias and M. M. Ortega (1992). "Natural sediment as a food source for the cockle Cerastoderma edule (L.): effect of variable particle concentration on feeding, digestion and the scope for growth." Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 156(1): 69-87.

Newell, R. I. E. and B. L. Bayne (1980). "Seasonal changes in the physiology, reproductive condition and carbohydrate content of the cockle Cardium (=Cerastoderma) edule (Bivalvia: Cardiidae)." Marine Biology 56(1): 11-19.

Nieves-Soto, M.; F. Enriquez-Ocaña; P. Piña-Valdez; A. N. Maeda-Martínez; J. R. Almodóvar-C. and H. Acosta-Salmón (2011). "Is the mangrove cockle Anadara tuberculosa a candidate for effluent bioremediation? Energy budgets under combined conditions of temperature and salinity." Aquaculture 318(3–4): 434-438.

Norkko, A.; S. F. Thrush; J. E. Hewitt; V. J. Cummings; J. Norkko; J. I. Ellis; G. A. Funnell; D. Schultz and I. MacDonald (2002). "Smothering of estuarine sandflats by terrigenous clay: the role of wind-wave disturbance and bioturbation in site-dependent macrofaunal recovery." Marine Ecology Progress Series 234(2341): 8.

Norkko, J. and S. F. Thrush (2006). "Ecophysiology in environmental impact assessment: implications of spatial differences in seasonal variability of bivalve condition." Marine Ecology Progress Series 326: 175-186.

Okumuş, İ. and H. P. Stirling (1998). "Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (Mytilus edulis L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs." Aquaculture 159(3–4): 249-261.

Pathansali, D. (1966). "Notes on the biology of the cockle, Anadara granosa L." Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council 11(2): 84-98.

Pogoda, B.; B. H. Buck and W. Hagen (2011). "Growth performance and condition of oysters (Crassostrea gigas and Ostrea edulis) farmed in an offshore environment (North Sea, Germany)." Aquaculture 319(3–4): 484-492.

Ramli, M. F. S. and F. R. A. Hasan (2013). "Feeding cockles with detritus balls." IISTE Journal of Biology, Agriculture and Healthcare 3(13): 102-107.

Rodríguez-Rúa, A.; M. A. Prado; Z. Romero and M. Bruzón (2003). "The gametogenic cycle of Scrobicularia plana (da Costa, 1778) (Mollusc: Bivalve) in Guadalquivir estuary (Cádiz, SW Spain)." Aquaculture 217(1–4): 157-166.

Sahin, C.; E. Düzgüneş and İ. Okumuş (2006). "Seasonal variations in condition index and gonadal development of the introduced blood cockle Anadara inaequivalvis (Bruguiere, 1789) in the southeastern Black Sea coast." Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 6(2).

Seed, R. (1976). " In: Bayne, B.L. _Ed., Marine mussels: their ecology and physiology, IBP 10." Cambridge UnivCambridge Univ. Press, Cambridge. Ecology: 13–65.

Suwanjarat, J.; C. Pituksalee and S. Thongchai (2009). "Reproductive cycle of Anadara granosa at Pattani Bay and its relationship with metal concentrations in the sediments." Songklanakarin Journal of Science and Technology 31(5): 471-479.

Taufiq, N. S. P. J. and R. Hatari (2000). "Relationships between organic matter in sediment and abundance, condition index, and growth of cockle Anadara granosa L. in three Indonesian Estuaries." Phuket. Mar. Bio Center Special Publication 21: 47-50

Vongpanich, V. (1996). "The Arcidae of Thailand." Phuket Marine Biological Center Special Publication 16: 177-192.

www.fao.org (2016). "Anadara granosa (Linnaeus, 1758)." from http://www.fao.org/fishery/species/3503/en.

www.sealifebase.org (2016). "Anadara nodifera, nodular ark : fisheries." from https://www.google.co.th/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Anadara-nodifera

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุเมธ แก้วน้อย เกิดเมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2532 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาที่โรงเรียนร่อนพิบูลย์เกียรติวสุนธราภิวัฒก์ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อปีการศึกษา 2550 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาผลิตกรรมชีวภาพ เอกชีวภาพทางน้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เมื่อปีการศึกษา 2554 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University