สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การแพร่กระจายและชีววิทยาประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

# SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION AND POPULATION BIOLOGY OF INTERTIDAL BIVALVES *Isognomon nucleus* IN SICHANG ISLAND, CHONBURI PROVINCE

T135915

สุจิตรา สมักรามัญ

SUJITRA SAMAKRAMAN

วิทย.
ส25วิ
2556
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....135915
วัน,เดือน,ปี..20 ก.พ. 2558
b.....12666634.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

KMITL-2013-AG-M-081-141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION AND POPULATION BIOLOGY OF INTERTIDAL BIVALVES *Isognomon nucleus* IN SICHANG ISLAND, CHONBURI PROVINCE

SUJITRA SAMAKRAMAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SECIENCE IN ANIMAL PRODUCTION TECHNOLOGY
AND FISHERIES
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2013

KMITL-2013-AG-M-081-141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPYRIGHT 2013**

**FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

---

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การแพร่กระจายและชีววิทยาประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

Spatial-temporal Distribution and Population Biology of Intertidal Bivalves *Isognomon nucleus* in Sichang Island, Chonburi Province

**นักศึกษา** นางสาวสุจิตรา สมัครามัญ

**รหัสประจำตัว** 51065909

**ปริญญา** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

**สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์การประมง

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** ผศ.ดร.มณฑล แก่นมณี

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** Prof. Gray A Williams

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | | ลายมือชื่อ |
|---|---|---|
| ดร.อนัญญา | เจริญพรนิพัทธ | |
| ดร.สรวิศ | เผ่าทองศุข | |
| ผศ.ดร.ปวีณา | ทวีกิจการ | |
| Prof. Gray A. | Williams | |
| ผศ.ดร.มณฑล | แก่นมณี | |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

**วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ** 28 พฤษภาคม 2556 เวลา 09.00-12.00 น.

**สถานที่สอบ** ณ ห้องประชุม A209 (ชั้น 2 อาคารเจ้าคุณทหาร)

**คณบดีรับรองแล้ว**

**(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)**

**คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร**

**วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การแพร่กระจายและชีววิทยาประชากรของหอยสองฝา ชนิด *Isognomon nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง ของหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี |
| **ชื่อนักศึกษา** | นางสาวสุจิตรา สมัครามัญ |
| **รหัสประจำตัว** | 51065909 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง |
| **หลักสูตร** | วิทยาศาสตร์การประมง |
| **พ.ศ.** | 2556 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | ผศ.ดร.มณฑล แก่นมณี |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม** | Prof. Gray A. Williams |

## บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายและชีววิทยาประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ในพื้นที่ที่มีความลาดชันแตกต่างกัน ระหว่างเดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553 โดยทำการเก็บข้อมูลรายเดือนในช่วงน้ำลงต่ำสุดที่ระดับ 2.50 2.75 3.00 3.25 และ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สุ่มวาง quadrat ขนาด 25 × 25 ตารางเซนติเมตร ในบริเวณแนวน้ำขึ้นสูง (high shore) เพื่อศึกษาพลวัตรประชากร (population dynamics) และวงรอบการสืบพันธุ์ (gonadal development) ด้วยวิธี standard histological methods และสร้างรูปฮิสโตแกรมของขนาดและความถี่เพื่อจำแนกกลุ่ม (size-frequency distribution) จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละเดือนมาสร้างกราฟเพื่อประเมินความเป็นไปได้ที่ข้อมูลของหอยชนิดดังกล่าวแต่ละช่วงเวลาจะเป็นกลุ่มประชากรเดียวกัน (cohort analysis) เพื่อวิเคราะห์ช่วงเวลาที่เกิดการทดแทนที่ (recruitment) และการเจริญเติบโต ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* แพร่กระจายอยู่ที่ระดับ 2.50 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งความชุกชุมลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยมักอาศัยอยู่เป็นกลุ่มตามซอกและรอยแยกของหิน หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง มีความชุกชุมมากกว่าสถานี A ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในฤดูหนาวพบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูอื่น และความชุกชุมจะเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนและฤดูฝน ฤดูฝนจะเป็นช่วงเวลาที่มีความชุกชุมสูงที่สุด จากการศึกษาวงรอบการผลิตเซลล์สืบพันธุ์ หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาเดียวกัน พัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์จนมีความสมบูรณ์เพศสูงสุดในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน ผลจากการศึกษาฮิสโตรแกรมของขนาดในแต่ละเดือน พบกลุ่มประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อย่างน้อยสองกลุ่มประชากรและในเดือนพฤศจิกายนเป็นระยะเวลาที่มีการทดแทนที่ของประชากรรุ่นใหม่

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบถึงข้อมูลการแพร่กระจายและชีววิทยาประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในด้านของการปรับตัวทางสรีรวิทยา ที่ทำให้หอยสองฝาชนิดนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่บริเวณหาดหินที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Theis Title** | Spatial-temporal distribution and population biology of intertidal bivalves *Isognomon nucleus* in Sichang island, Chonburi province |
| **Student** | Miss Sujitra Samakraman |
| **Student ID** | 51065909 |
| **Degree** | Master of Science |
| **Program** | Fisheries Science |
| **Division** | Animal Production Technology and Fisheries |
| **Year** | 2013 |
| **Thesis Advisor** | Asst. Prof. Dr. Monthon Ganmanee |
| **Thesis Co-Advisor** | Prof. Dr. Gray A. Williams |

## ABSTRACT

Spatio–temporal distribution patterns and population biology of the intertidal bivalve, *Isognomon nucleus* Lamarck 1819 were studied at two rocky shores with different slopes from March 2008 to February 2010 in Sichang Island, Chonburi Province, Thailand. The distribution and abundance of the bivalve was assessed from monthly transects positioned at 25 cm height intervals from 2.50 to 3.50 above MSL, which covered the species distribution on the shore. Population structure was measured from collections taken from three 25 × 25 cm quadrats which were used to determine gonadal development via histological analysis, and size-frequency distribution and cohort analysis to determine population dynamics. Dense beds of *I. nucleus* were common in rock crevices from 2.50 m to 3.25 m above MSL and the bivalve was most abundant at 2.50 m above MSL . Although numbers decreased at the highest shore level (3.50 m) *I. nucleus* were still abundant at this height in crevices. *I. nucleus* were more abundant at site B (the more exposed and steep site) than site A (a more sheltered and gently sloping shore) and most abundant in the rainy season and summer, with reduced numbers in winter. The reproductive cycle of *I. nucleus* showed that the sex-ratio was male biased. Gonad development started in the rainy season, so gonads were ripe from June to September, with a peak in August 2009 and June 2010, and gonads were partially spent after spawning by July and October 2009. In each month, at least two cohorts could be identified in the *I. nucleus* populations and the main recruitment



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(individuals <6 mm) occurred in November. The present study has provided baseline data of the spatio-temporal distribution and population biology of the intertidal bivalve *I. nucleus*, which is a dominant bivalve in the mid-high rocky shore of Sichang Island. It is anticipated that this data can be used to investigate the relationship of this species with the strong environmental variations found on these shores to determine how this species is able to survive in this harsh physical environment.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.มณฑล แก่นมณี และProf. Gray A. Williams อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่เป็นคนชี้แนะแนวทางให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสรู้จัก และทำการศึกษาระบบนิเวศที่สำคัญระบบหนึ่งนั่นก็คือ ระบบนิเวศหาดหิน อาจารย์ทั้งสองท่านสอนทุกอย่างตั้งแต่เริ่มต้น แนะนำ และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ทำการศึกษา จนการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ ดร.สรวิศ เผ่าทองศุข ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการ ดร.อนัญญา เจริญพรนิพัทธ กรรมการคุมสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการทำการศึกษา ให้คำปรึกษา ชี้จุดที่ควรปรับปรุงและแก้ไข ตรวจสอบความถูกต้องของเอกสาร ตลอดจนสอบถามความก้าวหน้าอย่างสม่ำเสมอ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ Dr. Steven Cartwright, Dr. June Leung และ Kiki Khangura ลูกศิษย์ที่น่ารักของที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ช่วยข้าพเจ้าในการกำหนดความสูงของระดับน้ำทะเล

ขอขอบคุณ นางสาวสุรีวัลย์ ศรีจาด เพื่อนที่อยู่เคียงข้างข้าพเจ้าเวลาไปเก็บข้อมูล นางสาวชลดา มีอนันต์ ที่ช่วยจำแนกระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์และคุณบุปฝา จงพัฒน์ ที่อำนวยความสะดวกและคำแนะนำต่าง ๆ ในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ระหว่างทำการวิจัย

ขอขอบคุณพี่ เพื่อน น้อง ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้า ที่ให้การสนับสนุนทั้งในเรื่องของค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าหวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะสามารถสร้างแรงบันดาลใจให้มีคนสนใจศึกษาระบบนิเวศหาดหิน เพราะสิ่งที่ข้าพเจ้าศึกษาเป็นเพียงจุดเริ่มต้นสำหรับการศึกษาในอนาคต ประโยชน์และคุณค่าของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนความผิดพลาดและข้อบกพร่องใดๆ ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

สุจิตรา สมัครามัญ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | III |
| กิตติกรรมประกาศ | V |
| สารบัญ | VI |
| สารบัญตาราง | IX |
| สารบัญภาพ | X |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา | 3 |
| 1.3 ขอบเขตของการศึกษา | 3 |
| 1.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.1 ระบบนิเวศหาดหิน | 4 |
| 2.2 ขอบเขตการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน | 4 |
| 2.2.1 เขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด (supralittoral zone) | 4 |
| 2.2.2 เขตน้ำขึ้นน้ำลง (littoral/intertidal zone) | 5 |
| 2.2.3 เขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด (sublittoral/subtidal zone) | 5 |
| 2.3 ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน | 7 |
| 2.3.1 อุณหภูมิ | 7 |
| 2.3.2 ความเค็ม | 7 |
| 2.3.3 น้ำขึ้นน้ำลง | 8 |
| 2.3.4 คลื่น | 8 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| 2.4 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน..... | 9 |
| 2.4.1 การแก่งแย่งแข่งขัน..... | 9 |
| 2.5 หอยสองฝาและหอยฝาเดียวที่แพร่กระจายบริเวณหาดหิน..... | 9 |
| 2.6 หอยสองฝาครอบครัว Isognomonidae..... | 10 |
| 2.7 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหอยสองฝา..... | 12 |
| 2.7.1 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในหอยสองฝา..... | 17 |
| 2.7.2 วงรอบการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) ของหอยสองฝา..... | 20 |
| 2.7.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนากระบวนการสืบพันธุ์ของหอยสองฝา..... | 21 |
| 2.7.3.1 อุณหภูมิ..... | 21 |
| 2.7.3.2 ความเค็ม..... | 26 |
| 2.8 ชีววิทยาประชากร..... | 26 |
| 2.8.1 อัตราการเจริญเติบโต (growth rate)..... | 27 |
| 2.8.2 การตาย (mortality)..... | 28 |
| 2.8.3 การสืบพันธุ์และการทดแทนที่ (reproduction and recruitment)..... | 28 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... | 29 |
| 3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี..... | 29 |
| 3.2 พื้นที่ศึกษา..... | 29 |
| 3.3 วิธีการศึกษา..... | 33 |
| 3.3.1 การศึกษาการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*... | 33 |
| 3.3.1.1 การเก็บตัวอย่างและการสำรวจภาคสนาม..... | 33 |
| 3.3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 33 |
| 3.3.2 การศึกษาพลวัตรประชากร และวงรอบการสืบพันธุ์ของหอยสองฝา ชนิด *Isognomon nucleus*..... | 34 |
| 3.3.2.1 การเก็บตัวอย่างภาคสนาม..... | 34 |
| 3.3.2.2 การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ..... | 34 |
| 3.3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 35 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


หน้า

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์ ..... 37

4.1 ผลการศึกษาการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ..... 37

4.2 ผลการศึกษาวงรอบการสืบพันธุ์ และพลวัตรประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ..... 45

4.2.1 อัตราส่วนเพศ (sex ratio) ..... 45

4.2.2 วงรอบการสืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ..... 46

4.2.3 พลวัตรประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ..... 58

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา ..... 62

บรรณานุกรม ..... 63

ประวัติผู้เขียน ..... 71




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

2.1 อุณหภูมิของน้ำทะเลและความเค็ม ในบริเวณ S. Angelo และบริเวณ Chioggia ระหว่างช่วงเวลาจากเดือนกรกฎาคม 2000 ถึงเดือนกรกฎาคม 2001..... 24

3.1 อุณหภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่เดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553..... 31

3.2 ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยชีวภาพที่บริเวณอ่าวอัษฎางค์ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2552 ถึงเดือนธันวาคม 2554..... 36

4.1 ค่าการวิเคราะห์ทางสถิติ (Three way ANOVA) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด I. nucleus กับสถานี (สถานี A และสถานี B); ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ( 2.50 2.75 3.00 3.25 และ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) และฤดูกาล (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว)..... 42

4.2 อัตราส่วนเพศผู้ ต่อเพศเมียในแต่ละเดือนของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีในช่วงเวลาทำการศึกษา ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี 2552 ถึงเดือนมิถุนายน ปี 2553..... 46




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 หอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*..... | 11 |
| 2.2 ส่วนประกอบของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ในหอยสองฝา..... | 13 |
| 2.3 ลักษณะสเปิร์มของหอยสองฝาชนิด *I. bicolor* และ *I. alatus* (n = นิวเคลียส; a = อะโครโซม; m = ไมโทรคอนเดรีย)..... | 14 |
| 2.4 ส่วนอะโครโซม (a) ของสเปิร์มของหอยสองฝา; ซ้าย : *I. bicolor* ขวา : *I. alatus* (a = อะโครโซม; n = นิวเคลียส; m = ไมโทรคอนเดรีย)..... | 15 |
| 2.5 ส่วนไมโทครอนเดรียของสเปิร์มของหอยสองฝา ; ซ้าย : *I. bicolor* ขวา : *I. alatus* (m = ไมโทรคอนเดรีย)..... | 15 |
| 2.6 ลักษณะนิวเคลียสของสเปิร์มของหอยสองฝา ; ขวา : *M. stimpson* ซ้าย : *M.mercenaria* (ac = อะโครโซม; m = ไมโทรคอนเดรีย; n = นิวเคลียส)..... | 16 |
| 2.7 ลักษณะโมโทครอนเดรียของสเปิร์มของหอยสองฝา ; ซ้าย : *M. stimpsoni* ขวา : *M. mercenaria*..... | 16 |
| 2.8 ภาพแสดงการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ทางเนื้อเยื่อวิทยาของหอย *C. chione* ; A)ระยะที่ I B) ระยะที่ II C) ระยะที่ III D) ระยะที่ IV E) ระยะที่ V..... | 18 |
| 2.9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำทะเล และความเค็ม ระหว่างช่วงเวลาเดือนธันวาคม1998 ถึงเดือนมกราคม 2000 (a) ที่ Tuticorin Bay (b) ที่ Ashtamudi Estuary ..... | 22 |
| 2.10 การเปลี่ยนแปลงcondition index ในหอยกาบชนิด *M. opima* ระหว่างช่วงเวลาจากเดือนธันวาคม 1998 ถึงเดือนมกราคม 2000 ที่ Tuticorin Bay (แท่งสีดำ) และที่ Ashtamudi Estuary (แท่งสีขาว)..... | 23 |
| 2.11 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเล และ condition index ของหอยนางรมหนาม ชนิด *P. fucata martensii* ระหว่างช่วงเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2000 ถึงเดือนกันยายน 2001..... | 24 |
| 2.12 อุณหภูมิน้ำทะเลระหว่างช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคมปี2003..... | 25 |
| 2.13 ค่าเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) condition index ของหอยชนิด *S. solida* ใน เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคมปี 2003..... | 25 |
| 2.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิน้ำทะเล ตามช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 1999 ถึงเดือนพฤษภาคม 2000..... | 26 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | หาดหินบริเวณอ่าวอัษฎางค์ (ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสีชัง) และสถานที่เก็บตัวอย่าง; A) Site A และ B) Site B..... | 30 |
| 3.2 | แนวหาดหินบริเวณอ่าวอัษฎางค์ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี..... | 32 |
| 3.3 | พื้นที่ศึกษา สถานี A (A) และ สถานี B (B)..... | 32 |
| 4.1 | ความชุกชุมเฉลี่ย (±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี A และสถานี B ตามระดับความสูง 2.50 2.75 3.00 3.25 และ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม ปี 2551 ถึงเดือนมกราคม ปี 2553..... | 38 |
| 4.2 | ความชุกชุมเฉลี่ย (± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี A และสถานี B ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม ปี 2551 ถึงเดือนมกราคม ปี 2553..... | 40 |
| 4.3 | ความชุกชุมเฉลี่ย (±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานีทั้งสอง และทุกระดับความสูง ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม ปี 2551 ถึงเดือนมกราคม ปี 2553 ..... | 41 |
| 4.4 | ระยะ 0 ไม่มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ (resting stage) มีเนื้อเยื่อไขมัน (AT) จำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไป มีการรวมกลุ่มเซลล์แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน แต่ไม่สามารถแยกเพศได้ ชัดเจน..... | 48 |
| 4.5 | ระยะ I เริ่มมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ (early active): เพศผู้ (A) พบอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (T) ร่วมกันเป็นกลุ่มมีขนาดใหญ่ เพศเมีย (B) พบฟอลลิเคิล (FO) เริ่มมีขนาดใหญ่..... | 49 |
| 4.6 | ระยะ II การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ใกล้เสร็จสมบูรณ์ (late active): เพศผู้ (A) รอบ ๆ ผนังฟอลลิเคิลพบสเปอร์มาโตโกเนีย (SPG) ถัดมาพบสเปอร์มาโตไซต์ (SPC) เพศเมีย (B) ผนังฟอลลิเคิลหนาขึ้น พบโอโอไซต์ (OC) จำนวนมาก..... | 50 |
| 4.7 | ระยะ III การพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก (ripe): เพศผู้ (A) พบสเปอร์มาโตซัว (SPC) จำนวนมากเต็มช่องว่างของฟอลลิเคิล เพศเมีย (B) ผนังฟอลลิเคิลบาง พบโอโอไซต์ (OC) จำนวนมากอยู่กลางฟอลลิเคิลพร้อมที่จะปล่อย..... | 51 |




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)


ภาพที่ หน้า

4.8 ระยะ IV มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (partially spawned): เพศผู้ (A) พบสเปอร์มาโตซัว (SPC) ถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก เพศเมีย (B) พบโอโอไซต์ (OC) ถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก ผนังฟอลลิเคลเริ่มมีความหนาขึ้นและฉีกขาด ช่องว่างกลางฟอลลิเคิลมากขึ้น แต่ยังพบโอโอไซต์อยู่บ้าง..... 52

4.9 ระยะ V มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด (spent): เพศผู้ (A) พบสเปอร์มาโตซัว (SPC) ถูกปล่อยออกไปจนหมดจึงเกิดช่องว่างในฟอลลิเคิลเป็นจำนวนมาก เนื้อเยื่อไขมัน (AT) เริ่มประสานกันมากขึ้น เพศเมีย (B) ฟอลลิเคิลฉีกขาดและว่างเปล่าเนื่องจากมีการปล่อยโอโอไซต์ (OC) ออกไปจนเกือบหมด..... 53

4.10 ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ระหว่างเดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553..... 57

4.11 ฮิสโตแกรมของขนาด และความถี่เพื่อจำแนกกลุ่ม (size-frequency distribution) ของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน ปี 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม ปี 2553..... 60

4.12 กลุ่มประชากรเดียวกัน (cohort analysis) และเปอร์เซ็นต์ของประชากรแต่ละขนาดของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน ปี 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม ปี 2553 (วงกลมทึบ = ประชากรกลุ่มที่ 1 ขนาดตั้งแต่ 0-6 มิลลิเมตร ; วงกลมโปร่ง = ประชากรกลุ่มที่ 2 ขนาดไม่เกิน 12 มิลลิเมตร; สามเหลี่ยมทึบ = ประชากรกลุ่มที่ 3 ขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป)..... 61




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หาดหินเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลแบบหนึ่งที่มีพื้นทะเลส่วนใหญ่เป็นหินซึ่งสามารถพบได้ทั่วไปในชายฝั่งทะเลทุกแห่งในโลก ทั้งนี้หาดหินอาจนับรวมโครงสร้างทางวิศวกรรมชายฝั่งที่มนุษย์สร้างขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น เขื่อนกันคลื่น กำแพงกันคลื่นและท่าเรือ (Crowe *et al.* 2000; Deepananda. 2008) สำหรับหาดหินตามธรรมชาตินั้นอาจแตกต่างกันไปตามลักษณะทางธรณีวิทยาของชายฝั่งทะเลในแต่ละพื้นที่ เช่น หาดหินบางบริเวณอาจเป็นหน้าผาลาดชันและในบางบริเวณอาจเป็นพื้นราบ ลักษณะของก้อนหินที่ประกอบกันอยู่ในหาดหินก็จะมีความแตกต่างกันไปเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจพบได้ตั้งแต่โขดหินขนาดใหญ่ จนกระทั่งเป็นก้อนกรวดขนาดเล็ก โดยปกติแล้วมักจะไม่พบหาดหินที่มีลักษณะเป็นหินก้อนเรียบสม่ำเสมอรวมตัวอยู่ด้วยกัน หินที่ประกอบกันอยู่ในหาดหินมักมีขนาดที่หลากหลาย วางซ้อนทับกันไปมาและมักมีซอก หลืบ โพรง รอยแตก หรือแอ่งหิน กระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะทางกายภาพเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดลักษณะการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยในหาดหิน (Raffaelli and Hawkins. 1999)

เมื่อพิจารณาจากอิทธิพลของปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมที่มีต่อหาดหินจะพบว่ามีความแตกต่างของปัจจัยต่างๆอย่างชัดเจนตามแนวระดับน้ำขึ้นน้ำลง (tidal level) ตั้งแต่ส่วนที่อยู่ถัดจากเขตน้ำลงต่ำสุดลงไปซึ่งอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลตลอดเวลา (subtidal) เขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal หรือ littoral) และเขตน้ำขึ้นสูงสุด (supralittoral) โดยบริเวณนี้จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลเมื่อมีการกระเซ็นของน้ำในช่วงเวลาน้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น (Underwood. 2000) นอกจากนี้ กระบวนการทางกายภาพอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในหาดหินได้แก่ แรงกระทำจากคลื่น อุณหภูมิ ความเค็ม รังสีและความร้อนจากแสงอาทิตย์ รวมถึงกระบวนการทางชีวภาพ เช่น อัตรารอดภายหลังการลงเกาะของตัวอ่อน การทดแทนที่ การล่าและการแก่งแย่งแข่งขัน ทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในหาดหินมีความหลากหลายและมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกับปัจจัยทางสภาวะแวดล้อม (Sousa. 1984; Menge *et al.* 1986; Chelazzi *et al.* 2002) โดยสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในหาดหินต้องสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดีจึงจะดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณดังกล่าวได้ โดยเฉพาะกลุ่มที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมมากที่สุดทั้งในรอบวันและตามฤดูกาล ตัวอย่างเช่น สาหร่ายมาโครไฟต์ (macrophyte) ชนิดเดียวกันที่อยู่ในหาดหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่อยู่ในบริเวณที่รับความแรงของคลื่นที่ต่างกันอาจมีการปรับตัวด้านรูปร่างและกลไกการทำงานทางสรีระที่แตกต่างกันได้ ในขณะที่สัตว์หน้าดินที่อาศัยในบริเวณดังกล่าวมักจะมีการปรับตัวด้านพฤติกรรมมากกว่าการปรับกลไกในทางสรีระของร่างกาย (Raffaelli and Hawkins. 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบนิเวศทุกแห่ง ระดับการเปลี่ยนแปลง หรือความรุนแรงของปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพของสิ่งแวดล้อมจะเป็นปัจจัยจำกัด (limiting factor) ในการกำหนดความชุกชุมและความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิต (Dethier. 1984) แต่เขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินกลับเป็นบริเวณที่มีความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่มาอาศัยอยู่มากที่สุดแห่งหนึ่ง โดยเฉพาะกลุ่มของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังซึ่งจะพบเกือบทุกไฟลัม ดังนั้นระบบนิเวศหาดหินจึงเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับกลไกความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมในสถานที่จริง (natural laboratory) (Tomanek and Helmuth. 2002) อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศหาดหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงเพิ่งได้รับความสนใจเมื่อประมาณ 40 ปีที่ผ่านมา (Underwood. 2000) โดยพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในเขตอบอุ่น (temperate zone) สำหรับในเขตกึ่งร้อน (subtropical zone) จะจำกัดอยู่เพียงประเทศในแถบอเมริกากลาง ฮ่องกงและออสเตรเลีย (Hutchinson and Williams. 2001; Huang *et al.* 2006) ส่วนในเขตร้อนนั้นมีงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่ทำการศึกษาในเขตร้อนน้อยมาก มีการทำการศึกษาเพียงในประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์และหมู่เกาะกาลาปาโกส (Witman and Smith. 2003; Huang *et al.* 2006; Vinueza *et al.* 2006) เท่านั้น สำหรับในประเทศไทยก็มีรายงานการศึกษาค่อนข้างน้อยเช่นกัน

การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในหาดหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงในประเทศไทยเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งนอกจากจะเป็นการทำความเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในบริเวณที่ยังไม่มีการรายงานมาก่อนแล้ว ข้อมูลที่ได้ยังถือเป็นข้อมูลเพื่อการอ้างอิง หรือเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในระบบนิเวศหาดหินของประเทศไทยในอนาคต เช่น ภาวะโลกร้อน หรืออุบัติเหตุทางทะเลที่ทำให้สารก่อมลพิษเข้ามาในพื้นที่และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของระบบนิเวศเป็นต้น อย่างไรก็ตามก่อนที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวนั้น จำเป็นจะต้องทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับชนิด ขอบเขตการแพร่กระจาย ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของขอบเขตการศึกษาทางด้านนิเวศวิทยาประชากร (population ecology) ในทางปฏิบัตินักวิจัยไม่สามารถศึกษาสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ได้ จึงคัดเลือกกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความชุกชุมเป็นตัวแทน สำหรับในระบบนิเวศหาดหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลง สิ่งมีชีวิตที่นิยมใช้เป็นตัวแทนคือ หอยสองฝา ซึ่งเกาะติดอยู่กับพื้นหินและไม่เคลื่อนที่

เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เป็นเกาะกลางทะเลของอ่าวไทย ตั้งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำสายใหญ่สองสาย คือ แม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำบางปะกง พื้นที่ชายฝั่งของเกาะส่วนใหญ่เป็นหาดหินมีทั้งบริเวณที่มีความลาดชันที่แตกต่างกัน จากการสำรวจเบื้องต้นพบหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* แพร่กระจายอยู่เป็นจำนวนมากในเขตน้ำขึ้นน้ำลงจัดเป็นชนิดเด่น (dominant species) ในพื้นที่ ดังนั้นหอยสองฝาชนิดนี้จึงเหมาะที่จะเป็นตัวแทนในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาขอบเขตการแพร่กระจายและอิทธิพลของปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางประการ ได้แก่ความชัน ระดับน้ำและฤดูกาล ที่มีผลต่อการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ที่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินบริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

1.2.2 เพื่อศึกษาชีววิทยาประชากรบางประการในหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ซึ่งประกอบด้วย ระยะเวลาในการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และการทดแทนที่

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาขอบเขตการแพร่กระจาย ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (ความชัน ระดับน้ำและฤดูกาล) และชีววิทยาประชากร ในประเด็นที่เกี่ยวกับวงรอบในการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และการทดแทนที่ ของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ซึ่งเป็นชนิดเด่น (dominant species) ที่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินบริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

## 1.4 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ใช้เวลาในการดำเนินการศึกษา 2 ปี 6 เดือน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบขอบเขตการแพร่กระจายและปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีต่อการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงในหาดหินบริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งจะเป็นข้อมูลเพื่อการอ้างอิง หรือเปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในระบบนิเวศหาดหินของประเทศไทยในอนาคต

1.5.2 ได้ข้อมูลส่วนหนึ่งของชีววิทยาประชากร ที่เกี่ยวกับวงรอบการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และข้อมูลเกี่ยวกับการทดแทนที่ ในหอยสองฝาชนิด *I. nucleus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ระบบนิเวศหาดหิน

หาดหิน คือ บริเวณที่มีสภาพเป็นพื้นแข็ง (hard substrata) ตามแนวชายฝั่งทะเลในเขตน้ำขึ้นน้ำลง หาดหินมักมีความลาดชันแตกต่างกันไป บางบริเวณอาจมีความลาดชันสูงจนเอียงเป็นแนวดิ่ง อิทธิพลของคลื่นที่กัดเซาะหินประกอบกับความหลากหลายของรูปทรงของหิน ทำให้เกิดซอกหลืบ หรือโพรง เหมาะสำหรับการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต หาดหินจึงจัดเป็นระบบนิเวศน์ชายฝั่งทะเลที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากที่สุดแห่งหนึ่ง (Raffaelli and Hawkins. 1999; Nybakken. 2001; Little *et al*. 2009)

ระบบนิเวศหาดหิน เป็นบริเวณที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพที่มีต่อการแพร่กระจายของพืชและสัตว์ทะเล การแพร่กระจายของพืชและสัตว์ทะเลมักเป็นการรวมกลุ่มสังเกตเห็นแนวหรือขอบเขตการแพร่กระจาย (zonation) ที่ชัดเจนตามระดับน้ำทะเล ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่สำคัญในหาดหินได้แก่ อิทธิพลของคลื่นและ
น้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งส่งผลต่อเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในรอบวัน ดังนั้นสิ่งมีชีวิตที่จะอาศัยอยู่ในหาดหินต้องมีความสามารถปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงปัจจัยดังกล่าวได้ ซึ่งความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป สิ่งมีชีวิตที่พบแพร่กระจายอยู่บริเวณหาดหินมีอยู่เกือบทุกไฟลัมในกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตั้งแต่ไฟลัมโปรโตซัวจนถึงไฟลัมเอคไคโนเดอร์มาตา (Underwood. 1975; Chelazzi and Vannini. 1980; Mori *et al*. 1985; Williams. 1995; Boaventura *et al*. 1999; Harper and Williams. 2001; Underwood *et al*. 2008)

## 2.2 ขอบเขตการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน

ลักษณะทางกายภาพของหาดหินในแต่ละพื้นที่อาจมีความแตกต่างกัน เช่น ขนาดของหิน ความลาดชันของพื้นที่ เมื่อพิจารณาร่วมกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ ความแรงของคลื่นที่กระทำต่อพื้นที่และน้ำขึ้นน้ำลง ปัจจัยดังกล่าวทั้งหมดนี้จึงเป็นตัวกำหนดขอบเขตการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน (zonation) ซึ่งสามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 เขต คือ

**2.2.1 เขตเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด (supralittoral zone)** เป็นพื้นที่ที่ช่วงเวลาส่วนใหญ่ไม่จมอยู่ใต้น้ำทะเลยกเว้นในช่วงน้ำขึ้นสูงสุดของช่วงน้ำเกิด (Extremely High Water Spring Tide ; EHWT) สภาพแวดล้อมของบริเวณนี้เป็นแบบกึ่งบกกึ่งทะเล ได้รับความชื้นจากน้ำทะเลจากการกระเซ็นของคลื่นที่อาจซัดเข้ามาสู่ฝั่ง สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณนี้มีความหลากชนิดไม่มากนัก เช่น ไลเคน ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชชั้นต่ำ สัตว์ที่พบบ่อย คือ หอยฝาเดียวในสกุล *Echinolittorina* ซึ่งสามารถทนต่อสภาวะอุณหภูมิภายนอกที่สูงได้ดี รวมถึงอาจพบแมงสาบทะเลและปูแสมหินที่อาจเข้ามาในเขตนี้ชั่วคราวเพื่อหาอาหาร

**2.2.2 เขตน้ำขึ้นน้ำลง (littoral/intertidal zone)** เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากระดับน้ำขึ้นน้ำลงอยู่เสมอ ระยะของพื้นที่ขึ้นอยู่กับความลาดชัน ซึ่งจะมีความกว้างมากหากมีความลาดชันของพื้นที่ต่ำ บริเวณนี้จะมีความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตสูง พบได้ตั้งแต่พืชในกลุ่มสาหร่าย เพรียงหิน หนอนท่อ หอยนางรม ดอกไม้ทะเล หอยหมวกเจ๊ก รวมถึงปูและกุ้งชนิดต่าง ๆ เช่น ปูใบ้ ปูแสมหิน และกุ้งดีดขัน เป็นต้น ลักษณะพิเศษแบบหนึ่งของพื้นที่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงในหาดหินคือ ในบางบริเวณอาจพบแอ่งหิน (tide pool/rock pool) ซึ่งจะมีน้ำขังอยู่ในแอ่งในช่วงน้ำลง น้ำในแอ่งนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงปัจจัยทางกายภาพอยู่เสมอโดยเฉพาะอุณหภูมิ ความเค็มและปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำ สัตว์ที่สามารถอาศัยอยู่ในแอ่งหินได้จะต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ สิ่งมีชีวิตที่มักพบอาศัยอยู่ในแอ่งหินเสมอ ๆ ได้แก่ หอยแปดเกล็ด หรือลิ่นทะเลและปลิงทะเล

**2.2.3 เขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด (sublittoral/subtidal zone)** เป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมอยู่ตลอดเวลาเพราะเป็นพื้นที่ที่ต่ำกว่าเขตน้ำลงต่ำสุด แต่อาจมีบางครั้งที่อาจสัมผัสกับอากาศได้บ้างแต่เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น สิ่งมีชีวิตที่พบมีทั้งพืชในกลุ่มสาหร่ายและหญ้าทะเล ส่วนสัตว์ที่เข้ามาอยู่อาศัยได้แก่ หอยฝาเดียวชนิดต่าง ๆ ดาวทะเล เม่นทะเล ปูและปลิงทะเล เป็นต้น

Underwood (1981) ทำการศึกษาโครงสร้างชุมชนของหาดหินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงที่ Green Point New South Wales พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นหาดหินเรียบปนทราย (sandstone rock-platform) สามารถจำแนกขอบเขตการแพร่กระจายเป็น 3 เขต คือ หาดหินในเขตสูงสุด (top of the shore) พบ littorinid snails ยกตัวอย่างเช่น ชนิด *Littorina unifasciata, L. acutispira* และ *Nodilittorina pyramidalis* แพร่กระจายเป็นสิ่งมีชีวิตเด่นในเขตนี้ โดยมีแนวของเพรียงหิน (*Chthamalus antennatus* และ *Chamaesipho columna*) แบ่งเขตบนออกจากเขตที่ต่ำลงมา ถัดลงมาหาดหินปานกลาง (mid shore) เป็นเขตที่มีสิ่งมีชีวิตและสาหร่ายแพร่กระจายอยู่มาก มีสิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนที่ไม่ได้ (sessile animals) สิ่งมีชีวิตที่กินอาหารแบบขูดแทะ (grazing animals) เช่น หอยฝาเดียว หอยแปดเกล็ดและดาวทะเล หาดหินล่างสุด (bottom of the shore) มีสาหร่ายเจริญอยู่เต็มพื้นที่ นอกจากการเปลี่ยนแปลงสิ่งมีชีวิตตามระดับน้ำขึ้นน้ำลงในของหาดหินแล้ว ความชุกชุมของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ยังแสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนตามช่วงเวลาด้วย Underwood *et al.* (2008) ทำการศึกษาความชุกชุมและความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหาดหินบริเวณแนวน้ำลงปานกลาง (mid shore) ตามแนวชายฝั่ง New South Wales ประเทศออสเตรเลีย เปรียบเทียบระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่าในฤดูหนาวมีจำนวนชนิดของตัวอย่างเพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นตามระยะทางจากเหนือไปใต้ ในขณะที่ฤดูร้อนจะไม่พบรูปแบบการกระจายดังกล่าวนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chelazzi and Vannini (1980) ศึกษาขอบเขตการแพร่กระจายของมอลลัสในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินที่ Southern Somalia ซึ่งมีลักษณะเป็นหน้าผาหิน (rock cliffs) และพื้นหินที่ถูกกัดเซาะ (erosion platforms) ใน 4 บริเวณ คือ Sar Uanle, Bender Mtoni, Gesira และ Mogadiscio เป็นพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงของคลื่นต่างกัน ผลการศึกษาพบ หอยแปดเกล็ด 2 ชนิด หอยฝาเดียว 70 ชนิด และหอยสองฝา 19 ชนิดแพร่กระจายอยู่ในทั้งสี่พื้นที่ Sar Uanle และ Bender Mtoni มีลักษณะของหาดหินแบบ rock cliffs แต่ได้รับความรุนแรงของคลื่นต่างกัน โดยที่ Sar Uanle ได้รับความรุนแรงของคลื่นมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับ Bender Mtoni สามารถแบ่งขอบเขตการแพร่กระจายเป็น 3 เขต คือ upper-shore ประกอบไปด้วยหอยฝาเดียว 3 ชนิดคือ Truncatella, Littorinidae และ *Nerita plicata* และพบหอยสองฝา 2 ชนิดในสกุล *Isognomon* และ *Brachiodontes* ถัดลงมาในเขต mid-shore พบหอยฝาเดียวในสกุล *Nerita, Liphonaria, Acmaea, Cellana* และ *Acanthopleura cf. borbonica* และหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*) ส่วนใกล้แขตน้ำลงต่ำสุดพบหอยฝาเดียว ชนิด *Acanthopleura spiniger* และ *Nerita albicilla* รวมทั้งหอยฝาเดียวที่เป็นผู้ล่าหลายชนิดแต่ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *Thais fusconigra* หอยสองฝาพบ *Area avellana, Barbitia lacerate* และ *Isognomon perna* ที่ Bender Mtoni เป็นบริเวณที่ได้ความรุนแรงของคลื่นน้อยพบว่ามีจำนวนของมอลลัสน้อยโดยขาดมอลลัสที่กินอาหารแบบขูดแทะและหอยนางรมในสกุล *Saccostrea* ที่จะมีมากในพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงของคลื่นมาก Gesra และ Mogadiscio หาดหินมีลัษณะเป็น erosion platforms มีขอบเขตการแพร่กระจายของมอลลัสเหมือนกับที่ Sar Uanle แต่ที่ Gesra มีจำนวนของ littorinidae น้อยกว่าที่ Sar Uanle ไม่พบหอยฝาเดียวที่เป็นผู้ล่า แต่จะพบ *Siphonaria* sp. มาก ในขณะที่ Mogadiscio พบว่า Saccostrea มีจำนวนน้อยจนเกือบจะหายไป การแพร่กระจายของมอลลัสที่แตกต่างกันในพื้นที่ทั้งสี่แห่งนั้นเนื่องมาจากความรุนแรงของคลื่นที่ได้รับและลักษณะของพื้นทะเล ที่แตกต่างกัน

Mori *et al.* (1985) ศึกษาโครงสร้างชุมชนของหาดหิน ที่เกาะ Tsuji-shima, Amakusa ประเทศญี่ปุ่น จากการศึกษาพบชนิดสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบ (species composition) แพร่กระจายอยู่ที่บริเวณนี้ทั้งหมด 5 กลุ่ม ประกอบด้วย มอลลัส, cirriped crustaceans, Protochordata, Annelida และ Coelenterata โดยมีมอลลัสเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น ชนิดสิ่งมีชีวิตที่พบมากจะเป็นพวกที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ (sessile animals) หาดหินที่เป็นพื้นที่เปิดโล่ง (exposed) กับหาดหินที่มีที่กำบัง (sheltered) มีชนิดสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน แต่จะต่างกันที่จำนวนที่พบ โดยสามารถจำแนกเป็น 4 โซนได้แก่ โซนที่พบเพรียงหินชนิด *Chthamalus challenger* เป็นชนิดเด่น เป็นโซนที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตต่ำ ถัดลงมา คือ โซนที่พบเพรียงหินชนิด *Tetraclita squamosa* และ *T. japonica* เป็นโซนที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง โซนถัดลงมาจะพบเพียงหอยแปดเกล็ดและหอยฝาชีอาศัยอยู่ โซนล่างสุดจะพบสาหร่ายสีแดงอาศัยอยู่เท่านั้น หาดหินที่เป็นพื้นที่เปิดโล่ง พบ *T. squamosa* มาก ในขณะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*C. challenger* พบมากบริเวณหินที่มีที่กำบัง จำนวนการแพร่กระจายที่แตกต่างกันในหาดหินทั้งสองอาจเกิดจากความชัน ลักษณะของผิวหินและการกระทำของคลื่นลมที่แตกต่างกัน

Samakraman *et al.* (2010) ศึกษาการแพร่กระจายของมอลลัส ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินบริเวณเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี จากการศึกษาครั้งนี้สามารถจำแนกกลุ่มการแพร่กระจายของมอลลัสตามแนวดิ่ง ตามแนวความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อยู่ที่ระดับ 2.50 ถึง 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งมีหอยนางรมหินชนิด *Saccostrea cucullata* แพร่กระจายอยู่ร่วมกับหอยฝาชีชนิดต่าง ๆ คือ *Cellana grata, C. toreuma, Patelloida saccharina, Siphonaria japonica* และ *S. laciniosa* กลุ่มที่ 2 อยู่ที่ระดับ 3.00 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง มีหอยฝาเดียวในกลุ่ม littorinids (*E. radiata* และ *P. roepstorffiana*) แพร่กระจายอยู่ร่วมกับหอยฝาเดียวกลุ่ม coiled gastropods (*P. sulcatus*) และกลุ่มที่ 3 คือ ที่ระดับ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีหอยฝาเดียวกลุ่ม littorinids ชนิด *E. malaccana* เป็นชนิดเด่น ส่วนหอยสองฝาที่พบมากที่สุดในการศึกษานี้คือ *Isognomon nucleus* พบแพร่กระจายตั้งแต่บริเวณแนวน้ำลงปานกลาง (mid shore) จนถึงบริเวณแนวน้ำขึ้นสูง (high shore) ซึ่งสรุปได้ว่าความชุกชุมของมอลลัสแตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางและฤดูกาล ที่สถานี A (ความลาดชันต่ำ) จะพบความชุกชุมของหอยฝาเดียวมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสถานี B ที่มีความลาดชันสูง ในทางตรงข้ามจะพบความชุกชุมของหอยสองฝามากที่สถานี B ในฤดูหนาว หอยฝาเดียวกลุ่ม littorinids สามารถแพร่กระจายขึ้นไปอาศัยอยู่ที่ระดับความสูงที่สูงกว่า (3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) แต่จะมีความชุกชุมน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูอื่น ๆ

## 2.3 ปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน

**2.3.1 อุณหภูมิ** เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการทำงานทางสรีระของของสิ่งมีชีวิต หากสิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง อุณหภูมิจะก่อให้เกิดการสูญเสียน้ำออกนอกร่างกาย สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จึงจำเป็นต้องมีกลไกในการปรับตัวทั้งการปรับรูปร่าง เช่น การมีเปลือกหนาของเพรียงหิน การปิดฝาให้สนิทในช่วงน้ำลงในกลุ่มหอยสองฝา หรือมีการปรับกลไกการทำงานทางสรีระและพฤติกรรมการดำรงชีวิตเพื่อลดการสูญเสียน้ำ เช่น การรวมกันอย่างหนาแน่นในหอยฝาเดียวสกุล *Echinolittorina* (Champman and Underwood. 1996) การยกเปลือกให้สูงห่างจากผิวหินเพื่อลดความร้อนขณะน้ำลงในตอนกลางวัน (mushrooming) ในหอยหมวกเจ๊ก หรือหอยฝาชีชนิด *Cellana grata* (Williams *et al.* 2005) ส่วนในหอยแปดเกล็ด (*Acanthopleura japonica*) จะเลือกอยู่อาศัยในรอยแยก หรือรอยแตกของหินที่มีความชื้นสะสมอยู่ (Williams and Morritt. 1995; Harper and Williams. 2001) เป็นต้น

**2.3.2 ความเค็ม** เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมสมดุลของน้ำและไอออนในร่างกายของสิ่งมีชีวิต (osmoregulation) พื้นที่เขตน้ำขึ้นน้ำลงในหาดหินจัดเป็นบริเวณที่มีความผันแปรของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเค็มมากบริเวณหนึ่งโดยเฉพาะในแอ่งหิน ความเค็มของน้ำในแอ่งหินจะสูงขึ้นในช่วงน้ำลง โดยเฉพาะในตอนกลางวันจากการระเหยของน้ำและอาจมีความเค็มลดลงอย่างกะทันหันหากมีฝนตก ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงและเขตต่ำกว่าระดับน้ำลงต่ำสุด ความเค็มของน้ำทะเลยังมีผลต่อการลงเกาะและการทดแทนที่ของตัวอ่อนสัตว์น้ำ Chan *et al.* (2001) ศึกษาผลกระทบที่เกิดจากความเค็มต่อการทดแทนที่ในเพรียงหินชนิด *Tetraclita squamosa* และ *T. japonica* ผลการศึกษาพบว่า เพรียงหินทั้งสองชนิดสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ที่ความเค็ม 25 psu และ 33 psu แต่กิจกรรมทุกอย่างจะหยุดเมื่อความเค็มเท่ากับ 10 psu และเมื่อถึงระดับความเค็ม 9 psu จะทำให้ตัวอ่อนของเพรียงตายทั้งหมด (Karleskint. 1998; Bertness *et al.* 2001)

**2.3.3 น้ำขึ้นน้ำลง** เป็นการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลผิวหน้าน้ำซึ่งจะสังเกตเห็นได้ชัดบริเวณชายฝั่ง น้ำขึ้นน้ำลงเป็นคลื่นชนิดหนึ่งซึ่งเกิดจากแรงกระทำ 2 ชนิดที่เกิดขึ้นจากการที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลกและโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ คือ แรงดึงดูดระหว่างมวลของโลกกับดวงจันทร์ แรงดูงดูดระหว่างมวลของโลกกับดวงอาทิตย์ แรงหนีศูนย์กลางของโลกในระบบโลกกับดวงจันทร์และแรงหนีศูนย์กลางของโลกกับดวงอาทิตย์ แรงดังกล่าวนี้ทำให้ระดับน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในรอบวันและเดือน น้ำขึ้นน้ำลงมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง เนื่องจากมีผลต่อเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความเค็มและระยะเวลาที่สิ่งมีชีวิตนั้นๆ สัมผัสกับอากาศในช่วงน้ำลง ซึ่งจะเป็นเวลาที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้หยุดกิจกรรมต่าง ๆ เมื่อน้ำขึ้นจะเป็นช่วงเวลาที่สิ่งมีชีวิตดำเนินกิจกรรมในการดำรงชีวิตอีกครั้ง เช่น การกินอาหารและการสืบพันธุ์ (Karleskint. 1998; Bertness *et al.* 2001; Little *et al.* 2009) นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตมีการปรับพฤติกรรมเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในช่วงเวลาที่ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน Chapman and Underwood (1996) ทำศึกษาอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง อุณหภูมิและการสูญเสียน้ำ ซึ่งส่งผลต่อการรวมกลุ่มของหอยฝาเดียวชนิด *Littorina unifasciata* ที่ New South Wales ประเทศออสเตรเลีย ผลการศึกษาพบว่า *L. unifasciata* จะมีการรวมกลุ่มกันอย่างหนาแน่น (dense clusters) ในขณะที่พวกมันอยู่เหนือน้ำในช่วงน้ำลง เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาที่น้ำลงพบว่า การรวมกลุ่มจะมากเมื่อน้ำลงในช่วงเที่ยงวัน เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำลงในตอนเช้า หรือน้ำลงในตอนเย็น การรวมกลุ่มตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ โดยการรวมกลุ่มบรรเทาความเครียดที่เกิดจากอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น การรวมกลุ่มจะเกิดมากในตอนน้ำลง และสิ่งมีชีวิตไม่มีกิจกรรม เมื่อเปรียบเทียบกับตอนน้ำขึ้นและสิ่งมีชีวิตมีกิจกรรม

**2.3.4 คลื่น** ความรุนแรงของคลื่นที่เข้ามาปะทะบริเวณหาดหินจัดเป็นปัจจัยประการหนึ่งที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน สิ่งมีชีวิตที่จะอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีแรงปะทะของคลื่นมากจะต้องมีการปรับตัวทั้งในด้านรูปร่างและพฤติกรรม เช่น การยึดเกาะกับหินให้มั่นคง ในสาหร่ายจะมี thallus เพื่อใช้ยึดเกาะกับหินเช่นเดียวกับในหอยแมลงภู่ซึ่งจะใช้ byssus thread ส่วนในหอยนางรมจะสร้างสาร cement ซึ่งเป็นหินปูนชนิดหนึ่งเชื่อมติดกับหิน สำหรับหอยฝาเดียวจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กล้ามเนื้อส่วนเท้ายึดเกาะกับหินให้มั่นคงโดยสร้างสภาวะสุญญากาศระหว่างผิวสัมผัสกับเท้า ในปูที่อาศัยอยู่ในหาดหินมักจะมีลำตัวแบน เคลื่อนที่ได้รวดเร็วเพื่อซ่อนตัวในรอยแตกของหินในจังหวะที่คลื่นซัดเข้ามาในพื้นที่ นอกจากนี้พื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงของคลื่นต่างกันจะทำให้อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนและการทดแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในหาดหินมีความแตกต่างกันด้วย (Karleskint. 1998; Bertness *et al.* 2001; Little *et al.* 2009) นอกจากนี้ ความรุนแรงของคลื่นมีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้นๆ อีกด้วย จากการศึกษาของ Underwood (1981) ที่ประเทศออสเตรเรีย พบว่าความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (species diversity) เพิ่มมากขึ้น เมื่อความรุนแรงของคลื่นลดลงตลอดแนวชายฝั่ง

## 2.4 ปัจจัยทางชีวภาพที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน

**2.4.1 การแก่งแย่งแข่งขัน** เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อความอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในหาดหิน ซึ่งอาจพิจารณาได้ทั้งในแง่ของการแก่งแย่งแข่งขันพื้นที่อยู่อาศัย (space) และอาหาร (food) Petraitis *et al.* (2003) ทำการศึกษาผลของขนาดพื้นที่กับการรอดชีวิตของตัวอ่อนเพรียงหินและตัวอ่อนของหอยแมลงภู่ (mussel) โดยกำจัดสาหร่าย *Ascophyllum* ซึ่งพบปกคลุมพื้นที่อยู่ทั่วไปออกให้เป็นพื้นที่ว่างเปล่าเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 2 4 และ 8 เมตร พบว่าขนาดพื้นที่ปราศจากสาหร่ายมีความสัมพันธ์โดยตรงกับตัวอ่อนของเพรียงหินและหอยแมลงภู่ที่เข้ามาลงเกาะในพื้นที่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Alfaro (2006) ที่พบว่า ตัวอ่อนของหอยแมลงภู่ชนิด *Perna cancalicutus* จะลงเกาะมากในพื้นที่ว่าง ปราศจากสิ่งปกคลุมอื่นๆ

## 2.5 หอยสองฝาและหอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน

จำนวนชนิดของหอยสองฝาและหอยฝาเดียวในหาดหิน สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ตั้งแต่เขตน้ำขึ้นสูงสุดของหาดหินเป็นต้นไป หอยทั้งสองกลุ่มนี้มีรูปแบบการกินที่หลากหลายอาจเป็นสัตว์กินพืช (herbivores) กินสัตว์ (carnivores) กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivores) กินอาหารโดยวิธีกรองกิน (filter feeder) และกินสารอินทรีย์เป็นอาหาร (detritus feeder) ตัวที่อ่อนนุ่มจะถูกห่อหุ้มด้วยเปลือกที่สร้างมาจากแคลเซียมคาร์บอเนต (Karleskint. 1998; บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2546) หอยสองฝาและหอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน จะต้องมีช่วงเวลาที่อยู่ใต้น้ำและช่วงเวลาที่สัมผัสกับอากาศ จากความแตกต่างในเรื่องของสภาพแวดล้อมดังกล่าวข้างต้น ทำให้หอยสองฝาและหอยฝาเดียวที่อาศัยอยู่ในหาดหินมีขอบเขตการแพร่กระจายที่แตกต่างกัน ใกล้แนวน้ำขึ้นสูงสุดมักพบกลุ่มหอยฝาเดียวในสกุล *Echinotittorina* ที่มีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการขูดแทะ (grazing snail) นอกจากนี้ยังอาจพบหอยฝาเดียวในสกุล *Planaxis* บริเวณกลางเขตน้ำขึ้นน้ำลงมักพบหอยฝาเดียวเป็นสิ่งมีชีวิตเด่น (dominant species) ส่วนใหญ่เป็น grazing snails เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

trochids, neriteds, patellid limpet และ pulmonate siphonariid limpets (Swennen *et al.* 2001) ในขณะที่ใกล้แนวน้ำลงต่ำสุดมักพบกลุ่มหอยสองฝาเป็นกลุ่มเด่น เช่น หอยนางรมและหอยแมลงภู่ จะเห็นได้ชัดว่าหอยฝาเดียวส่วนใหญ่ที่พบในหาดหินมักเป็นหอยฝาเดียวกลุ่มที่กินพืชและมีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการขูดแทะและหอยสองฝาซึ่งมีพฤติกรรมการกินอาหารโดยการกรองกิน ดังนั้นบทบาทของหอยในระบบนิเวศหาดหิน คือ การเป็นผู้บริโภคลำดับแรกในระบบนิเวศ ซึ่งจะก่อให้เกิดการส่งผ่านพลังงานที่ได้จากการกินผู้ผลิตไปยังผู้บริโภคในลำดับต่อไป (Beesley *et al.* 1998)

## 2.6 หอยสองฝาครอบครัว Isognomonidae

หอยสองฝาครอบครัว Isognomonidae เป็นสมาชิกในซับคลาส Pteriomophia ซึ่งหอยสองฝาในซับคลาสนี้เป็นหอยสองฝาที่อาศัยอยู่บนพื้น (epifauna) ยึดเกาะกับพื้นโดยการใช้เส้นใย (byssal attachment) โดยส่วนใหญ่เป็นหอยสองฝาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น clam, scallops, oyster และ mussel เป็นต้น ลักษณะทั่วไป คือ เปลือกแบ่งเป็นสองฝาประกบกัน อาจเป็นรูปกลมรี ยาว หรือเป็นรูปสามเหลี่ยม ฝาทั้งสองอาจมีขนาดเท่ากัน (equivalve) หรือไม่เท่ากัน (inequivalve) เปลือกส่วนที่ถูกสร้างก่อน คือ อัมโบ (umbo) หรือบีค (beak) จะอยู่ทางด้านบนของเปลือก ถ้าลากเส้นตรงจากอัมโบลงมายังกึ่งกลางของขอบเปลือกด้านล่างเพื่อแบ่งฝาหอยเป็นสองส่วน แล้วพบว่าทั้งสองส่วนมีขนาดเท่ากันเรียกว่า อีควีแลทเทอรัล (equilateral) และหากมีขนาดไม่เท่ากันเรียกว่า อินอีควีแลทเทอรัล (inequilateral) ซึ่งหอยสองฝาในซับคลาสนี้มีลักษณะเปลือกเป็นแบบอีควีแลทเทอรัล และอินอีควีแลทเทอรัล เท้าลดรูป หรือไม่มี โดยเท้าจะมีในระยะ juvenile และ post-settlement stage เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ ในตัวเต็มวัย (adults) ต่อมที่เท้าของหอยสองฝาจะถูกใช้สร้างเส้นใยยึดเกาะ แมนเทิล (mantle) เป็นแผ่นห้อยลงมาสองข้างของลำตัว ทำให้เกิดเป็นช่องน้ำเข้า (inhalant aperture) และช่องน้ำออก (exhalent aperture) กล้ามเนื้อยึดเปลือกส่วนหน้า (anterior adductor muscle) ลดขนาดให้สัมพันธ์กับกล้ามเนื้อยึดเปลือกส่วนหลัง (posterior adductor muscle) เพื่อให้เหมาะสำหรับการยึดเกาะ นอกจากนี้ กล้ามเนื้อดังกล่าวทำหน้าที่ในการปิดเปิดฝาทั้งสองข้างอีกด้วย ฟันที่บานพับ (hinge teeth) มีจำนวนน้อย หรือไม่มีเลย เหงือกเป็นแบบ filibranch [ซี่เหงือกแต่ละอันยึดกับซี่เหงือกข้างเคียงเป็นตอนๆ ด้วยกลุ่มของขนที่อยู่เป็นกระจุก (cilia disc)] เหงือกมี interlamellor junction (ส่วนที่ช่วยยึดและติดต่อถึงกันได้เป็นตอนๆ ) (Beesley *et al.* 1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำแนกทางอนุกรมวิธานหอยสองฝาครอบครัว Isognomonidae

**ภาพที่ 2.1** หอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*

Kingdom Animalia

Phylum Mollusca

Class Bivalvia

Subclass Pteriomorphia

Order Pterioida

Family Isognomonidae

*Isognomon nucleus*

หอยสองฝาในครอบครัว Isognomonidae พบแพร่กระจายในเขตร้อนและกึ่งร้อน (Swennen *et al.* 2001; Harper and Morton. 1994) เปลือกแบน อาจเป็นรูปกลม หรือยาว สีน้ำตาลเข้ม หรือดำ ด้านในเป็นมุก ภายนอกมีผิวขรุขระ และแหลมคม ดังแสดงในภาพที่ 2.1 มีช่องสำหรับเส้นใย (byssal notch) ทางด้านหน้า บานพับเป็นแนวตรงไม่มีฟัน เอ็นอยู่ในร่องที่เรียวอยู่ที่ขอบของบานพับ โดยทั่วไปหอยสองฝาในครอบครัวนี้จะมีลักษณะของเปลือกไม่แน่นอนซึ่งจะขึ้นอยู่กับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่อาศัย มักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นจำนวนมาก อาศัยอยู่บริเวณรอยแยกของหินบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง การศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาพื้นฐานเกี่ยวกับหอยสองฝาชนิดนี้มีค่อนข้างน้อย หอยในครอบครัว Isognomonidae ที่พบได้แก่ *Isognomon alatus, I. bicolor, I. ephippium, I. isognomum, I. janus, I. legumen, I. perna, I. radiatus, I. recognitus, I. vulselloides* และ *I. neucleus* เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ทำการศึกษาในเรื่องการดูดซับโลหะหนักของหอยสองฝาในครอบครัว Isognomonidae เช่น *I. ephippium* (Kenya Africa, Lazaroth *et al.* 2003), *I. legumen* (Taiwan, Chang Hung *et al.* 2001), *I. isognomon* (New Caledonia, Hedouin *et al.* 2009; Vietnam, Khristoforova *et al.* 2007), *I. alatus* (Dominican Republic, Hedouin *et al.* 2007; Sbriz *et al.* 1998) และ *I. californicum* (Hawaii, Ringwood. 1989)

ที่ Cape d'Aguilar ของเกาะฮ่องกงสามารถพบ *I. legumen* แพร่กระจายอยู่บริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงและเขตต่ำกว่าน้ำลงต่ำสุด ที่บริเวณหาดหินที่ได้รับความรุนแรงของคลื่นลมน้อย (sheltered rocky shore) และบริเวณหาดหินที่ได้รับความรุนแรงของคลื่นลมมาก (exposed rocky shore) (Harper and Morton. 1994) บริเวณอ่าวไทยตอนล่างของประเทศไทยสามารถพบชนิด *I. ephippium, I. isognomon* และ *I. nucleus* (Swennen *et al.* 2001)

Printrakoon and Temkin (2008) ทำการเปรียบเทียบนิเวศวิทยาของประชากรหอย Isognomon สองประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ติดกัน โดยประชากรหนึ่งอยู่ภายในป่าชายเลน อีกประชากรหนึ่งอยู่ในเขตหาดโคลนภายในอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ผลการศึกษาพบว่า ประชากรหอยสองฝาทั้งสองมีความแตกต่างกันในเรื่องของรูปร่างอย่างเห็นได้ชัดเจนและเมื่ออาศัยการวิเคราะห์สัณฐานวิทยาทำให้คาดว่าประชากรของหอยสองฝาทั้งสองประชากรนั้นเป็นหอยสองฝาคนละชนิดกัน โดยสิ่งที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน คือ หอยทั้งสองประชากรมีรูปร่างของเปลือก ความหนาของเปลือกและโครงสร้างของเส้นใยยึดเกาะที่แตกต่างกัน ซึ่งของแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดจากการอาศัยอยู่ในพื้นที่ ผู้ล่าและการถูกปกคลุมโดยสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่แตกต่างกัน

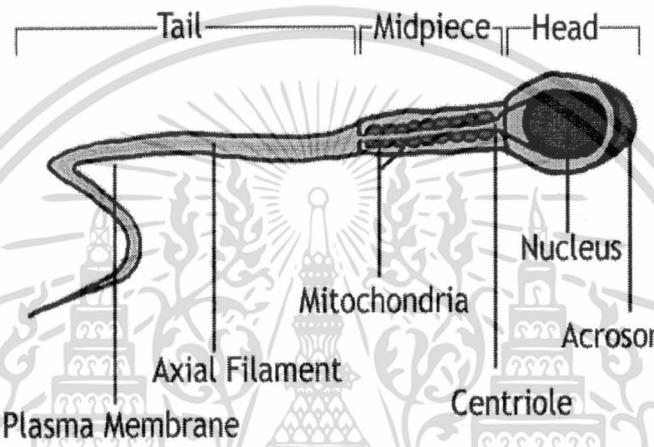
## 2.7 ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหอยสองฝา

หอยสองฝาส่วนใหญ่ โดยเฉพาะพวกที่อาศัยอยู่ในทะเลมีเพศแยก อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ 1 คู่อยู่สองข้างของลำไส้และอาจแผ่ขยายไปในช่องแมนเทิล ท่อนำเซลล์สืบพันธุ์เปิดออกสู่ช่องแมนเทิลโดยตรง เซลล์สืบพันธุ์ผ่านออกทางอวัยวะขับถ่าย เซลล์สืบพันธุ์จะถูกปล่อยออกสู่ภายนอกเพื่อผสมกัน (external fertilization) ในทางตรงข้าม หอยสองฝาที่มีเพศรวม อวัยวะสืบพันธุ์หนึ่งคู่ซึ่งติดกันตรงกลางลำตัว นอกจากนี้ยังสามารถพบหอยสองฝาบางสกุลที่สามารถสลับเพศได้อีกด้วย ในหอยสองฝาที่มีการผสมพันธุ์ภายใน (internal fertilization) พบว่ามีการจับคู่เพื่อผสมพันธุ์ โดยสเปิร์มจะผ่านเข้ามาทางท่อนำน้ำเข้า มีการปฏิสนธิบริเวณเหงือก แล้วจึงปล่อยออกสู่ภายนอก ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วจะเจริญเป็นตัวอ่อนโทรโคฟอร์ (grochophore larva) แล้วจึงเจริญเป็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนเวลิเจอร์ จากนั้นจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างกลายเป็นหอยสองฝาขนาดเล็ก (young mollusc) (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2538; บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2546; Swennen *et al.* 2001) เวลาในการอยู่ในตัวอ่อนระยะต่าง ๆ ของหอยสองฝาต่างชนิดกัน จะมีช่วงเวลาที่ไม่เท่ากัน (Pringgenies *et al.* 1998)

สเปิร์มของหอยสองฝามีลักษณะที่คล้ายคลึงกับสเปิร์มของสัตว์ทั่วๆ ไป คือ ประกอบด้วยส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนหาง ส่วนหัวมีนิวเคลียส (nucleus) มีอะโครโซม (acrosome) ซึ่งมีเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยผนังของไข่ ส่วนกลางของสเปิร์มมีไมโทรคอนเดรีย (mitochondria) ล้อมรอบเซนทริโอล (centriole) ส่วนหางของสเปิร์ม คือ แฟลเจลลัม (flagellum) ใช้ในการเคลื่อนที่ (ภาพที่ 2.3)

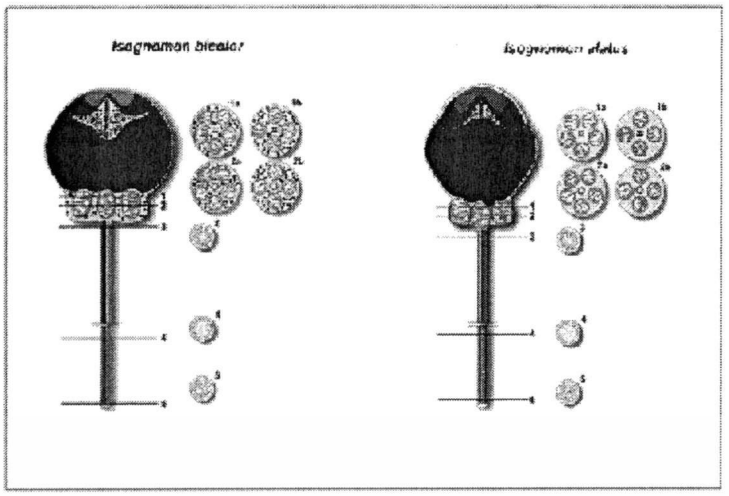


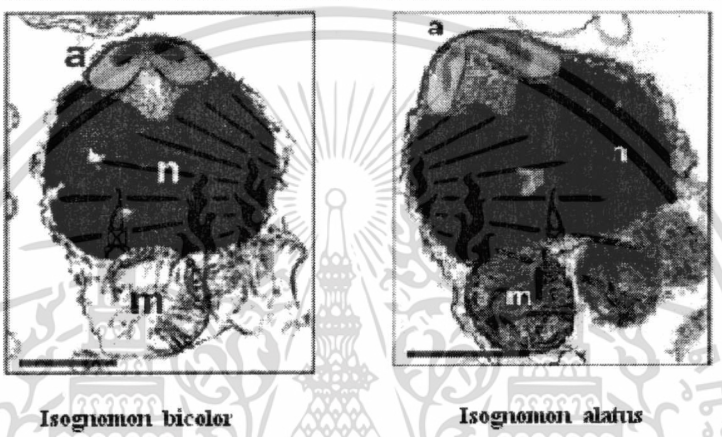

**ภาพที่ 2.2** ส่วนประกอบของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ในหอยสองฝา

**ที่มา :** www.google.com

นิวเคลียสของสเปิร์มมีรูปร่างหลาย ๆ แบบ บางครั้งรูปร่างของนิวเคลียสนี้สามารถใช้เป็นลักษณะอย่างหนึ่งในการจำแนกชนิดของหอยสองฝาได้ (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2538; Introini *et al.* 2009) ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาลักษณะเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ของหอยสองฝาครอบครัว Isognomonidae ของ Introini *et al.* (2009) ทำการศึกษาหอยสองฝา 2 ชนิด *Isognomon bicolor* และ *Isognomon alatus* ซึ่งหอยสองฝาทั้งสองชนิดนี้ ไม่สามารถใช้ลักษณะภายนอกแบ่งหมวดหมู่ พบว่าสเปิร์มของหอยสองฝาทั้งสองชนิดนี้ ประกอบด้วยสามส่วน (ส่วนหัว ส่วนกลางและส่วนหาง) เหมือนกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





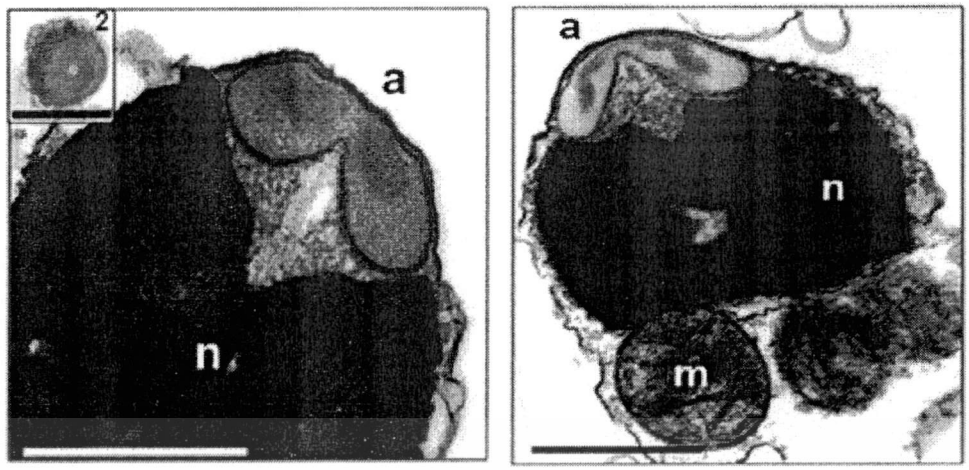

**Isognomon bicolor** **Isognomon alatus**

**ภาพที่ 2.3** ลักษณะสเปิร์มของหอยสองฝาชนิด *I. bicolor* และ *I. alatus* (n = นิวเคลียส; a = อะโครโซม; m = ไมโทรคอนเดรีย)

**ที่มา :** Introini *et al.* (2009)

เมื่อศึกษาลักษณะของส่วนประกอบทั้งสามของหอยสองฝาทั้งสองชนิด ทำให้ทราบถึงส่วนที่แตกต่างกันของทั้งสองชนิดนี้คือ อะโครโซมของหอยสองฝาชนิด *I. bicolor* มีลักษณะแบนราบ ในขณะที่อะโครโซมของหอยสองฝาชนิด *I. alatus* มีลักษณะโค้งอย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.4** ส่วนอะโครโซม (a) ของสเปิร์มของหอยสองฝา; ซ้าย : *I. bicolor* ขวา : *I. alatus* (a = อะโครโซม; n = นิวเคลียส; m = ไมโทรคอนเดรีย)

**ที่มา :** Introini *et al.* (2009)

จำนวนไมโทรคอนเดรียของสเปิร์มของหอยสองฝาทั้งสองชนิดก็แตกต่างกัน โดยหอยสองฝาชนิด *I. bicolor* มี 4 ไมโทรคอนเดรีย แต่หอยสองฝาชนิด *I. alatus* มี 5 ไมโทรคอนเดรีย ดังแสดงในภาพที่ 2.5

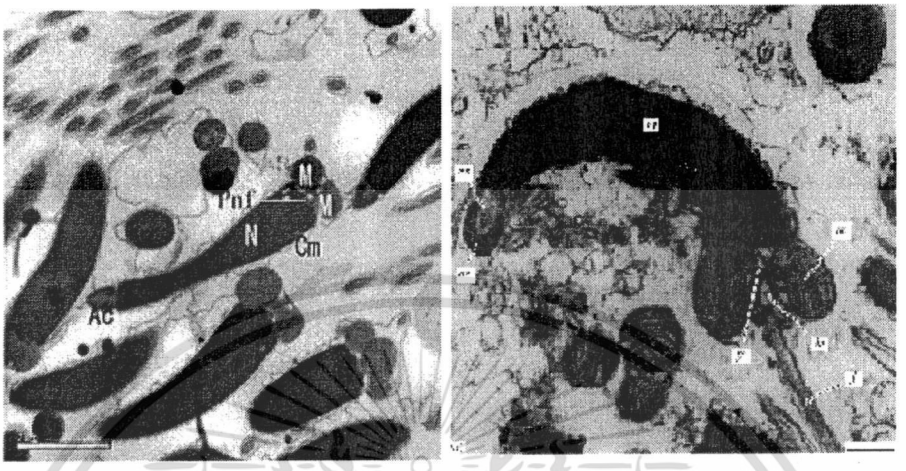
**ภาพที่ 2.5** ส่วนไมโทรคอนเดรียของสเปิร์มของหอยสองฝา ; ซ้าย : *I. bicolor* ขวา : *I. alatus* (m = ไมโทรคอนเดรีย)

**ที่มา :** Introini *et al.* (2009)

เมื่อทำการเปรียบเทียบลักษณะสเปิร์มของหอยสองฝาอีกครอบครัวหนึ่งคือ ครอบครัว Veneridae ซึ่งทำการศึกษาโดย Tyurin and Drozdov (2005) พบว่าลักษณะสเปิร์มของหอยสองฝาชนิด *Mercenaria stimpsoni* คล้ายกับลักษณะสเปิร์มของหอยสองฝาชนิด *Mercenaria mercenaria* ที่ทำการศึกษาโดย Ying *et al.* (2008) ซึ่งหอยสองฝาทั้งสองชนิดนี้อยู่ในครอบครัวเดียวกันคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

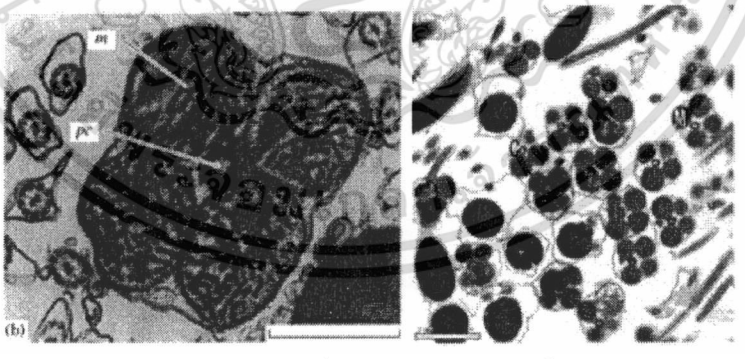
ครอบครัว Veneridae พบว่าลักษณะนิวเคลียสของสเปิร์มของหอยสองฝาชนิด *M. stimpsoni* มีลักษณะเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยว ในขณะที่ลักษณะนิวเคลียสของสเปิร์มของหอยสองฝาชนิด *M. mercenaria* มีลักษณะยาวเรียว ดังแสดงในภาพที่ 2.6




**ภาพที่ 2.6** ลักษณะนิวเคลียสของสเปิร์มของหอยสองฝา; ขวา : *M. stimpson* ซ้าย : *M. mercenaria* (ac = อะโครโซม; m = ไมโทรคอนเดรีย; n = นิวเคลียส)

**ที่มา :** Tyurin and Drozdov (2005)

ลักษณะไมโทรคอนเดรียของสเปิร์มหอยทั้งสองชนิดก็แตกต่างกัน โดยหอยสองฝาชนิด *M. stimpsoni* มีไมโทรคอนเดรียลักษณะรีคล้ายรูปไข่ แต่หอยสองฝาชนิด *M. mercenaria* มีไมโทรคอนเดรียกลม ดังแสดงในภาพที่ 2.7



**ภาพที่ 2.7** ลักษณะโมโทครอนเดรียของสเปิร์มของหอยสองฝา ; ซ้าย : *M. stimpsoni* ขวา : *M. mercenaria*

**ที่มา :** Tyurin and Drozdov (2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


สเปิร์มของหอยสองฝาในแต่ละครอบครัวมีลักษณะที่แตกต่างกัน ด้วยความแตกต่างที่มี จึงสามารถนำมาใช้จำแนกหมวดหมู่ของหอยสองฝาในกรณีที่ไม่สามารถจำแนกด้วยลักษณะภายนอกได้

ไข่ โดยปกติแล้วไข่ของหอยสองฝามักมีรูปร่างกลม พวกหอยสองฝาที่มีระยะตัวอ่อนเจริญอยู่ภายนอกมักมีไข่ขนาดเล็ก ส่วนหอยสองฝาที่มีระยะตัวอ่อนเจริญอยู่ภายในมักมีไข่ขนาดใหญ่ ไข่แดงมีแกรนูล (granule) สองชนิด คือ ชนิดที่เป็นโปรตีนและชนิดที่เป็นไขมัน ไข่ของหอยสองฝาที่ยังไม่ได้รับการผสมจะมีเยื่อหุ้มวิทเทลลีน (vitelline membrane) บาง ๆ หุ้มอยู่

**2.7.1 การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในหอยสองฝา**

กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gametogenesis) ของหอยสองฝาโดยทั่วไปแล้วมีรูปแบบที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยขบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (spermatogenesis) จะเริ่มจากการแบ่งตัวแบบไมโตซิส (mitosis) ของเซลล์สืบพันธุ์ระยะแรก (primary germ cell) ที่อยู่รอบๆ ผนังฟอลลิเคิลให้สเปอร์มาโตโกเนียระยะแรก (primary spermatogonia) และระยะที่สอง (secondary spermatogonia) โดยสเปอร์มาโตโกเนียระยะแรกและระยะที่สองจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องใกล้กับศูนย์กลางของลูเมน ต่อมาสเปอร์มาโตโกเนียระยะที่สองจะเปลี่ยนไปเป็นสเปอร์มาโตไซต์ระยะแรก (primary spermatocyte) ซึ่งจะแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) ต่อไปเป็นสเปอร์มาโตไซต์ระยะที่สอง (secondary spermatocyte) หลังจากนั้นจะมีการแบ่งตัวแบบไมโอซิสขั้นสุดท้ายเปลี่ยนแปลงไปเป็นสเปอร์มาติด (spermatid) การสร้างสเปอร์มาโตไซต์ระยะแรกและระยะที่สอง และสเปอร์มาติด (spermtid) เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากผนังเซลล์เข้าสู่ศูนย์กลางของลูเมน สเปอร์มาติดจะเปลี่ยนแปลงเป็นสเปอร์มาโตซัว (spermatozoa) จนเต็มลูเมน ส่วนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (oogenesis) จะเริ่มจากการแบ่งตัวแบบไมโตซิสของเซลล์สืบพันธุ์ (germ cell) ตามผนังฟอลลิเคิลให้โอโอโกเนีย (oogonia) ซึ่งจะแบ่งตัวแบบไมโอซิสให้โอโอไซต์ (oocyte) และจะเข้าสู่ระยะก่อนการสังเคราะห์ไข่แดง (previtellogenic) ซึ่งจะมีการเพิ่มปริมาณนิวเคลียส (neucleus) และไซโตพลาสซึม (cytoplasm) อย่างช้า ๆ และเมื่อถึงระยะที่มีการให้กำเนิดไข่แดง (vitellogenic) จะพบว่าเริ่มมีการสะสมอาหารได้แก่ ไข่แดง (yolk) ไขมัน (lipid) และไกลโคเจน (glycogen) โอโอไซต์จะเริ่มเปลี่ยนรูปร่างด้วยการสะสมอาหารเหล่านี้และเคลื่อนที่ออกจากผนังฟอลลิเคิล อย่างไรก็ตามยังมีบางส่วนที่ยังยึดติดกับผนังฟอลลิเคิลโดยก้านบาง ๆ เมื่อได้ขนาดก็จะหลุดออกจากก้านเข้าสู่ลูเมน พร้อมที่จะถูกขับออกสู่ภายนอก การแบ่งตัวของเซลล์สืบพันธุ์จะเกิดขึ้นเรื่อย ๆ จนได้ไข่และเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ที่เจริญเต็มที่พร้อมที่จะปล่อยและผสมพันธุ์ได้ หอยที่มีการปล่อยไข่และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หมดแล้ว ลักษณะของถุงจะเหี่ยวและเล็กลง มีการสร้างเซลล์เนื้อเยื่อเกี่ยวพันธุ์ขึ้นมาแทนภายในถุง และระหว่างถุงซึ่งระยะสืบพันธุ์จะเข้าสู่ระยะเตรียมฟอลลิเคิลใหม่อีกครั้งและพร้อมที่จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ใหม่ขึ้นอีก (Eversole. 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
135915

จากการศึกษาของ Moura *et al.* (2008) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *Callista chione* พบว่าลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแบ่งออกเป็น 6 ระยะ คือ

ระยะ 0 คือ ระยะที่อยู่ในช่วงของการพักตัว (resting) เตรียมฟอลลิเคิล ไม่มีการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งไม่สามารถจำแนกทางเนื้อเยื่อวิทยาได้

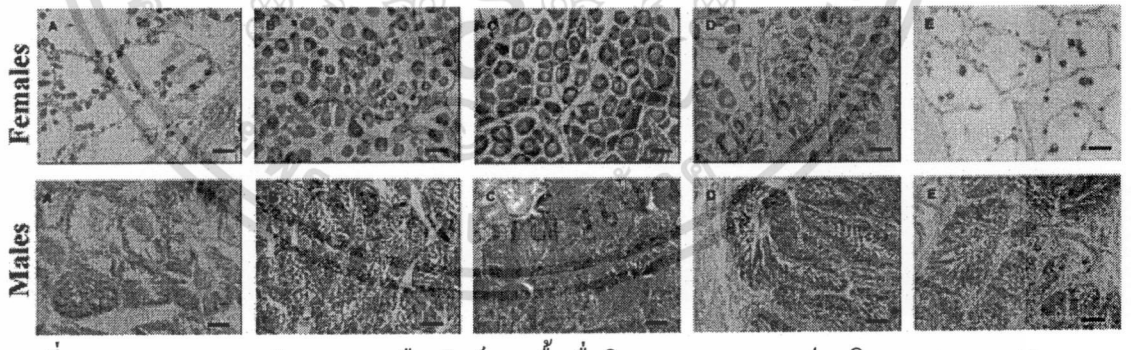
ระยะ I คือ ระยะที่เริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (early active) ซึ่งเป็นการพัฒนาช่วงต้น ๆโดยเพศผู้พบสเปอร์มาโตโกเนีย ส่วนเพศเมียพบไข่

ระยะ II คือ ระยะกำลังพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (late active) โดยเพศผู้จะมีสเปอร์มาโตโกเนียเป็นจำนวนมากและบางส่วนกลายเป็นสเปอร์มาโตไซต์ ส่วนเพศเมียจะเห็นไข่เกือบเต็มฟอลลิเคิล แต่ขนาดยังไม่โตเต็มที่

ระยะ III คือ ระยะที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เต็มที่ พร้อมที่จะมีการปล่อยออกมา (ripe) ซึ่งตัวผู้จะมีสเปอร์มาโตโกเนียที่บางลงและมีสเปอร์มาโตไซต์เป็นจำนวนมากในฟอลลิเคิล เพศเมียจะเห็นไข่เต็มฟอลลิเคิลและพบนิวเคลียสขนาดใหญ่ในไข่

ระยะ IV คือ ระยะเริ่มมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (partially spawned) ซึ่งในเพศผู้จะเห็นสเปอร์มาโตไซต์ที่น้อยลงเนื่องจากถูกปล่อยออกและเห็นช่องว่างในฟอลลิเคิลมากขึ้น ส่วนเพศเมียนั้นจะเห็นว่าไข่บางส่วนที่อยู่ในฟอลลิเคิลนั้นหลุดออกไปเหลือไว้เพียงช่องว่าง

ระยะ V คือ ระยะที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์หมดแล้ว (spent) ในเพศผู้จะพบสเปอร์มาโตไซต์ที่เหลือน้อยและพบเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเข้ามาแทรกในระบบสืบพันธุ์ เพศเมียไข่ที่เหลือจะฝ่อและมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเข้ามาแทรกในระบบสืบพันธุ์เช่นกัน (ภาพที่ 2.8)




**ภาพที่ 2.8** ภาพแสดงการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ทางเนื้อเยื่อวิทยาของหอยสองฝาชนิด *C. chione* ; A) ระยะที่ I: B) ระยะที่ II: C) ระยะที่ III: D) ระยะที่ IV: E) ระยะที่ V

**ที่มา :** Moura *et al.* (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Delgado *et al.* (2005) ได้ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรม *Pinctada fucata martensii* ในประเทศเกาหลี พบว่าลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของวงสืบพันธุ์ของหอยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะพัก (period of sexual rest) คือ ระยะที่ไม่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ เนื้อเยื่อส่วนใหญ่เป็นพวกกล้ามเนื้อ อวัยวะเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เท้า ไม่สามารถที่จะพบเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศเมียและเพศผู้จากวิธีทางเนื้อเยื่อวิทยาได้

ระยะเริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (initiation of gametogenesis) คือ เริ่มมีการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์โดยเพศเมียจะมีการเพิ่มจำนวนของโอโอไซต์ แต่ยังไม่สมบูรณ์ในขณะที่เพศผู้พบสเปอร์มาโตโกเนียและสเปอร์มาโตไซต์

ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (advanced gametogenesis) พบว่าเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้มีการเจริญเต็มที่ คือ พบสเปอร์มาโตซัวเป็นจำนวนมาก ส่วนเพศเมียจะเห็นไข่เต็มฟอลลิเคิลและพบนิวเคลียสขนาดใหญ่ในไข่ ในขณะที่อวัยวะภายใน กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในระยะนี้จะมีขนาดเล็กลง

ระยะการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (reproduction period) มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียที่มีการเจริญเต็มที่ ซึ่งจะเห็นช่องว่างบริเวณฟอลลิเคิล เป็นระยะสิ้นสุดการพัฒนา

สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม พรมผาย (2534) ได้ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์หอยตลับ จังหวัดตราด สามารถแบ่งขั้นตอนการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ ทั้งเพศผู้และเมียออกเป็น 6 ระยะ สอดคล้องกับการศึกษาของ สุขใจ รัตนยุวกร และคณะ (2552) ที่ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตลับขาวชนิด *Meretrix casta* คือ

ระยะที่ 1 ระยะก่อนการพัฒนา (prefollicular development) พบอวัยวะสืบพันธุ์อยู่รอบ ๆ ทางเดินอาหาร มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันจำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไป มีเซลล์สืบพันธุ์แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน แต่ไม่สามารถแยกเพศได้ชัดเจน

ระยะที่ 2 ระยะเริ่มพัฒนา (initial development) ในเพศเมียพบฟอลลิเคิลเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีผนังค่อนข้างหนา บริเวณผนังฟอลลิเคิลพบโอโอโกเนียและโอโอไซต์กระจายอยู่ทั่วไป แต่จำนวนไม่มาก ส่วนในเพศผู้พบสเปอร์มาโตโกเนียและสเปอร์มาโตไซต์

ระยะที่ 3 ระยะกำลังพัฒนา (development) ในเพศเมียพบผนังฟอลลิเคิลหนาขึ้นและพบโอโอไซต์จำนวนมาก ส่วนในเพศผู้จะพบเซลล์สืบพันธุ์ระยะสเปอร์มาโตซัว แต่มีจำนวนน้อย

ระยะที่ 4 ระยะเซลล์สืบพันธุ์พัฒนาเต็มที่ (mature) ในเพศเมียพบถุงฟอลลิเคิลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในบรรจุโอโอไซต์ที่สมบูรณ์อยู่กลางฟอลลิเคิลอย่างหนาแน่น ส่วนเพศผู้พบสเปอร์มาโตซัวจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 5 ระยะเริ่มปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (partially spawned) ในเพศเมียเซลล์สืบพันธุ์ถูกปล่อยออกบางส่วน พบผนังฟอลลิเคิลเริ่มมีความหนาขึ้น และฉีกขาด ส่วนเพศผู้พบสเปอร์มาโตซัวถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก

ระยะที่ 6 ระยะหลังปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (spent) ในเพศเมียฟอลลิเคิลฉีกขาด และว่างเปล่าเนื่องจากมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกไปจนหมด ในเพศผู้สเปอร์มาโตซัวถูกปล่อยออกไปจนหมด จึงเกิดช่องว่างเป็นจำนวนมาก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเริ่มประสานกันมากขึ้น

**2.7.2 วงรอบการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) ของหอยสองฝา**

สุนันท์ ทวยเจริญ และเอกลักษณ์ แซ่โล้ว (2529) ทำศึกษาการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแมลงภู่ (*Perna viridis)* ที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีและหมู่บ้านแสมขาว จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าหอยแมลงภู่มีเซลล์สืบพันธุ์พัฒนาเต็มที่ในเดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม กับเดือนกันยายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนสิงหาคม และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์

ถาวร ธรรมเสวต และคณะ (2530) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครง (*Anadara granosa*) ที่อ่าวสวี จังหวัดชุมพร ในปี 2527 พบว่าหอยแครงปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทุกเดือนในตลอดช่วงทำการศึกษา ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พบมากที่สุดถึงร้อยละ 50 ในเดือนกรกฎาคม และพบหอยแครงในระยะที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เต็มที่มากที่สุดถึงร้อยละ 73.33 ในเดือนกันยายน

สุนันท์ ทวยเจริญ (2530) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยลาย (*Paphia undulate)* ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าหอยลายเริ่มมีการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ความยาว 28.1 มม. ความสูง 16.2 มม. และความกว้าง 9.1 มม.ขึ้นไป มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคมและเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม

จารุนันท์ ประทุมยศ และคณะ (2539) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรม *(Saccostrea cucullata)* บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี พบว่าหอยนางรมมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เต็มที่และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน

Barber and Blake (1983) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยเชลล์ *(Argopecten irradians)* พบว่าหอยเชลล์มีเซลล์สืบพันธุ์พัฒนาเต็มที่มากที่สุดในช่วงปลายเดือนกันยายน ถึงต้นเดือนตุลาคม นอกจากนั้น Hesselman *et al.* (1989) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตลับ *Mercenaria spp.* ในอินเดียน ลากูน ฟลอริด้า (Indian River lagoon Florida) พบว่ามีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่ปลายฤดูร้อน หรือต้นฤดูใบไม้ร่วงจนถึงฤดูหนาว ระยะเวลาในการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์มี 2 ช่วง คือเดือนกันยายน ถึงธันวาคมและเดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะที่ Manzi *et al.* (1989) ได้ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอย *M. nercenaria* ในเซาท์คาโรไลนา (South Carolina) พบว่ามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ 2 ช่วงคือ ช่วงแรกเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม และช่วงที่ 2 ในเดือนตุลาคม

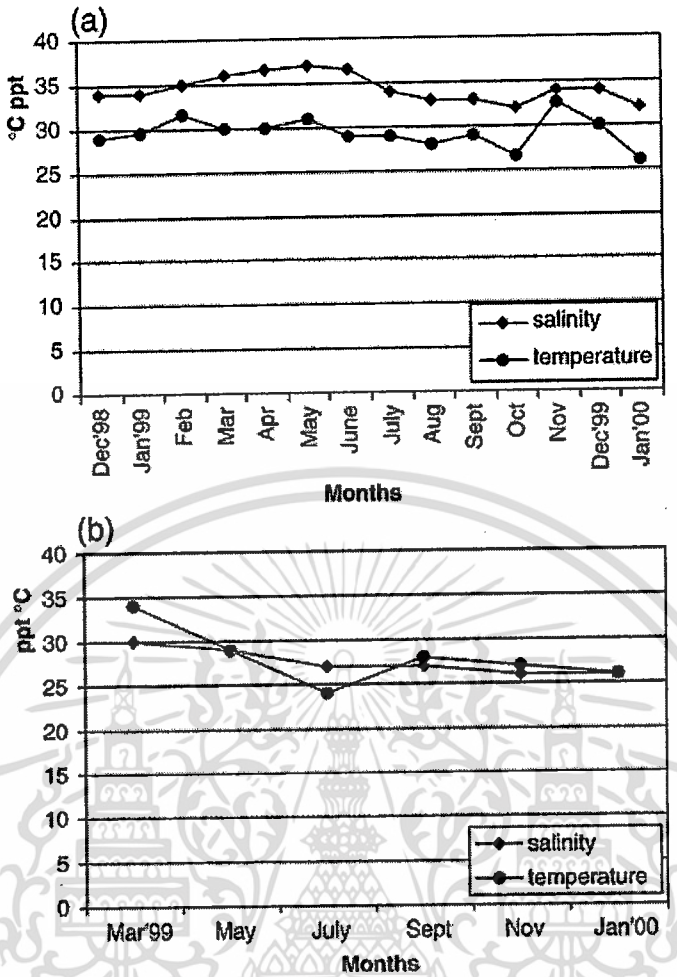
**2.7.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนากระบวนการสืบพันธุ์ของหอยสองฝา**

การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาถูกควบคุมด้วยปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ปัจจัยภายนอกได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ น้ำขึ้นน้ำลง ความลึกของน้ำ ปริมาณอาหารและความหนาแน่นของประชากร การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ถูกควบคุมด้วย neurosecretory cell การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของหอยสองฝาในประเทศไทยเกิดได้ตลอดทั้งปี โดยเซลล์สืบพันธุ์จะถูกปล่อยในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มและอุณหภูมิของน้ำ (สุนันท์ ทวยเจริญ และเอกลักษณ์ แซ่โล้ว. 2529; ถาวร ธรรมเศวต และคณะ. 2530; สุนันท์ ทวยเจริญ. 2530; สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. 2538; จารุนันท์ ประทุมยศ และคณะ. 2539)

2.7.3.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาในรอบปี ทำให้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเล (โดยเฉพาะ หอยสองฝา) เกิดการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยทั่วไป อุณหภูมิที่สูงขึ้น จะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝา จากการศึกษาของ Suja and Muthial (2007) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในหอยสองฝาชนิด *Marcia opima* ที่ประเทศอินเดีย โดยเก็บข้อมูลอุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็มและการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ตั้งแต่เดือนธันวาคม 1998 ถึงเดือนมกราคม 2000 จากข้อมูลแสดงให้เห็นความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำทะเลซึ่งมีความสัมพันธ์กับการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (ภาพที่ 2.9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

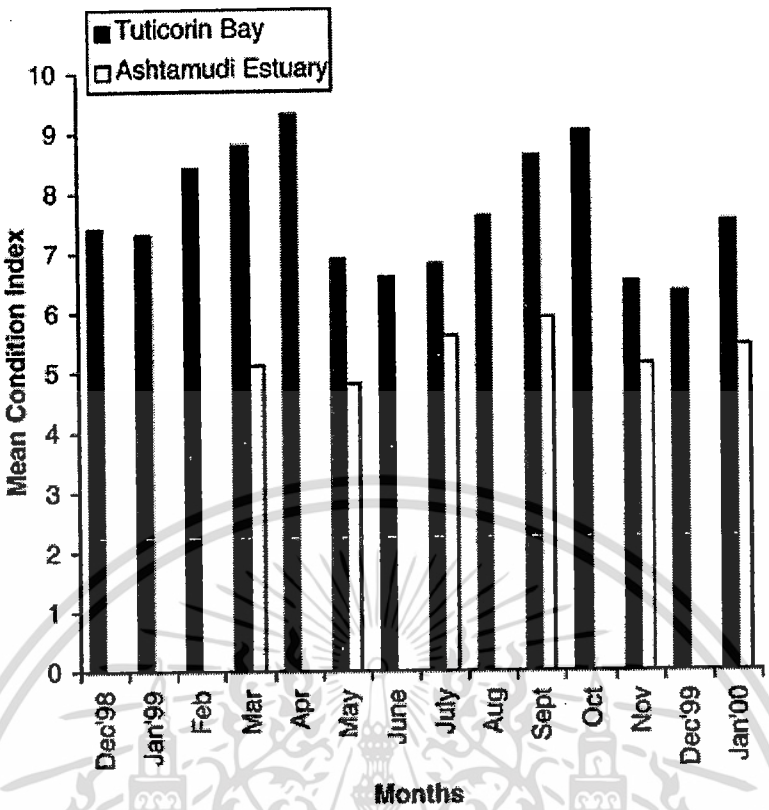



**ภาพที่ 2.9** การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำทะเลและความเค็ม ระหว่างช่วงเวลาเดือนธันวาคม1998 ถึงเดือนมกราคม 2000 (a) ที่ Tuticorin Bay (b) ที่ Ashtamudi Estuary

**ที่มา :** Suja and Muthiah (2007)

ที่บริเวณ Tuticorin Bay ในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคมและในเดือนกันยายน ถึงเดือนธันวาคมปี 1999 (ภาพที่ 2.9 a) ที่บริเวณ Ashtamudi ในเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายนและในเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคมปี 2000 (ภาพที่ 2.9 b) เป็นช่วงที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเล พบว่าตรงกับช่วงที่หอยกาบชนิด *M. opima* อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ค่า condition index (ค่าน้ำหนักเนื้อต่อน้ำหนักเปลือก) มีค่าต่ำ แต่ในช่วงที่อุณหภูมิน้ำทะเลลดต่ำลงจะมีค่า condition index เพิ่มมากขึ้น แสดงถึงการสะสมพลังงาน ทำให้มีค่า condition index สูง เมื่อได้รับการกระตุ้นด้วยอุณหภูมิน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น จึงมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกไปทำให้ค่า condition index ต่ำลงในช่วงที่อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.10** การเปลี่ยนแปลงดัชนีความสมบูรณ์เพศ ในหอยกาบชนิด *M. opima* ระหว่างช่วงเวลาจากเดือนธันวาคม 1998 ถึงเดือนมกราคม 2000 ที่ Tuticorin Bay (แท่งสีดำ) และที่ Ashtamudi Estuary (แท่งสีขาว)

**ที่มา :** Suja and Muthiah (2007)

การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *Taper philippinarum* บริเวณของ Lagoon of Venice ที่ S.angelo และ Chiogia โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2000 ถึงเดือนกรกฎาคม 2001 (Meneghetti *et al.* 2004) ผลการศึกษาพบว่ามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนพฤษภาคม 2001 ถึงเดือนกรกฎาคม 2001 ซึ่งตรงกับช่วงเวลาที่อุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่น ๆ (ตารางที่ 2.1)

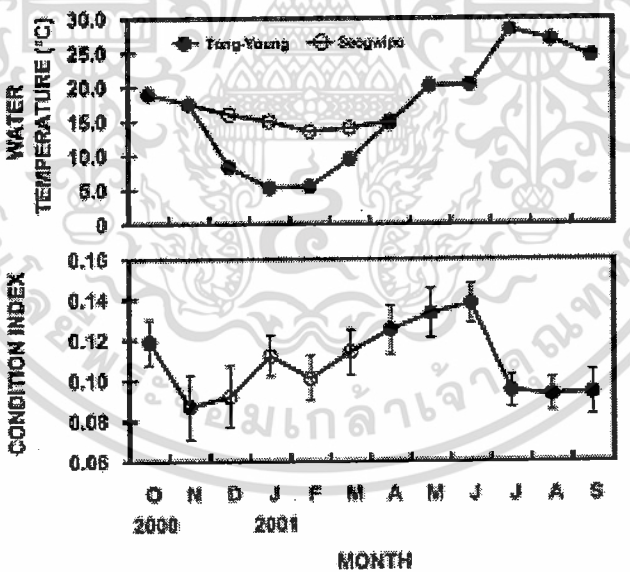
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.1** อุณหภูมิของน้ำทะเล และความเค็ม ในบริเวณ S. Angelo และบริเวณ Chioggia ระหว่างช่วงเวลาจากเดือนกรกฎาคม 2000 ถึงเดือนกรกฎาคม 2001

| | July 2000 | August 2000 | September 2000 | October 2000 | December 2000 | January 2001 | February 2001 | March 2001 | April 2001 | May 2001 | June 2001 | July 2001 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Temperature (C)* | | | | | | | | | | | | |
| S. Angelo | 24.2 | 24.1 | 20.8 | 16.2 | 20.5 | 5.0 | 6.0 | 18.2 | 15.3 | 25.8 | 24.5 | 27.5 |
| Chioggia | 23.0 | 22.0 | 20.0 | 16.0 | 14.0 | 5.0 | 5.0 | 13.5 | 16.2 | 19.9 | 26.0 | 24.5 |
| *Salinity (‰)* | | | | | | | | | | | | |
| S. Angelo | 31.6 | 31.2 | 31.5 | 28.6 | 30.6 | 33.0 | 30.1 | 31.9 | 27.7 | 28.9 | 30.2 | 31.0 |
| Chioggia | 34.9 | 34.0 | 33.5 | 33.0 | 33.0 | 30.0 | 32.0 | 23.2 | 32.0 | 32.1 | 32.8 | 33.0 |

**ที่มา :** Meneghetti *et al.* (2004)

Choi and Chang (2003) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรมหนามชนิด *Pinctada fucata martensii* ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Suja and Muthiah (2007) คือ มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงที่อุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ condition index มีค่าต่ำ (ภาพที่ 2.11) การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์จะเกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนสิงหาคม 2001 ตรงกับที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเล และ condition index มีค่าต่ำ

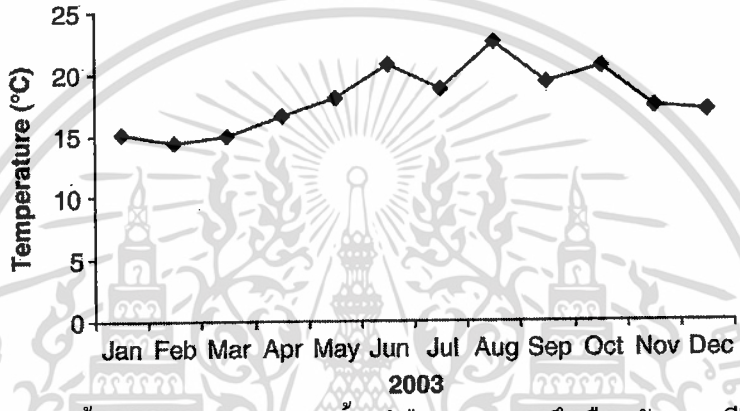



**ภาพที่ 2.11** การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเล และ condition index ของหอยนางรมหนามชนิด *P. fucata martensii* ระหว่างช่วงเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2000 ถึงเดือนกันยายน 2001

**ที่มา :** Choi and Chang (2003)

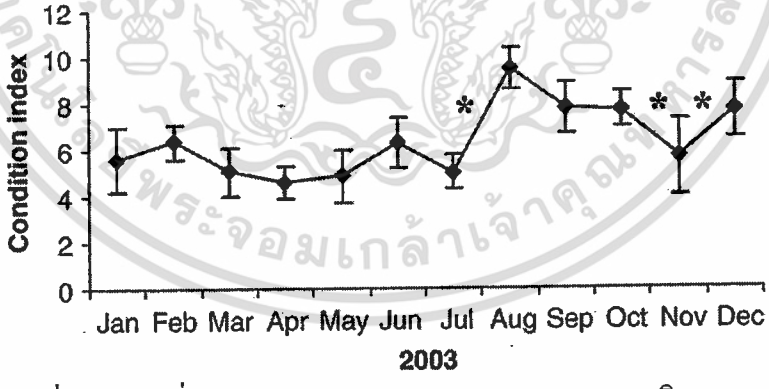
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Joaquim *et al.* (2008) ทำการศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *Spisula solida* จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิน้ำทะเล และcondition index กับการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์คือ หอยสองฝาชนิด *S. solida* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม 2003 ซึ่งตรงกับช่วงที่มีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำ (ภาพที่ 2.12) และ condition index ที่มีค่าต่ำ (ภาพที่ 2.13) ผลการศึกษาเป็นไปในทิศทางเดียวกับการศึกษาในหอยสองฝาชนิด *Scrobicularia plana* (Rodriguez-Rua *et al.* 2003) โดยเซลล์สืบพันธุ์จะถูกปล่อยออกมาให้ช่วงเดือนกันยายน 1999 และเดือนมีนาคม 2000 โดยที่ในขณะนั้นมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำดังแสดงในภาพที่ 2.14




**ภาพที่ 2.12** อุณหภูมิน้ำทะเลระหว่างช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคมปี2003

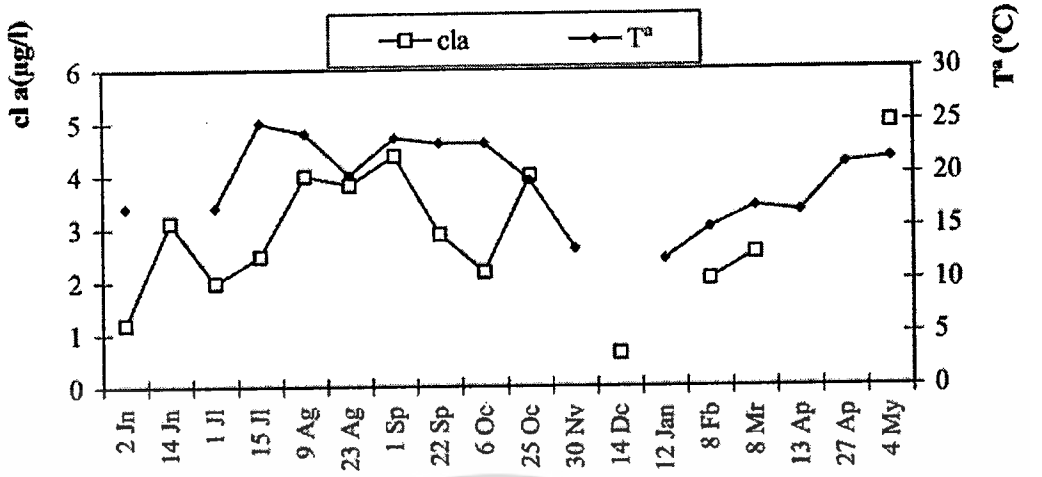
**ที่มา :** Joaquim *et al.* (2008)




**ภาพที่ 2.13** ค่าเฉลี่ย (± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) condition index ของหอยชนิด *S. solida* ในเดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคมปี 2003

**ที่มา :** Joaquim *et al.* (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.14** การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และอุณหภูมิน้ำทะเล ตามช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 1999 ถึงเดือนพฤษภาคม 2000

**ที่มา :** Rodriguez-Rua *et al.* (2003)

2.7.3.2 ความเค็ม

Suja and Muthiah (2007) ทำการศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *M. opima* ที่ 2 บริเวณในประเทศอินเดีย คือที่ Tuticorin Bay และAshtamudi estuary พบว่าการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของความเค็ม (ภาพที่ 2.9) นั้นคือ ที่บริเวณ Tuticorin Bay มีการเพิ่มขึ้นของความเค็มในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกรกฎาคมและในเดือนกันยายน ถึงเดือนธันวาคม1999 ในขณะที่บริเวณ Ashtamudi มีการเพิ่มขึ้นของความเค็มในเดือนมีนาคม ถึงเดือนเมษายนและเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม 2000 ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

## 2.8 ชีววิทยาประชากร

ประชากร (population) คือ กลุ่มของสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว การศึกษาชีววิทยาประชากร (population biology) แบ่งเป็น 2 หัวข้อหลักคือ population genetics และ population ecology โดย population genetics เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เป็นลักษณะเฉพาะของประชากรและปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น genetic variation, selection, gene flow, genetic drift และ mutation อีกหัวข้อหนึ่ง คือ population ecology เป็นการศึกษาถึงขนาดของประชากร (population size) การแพร่กระจายของประชากร (distribution) และปัจจัยที่มีผลต่อขนาดและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพร่กระจายของประชากร เช่น สภาพแวดล้อมทางกายภาพ การแก่งแย่งแข่งขัน การล่า ความเป็นปรสิต (parasitism) การแพร่กระจายและการทดแทนที่ (Levinton. 2001; Neal. 2004)

ประชากรที่อยู่อาศัยในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จะมีลักษณะเฉพาะที่แน่นอนในเรื่องของขนาด ความหนาแน่น อัตราการเกิด อัตราการตาย การอพยพเข้าและออก อายุ (age distribution) และการแพร่กระจายของตัวอ่อน (spatial dispersal) โดยทั่ว ๆ ไป การเพิ่มของประชากรทุกชนิดในโลกนั้นไม่มีประชากรใดที่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด เพราะทุกประชากรจะถูกจำกัดด้วยทรัพยากร (resources) เช่น อาหาร หรือพื้นที่อยู่อาศัย สภาวะแวดล้อมทางกายภาพและชีวภาพเป็นสิ่งสำคัญที่กำหนดขนาดของประชากร (population size) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ density independent โดยประชากรกลุ่มนี้จะถูกจำกัดการเพิ่มจำนวนด้วยปัจจัยทางกายภาพต่างๆ (ความเค็ม คลื่นและกระแสน้ำ) ปัจจัยทางสภาวะอากาศ (climatic factors) ตลอดจนมลพิษต่างๆ โดยทั้งหมดที่กล่าวมาจะเป็นสิ่งที่ขัดขวางไม่ให้ประชากรเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีขีดจำกัด นอกจากนี้ยังมีสภาพแวดล้อมทางชีวภาพ เช่น ปฏิสัมพันธ์สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน ปริมาณอาหารและโรค ก็เป็นสิ่งที่สำคัญมากเช่นกัน แบบที่สองคือ density dependent โดยประชากรกลุ่มนี้จะมีสัดส่วนการตายมากขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นนั้นเอง อัตราการเจริญเติบโต (growth rate) คือ การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง หรือน้ำหนัก ตามช่วงเวลา สามารถวัดได้จากการเปลี่ยนแปลงความยาว หรือการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก สามารถแสดงออกมาในรูปของ size-frequency histograms การลดลงของจำนวนประชากรที่เกิดจากการตายในทุกกรณี (mortality) แบ่งเป็น 2 อย่างคือ การตายที่เกิดจากการทำการประมง (fishing mortality) และการตายตามธรรมชาติ (natural mortality) เมื่อประชากรเจริญเติบโตเต็มที่ (ในด้านของขนาด) พลังงานที่เหลือจะถูกใช้เพื่อพัฒนาระบบสืบพันธุ์ (reproduction) การพัฒนาระบบสืบพันธุ์จะเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นปริมาณอาหารที่ใช้สำหรับการพัฒนากระบวนการสืบพันธุ์และปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเช่น อุณหภูมิและความเค็ม (Tantichodok. 1991; Levinton. 2001) การศึกษาวงรอบของการสืบพันธุ์ทำได้โดยการวิเคราะห์ทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ (histological study) จากตัวอย่างอวัยวะสืบพันธุ์ทุก ๆเดือน การทดแทนที่ของประชากรจะสำเร็จได้ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆอย่าง แต่ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ปริมาณอาหารที่เพียงพอให้นำไปใช้ในระยะที่ยังเป็นตัวอ่อนล่องลอยอยู่ในกระแสน้ำ (Tantichodok. 1991)

**2.8.1 อัตราการเจริญเติบโต (growth rate)** ของประชากรอาจใช้การประมาณจากวิธีการสร้าง size-frequency histograms วิธีนี้สามารถใช้วัดความยาว หรือน้ำหนักของตัวอย่างจำนวนมาก ที่ใช้เป็นตัวแทนของประชากร แล้วระบุจำนวนของประชากรแต่ละขนาดลงไป ขนาดของข้อมูลที่มากที่สุดจะเห็นได้เด่นชัด โดยทั่วไปแล้วการเจริญเติบโตที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงของ size-frequency histograms ตามช่วงเวลา สามารถสังเกตได้จากการเคลื่อนของกราฟตามช่วงเวลา โดยวิธีเฉพาะนี้มีชื่อเรียกว่า Modal Progression Analysis ซึ่งมีการเคลื่อนของ cohort เดียวกันตามช่วงเวลา ปัจจัยของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญเติบโต (growth parameters) สามารถประเมินได้จากเส้นโค้งการเจริญเติบโต (growth curve) โดยใช้ Walford plot หรือ computation methods (Crisp. 1984) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Completed ELEFAN สำหรับวิเคราะห์ length frequency

เส้นโค้งการเจริญเติบโตสามารถหาได้จากสมการของ Bertalanffy :

$$Lt = L\infty \left(1 - e^{-K(t-to)}\right) \qquad (2.1)$$

โดย Lt คือ ความยาวของสิ่งมีชีวิตที่อายุ t, L∞ คือ ความยาวมากที่สุดของสิ่งมีชีวิต, K คือ ค่าคงที่ และ to คือ อายุที่สิ่งมีชีวิตมีความยาวเป็นศูนย์

ค่าคงที่ (L∞, K และ to) สามารถหาได้จากข้อมูล length frequency

การวิเคราะห์ length frequency สามารถใช้ได้กับสิ่งมีชีวิตที่มีวงชีวิตสั้นสามารถเห็นความแตกต่างได้ในรอบปีและมีจำนวนตัวอย่างมาก

**2.8.2 การตาย (mortality)** แบ่งเป็น 2 อย่างคือ การตายที่เกิดจากการทำการประมง (fishing mortality) และการตายตามธรรมชาติ (natural mortality)

$$Z = F + M \qquad (2.2)$$

โดย Z คือ การตายรวม, F คือ การตายที่เกิดจากการทำการประมง และ M คือ การตายตามธรรมชาติ

สำหรับประชากรที่วิเคราะห์ length frequency สามารถหาการตายรวม (Z) ได้จาก ELEFAN II ในโปรแกรม Completed ELEFAN

**2.8.3 การสืบพันธุ์และการทดแทนที่ (reproduction and recruitment)** เมื่อประชากรเจริญเติบโตเต็มที่ พลังงานที่เหลือจะถูกใช้เพื่อพัฒนาระบบสืบพันธุ์ ควรทราบขนาด หรือความยาวของสิ่งมีชีวิตที่มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ (sexually mature : $L_m$) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากร การทดแทนที่ของประชากรจะสำเร็จได้ต้องอาศัยปัจจัยหลาย ๆ อย่าง แต่ปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ปริมาณอาหารที่เพียงพอให้นำไปใช้ในระยะที่ยังเป็นตัวอ่อนล่องลอยอยู่ในกระแสน้ำ

การศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงประชากร (population dynamics) ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงส่วนใหญ่ทำการศึกษาในหอยฝาเดียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหอยฝาชี (limpet) และหอยฝาเดียวกลุ่ม littorinid (Richard. 2001; Mak. 1996) การเจริญเติบโตของหอยฝาเดียวมีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหาร ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามความหนาแน่นของผู้บริโภคและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยใช้ length-frequence analysis, mark and recapture และ micro-growth bands ในการวิเคราะห์อัตราการเจริญเติบโต (Mak. 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

## 3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 เทปสำรวจความยาว 50 เมตร

3.1.2 กรอบสี่เหลี่ยม(quadrat) ทำด้วยแสตนเลส ขนาด 25×25 เซนติเมตร พร้อมขาตั้งกล้อง

3.1.3 กล้องถ่ายภาพดิจิตอล (Panasonic DMC-TZ5)

3.1.4 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง

3.1.5 ปากคีบปลายแหลม (Forcep)

3.1.6 เวอร์เนียร์

3.1.7 เครื่องเตรียมชิ้นเนื้อ (tissue processor)

3.1.8 เครื่องอุ่นพาราฟิน (paraffin bath)

3.1.9 เครื่องตัดชิ้นเนื้อ (microtome)

3.1.10 อ่างลอยชิ้นเนื้อ

3.1.11 เครื่องอุ่นสไลด์ (slide warmer)

3.1.12 ชุดย้อมสีเนื้อเยื่อ

3.1.13 กล้องจุลทรรศน์

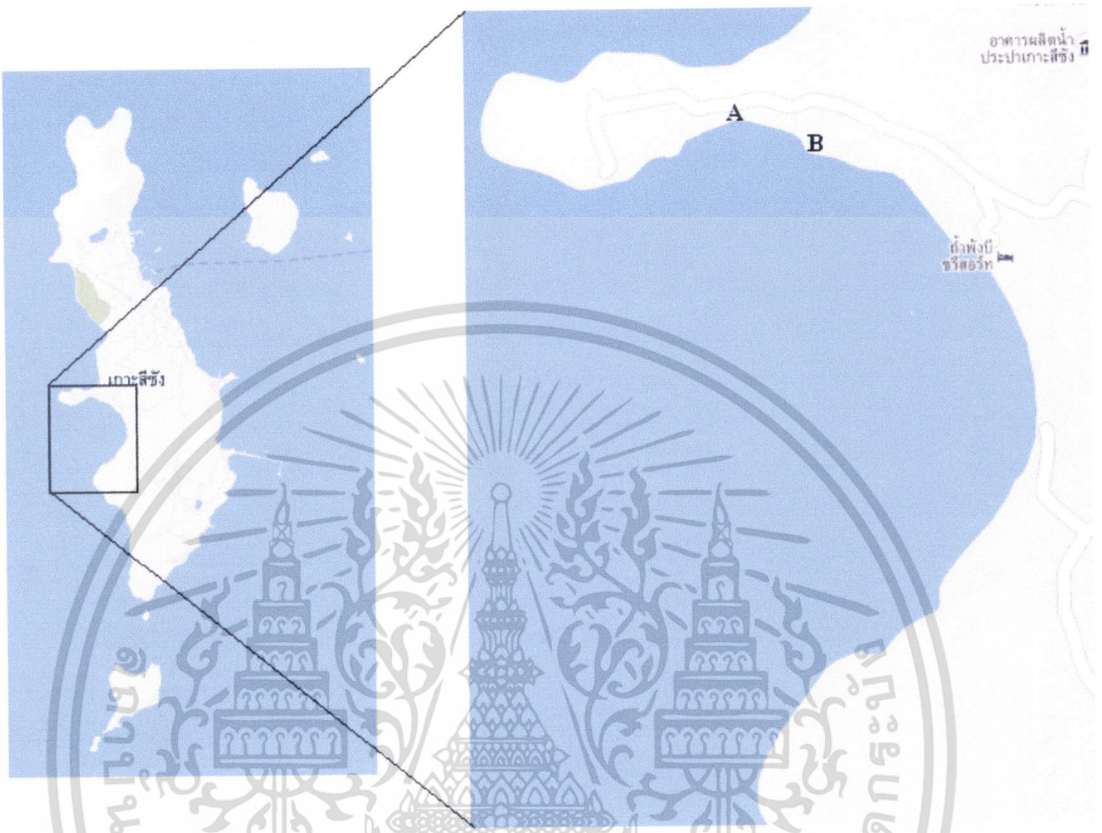
3.1.14 ฟอร์มาลิน 10%

## 3.2 พื้นที่ศึกษา

เกาะสีชังเป็นเกาะแรกในทะเลอ่าวไทย นับจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาและปากแม่น้ำบางปะกง ตั้งอยู่ในอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ที่ละติจูด 13 องศา 8 ลิปดา 53 ฟิลิปดาเหนือ ลองติจูด 100 องศา 48 ลิปดา 11 ฟิลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 7.9 ตารางกิโลเมตร อยู่ห่างจากอำเภอศรีราชา 12 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศเป็นเกาะหินปูน (karst) พื้นที่ชายฝั่งรอบเกาะส่วนใหญ่เป็นหาดหินที่มีความลาดชันของพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ (ภาพที่ 3.1) รูปแบบน้ำขึ้นน้ำลงเป็นแบบน้ำผสม (mixed tide) โดยมีพิสัย (ความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นสูงสุด และต่ำสุดในช่วงน้ำเกิด) เท่ากับ 3.6 เมตร เกาะสีชังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตามฤดูกาล 2 แบบคือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคมซึ่งเป็นฤดูฝน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแต่ละเดือนแสดงในตารางที่ 3.1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 792.7 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละฤดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 30.9 องศาเซลเซียส 28.5 องศาเซลเซียส และ 23.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ตามลำดับ (ตารางที่ 3.1)(กรมอุตุนิยมวิทยา. 2008)




**ภาพที่ 3.1** หาดหินบริเวณอ่าวอัษฎางค์ (ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสีชัง) และสถานที่เก็บตัวอย่าง; A) Site A และ B) Site B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.1** อุณหภูมิอากาศ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตั้งแต่เดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553

| เดือน/ปี | อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย (°C) | ปริมาณน้ำฝน (mm) |
|---|---|---|
| มี.ค.-51 | 28.7 | 15.6 |
| เม.ย.-51 | 29.5 | 86 |
| พ.ค.-51 | 29.4 | 100.1 |
| มิ.ย.-51 | 29.2 | 113.6 |
| ก.ค.-51 | 28.6 | 264 |
| ส.ค.-51 | 28.8 | 52 |
| ก.ย.-51 | 28.3 | 132.4 |
| ต.ค.-51 | 27.8 | 231.1 |
| พ.ย.-51 | 26.7 | 29.9 |
| ธ.ค.-51 | 25.8 | - |
| ม.ค.-52 | 25 | - |
| ก.พ.-52 | 27.7 | 0.2 |
| มี.ค.-52 | 28.9 | 10.7 |
| เม.ย.-52 | 29.8 | 167 |
| พ.ค.-52 | 29.1 | 130.4 |
| มิ.ย.-52 | 29.3 | 59.7 |
| ก.ค.-52 | 28.9 | 146 |
| ส.ค.-52 | 29.1 | 160.5 |
| ก.ย.-52 | 28.7 | 195.7 |
| ต.ค.-52 | 27.6 | 190 |
| พ.ย.-52 | 27.3 | 24.5 |
| ธ.ค.-52 | 27.1 | 0.4 |
| ม.ค.-53 | 27.5 | 9.1 |
| ก.พ.-53 | 28.7 | 5.5 |

พื้นที่ทำการศึกษา คือ หาดหินบริเวณอ่าวอัษฎางค์ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสีชัง ชายหาดดังกล่าวมีความยาวประมาณ 1 กิโลเมตร (ภาพที่ 3.2) ทำการแบ่งพื้นที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 บริเวณตามความแตกต่างตามความลาดชันของชายหาด โดยมีระยะห่างกันประมาณ 100 เมตร โดยสถานี A (13.14 8050, 100. 803131) เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ มีเปอร์เซนต์ซอกหินเท่ากับ 7.85 ± 1.73 และสถานี B (13.14 7734, 100. 803927) จะเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชายหาดสูงกว่า มีเปอร์เซ็นต์ซอกหินเท่ากับ 11.93 ± 2.08 (ภาพที่ 3.3) ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยชีวภาพที่บริเวณอ่าวอัษฎางค์ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีแสดงในตาราง 3.2

**ภาพที่ 3.2** แนวหาดหินบริเวณอ่าวอัษฎางค์ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

**ภาพที่ 3.3** พื้นที่ศึกษา สถานี A (A) และ สถานี B (B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 วิธีการศึกษา

### 3.3.1 การศึกษาการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*

3.3.1.1 การเก็บตัวอย่างและการสำรวจภาคสนาม

ทำการกำหนดแนวเส้นสำรวจบริเวณแนวน้ำลงปานกลาง (mid shore) คือ ที่ระดับความสูง 2.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางของพื้นที่ศึกษาทั้งสองพื้นที่ (สถานี A และ สถานี B) เนื่องมาจากเป็นระดับที่สังเกตเห็นการแบ่งขอบเขตการแพร่กระจายของหอย โดยอ้างอิงความสูงของระดับน้ำจากมาตรานำ้ โดยแบ่งออกเป็น 5 แนวเส้นสำรวจตามระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางคือ 2.50 2.75 3.00 3.25 และ 3.5 เมตร ตามลำดับ ตามวิธีการของ Little and Kitching (1996) โดยความสูงที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 25 เซนติเมตร วัดได้จากการวางไม้วัดระดับไว้ที่จุดเริ่มต้น หลังจากนั้นดึงไม้วัดระดับขึ้นไปเป็นระยะ 25 เซนติเมตร มองผ่านช่องวัดระดับเห็นหาดนั้นคือ ความสูงระดับที่สูงขึ้นไปเป็นระยะ 25 เซนติเมตร โดยเริ่มวางไม้วัดระดับที่ความสูง 2.50 เมตร จนกระทั้งถึงที่ระดับความสูง 3.25 เมตร ทำการปักหมุดไว้ตามแนวระดับความสูง ทำการเก็บข้อมูลรายเดือนในแต่ละพื้นที่ในช่วงน้ำลงต่ำสุด ในแต่ละเดือนทำการลากเส้นเทปสำรวจในแต่ละระดับความสูง ขนานกับชายหาดเป็นระยะทาง 15 เมตร แล้วสุ่มวาง quadrat บนแนวเส้นเทปสำรวจโดยใช้ตารางเลขสุ่มในโปรแกรมเอ็กเซล จำนวน 15 ครั้ง บันทึกภาพสิ่งที่ปรากฏภายใน quadrat ด้วยกล้องดิจิตอล แล้วนับจำนวนหอยที่ไม่เคลื่อนที่ (หอยสองฝา) ที่เห็นภายใน quadrat แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดเป็นเวลา 24 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคม ปี 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2553

3.3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จำแนกชนิด นับจำนวนของหอยที่ไม่เคลื่อนที่ (หอยสองฝา) ที่พบภายใน quadrat ที่บันทึกภาพไว้ ในคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Image J® จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลความแตกต่างของชนิดและจำนวน(ความชุกชุม หรือ abundance หน่วยเป็น ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร) ของหอยชนิดเด่นที่ได้จำแนกตามความลาดชันของพื้นที่ (site) ระดับน้ำขึ้นน้ำลง (tidal level) และฤดูกาล (season)โดยกำหนดให้ฤดูร้อน คือ ช่วงเวลาระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม ฤดูฝน คือ ช่วงเวลาระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคมและฤดูหนาว คือ ช่วงเวลาระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยวิธีการ 3-factors ANOVA (2 ระดับความลาดชันของพื้นที่ (สถานี A และ สถานี B); 5 ระดับความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละพื้นที่ (2.50 – 3.50 เมตร) และ 3 ฤดูกาล ทั้งหมดเป็น fixed factor และ orthogonal หากมีความแตกต่างระหว่างปัจจัยที่ทำการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละปัจจัยจากค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ SNK test ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยใช้โปรแกรม GMAV5 for Windows ส่วนการวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างชุมชนในแต่ละพื้นที่การศึกษาจะวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของข้อมูลโดยวิธีการ Bray-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Curtis Coefficient และ Non-metric Multi Dimensional Scaling (nMDS) โดยใช้โปรแกรม PRIMER v.5 (Clarke and Gorley. 2001)

**3.3.2 การศึกษาพลวัตรประชากร และวงรอบการสืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus***

3.3.2.1 การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

จากผลการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* เป็นหอยสองฝาชนิดเด่นในพื้นที่ศึกษา จึงได้เลือกหอยสองฝาชนิดนี้เป็นตัวแทน เพื่อทำการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม คือ ฤดูกาลและความลาดชันของพื้นที่ต่อชีววิทยาประชากรของสองฝาชนิดนี้ในสองประเด็นคือพลวัตรประชากร (population dynamics) และวงรอบการสืบพันธุ์ (gametogenic cycle)

ทำการเก็บตัวอย่างรายเดือนในหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* บริเวณแนวน้ำขึ้นสูง (high shore) โดยวางเส้นเทปสำรวจระยะทาง 20 เมตร และสุ่มวาง quadrat ขนาด 25×25 เซนติเมตร จำนวน 3 ครั้งบนเส้นสำรวจ หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างหอยสองฝาชนิดดังกล่าวทั้งหมดที่พบภายใน quadrat (อย่างน้อย 100 ตัว) แล้วรักษาในฟอร์มาลิน 10% ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 12 เดือน

3.3.2.2 การเตรียมตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

ทำการวัดความยาวเปลือกหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ของตัวอย่างที่เก็บได้ในแต่ละเดือน (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) หลังจากนั้นสุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ตัว เพื่อหาระยะของการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จากการศึกษาลักษณะทางพยาธิของเนื้อเยื่อส่วนที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) โดยวิธี standard histological methods ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.3.2.2.1 แช่ตัวอย่างในฟอร์มาลิน 10%

3.3.2.2.2 หลังจากรักษาตัวอย่างแล้วอย่างน้อย 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างวางลงบนแคทเซ็ท แล้วปิดให้สนิท พร้อมเขียนรหัส แล้วนำชิ้นเนื้อที่จะเข้าเครื่องเตรียมชิ้นเนื้อมาผ่านน้ำไหลประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่อให้ฟอร์มาลินออกจากเนื้อเยื่อ

3.3.2.2.3 นำตัวอย่างที่อยู่ในแคทเซ็ทเข้าเครื่องเตรียมชิ้นเนื้อ เพื่อดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ เมื่อจบจากกระบวนการดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อแล้ว ทำการฝังเนื้อเยื่อลงในแคทเซ็ท หลังจากนั้นนำชิ้นเนื้อที่ตรึงกับ parafin มาตัดส่วนที่เกินออก หรือเรียกว่าการแต่ง block (trimming) จากนั้นนำมาตัดเนื้อเยื่อด้วยเครื่องตัดชิ้นเนื้อ ที่ความหนา 4 – 5 ไมโครเมตร

3.3.2.2.4 ทำการย้อมสี Hematoxylin และ Eosin หลังจากนั้นจึงนำสไลด์ที่ได้ไปทำการตรวจสอบระยะการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง (compound microscope)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำแนกระยะพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ซึ่งจำแนกระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เป็น 6 ระยะ (สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม พรมผาย. 2534; สุขใจ รัตนยุวกร และคณะ 2552 และ Moura *et al*. 2008) คือ

(0) = ไม่มีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์

(I) = เริ่มมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์

(II) = การพัฒนาระบบสืบพันธุ์ใกล้เสร็จสมบูรณ์

(III) = การพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภาพนอก

(IV) = มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน

(V) = มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด

3.3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลความยาวเปลือกของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในแต่ละเดือนจะนำมาสร้างรูปฮิสโตแกรมของขนาดและความถี่เพื่อจำแนกกลุ่ม (size-frequency distribution) แล้ววิเคราะห์ขนาดเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจากฐานนิยมของขนาดซึ่งอาจมี 1 กลุ่มหรือมากกว่า 1 กลุ่ม (unimodal or multi-modal) โดยโปรแกรม FISAT (FAO. 2005) จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละเดือนมาสร้างกราฟเพื่อประเมินความเป็นไปได้ที่ข้อมูลของหอยสองฝาที่เก็บได้ในแต่ละช่วงเวลาจะเป็นกลุ่มประชากรเดียวกัน (cohort analysis) เพื่อวิเคราะห์ช่วงเวลาที่เกิดการทดแทนที่ (recruitment) และการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 3.2** ปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยชีวภาพที่บริเวณอ่าวอัษฎางค์ เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

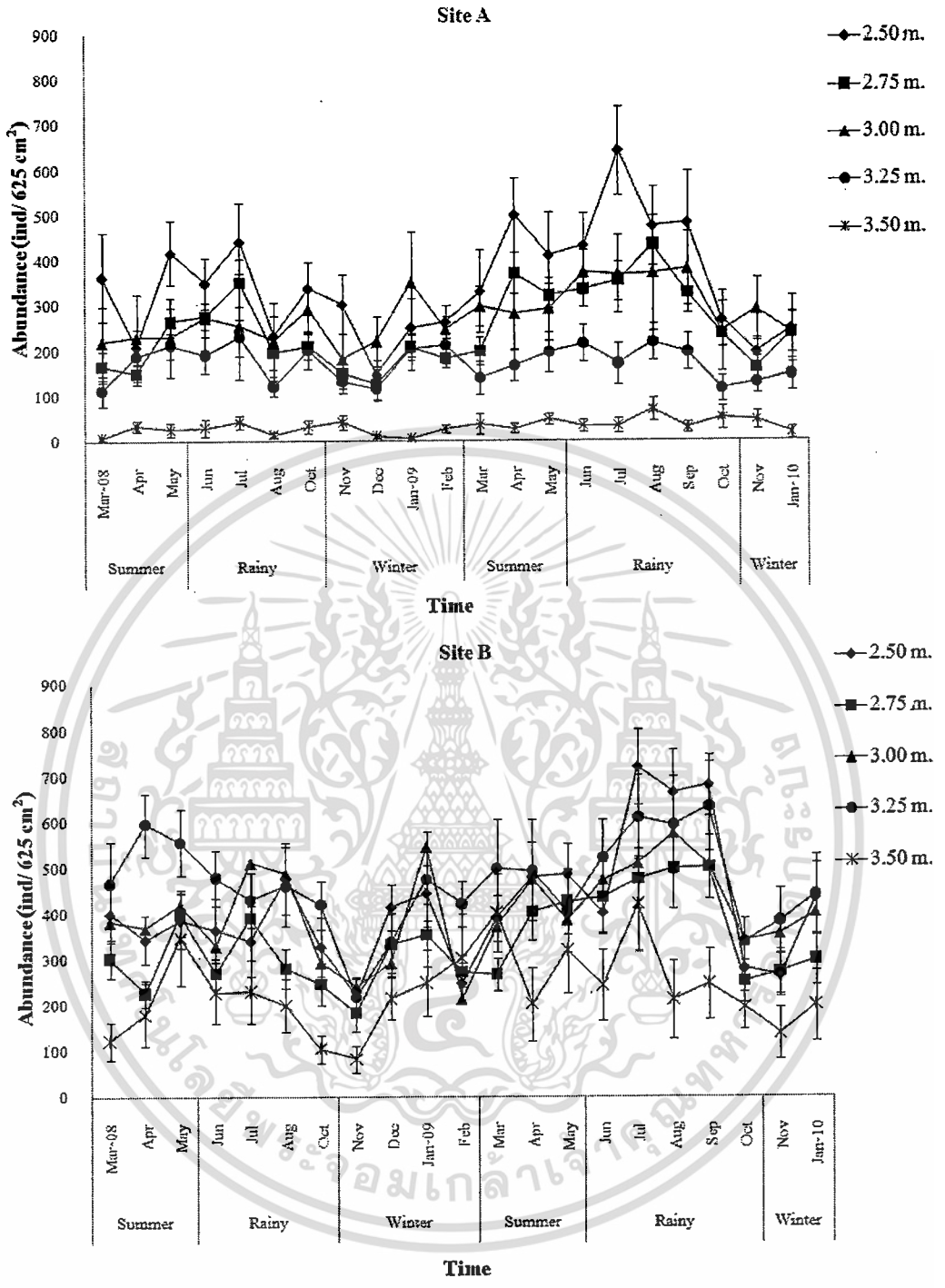
| เดือน/ปี | อุณหภูมิน้ำทะเล (°C) | ความเค็ม (psu) | แอมโมเนียรวม (µM) | ไนเตรท (µM) | ฟอสเฟท (µM) | ซิลิเกต (µM) | แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่น | ความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืช ( × $10^6$ cell/$m^3$) | แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่น | ความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์ ( × $10^6$ cell/$m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| มิ.ย.-53 | 32.8 | 30.5 | 3.16 | 0.05 | 0.43 | 21.4 | *Chaetoceros* sp. | 401.33 | Calanoid Copepod | 330 |
| ก.ค.-53 | 29.7 | 27.6 | 1.68 | 1.15 | 0.66 | 6.81 | *Chaetoceros* sp. | 6.91 | Ctenophore | 57 |
| ส.ค.-53 | 30 | 28.6 | 2.66 | 2.55 | 0.76 | 7.8 | *Chaetoceros* sp. | 13.45 | Polychaete larvae | 51 |
| ก.ย.-53 | 30 | 30 | 4.06 | 1.46 | 0.57 | 10.18 | *Chaetoceros* sp. | 36.05 | Appendicularia | 101 |
| ต.ค.-53 | 30 | 30 | - | 2.74 | 0.5 | 25.04 | *Thllasiosira* sp. | 1.26 | Calanoid Copepod | 16 |
| พ.ย.-53 | 28 | 28.7 | 1.48 | 0.64 | 0.38 | 22.02 | *Chaetoceros* sp. | 32.25 | Calanoid Copepod | 76 |
| ธ.ค.-53 | 26 | 32 | 0.39 | 0.41 | 0.45 | 11.3 | *Bacteriastrum* sp. | 47.24 | Pleuteus | 19 |
| ม.ค.-54 | 30.1 | 30.1 | 3.67 | 3.39 | 2.15 | 17.22 | *Thllasiosira* sp. | 10.63 | Pleuteus | 76 |
| ก.พ.-54 | 30.1 | 30.1 | 3.13 | 1.42 | 1.53 | 9.67 | *Chaetoceros* sp. | 24.17 | HydroMedusae | 228 |
| มี.ค.-54 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| เม.ย.-54 | 30.1 | 30.8 | 3.12 | 1.69 | 2.34 | 10.75 | *Chaetoceros* sp. | 9.12 | Balanus Nauplius | 26 |
| พ.ค.-54 | 30.1 | 30.8 | 0.11 | 0.23 | 2.65 | 14.83 | *Chaetoceros* sp. | 18.62 | Calanoid Copepod | 89 |
| มิ.ย.-54 | 29 | 24.7 | 0.04 | 0.05 | 5.96 | 40.28 | *Melosina* sp. | 0.49 | Calanoid Copepod | 24 |
| ก.ค.-54 | 32.5 | 25.1 | 2.02 | 1.45 | 0.86 | 34.5 | *Chaetoceros* sp. | 0.14 | Calanoid Copepod | 126 |
| ส.ค.-54 | 29.5 | 23.9 | 1.6 | 2.87 | 0.76 | 25.6 | *Chaetoceros* sp. | 25.96 | Calanoid Copepod | 139 |
| ก.ย.-54 | 29.5 | 21.2 | 2.3 | 3.89 | 0.75 | 35.8 | *Ceratium furca* | 0.78 | Calanoid Copepod | 230 |
| ต.ค.-54 | 29.9 | 27.6 | - | - | - | - | *Ceratium furca* | 2.55 | Calanoid Copepod | 31 |
| พ.ย.-54 | 30.8 | 33 | - | - | - | - | *Chaetoceros* sp. | 3.51 | Calanoid Copepod | 63 |
| ธ.ค.-54 | 27 | 33.7 | 0.27 | 0.49 | 0.29 | 9.38 | *Rhizosolenia* sp. | 25.07 | Calanoid Copepod | 251 |

# บทที่ 4
# ผลการศึกษาและวิจารณ์

## 4.1 ผลการศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ใน สถานี A และสถานี B พบว่า ที่สถานี B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง มีความชุกชุมมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสถานี A ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ ความชุกชุมที่มากที่สุดของสถานี B อยู่ในเดือนกรกฎาคม 2552 มีค่าเท่ากับ 2,375 ± 52.89 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ในขณะที่สถานี A มีความชุกชุมสูงสุดเท่ากับ 1,568 ± 102.87 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.2 ) ในทางตรงข้ามความชุกชุมน้อยที่สุดของสถานี B พบในเดือนพฤศจิกายน 2551 มีค่าเท่ากับ 946 ± 28.15 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.2) และสถานี A มีความชุกชุมเท่ากับ 618 ± 33.64 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

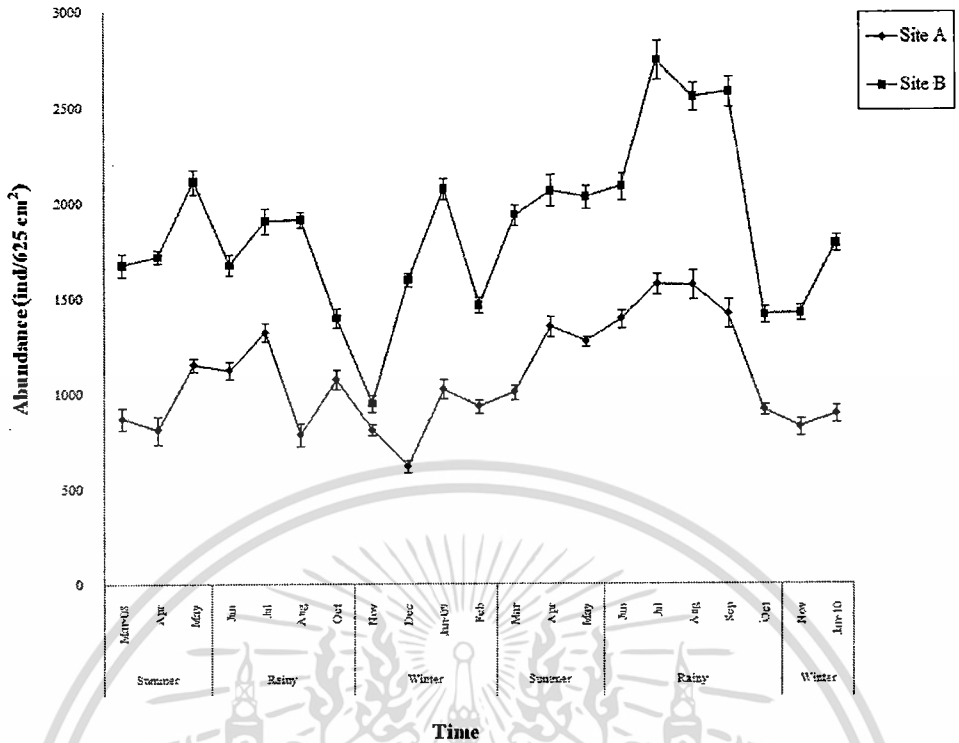



**ภาพที่ 4.1** ความชุกชุมเฉลี่ย (±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี A และสถานี B ตามระดับความสูง 2.50 2.75 3.00 3.25 และ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนมกราคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษายังพบการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ตามระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ในพื้นที่ศึกษาทั้งสอง หอยสองฝาชนิดนี้พบ แพร่กระจายอยู่ที่ความสูงตั้งแต่ 2.50 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยความชุกชุมลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ที่ความสูง 2.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางพบความชุกชุมมากที่สุดอยู่ที่ 1361 ± 38.65 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร และความชุกชุมน้อยที่สุดอยู่ที่ 461 ± 35.30 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ที่ความสูง 2.75 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางพบความชุกชุมมากที่สุดอยู่ที่ 932 ± 32.80 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร และความชุกชุมน้อยที่สุดอยู่ที่ 335 ± 17.77 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ที่ความสูง 3.00 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางพบความชุกชุมมากที่สุดอยู่ที่ 944 ± 101.73 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร และความชุกชุมน้อยที่สุดอยู่ที่ 422 ± 30.17 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ที่ความสูง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางพบความชุกชุมมากที่สุดอยู่ที่ 829 ± 218.60 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร และความชุกชุมน้อยที่สุดอยู่ที่ 349 ± 43.78 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร แต่สามารถพบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* จำนวน 125-454 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร แพร่กระจายอยู่ที่ระดับความสูง 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มักพบอาศัยกันอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นในบริเวณรอยแยก รอยแตกของหิน

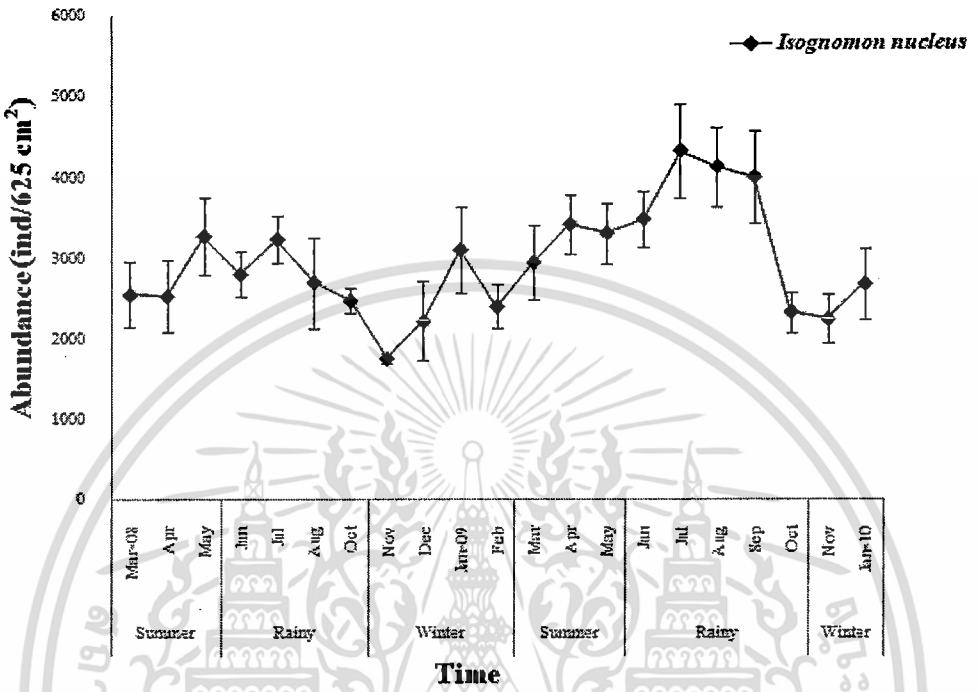
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.2** ความชุกชุมเฉลี่ย (± ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี A และสถานี B ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนมกราคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ตามฤดูกาลพบว่าความชุกชุมในฤดูฝนและฤดูร้อนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูหนาว ดังแสดงในภาพที่ 4.3




**ภาพที่ 4.3** ความชุกชุมเฉลี่ย (±ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน) ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานีทั้งสอง และทุกระดับความสูง ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมีนาคม 2551 ถึงเดือนมกราคม 2553

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ระหว่างทั้งสองสถานี ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางและฤดูกาลพบว่า หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* แพร่กระจายอยู่ที่ความสูง 2.75-3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง แต่ความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี B มีความชุกชุมมากกว่าสถานี A ที่ความสูง 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยความชุกชุมของหอยสองฝาชนิดนี้มีค่าน้อยที่สุดอยู่ระหว่าง 68-420 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร และมักอาศัยอยู่อย่างหนาแน่นตามรอยแยก รอยแตกของหิน ความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในฤดูหนาวน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูร้อนและฤดูฝน ความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* เพิ่มขึ้นจากฤดูร้อน ไปจนถึงฤดูฝนโดยมีความชุกชุมสูงที่สุดคือ 1,568 ± 102.87 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ในสถานี A และ 2,735 ± 52.89 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ในสถานี B หลังจากนั้นความชุกชุมเริ่มลดลงไปตลอดฤดูหนาว (618 ± 33.64 ตัวต่อ 625

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางเซนติเมตร ในสถานี A และ 946 ± 28.15 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตร ในสถานี B ดังแสดงในภาพที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (Three way ANOVA) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด I. nucleus กับสถานี (สถานี A และสถานี B); ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (2.50 2.75 3.00 3.25 และ 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง) และฤดูกาล (ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว)

*Isognomon nucleus*, Cochran's C=0.146,NS

| Sources | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Site (Si) | 7022 | 1 | 7022 | 75.95 | <0.001 |
| Level (L) | 63493 | 4 | 15873 | 171.67 | <0.001 |
| Season (Se) | 1171 | 2 | 585 | 6.34 | 0.003 |
| Si × L | 4038 | 4 | 1009 | 10.92 | <0.001 |
| S × Se | 47.26 | 2 | 23.63 | 0.26 | 0.775 |
| L × Se | 779 | 8 | 97.39 | 1.05 | 0.408 |
| Si × L × Se | 222 | 8 | 27.78 | 0.3 | 0.963 |
| Error | 5548 | 60 | 92.47 | | |
| Total | 82322 | 89 | | | |

SNK Tests

| | | |
|---|---|---|
| Season | Winter < Summer = Rainy | |
| Site × Levels : Site | 2.50m | A = B |
| | 2.75m | A < B |
| | 3.00m | A < B |
| | 3.25m | A < B |
| | 3.50m | A < B |

A 3.50 < 3.25 = 2.75 = 3.00 = 2.50

B 3.50 < 2.75 = <u>2.50 3.00 3.50</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการแพร่กระจายของมอลลัสในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน บริเวณเกาะสีชัง ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของประเทศไทยของ Samakraman *et al.* (2009) พบมอลลัสจำนวน 15 ชนิด ประกอบด้วย หอยแปดเกล็ด 1 ชนิด หอยสองฝา 2 ชนิดและหอยฝาเดียว 12 ชนิด โดยร้อยละ 80 ของหอยสองฝาที่พบ คือ หอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus* ในขณะที่หอยฝาเดียวส่วนใหญ่ที่พบ คือ หอยฝาเดียวที่กินอาหารแบบขูดแทะ (grazer) เช่น หอยฝาเดียวในกลุ่ม littorinids (*Echinolittorina malaccana, E. radiata* และ *Peasilla roepstorffiana*) และหอยฝาเดียวในกลุ่ม coiled gastropod (*Planaxis sulcatus*) นอกจากนี้สามารถพบหอยฝาเดียวในกลุ่มหอยฝาชี (*Cellana grata, C. toreuma, Siphonaria japonica* และ *S. laciniosa*) แต่พบจำนวนน้อย ซึ่งชนิดของมอลลัสที่พบในหาดหินบริเวณอ่าวอัษฎางค์นี้มากกว่ารายงานของมณฑล แก่นมณี และคณะ (2553) ซึ่งพบมอลลัสในหาดหินของจังหวัดชุมพรจำนวน 12 ชนิด นอกจากนี้ค่า species richness ของมอลลัสที่พบที่เกาะสีชังจังหวัดชลบุรีนั้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาหาดหินในเขตร้อนของเอเชีย (ตัวอย่างเช่น Vietnam, Loi. 1967; Hong Kong, Williams. 1993; Singapore, Huang *et al.* 2006) จากการศึกษาครั้งนี้พบหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* แพร่กระจายอยู่ที่ความสูง 2.50 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งจำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น แต่สามารถพบจำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* จำนวน 68-420 ตัวต่อ 625 ตารางเซนติเมตรแพร่กระจายอยู่ตามซอกและรอยแยกของหินที่ระดับความสูง 3.50 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chelazzi and Vannini (1980) ที่พบหอยสองฝาสกุล *Isognomon* สามารถแพร่กระจายได้ที่เขต upper-shore และเขตล่างสุด (lowest) ของหาดหินที่ Southern Somalia ซึ่งมีลักษณะเป็น rock cliffs

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ทั้งสองสถานีที่ศึกษา (สถานี A และ สถานี B) พบว่า หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่สถานี B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง มีจำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสถานี A ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำซึ่งจำนวนของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่แตกต่างกันในทั้งสองสถานีน่าจะมีความสัมพันธ์กับอิทธิพลจากคลื่นที่ได้รับแตกต่างกันในทั้งสองสถานี โดยในสถานี B ได้รับอิทธิพลจากคลื่นมากกว่า ทำให้พื้นที่ที่ได้สัมผัสกับน้ำและความชื้นมีมากกว่าสถานี A ประกอบกับสถานี B มีรอยแตกของหินมาก จึงเหมาะสำหรับการดำรงชีวิตของหอยชนิดนี้ นอกจากนี้ลักษณะทางธรณีวิทยาที่แตกต่างกันในพื้นที่หาดหินเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความชุกชุมของสิ่งมีชีวิตมีความต่างกัน (Chelazzi and Vannini. 1980; Mori *et al.* 1985; Samakraman *et al.* 2010) เมื่อเปรียบเทียบการแพร่กระจายของมอลลัสในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินใน Southern Somalia ซึ่งมีลักษณะเป็นหน้าผาหิน (rock cliffs) และพื้นหินที่ถูกกัดเซาะ (erosion platforms) พบว่าพื้นที่หน้าผาหินมีมอลลัสในกลุ่ม littorinidae มากกว่าพื้นหินที่ถูกกัดเซาะ และพบหอยฝาชีชนิด *Siphonaris sp.* ในพื้นที่หินที่ถูกกัดเซาะ ในขณะที่หอยนางรมในสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Saccostrea* มีจำนวนน้อยจนเกือบจะหายไปในพื้นที่ดังกล่าว (Chelazzi and Vannini. 1980) Mori *et al.* (1985) ศึกษาโครงสร้างชุมชนของหาดหินที่เกาะ Tsuji-shima, Amakusa ประเทศญี่ปุ่น เปรียบเทียบระหว่างหาดหินที่เป็นพื้นที่เปิดโล่ง (exposed) กับหาดหินที่มีที่กำบัง (sheltered) พบว่า หาดหินที่เป็นพื้นที่เปิดโล่ง พบ *T. squamosa* มาก ในขณะที่ *C. challenger* พบมากบริเวณหินที่มีที่กำบัง Samakraman *et al.* (2010) ศึกษาการแพร่กระจายของมอลลัส ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน บริเวณเกาะสีชัง จ.ชลบุรี ที่สถานี A (ความลาดชันต่ำ) เปรียบเทียบกับสถานี B ที่มีความลาดชันสูง กว่า พบว่าหอยฝาเดียวมีความชุกชุมมากที่สถานี A ในขณะที่หอยสองฝามีความชุกชุมมากที่สถานี B นอกจากนี้ความรุนแรงของคลื่นที่เข้ามากระทำในพื้นที่อาจจะมีผลต่อความหลากหลายของ สิ่งมีชีวิตในพื้นที่นั้นๆอีกด้วย จากการศึกษาของ Underwood (1981) ที่ประเทศออสเตรเลีย พบว่า ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (species diversity) เพิ่มมากขึ้น เมื่อความรุนแรงของคลื่นลดลง ตลอดแนวชายฝั่ง Chelazzi and Vannini (1980) ศึกษาการแพร่กระจายของมอลลัสในเขตน้ำขึ้นน้ำ ลงของหาดหินที่ Southern Somalia พบว่าบริเวณที่ได้ความรุนแรงของคลื่นน้อยมีจำนวนของ มอลลัสน้อย โดยขาดมอลลัสที่กินอาหารแบบขูดแทะและพบหอยนางรมในสกุล *Saccostrea* มาก ในพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงของคลื่นมาก

เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในทั้งสองสถานีและฤดูกาลใน การศึกษาครั้งนี้พบว่า ที่สถานี B ซึ่งมีความลาดชันสูง พบหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มากกว่าสถานี A และในฤดูหนาวพบจำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับฤดูอื่น จำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นในฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งใน ฤดูฝนเป็นฤดูที่พบจำนวนการแพร่กระจายโดยเฉลี่ยสูงที่สุด (1568-2735 ตัวต่อ 625 ตาราง เซนติเมตร) สอดคล้องกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงประชากรในภาพที่ 4.8 และ 4.9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อัตราการเจริญเติบโตของหอยสองฝาชนิดนี้เพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม โดย ประชากรส่วนใหญ่ในเดือนมิถุนายนมีขนาดไม่เกิน 12 มิลลิเมตร คิดเป็นร้อยละ 86.3 ของ ประชากรทั้งหมดในเดือนมิถุนายน และสามารถพบประชากรมีขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไปใน เดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม 2552 โดยคิดเป็นร้อยละ 6.1 และ 70.9 ตามลำดับ หลังจากนั้น ไม่พบประชากรมีขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป และพบประชากรขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งตรงกับฤดูฝนที่พบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มากกว่าเมื่อ เปรียบเทียบกับฤดูหนาว นอกจากนี้ ในเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคมสามารถพบประชากรขนาด ตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไปได้อีกครั้ง ซึ่งตรงกับความชุกชุมของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่มากใน ฤดูร้อน สัมพันธ์กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีแนวโน้มเพิ่ม จำนวนขึ้นในฤดูร้อน (เดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม)

Underwood *et al.* (2008) ศึกษาจำนวนและความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหาด หินปานกลาง (mid shore) ตามแนวชายฝั่ง New South Wales ประเทศออสเตรเลีย เปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างฤดูร้อนและฤดูหนาว พบว่าในฤดูหนาวมีจำนวนชนิดของตัวอย่างเพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นตามระยะทางจากเหนือไปใต้ ในขณะที่ฤดูร้อนจะไม่สามารถพบแนวโน้มแบบนี้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจำนวนการแพร่กระจายที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากปัจจัยทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล (Lubchenco *et al.* 1984)

## 4.2 วงรอบการสืบพันธุ์ และพลวัตรประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*

### 4.2.1 อัตราส่วนเพศ (sex ratio)

จากการวิเคราะห์ทางพยาธิสภาพของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของตัวอย่างหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ทั้งหมด 510 ตัว สามารถจำแนกเพศได้จำนวน 293 ตัว จำแนกเป็นเพศผู้จำนวน 179 ตัวและเพศเมียจำนวน 119 ตัว (ตารางที่ 4.2) อัตราส่วนเพศผู้ ต่อเพศเมียของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ซึ่งการที่อัตราส่วนเพศที่ไม่เท่ากันนี้คล้ายคลึงกันกับที่พบในหอยสองฝาทั่วไป (Mak. 1996) เช่น*Scrobicularia plana* (Rodriguez-Rua *et al.* 2003), *Callista chione* (Moura *et al.* 2008), *Meretrix sp.* (สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม เบ็ญจมาลย์. 2529), *Anadara granosa* (สุนันท์ ทวยเจริญ และคณะ. 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2** อัตราส่วนเพศผู้ ต่อเพศเมียในแต่ละเดือนของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรีในช่วงเวลาทำการศึกษา ตั้งแต่เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

| Time (month/year) | Total number of dissected | Number of unidentified | Number of identified | Male | | Female | | Sex ratio M:F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Number | % | Number | % | |
| 01/09 | 30 | 23 | 7 | 6 | 85.71 | 1 | 14.29 | 6:1 |
| 02/09 | 30 | 26 | 4 | 4 | 100.00 | 0 | 0 | - |
| 03/09 | 30 | 21 | 9 | 9 | 100.00 | 0 | 0 | - |
| 05/09 | 30 | 6 | 24 | 13 | 54.17 | 11 | 45.83 | 1.18:1 |
| 06/09 | 30 | 1 | 29 | 18 | 62.07 | 11 | 37.93 | 1.64:1 |
| 07/09 | 30 | 2 | 28 | 18 | 64.29 | 10 | 35.71 | 1.80:1 |
| 08/09 | 30 | 1 | 29 | 17 | 58.62 | 12 | 41.38 | 1.42:1 |
| 09/09 | 30 | 8 | 22 | 11 | 50.00 | 11 | 50.00 | 1:1 |
| 10/09 | 30 | 15 | 15 | 2 | 13.33 | 13 | 86.67 | 1:6.50 |
| 11/09 | 30 | 24 | 6 | 4 | 66.67 | 2 | 33.33 | 2:1 |
| 12/09 | 30 | 19 | 11 | 9 | 81.82 | 2 | 18.18 | 4.50:1 |
| 01/10 | 30 | 22 | 8 | 2 | 25.00 | 6 | 75.00 | 1:3 |
| 02/10 | 30 | 25 | 5 | 3 | 60.00 | 2 | 40.00 | 3:2 |
| 03/10 | 30 | 8 | 22 | 20 | 90.91 | 2 | 9.09 | 10:1 |
| 04/10 | 30 | 6 | 24 | 20 | 83.33 | 4 | 16.67 | 5:1 |
| 05/10 | 30 | 6 | 24 | 7 | 29.17 | 17 | 70.83 | 1:2.45 |
| 06/10 | 30 | 4 | 26 | 11 | 42.31 | 15 | 57.69 | 1:1.36 |
| Total | 510 | 217 | 293 | 174 | | 119 | | |
| Average | | | | | 62.79 | | 37.21 | |

### 4.2.2 วงรอบการสืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus*

จากการวิเคราะห์พยาธิสภาพของอวัยะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* สามารถจำแนกการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ออกเป็น 6 ระยะคือ

ระยะ 0 ไม่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (resting stage) คือ พบอวัยวะสืบพันธุ์อยู่รอบๆ ทางเดินอาหาร มีเนื้อเยื่อไขมัน จำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไป มีการรวมกลุ่มเซลล์แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน แต่ไม่สามารถแยกเพศได้ชัดเจน ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ระยะ I เริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (early active) คือ เพศผู้พบฟอลลิเคิลรวมกันเป็นกลุ่มมีขนาดใหญ่ บริเวณผนังฟอลลิเคิลพบสเปอร์มาโตโกเนียและสเปอร์มาโตไซต์ ภายในฟอลลิเคิลพบช่องว่าง เพศเมียพบฟอลลิเคิลเริ่มมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีผนังค่อนข้างหนา บริเวณผนังฟอลลิเคิลพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอโอโกเนียม โอโอไซต์ระยะ 1 และโอโอไซต์ระยะ 2 กระจายทั่วไปจำนวนไม่มาก ดังแสดงในภาพที่ 4.5

ระยะ II การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ใกล้เสร็จสมบูรณ์ (late active) เพศผู้รอบ ๆ ผนังฟอลลิเคิล พบสเปอร์มาโตโกเนีย ถัดมาพบสเปอร์มาโตไซต์เป็นสเปอร์มาติด บางฟอลลิเคิลเริ่มพบสเปอร์มาโตซัว เพศเมียผนังฟอลลิเคิลหนาขึ้น พบโอโอไซต์ระยะที่ 1-4 เป็นจำนวนมาก ดังแสดงในภาพที่ 4.6

ระยะ III การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก (ripe) เพศผู้พบสเปอร์มาโตซัวจำนวนมากเต็มช่องว่างของฟอลลิเคิล สังเกตได้จากหางของสเปิร์มซึ่งติดสีชมพู เพศเมียผนังฟอลลิเคิลบาง พบโอโอไซต์ทุกระยะจำนวนไม่มาก แต่พบโอโอไซต์ระยะ 5 จำนวนมากอยู่กลางฟอลลิเคิลพร้อมที่จะปล่อย ดังแสดงในภาพที่ 4.7

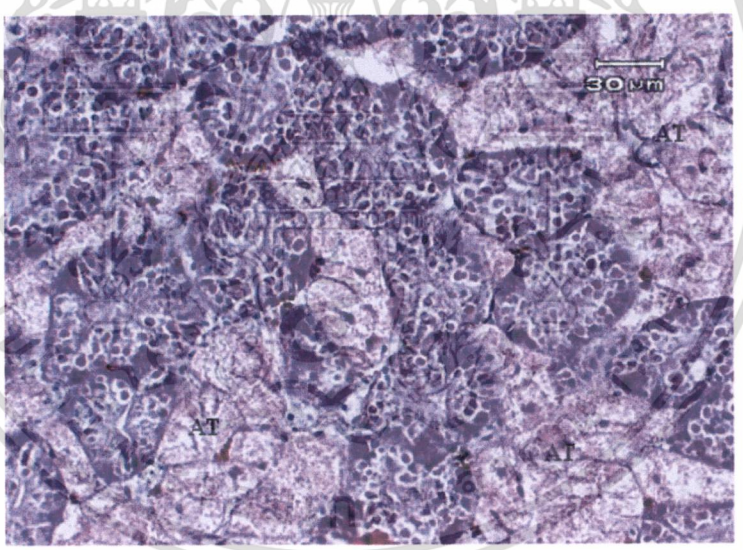
ระยะ IV มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (partially spawned) เพศผู้พบสเปอร์มาโตซัวถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก จึงพบว่าฟอลลิเคิลบางส่วนหายไป และมีการฉีกขาดของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เพศเมียพบโอโอไซต์ถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก ผนังฟอลลิเคลเริ่มมีความหนาขึ้นและฉีกขาด ช่องว่างตรงกลางฟอลลิเคิลขนาดใหญ่มากขึ้น แต่ยังพบโอโอไซต์อยู่บ้าง ดังแสดงในภาพที่ 4.8

ระยะ V มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด (spent) เพศผู้พบสเปอร์มาโตซัวถูกปล่อยออกไปจนหมดจึงเกิดช่องว่างในฟอลลิเคิลเป็นจำนวนมาก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเริ่มประสานกันมากขึ้น เพศเมียฟอลลิเคิลฉีกขาดและว่างเปล่าเนื่องจากมีการปล่อยโอโอไซต์ออกไปจนเกือบหมด บางครั้งพบผนังเริ่มหนาขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4.9

ระยะการพัฒนาที่จัดจำแนกในการศึกษาครั้งนี้คล้ายกับ ในหอยสองฝาชนิด *Callista chione* (smooth clam) ที่ชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศโปรตุเกส (Moura *et al.* 2008) ศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของ *Spisula solida* L. (white clam) ที่ชายฝั่ง Algarve ประเทศโปรตุเกส (Joaquim *et al.* 2008) ศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของ *Chlamys nobilis* (scallop) ในประเทศเวียดนาม (Nguyen Thi Xuan Thu and Nguyen Chinh. 1999) ศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์และอัตราส่วนเพศของหอยลาย ที่บริเวณแหลมศอก ตำบลอ่าวช่อ จังหวัดตราด (สุนันท์ ทวยเจริญ และปรานอม เบ็ญจมาลย์. 2527) ศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์และขนาดโอโอไซต์ของ *Tapes philippinarum* ที่บริเวณ Lagoon of Venice ประเทศอิตาลี (Meneghetti *et al.* 2004) ศึกษาอัตราส่วนเพศและพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครง (*Anadara granosa* L.) ขนาดเล็ก จากจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรี (ธนิฏฐา จงพีร์เพียร และคณะ. 2528 ) มีบางรายงานจัดแบ่งวงจรการสืบพันธุ์ออกเป็น 5 ระยะได้แก่ initial follicle development, developing gonad, mature gonad, spawned, spent ซึ่งพบในการศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครงเต็มวัยและ

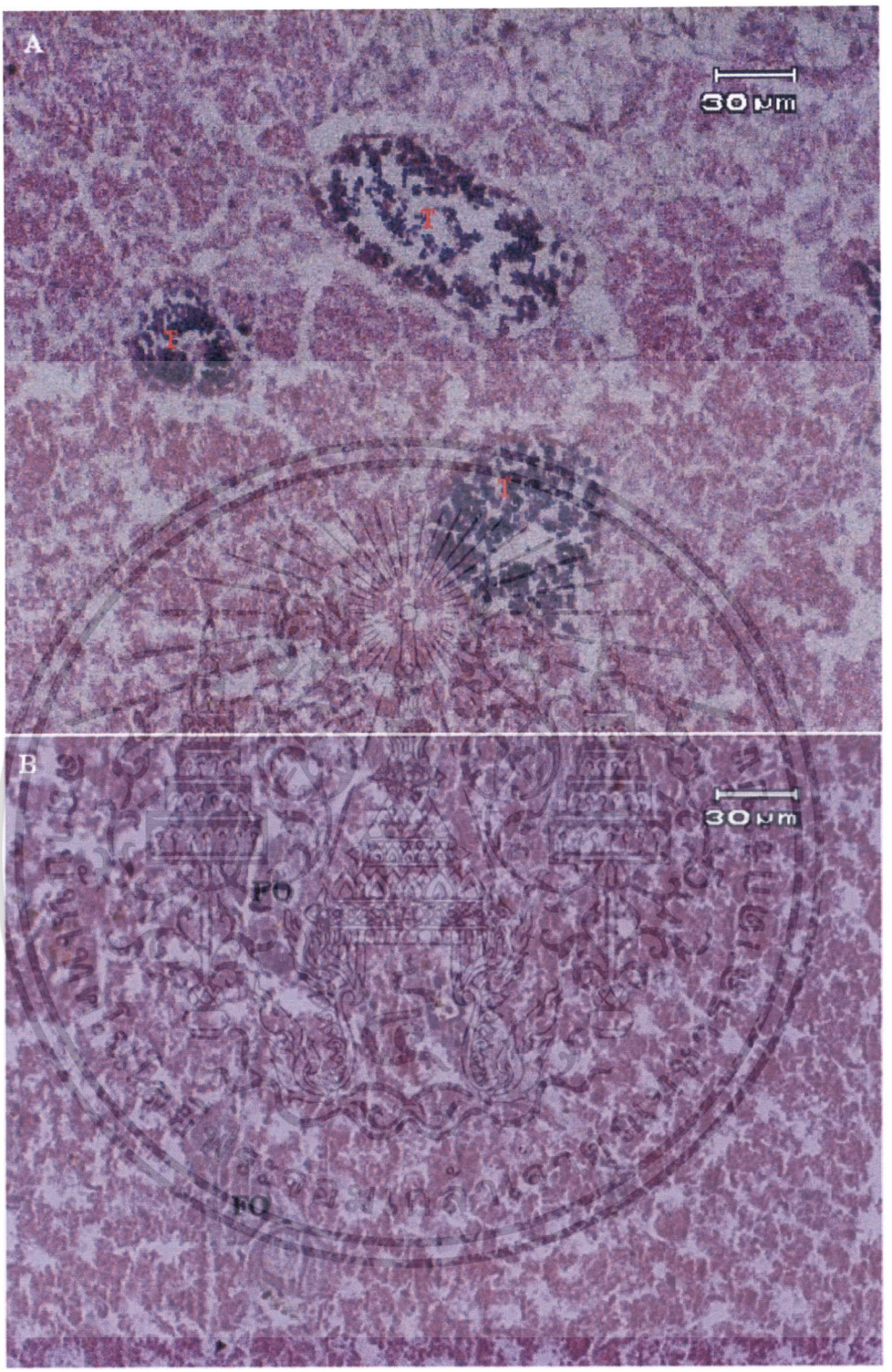
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพแวดล้อมที่จังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดเพชรบุรี (สุนันท์ ทวยเจริญ และคณะ. 2528) ศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของ *Pinctada fucata martensii* (pearl oyster) ที่ประเทศเกาหลี (Choi and Chang. 2003) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของ *Scrobicularia plana* ที่ปากแม่น้ำ Guadalquivir ประเทศสเปน (Rodriguez-rua *et al.* 2003) และ Suja and Muthiah (2007) ศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ของ *Marcia opima* (baby clam) ที่ประเทศอินเดีย และพบบางรายงานจัดแบ่งวงจรการสืบพันธุ์เป็น 4 ระยะ ได้แก่ stage 1; innature, stage 2; maturing, stage 3; mature and spawning, stage 4; spent ซึ่งพบในการศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของ *Haliotis ovina* ที่บริเวณอ่าว Nha Trang ของประเทสเวียดนาม (Minh. 1998) และการศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของ *Tridacna squamosa* และ *Tridacna maxima* ที่เกาะ Rengis ประเทศมาเลเซีย (Tan and Yasin. 1998)



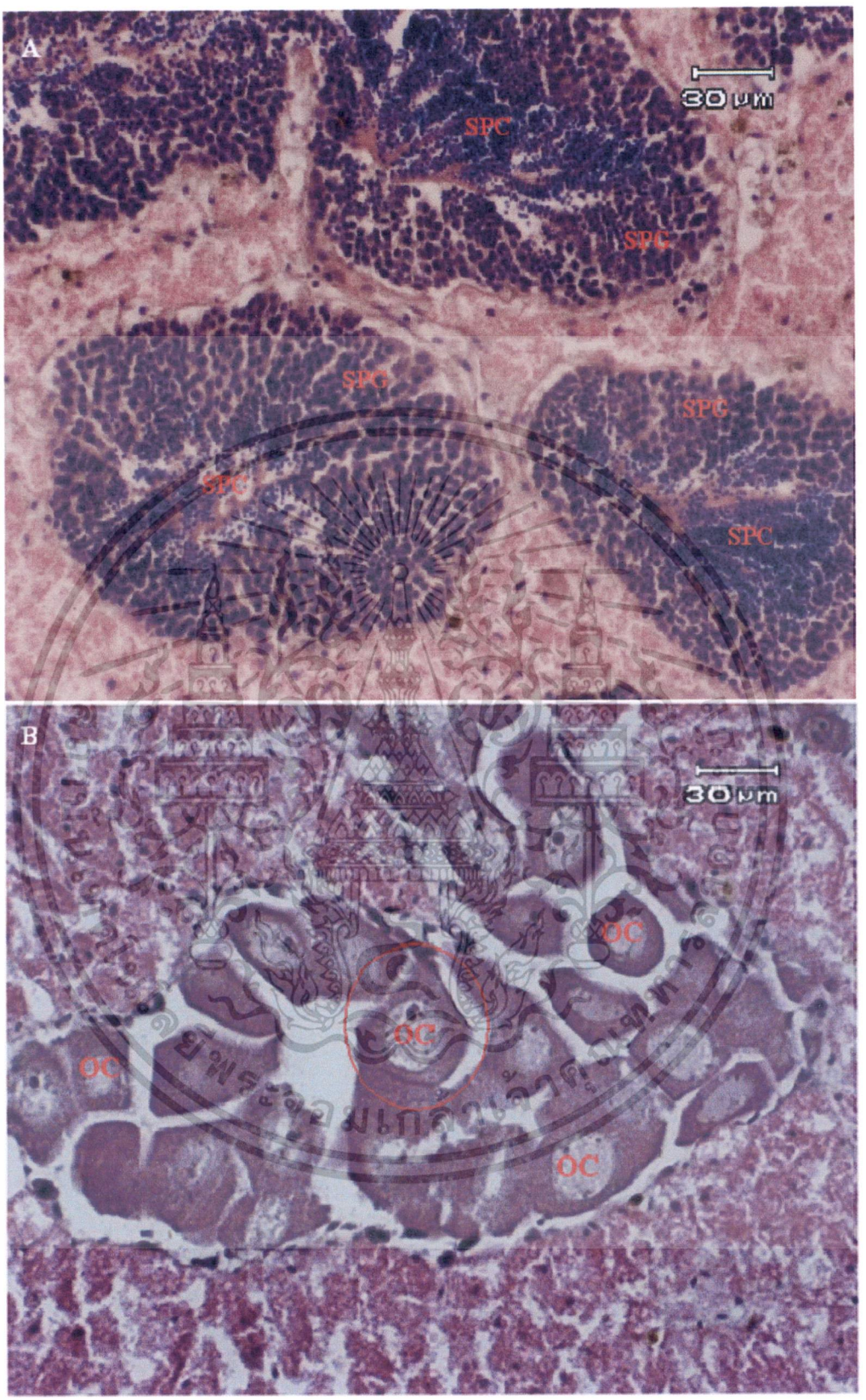

**ภาพที่ 4.4** ระยะ 0 ไม่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (resting stage) มีเนื้อเยื่อไขมัน (AT) จำนวนมากกระจายอยู่ทั่วไป มีการรวมกลุ่มเซลล์แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน แต่ไม่สามารถแยกเพศได้ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



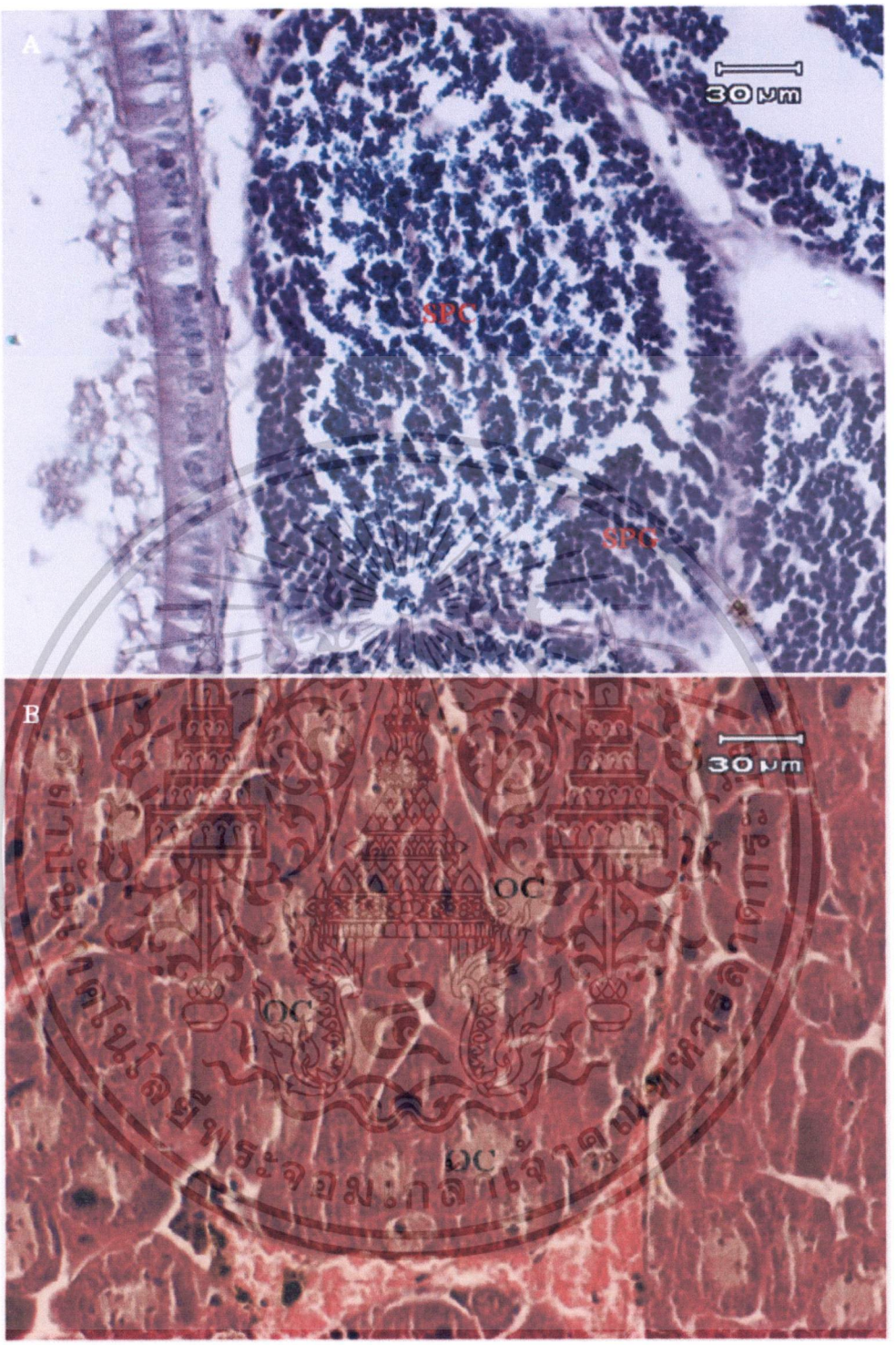

**ภาพที่ 4.5** ระยะ I เริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ (early active): เพศผู้ (A) พบอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (T) ร่วมกันเป็นกลุ่มมีขนาดใหญ่ เพศเมีย (B) พบฟอลลิเคิล (FO) เริ่มมีขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



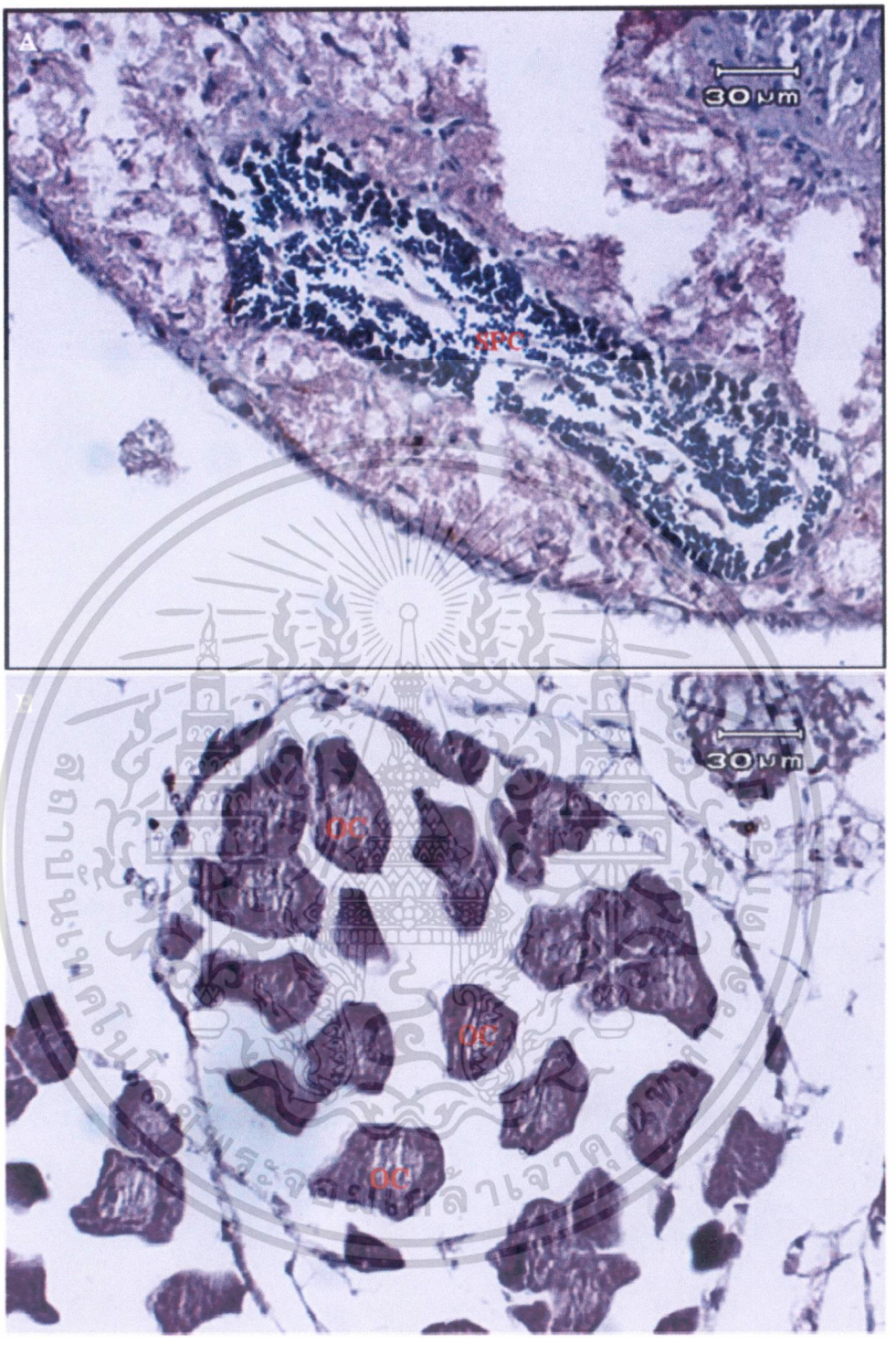

**ภาพที่ 4.6** ระยะ II การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ใกล้เสร็จสมบูรณ์ (late active): เพศผู้ (A) รอบ ๆ ผนังฟอลลิเคิลพบสเปอร์มาโตโกเนีย (SPG) ถัดมาพบสเปอร์มาโตไซต์ (SPC) เพศเมีย (B) ผนังฟอลลิเคิลหนาขึ้น พบโอโอไซต์ (OC) จำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



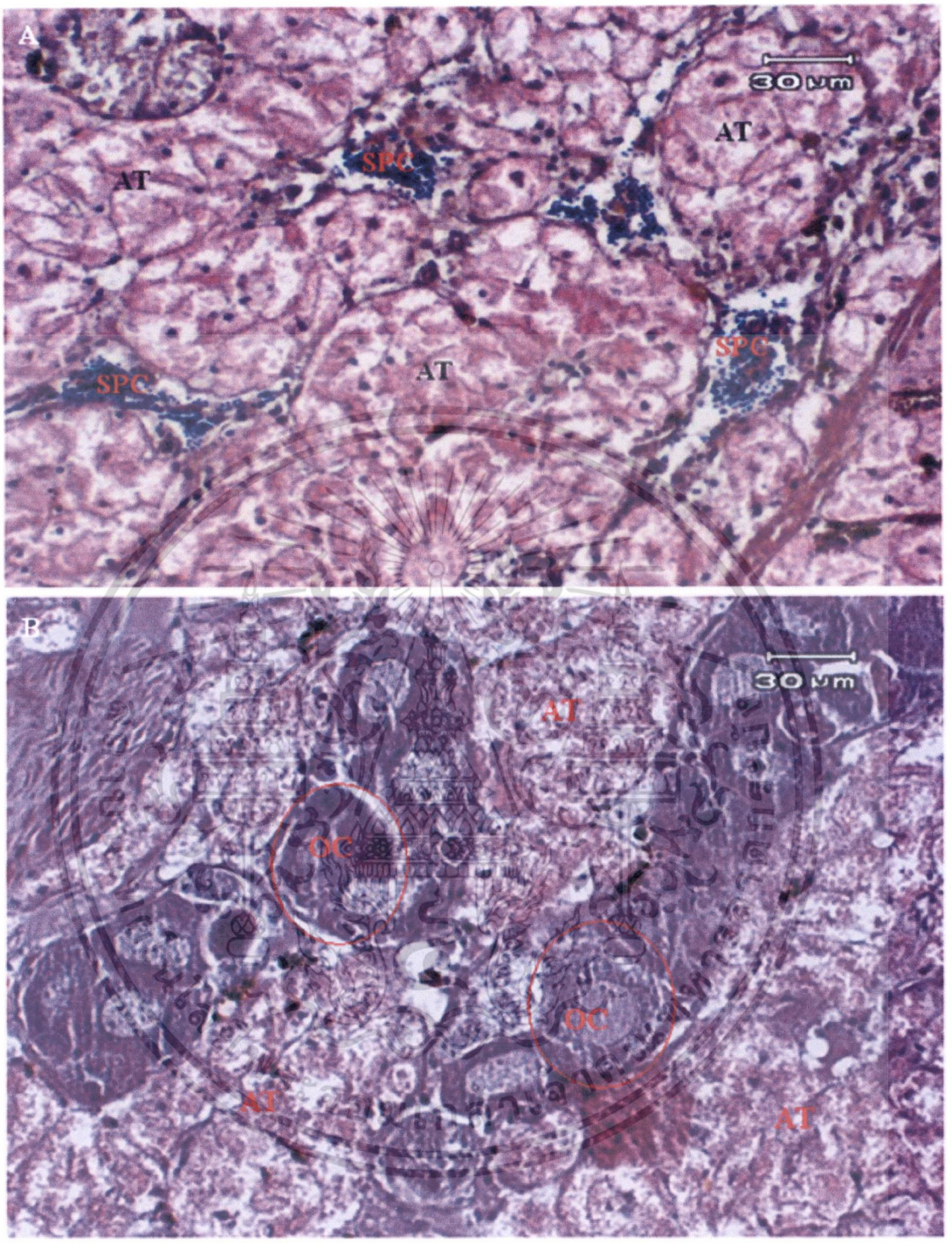

**ภาพที่ 4.7** ระยะ III การพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก (ripe): เพศผู้ (A) พบสเปอร์มาโตซัว (SPC) จำนวนมากเต็มช่องว่างของฟอลลิเคิล เพศเมีย (B) ผนังฟอลลิเคิลบาง พบโอโอไซต์ (OC) จำนวนมากอยู่กลางฟอลลิเคิลพร้อมที่จะปล่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.8** ระยะ IV มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (partially spawned): เพศผู้ (A) พบสเปอร์มาโตซัว (SPC) ถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก เพศเมีย (B) พบโอโอไซต์ (OC) ถูกปล่อยออกไปเป็นจำนวนมาก ผนังฟอลลิเคลเริ่มมีความหนาขึ้นและฉีกขาด ช่องว่างกลางฟอลลิเคิลมากขึ้น แต่ยังพบโอโอไซต์อยู่บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.9** ระยะ V มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด (spent): เพศผู้ (A) พบสเปอร์มาโตซัว (SPC) ถูกปล่อยออกไปจนหมดจึงเกิดช่องว่างในฟอลลิเคิลเป็นจำนวนมาก เนื้อเยื่อไขมัน (AT) เริ่มประสานกันมากขึ้น เพศเมีย (B) ฟอลลิเคิลฉีกขาดและว่างเปล่าเนื่องจากมีการปล่อยโอโอไซต์ (OC) ออกไปจนเกือบหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีเพศแยก และไม่พบที่เป็นกะเทย หอยสองฝาทั้งสองเพศแสดงการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ในช่วงเวลาเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาประชากรของหอยสองฝาชนิดอื่น เช่น *Callista chione* (Moura *et al.* 2008), *Haliotis ovina* (Minh. 1998), *Meretrix casta* (สุขใจ รัตนยุวกร และคณะ. 2552), *Paphia undulate* Born (สุนันท์ ทวยเจริญ และปรานอม เบี้ญจมาลย์. 2527) การปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาเดียวกันเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้การสืบพันธุ์ประสบผลสำเร็จ โดยไข่และสเปิร์มจะถูกปล่อยสู่ภายนอก ซึ่งการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์นั้นจะถูกควบคุมด้วยปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและปัจจัยภายในตัวหอย (Moura *et al.* 2008) โดยทั่วไปแล้วปัจจัยทางสภาพแวดล้อม (environmental factors) ที่มีผลต่อการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ประกอบด้วย การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเล (rising seawater temperature) (Moura *et al.* 2008; Suja and Muthial. 2007; Meneghetti *et al.* 2004; Choi and Chang. 2003; Joaquim *et al.* 2008; Rodriguez-Rua *et al.* 2003) การเปลี่ยนแปลงความเค็ม (changes in salinity) (Suja and Muthiah. 2007) แสง (light) ปริมาณอาหารที่เพียงพอให้นำไปใช้ (food availability) (Delgado and Camacho. 2005) อุณหภูมิเป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่ควบคุมกระบวนการสืบพันธุ์ของหอยสองฝา (Moura *et al.* 2008; Suja and Muthial. 2007; Meneghetti *et al.* 2004; Choi and Chang. 2003; Joaquim *et al.* 2008) ประชากรของ *Spisula solida* ที่บริเวณชายฝั่ง Algarve ของประเทศโปรตุเกส มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในปลายฤดูหนาวซึ่งตอบสนองการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเลไปจนตลอดฤดูใบไม้ผลิ (Joaquim *et al.* 2008) Choi and Chang (2003) รายงานว่า *Pinctada fucata martensii* (pearl oyster) ที่ประเทศเกาหลีจะมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก (ripe) ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นและจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์อย่างต่อเนื่องไปจนกว่าอุณหภูมิของน้ำจะลดต่ำลง สอดคล้องกับการรายงานของ Suja and Muthial (2007) ที่ศึกษาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของหอย baby clam *Marcia opima* ที่ประเทศอินเดีย โดยพบว่าเกิดการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เมื่ออุณหภูมิเหมาะสม ในเขตร้อนชื้น (tropical regions) มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบปีน้อย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิจะสอดคล้องกับช่วงที่สืบพันธุ์ (Suja and Muthiah. 2007)

จากตัวอย่างหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ของเพศผู้พบว่าเริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมกราคม 2552 โดยร้อยละ 80 ของเพศผู้อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด (stage V: spent) จนถึงเดือนมีนาคม 2552 อย่างไรก็ตาม ในเดือนกุมภาพันธ์ 2552 กลับอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (stage IV: partially spawned) และเริ่มมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ครั้งใหม่ในเดือนพฤษภาคม 2552

ระหว่างเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน 2552 พบว่าการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะเริ่มมีการพัฒนา (stage I: early active) และระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ใกล้เสร็จสมบูรณ์ (stage II: late active) ร้อยละ 15 ในเดือนพฤษภาคม 2552 อยู่ในระยะการพัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

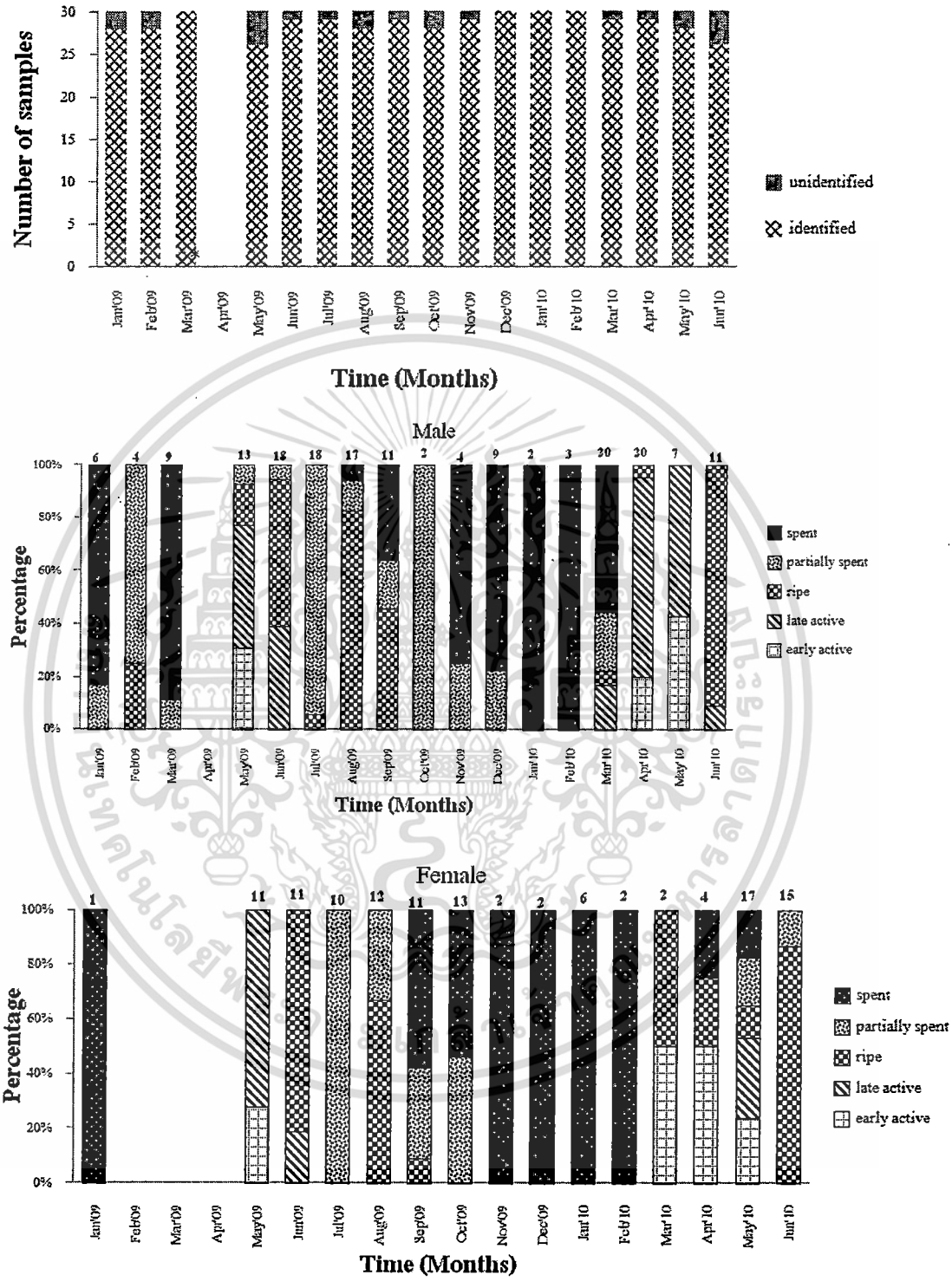
สืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก (stage III: ripe) และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ และระหว่างเดือนพฤษภาคม 2552 ถึงเดือนมีนาคม 2553 พบระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกมากที่สุด ในเดือนสิงหาคม 2552 และเดือนมิถุนายน 2553 พบระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วนมากที่สุด ในเดือนกรกฎาคมและเดือนตุลาคม 2552 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553 มากกว่าร้อยละ 70 ของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด การพัฒนาระบบสืบพันธุ์จะเริ่มขึ้นอีกครั้งระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ภาพที่ 4.10)

ในหอยเพศเมียเริ่มกระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนพฤษภาคม 2552 โดยร้อยละ 25 ของตัวอย่างหอยสองฝาชนิดนี้ อยู่ในระยะเริ่มมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์และพัฒนาอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเดือนมิถุนายน 2552 ร้อยละ 80 ของตัวอย่างหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในเดือนมิถุนายน 2552 อยู่ในระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก และตัวอย่างหอยสองฝาส่วนมากอยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วนจากเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนตุลาคม 2552 ระหว่างเดือนกันยายน 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553 ประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อยู่ในระยะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งหมด กระบวนการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จะเริ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนมีนาคม 2553 ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 ตัวอย่างหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อยู่ในระยะเริ่มมีการพัฒนาระบบสืบพันธุ์และระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ใกล้เสร็จสมบูรณ์ ในเดือนมิถุนายน 2553 ร้อยละ 90 ของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อยู่ในระยะการพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอก (ภาพที่ 4.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูฝน นั้นคือการพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน การพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกจะมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคมปี 2552 และเดือนมิถุนายน ปี 2553 หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (partially spawned)ในเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคม ปี 2552 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มและอุณหภูมิของน้ำทะเล จากการศึกษาพัฒนาการอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิดอื่นในประเทศไทยพบว่าหอยสองฝามีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์อย่างน้อยปีละสองครั้ง (หอยแครง, สุนันท์ ทวยเจริญ และคณะ. 2530; หอยลาย, สุนันท์ ทวยเจริญ และปรานอม เบ็ญจมาลย์. 2527; หอยตลับ, สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม เบ็ญจมายล์. 2529) และส่วนใหญ่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในฤดูฝน สุนันท์ ทวยเจริญ และเอกลักษณ์ แซ่โล้ว (2529) ทำศึกษาการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ในหอยแมลงภู่ (*Perna viridis)* ที่อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีและหมู่บ้านแสมขาว จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าหอยแมลงภู่มีเซลล์สืบพันธุ์พัฒนาเต็มที่ในเดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม กับเดือนกันยายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ปลายฤดูร้อน ถึงฤดูฝนและฤดูฝน ถึงฤดูหนาว) และมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนสิงหาคมและเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ปลายฤดูร้อน ถึงฤดูฝนและตลอดฤดูหนาว) สอดคล้องกับการศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยนางรม *(Saccostrea cucullata)* บริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี พบว่าหอยนางรมมีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เต็มที่และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนสิงหาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน (ฤดูฝน ถึงต้นฤดูหนาว)(จารุนันท์ ประทุมยศ และคณะ. 2539) ถาวร ธรรมเศวต และคณะ (2530) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยแครง (*Anadara granosa*) ที่อ่าวสวี จังหวัดชุมพร ในปี2527 พบว่าหอยแครงปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทุกเดือนในตลอดช่วงทำการศึกษา ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์พบมากที่สุดถึงร้อยละ 50 ในเดือนกรกฎาคม และพบหอยแครงในระยะที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์เต็มที่มากที่สุดถึงร้อยละ 73.33 ในเดือนกันยายน ซึ่งก็อยู่ในฤดูฝน ในขณะที่สุนันท์ ทวยเจริญ (2530) ศึกษาการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยลาย (*Paphia undulate)* ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าหอยลายเริ่มมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม (กลางฤดูหนาวถึงต้นฤดูร้อน) และเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม (ฤดูฝน) ยังไม่มีความชัดเจนในเรื่องของช่วงเวลาพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในทะเลที่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันตามพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.10** ระยะการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่เปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา ระหว่างเดือนมกราคม 2552 มิถุนายน 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

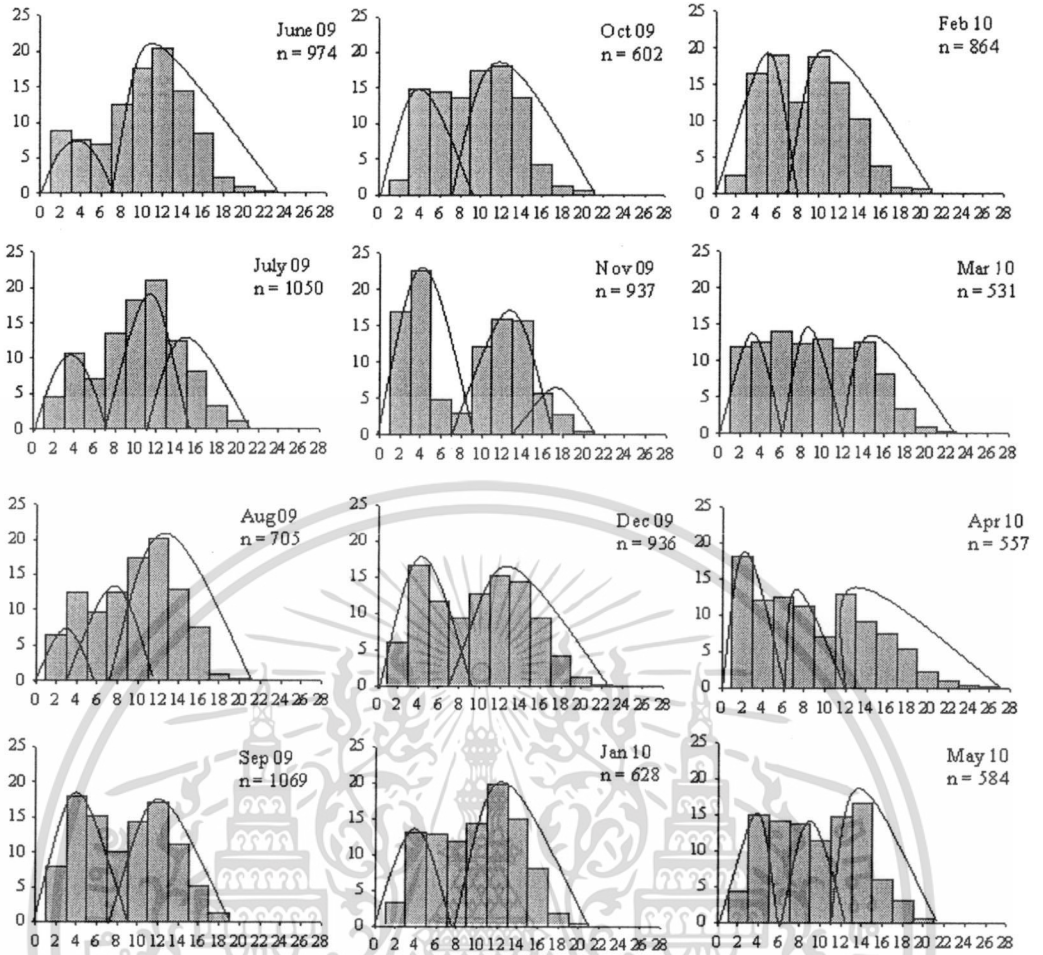
**4.2.3 พลวัตรประชากรของหอยสองฝาชนิด *Isognomon nucleus***

ในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา พบกลุ่มประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อย่างน้อยสองกลุ่มประชากร ในขณะที่เดือนกรกฎาคม เดือนสิงหาคม และเดือนพฤศจิกายน 2552 เดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 สามารถพบกลุ่มประชากร 3 กลุ่ม (ดังแสดงในภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12) ประชากรกลุ่มที่ 1 มีขนาดตั้งแต่ 0-6 มิลลิเมตร ประชากรกลุ่มที่ 2 มีขนาดไม่เกิน 12 มิลลิเมตรและประชากรกลุ่มที่ 3 มีขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป ร้อยละ 86.3 ของประชากรทั้งหมดในเดือนมิถุนายน 2552 เป็นประชากรกลุ่มที่ 2 (มีขนาดไม่เกิน 12 มิลลิเมตร) และไม่พบประชากรกลุ่มที่ 3 (ขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป) แต่สามารถพบประชากรกลุ่มที่ 3 ได้ในเดือนกรกฎาคม และเดือนสิงหาคม 2552 โดยคิดเป็นร้อยละ 6.1 และ 70.9 ตามลำดับ ประชากรกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนขึ้นจากเดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน 2552 เดือนกันยายน 2552 สามารถพบประชากรกลุ่มที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 37.8 ในขณะที่ร้อยละ 62.2 ของประชากรที่พบในเดือนกันยายนเป็นประชากรกลุ่มที่ 2 ประชากรกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มจำนวนขึ้นจากเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม 2552 และสามารถพบประชากรกลุ่มที่ 3 ในเดือนพฤศจิกายน โดยคิดเป็นร้อยละ 30.8 ของประชากรในแต่ละเดือน นอกจากนี้ เดือนพฤศจิกายนพบประชากรกลุ่มที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 43.7 ของประชากรในแต่ละเดือน ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆ หลังจากนั้นประชากรกลุ่มที่ 1 มีแนวโน้มลดจำนวนลงจากเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 ประชากรส่วนใหญ่ที่พบในเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553 เป็นประชากรกลุ่มที่ 2 โดยคิดเป็นร้อยละ 70.4 74.2 และ 63.9 ตามลำดับ หลังจากนั้นประชากรกลุ่มที่ 2 มีแนวโน้มลดจำนวนลงและสามารถพบประชากรกลุ่มที่ 3 ตั้งแต่เดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 โดยคิดเป็นร้อยละ 53.5 55.0 และ 57.2 ตามลำดับ เมื่อเชื่อมโยงกับข้อมูลวงรอบการสืบพันธุ์และความชุกชุม พบว่า หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูฝน นั้นคือการพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน การพัฒนาระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกจะมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม 2552 และเราสามารถพบประชากรที่มาลงเกาะ (ประชากรกลุ่มที่ 1 มีขนาดตั้งแต่ 0-6 มิลลิเมตร) สูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายน แสดงให้เห็นว่าหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ใช้เวลาเป็นตัวอ่อนระยะล่องลอยในมวลน้ำ (planktonic larvae) และลงเกาะ เจริญเติบโตจนมีขนาดที่สามารถเก็บตัวอย่างได้เป็นเวลา 3 เดือน ซึ่งเวลาในการอยู่ในตัวอ่อนระยะต่างๆของหอยสองฝาต่างชนิดกัน จะมีช่วงเวลาที่ไม่เท่ากัน Pringgenies *et al.* (1998) ศึกษาการพัฒนาของตัวอ่อน และอัตราการรอดของหอยมือเสือชนิดที่แพร่กระจายที่ประเทศอินโดนีเซีย ภายในห้องทดลอง พบว่าในเวลา 31 วัน ขนาดของหอยมือเสือที่ทำการศึกษาทั้งสามชนิด มีขนาดที่แตกต่างกันคือ *Tridacna squamosa, T. crocea* และ *T. maxima* มีขนาด 200.40 ± 12.6, 182.00 ± 5.70 และ 203.00 ± 2.30 ไมโครเมตรตามลำดับ และพบการตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

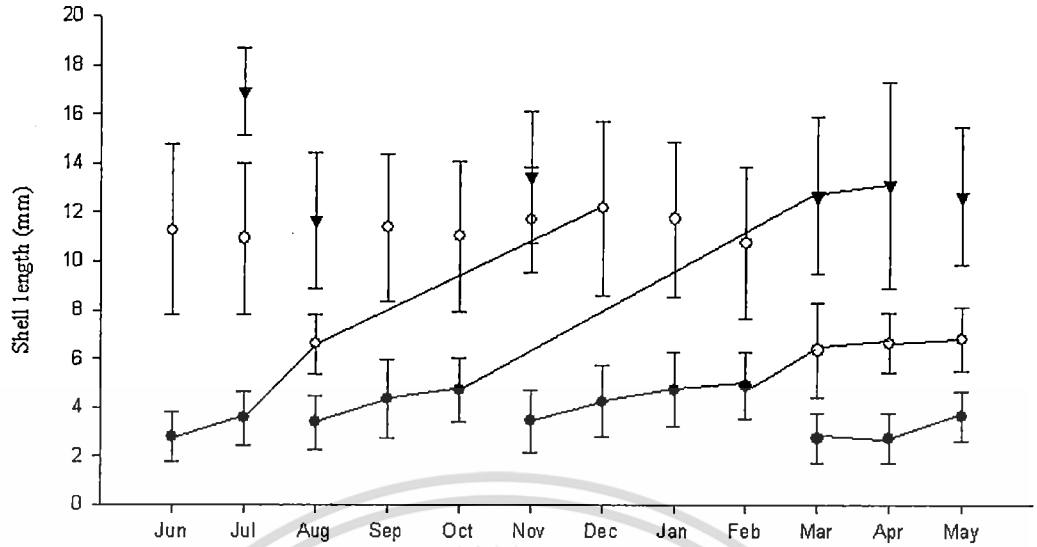
ของตัวอ่อนสูงสุด (ร้อยละ 90) ในระยะที่กำลังพัฒนาจาก trochophore ไปเป็นระยะ veliger Porri *et al.* (2006) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนของตัวอ่อนและการลงเกาะของหอยสองฝาชนิด *Perna perna* อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลง บริเวณชายฝั่งทางทิศใต้ของ South Africa ตัวอ่อนระยะที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำมีขนาด 200 ไมโครเมตร ถึง 1.3 มิลลิเมตร และจะลงเกาะเมื่อมีขนาดมากกว่า 2 มิลลิเมตร การทดแทนที่ของประชากรจะสำเร็จได้ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆอย่าง ยกตัวอย่างเช่น ประชากรรุ่นใหม่ของหอยฝาชีชนิด *Cymbula oculus* (South African limpet) มาลงเกาะมากในบริเวณที่ได้รับคลื่นลมแรง เพราะคลื่นลมที่แรงจะเพิ่มความชื้นลดการสูญเสียน้ำ (reducing desiccation) ในบริเวณนั้น ทำให้หอยฝาชีมีอัตรารอดเพิ่มขึ้น (Branch and Odendaal. 2003) นอกจากนั้น พื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของคลื่นลมที่แตกต่างกัน มีผลต่อเนื่องไปถึงปริมาณอาหารที่จะถูกพัดพาเข้าไปในแต่ละพื้นที่ ยกตัวอย่างการศึกษาของ Steffani and Branch. (2003) ทำการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต condition indices และลักษณะของเปลือกหอยสองฝาชนิด *Mytilus galloprovincialis* ที่ตอบสนองต่อความรุนแรงของคลื่นที่แตกต่างกัน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หอยสองฝาชนิด *M. galloprovincialis* ที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่เปิด (exposed) มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่เป็นพื้นที่ที่มีกำบัง (sheltered) เนื่องมาจากบริเวณที่เป็นพื้นที่เปิดมีการหมุนเวียนของน้ำที่เข้ามาในพื้นที่มากกว่า ซึ่งปริมาณน้ำที่เข้ามาในพื้นที่นั้นจะเป็นตัวพาอาหารเข้ามาในพื้นที่ ทำให้หอยสองฝาที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่เปิดมีอัตราการเจริญเติบโตดี ในทางตรงข้าม ในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของคลื่นที่มากเกินไป (extreme wave exposure) จะเพิ่มความต้องการที่จะสร้างเส้นใยยึดเกาะหรือทำให้เปลือกมีความหนาขึ้น ซึ่งเป็นการลดพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต หลังจากที่มีการทดแทนที่ของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในเดือนพฤศจิกายน หอยสองฝามีอัตราการเจริญที่เพิ่มขึ้นสังเกตได้จากการพบประชากรกลุ่มที่มีขนาดไม่เกิน 12 มิลลลิเมตร ในเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2553 และการพบประชากรกลุ่มที่มีขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป ในเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 ซึ่งตรงกันกับความชุกชุมที่เพิ่มขึ้นของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มจำนวนมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Huang. (2001) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงประชากรของหอยฝาชีชนิด *Cellana grata* กับปริมาณอาหารที่เพียงพอให้นำไปใช้ ที่ 5 สถานีบริเวณเกาะฮ่องกง พบว่าหอยฝาชีชนิด *C. grata* ที่สถานี Shek O (SO) ซึ่งเป็นสถานีที่มีปริมาณอาหารที่เพียงพอให้นำไปใช้ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่น ๆ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ มีอัตราการตายสูงและปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ช้ากว่าสถานีอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.11** ฮิสโตแกรมของขนาด และความถี่เพื่อจำแนกกลุ่ม (size-frequency distribution) ของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




| Cohort | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 13.7 | 14.1 | 18.3 | 37.8 | 25.4 | 43.7 | 29.6 | 25.8 | 26.1 | 17 | 27.7 | 18.9 |
| 2 | 86.3 | 79.8 | 10.8 | 62.2 | 74.6 | 25.4 | 70.4 | 74.2 | 63.9 | 29.5 | 17.3 | 23.9 |
| 3 | 0 | 6.1 | 70.9 | 0 | 0 | 30.8 | 0 | 0 | 0 | 53.5 | 55 | 57.2 |

**ภาพที่ 4.12** กลุ่มประชากรเดียวกัน (cohort analysis) และเปอร์เซ็นต์ของประชากรแต่ละขนาดของประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ตามระยะเวลาการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2552 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 (วงกลมทึบ = ประชากรกลุ่มที่ 1 ขนาดตั้งแต่ 0-6 มิลลิเมตร ; วงกลมโปร่ง = ประชากรกลุ่มที่ 2 ขนาดไม่เกิน 12 มิลลิเมตร ; สามเหลี่ยมทึบ = ประชากรกลุ่มที่ 3 ขนาดตั้งแต่ 12 มิลลิเมตรขึ้นไป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการศึกษา

หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* แพร่กระจายที่ความสูง 2.50 ถึง 3.25 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยความชุกชุมเฉลี่ยลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความชุกชุมระหว่างสองพื้นที่ศึกษา (สถานี A และ สถานี B) พบว่า สถานี B ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง มีความชุกชุมมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสถานี A ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ เมื่อพิจารณาถึงผลความชุกชุมตามฤดูกาลพบว่า ในฤดูหนาวพบความชุกชุมของหอยสองฝาชนิดนี้น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับฤดูอื่นๆ ความชุกชุมจะเพิ่มขึ้นในฤดูร้อน ฤดูฝน ซึ่งในฤดูฝนเป็นฤดูที่พบความชุกชุมสูงที่สุด

จากการศึกษาวงจรสืบพันธุ์ของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* จำนวน 293 ตัว เป็นเพศผู้ 179 ตัว และเพศเมีย 119 ตัว หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* เพศผู้ และเพศเมียมีพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์และปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาเดียวกัน คือ หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีพัฒนาการเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูฝน นั้นคือการพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน การพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกจะมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคมปี 2552 และเดือนมิถุนายน ปี 2553 หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์บางส่วน (partially spawned) ในเดือนกรกฎาคม และเดือนตุลาคม ปี 2552 จากการศึกษาพลวัตรประชากรของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในแต่ละเดือนพบกลุ่มประชากรหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* อย่างน้อยสองกลุ่มประชากร ในเดือนพฤศจิกายนพบประชากรกลุ่มที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 43.7 ของประชากรในแต่ละเดือน ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ๆ เมื่อเชื่อมโยงกับข้อมูลวงรอบการสืบพันธุ์พบว่า หอยสองฝาชนิด *I. nucleus* มีพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงฤดูฝน นั้นคือการพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน การพัฒนาการระบบสืบพันธุ์เสร็จสมบูรณ์พร้อมปล่อยออกสู่ภายนอกจะมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคมปี 2552 และเราสารถพบประชากรที่มาลงเกาะ (ประชากรกลุ่มที่ 1 มีขนาดตั้งแต่ 0-6 มิลลิเมตร) สูงที่สุดในเดือนพฤศจิกายน

ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงชีววิทยาประชากร (วงรอบการสืบพันธุ์ และพลวัตรประชากร) ขอบเขตการแพร่กระจาย และความแตกต่างของการแพร่กระจายตามพื้นที่ และเวลาของหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ที่แพร่กระจายในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* ในด้านของการปรับตัวทางสรีรวิทยา ที่ทำให้หอยสองฝาชนิดนี้สามารถดำรงชีวิตอยู่บริเวณหาดหินที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางสภาพแวดล้อมที่รุนแรงในรอบวันได้ทำให้เราสามารถพบหอยสองฝาชนิด *I. nucleus* เป็นหอยสองฝาชนิดเด่นที่พบแพร่กระจายอยู่บริเวณหาดหิน อำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


จารุนันท์ ประทุมยศ สุขใจ รัตนยุวกร และสันติ เอี่ยนเหล็ง. 2539. "องค์ประกอบในกระเพาะอาหารและพัฒนาการ อวัยวะสืบพันธุ์ของหอยนางรมบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี." **เอกสารงานวิจัยเลขที่ 74/2539**. ชลบุรี . สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา.

ถาวร ธรรมเศวต วิรัช ภัทรภิญโญ จินตนา นักระนาด และคมน์ ศิลปาจารย์. 2530. "ชีววิทยาของหอยแครงศึกษาจากแหล่งปล่อยพ่อแม่พันธุ์และแปลงทดลองเลี้ยง ที่อ่าวสวี บ้านทุ่งคา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ปี2527." **เอกสารวิชาการฉบับที่ 43/2530**. ประจวบคีรีขันธ์. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

ธนิฏฐา จงพีร์เพียร สมศักดิ์ พิภพภิญโญ สุรางค์ ทิพย์โยธิน และปรานอม เบ็ญจมาลย์. 2528. "อัตราส่วนเพศและพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยแครง (*Anadara granosa* L.) ขนาดเล็ก" หน้า 293-307. ใน **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ** : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บพิธ จารุพันธุ์ และนันทพร จารุพันธุ์. 2546. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง II**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุขใจ รัตนยุวกร ศิริวรรณ แววสวัสดิ์ บัญชา นิลเกิด และคเชนทร เฉลิมวัฒน์. 2552. "พัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์ และวงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับขาว *Meretrix casta* Gmelin, 1791 บริเวณหาดแหลมกลัด จังหวัดตราด." **วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ฉบับที่ 41/2552**: 75-90

สุชาติ อุปถัมภ์ มาลียา เครือตราชู เยาวลักษณ์ จิตรามวงศ์ และศิริวรรณ จันทเตมีย์. 2538. **สังขวิทยา**. กรุงเทพมหานคร. ศักดิ์โสภาการพิมพ์.

สุนันท์ ทวยเจริญ และปรานอม เบ็ญจมาลย์. 2527. "การพัฒนาการของอวัยวะเพศหรืออวัยวะสืบพันธุ์ และอัตราส่วนเพศของหอยลาย ที่ยริเวณปลายแหลมศอก ต.อ่าวช่อ จ.ตราด" หน้า 121-141. ใน **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 22. กรุงเทพฯ** : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันท์ ทวยเจริญ วัฒนา ภู่เจริญ และปรานอม เบ็ญจมาลย์. 2528. "ศึกษาการพัฒนาการของอวัยวะเพศของหอยแครงเต็มวัยและสภาพแวดล้อมที่ จ. สมุทรสงคราม และเพชบุรี" หน้า 308-329. ใน **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ** : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม เบ็ญจมาลย์. 2529. "ชีววิทยาการสืบพันธุ์ของหอยตลับ." หน้า 108-119. ใน **การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24. กรุงเทพฯ** : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุนันท์ ทวยเจริญ และเอกลักษณ์ แซ่โล้ว. 2529. "การเจริญของเซลล์อวัยวะเพศในหอยแมลงภู่ที่ อ.บ้านแหลม จ.เพชรบุรี และหมู่บ้านแสมขาว จ. ฉะเชิงเทรา." **เอกสารวิชาการฉบับที่ 44/2529**. กรุงเทพมหานคร. ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

สุนันท์ ทวยเจริญ. 2530. "ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยลายที่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี." **เอกสารงานวิชาการฉบับที่ 17/30**. กรุงเทพมหานคร. ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง.

สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม พรมผาย. 2534. "สภาวะแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการสืบพันธุ์ของหอยตลับ." **เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2534**. สมุทรสาคร. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสมุทรสาคร กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

Alfaro, A.C. 2006. "Population dynamics of the green-lipped mussel, *Perna canaliculus*, at various spatial and temporal scales in northem New Zealand." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 334: 294-315.

Barber, B.J. and Blake, N.J. 1983. "Growth and Reproduction of the Bay Scallop, *Argopecten irrdians* (Lamarck) at its Southern Distributional Limit." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 66 : 247-256.

Beesley, P.L., Ross, G.J.B. and Wells, A. 1998. **Mollusca : the Southern synthesis Part 2**. Canberra. Collingwood.

Bertness, M.D., Gaines, S.D. and Hay, M.E. 2001. **Marine community ecology**. Massachusetts. Sinauer Associates.

Blanchette, C.A., Helmuth, B. and Gaines, S.D. 2007. "Spatial pattems of growth in the mussel, *Mytilus californisnus*, across a major oceanographic and biogeographic boundary at Point Conecption, California USA." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 340: 126-148.

Boaventura, D., Fonseca, L.C. and Ferreira, C.T. 1999. "Trophic structure of macrobenthic communities on the Portuguese coast. A review of lagoonal, estuarine and rocky littoral habitats." **Acta Oecologica.** 20 (4): 407-415.

Branch, G.M. and Odendaal, F. 2003. " The effects of marine protected areas on the population dynamics of a South African limpet, *Cymbula oculus*, relative to the influence of wave action." **Biological Conservation**. 114: 255-269.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chan, B.K.K., Morritt, D. and Williams, G.A. 2001. "The effect of salinity and recruitment on the distribution of *Tetraclita squamosa* and *Tetraclita japonica* (Cirripedia; Balanomorpha) in Hong Kong." **Marine Biology**. 138: 999-1009.

Chapman, M.G. and Underwood, A. J. 1996. "Influences of tidal conditions, temperature and desiccation on patterns of aggregation of the high-shore periwinkle, *Littorina unifasciata*, in New South Wales, Australia." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 196: 213-237.

Chelazzi, G. and Vannini, M. 1980. "Zonation of intertidal molluscs on rocky shores of southern Somalia." **Estuarine and Coastal Marine Science**. 10: 569-583.

Choi, H.Y. and Chang, Y.J. 2003. "Gametogenic cycle of the transplanted-cultured pearl oyster, *Pinctada fucata martensii* (Bivalvia: Pteriidae) in Korea." **Aquaculture.** 220: 781-790.

Clarke, C.Y. and Gorley, R.N. 2001. **User Manual/Tutorial**. PRIMER-E Ltd, 91 pp.

Crisp, D.J. 1984. **Energy flow measurements**. 284-372. Oxford: Blackwell Scientific.

Crowe, T.P., Thompson, R.C., Bray, S. and Hawkins, S.J. 2000. "Impacts of anthropogenic stress on rocky intertidal communities." **Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery**. 7: 273-297.

Deepananda, K.H.M.A. 2008. "Community-level analysis of anthropogenic impacts on rocky shore communities in Sri Lanka". M.Sc. Thesis of University of Bremeh.

Delgado, M. and Camacho, A.P. 2005. "Histological study of the gonadal development of *Ruditapes decussates* (L.) (Mollusca : Bivalvia) and its relationship with available food." **Scientia Marina**. 69(1):87-97.

Dethier, M.N. 1984. "Disturbance and recovery in intertidal pools: maintenance of mosaic patterns." **Ecological Monograph**. 54: 99-118.

Eversole, A.G.1989. "Gametogenesis and Spawning in North American Clam Populations : Implication for Culture in Clam Maricuture in North America." Netherlands : Elsevier Science. p.p. 75-103

Harper, E. and Morton, B. 1994. "The Biology of *Isognomon legumen* (Bivalvia : pterioida) at Cape d' Aguilar. Hong Kong, with special reference to predation by muricids." **Hong Kong University press.** 405-425.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Harper, K.D and Williams, G.A. 2001. "Variation in abundance and distribution of the chiton *Acanthopleura japonica* and associated molluscs on a seasonal, tropical, rocky shore." **Journal of Biology**. 253: 293-300.

Hedouin, L., Pringault, O., Metian, M., Bustamante, P. and Warnau, M. 2007. "Nickel bioaccumulation in bivalves from the New Caledonia lagoon: Seawater and food exposure." **Chemosphere** 66: 1449–1457.

Hedouin, L., Bustamante, P., Churlaud, C., Pringault, O., Fichez and Warnau, W. 2009. "Trends in concentrations of selected metalloid and metals in two bivalves from the coral reefs in the SW lagoon of New Caledonia." **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 72: 372-381.

Hesselman, D.M., Barber, B.J. and Blake, N.J. 1989. "The reprodutive cycle of adult Hard Clams, *Mercenaria spp.* In The India River Lagoon, Florida." **Journal of Shellfish Research.** 8: 43-49.

Huang, R. 2001. "Spatial variation in *Cellana grata* populations: The interplay of population dynamics and food availability." Ph.D.Thesis of University of Hong Kong.

Huang, D., Todd, P.A., Chou, L.M., Ang, K.H., Boon , P.Y., Cheng, L. and Ling, H. 2006. "Effects of shore height and visitor pressure on the diversity and distribution of four intertidal taxa at Labrador beach, Singapore." **The Raffles Bulletin of Zoology.** 54: 477-484.

Hung, T.C., Meng, P.J., Han, B.C., Chuang, A. and Hung, C.C. 2001. "Trace metals in different species of mollusca, water and sediments from Taiwan coastal area." **Chemosphere.** 44: 833-841.

Hutchinson, N. and Williams, G.A. 2001. "Spatio-temporal variation in recruitment on a seasonal, tropical rocky shore: the importance of local versus non-local processes." **Marine Ecology Progress Series.** 215: 57-68.

Introini, G.O., Magalhaes, C.A., Fortunato, H.and Recco-Pimentel, S.M. 2009. "Comparison of the spermatozoan morphology of *Isognomon bicolor* and *Isognomon alatus* (Mollusca, Bivalvia, Isognomonidae)." **Tissue and Cell.** 41: 67-74.

Joaquim, S., Matias, D., Lopes, B., Arnold, W.S. and Gaspar, M.B. 2008. "The reproductive cycle of white clam *Spisula solida* (L.) (Mollusca: Bivalvia): Implications for aquaculture and wild stock management." **Aquaculture.** 281: 43-48.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Karleskint, G. Jr., Turner, R. and Small, J.W. 2006. **Introduction to marine biology**. Fifth edition. New York. McGraw-Hill.

Khristoforova, N.K., Kavunb, V.Y., Latypoyb, Y.Y., Tiend, D.D., Zhuravel, E.V. and Tuyand, N. X. 2007. "Heavy Metals in Mass Species of Bivalves in Ha Long Bay (South China Sea, Vietnam)." **Oceanology**. 47: 685–690.

Lazaretha, C.E., Puttena E.V., Andre, L. and Dehairs, F. 2003 "High-resolution trace element profiles in shells of the mangrove bivalve Isognomon ephippium: a record of environmental spatio-temporal variations?" **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. 57: 1103–1114.

Levinton, J.S. 2001. **Marine biology : function, biodiversity, ecology**. Second edition. New York . Oxford University Press.

Little, C. and Kitching, J.A. 1996. **The biology of rocky shores**. Oxford. Oxford University Press.

Little, C., Williams G.A. and Trowbridge, C.D. 2009. **The biology of rocky shores**. Oxford. Oxford University Press.

Loi, T.N. 1967. "Peuplements animaux et végétaux du substrat dur intertidal de la baie de Nha Trang (Viet Nam)." **Mémoire Institut Oceanographique de Nhatrang**. 11: 236

Lubchenco, J., Menge, B.A., Garrity, S.D., Lubchenco, P.J., Ashkensas, L.R., Gaines, S.D., Emlet, R., Lucas, J. and Strauss, S. 1984. "Structure, persistence, and role of consumers in a tropical rocky intertidal community (Taboguilla Island, Bay of Panama)." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 78: 23-73.

Mak, Y.M. 1996. "The ecology of the high-zoned littorinids, *Nodilittorina trochoides, N. radiata* and *N. vidua*, on rocky shores in Hong Kong." Ph.D.Thesis of University of Hong Kong.

Martinez, J.C. and Figueral, A. 1998. "Distribution and abundance of mussel (*Mytilus galloprovincialis* Smk) larvae and post-larvae in the Ria de Vigo (NW Spain)." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 229: 277-287.

Meneghetti, F., Moschino, V. and Ros, L.D. 2004. "Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice." **Aquaculture**. 240: 473-488.

Menge, B.A., Lubchenco, J., Ashkenas, L.R. and Ramsey, F. 1986. "Experimental separation of effects of consumers on sessile prey in the low zone of a rocky shore in the Bay of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Panama: direct and indirect consequences of food web complexity." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** .100: 225-270.

Minh, L.D. 1998. "Reproductive cycle of *Haliotis ovina* Gmelin, 1791 in Nha Trang bay, south central Vietnam" **Phuket Marine Biological Center Special Publication.** 18: 99-102

Mori, K., Tanaka, M. and Nishihama, S. 1985. "Community structure of a rocky shore in Tsuji-shima Island, Amakusa. Vertical distribution of dominant species and its zonation pattern." **Publications from the Amakusa Marine Biological Laboratory**. 8: 27-41.

Moura, P.,Gaspar, M.B. and Monteiro, C.C. 2008. "Gametogenic cycle of the smooth clam *Callista chione* on the south-western coast of Portugal." **Marine Biological Association of United Kingdom.** 88(1) : 161-167.

Neal, P. 2004. **Introduction to population biology.** Cambridge, United Kingdom. Cambridge.

Pechenik, J. A. 2005. **Biology of the invertebrates**. fifth edition. Boston. McG raw-Hill

Petraitis, P.S., Rhile, E.C. and Dudgeon, S. 2003. "Survivorship of juvenile barnacles and mussels: spatial dependence and the origin of alternative communities." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 293: 217-236.

Porri, F., McQuaid, C.D. and Radloff, S. 2006. "Spatio-temporal variability of larval abundance and settlement of *Perna perna*: differential delivery of mussels." **Marine Ecology Progress series**. 315: 141-150.

Pringgenies, D., Hartati, R. and Basuki, A. 1998. "Larval development and survival rate of giant clam *Tridacna squamosa* reared under laboratory conditions." **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 18(1): 113-116.

Printrakoon, C. and Temkin, H. 2008. "Comparative ecology of two parapatric populateons of *Isognomon* (Bivalvea: Isognomonidae) of Kungrabaen bay, Thailand." **The Raffles Bulletin of Zoology**. 18: 75-94.

Raffaelli, D.and Hawkins, S. 1999. **Intertidal ecology**. London. Kluwer Academic Publishers.

Ringwood, A.H. 1989. "Accumulation of cadmium by larvae and adults of an Hawaiian bivalve, *lsognomon californicum*, during chronic exposure." **Marine Biology**. 102: 499-504.

Rodriguez-Rua, A., Prado, M.A., Romero, Z. and Bruzon, M. 2003. "The gametogenic cycle of *Scrobicularia plana* (da costa, 1778) (Mollusc: Bivalve) in Guadalquivir estuary (Cadiz, SW Spain)." **Aquaculture**. 217: 157-166.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Samakraman, S., Williams, G.A. and Ganmanee, M. 2009. "Spatial and Temporal Variability of Intertidal Rocky Shore Molluscs in Sichang Island, East Coast of Thailand." **The Nagisa World Congress**: 39-52.

Sbriz, L., Aquino, M.R., Rodriguez, N.M.A.D., Fowler S.W. and Sericano, J.L. 1998. "Levels of Chlorinated Hydrocarbons and Trace Metals in Bivalves and Nearshore Sediments from the Dominican Republic." **Marine Pollution Bulletin**. 36: 971-979.

Shau-Hwai, A.T. and Yasin, Z.B. 1998. "The reproductive cycle of Tridacna squamosa and Tridacna maxima at Rengis island (Tioman island), Malaysia" **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 18: 107-112.

Sousa, W.P. 1984. "Intertidal mosaics: patch size, propagule availability and spatial variable patterns of succession." **Ecology**. 65: 1918-1935.

Steffani, C.N. and Branch, G.M. 2003. " Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure." **Marine Ecology Progress series**. 246: 197-209.

Suja, N. and Muthiah, P. 2007. "The reproductive biology of the baby clam, *Marcia opima*, from two geographically separated areas of India." **Aquaculture**. 273: 700-710.

Swennen, C. 2001. **The Molluscs of the southern Gulf of Thailand**. Bangkok. The Biodiversity Research and Trainning Program (BRT).

Tantichodok, P. 1991. "Population biology of gasropods." **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 9: 117-120

Terlizzi, A., Fraschetti, S., Guidetti ,P. and Boero, F. 2002. "The effect of sewege discharge on shallow hard substrate sessile assemblages." **Marine Pollution Bulletin**. 44: 544-550.

Thu, N.T.X. and Chinh, N. 1999. "Reproductive biology of *Chlamhys nobilis* (Reeve) from Binh Thuan province, Vietnam." **Phuket Marine Biological Center Special Publication**. 19: 107-111.

Tomanek, L.and Helmuth, B. 2002. "Physiological ecology of rocky intertidal organisms: a synergy of concepts." **Integrative and Comparative Biology**. 42: 771-775.

Tyurin, S.A. and Drozdov, A.L. 2005. "Ultrastructure of sperm in *Mercenaria stimpsoni* and *Mactra chinensis* (Mollusca: bivalvia) from the sea of Japan." **Russian Journal of Marine Biology**. 31: 391-395.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Underwood, A.J. 1975. "Intertidal zonation of prosobranch gastropods: analysis of densities of four co-existing species." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 19: 197-216.

Underwood, A.J. 1981. "Structure of a rocky intertidal community in New South Wales: patterns of vertical distribution and seasonal changes." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 51: 57-85.

Underwood, A.J. 2000. "Experimental ecology of rocky intertidal habitats: what are we learning?." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 250: 51-76.

Underwood, A.J., Chapman , M.G., Cole, V.J. and Palomo, M.G. 2008. "Numbers and density of species as measures of biodiversity on rocky shores along the coast of New South Wales." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 366: 175-183.

Vinueza, L.R., Branch, G.M., Branch, M.L. and Bustamante, R.H. 2006. "Top-Down herbivory and Bottom-Up El NiNO effects on Galapagos rocky-shore communities." **Ecological Monographs**.76(1): 111–131.

Williams, G.A. 1993. "Seasonal variation in algal species richness and abundance in the presence of molluscan herbivores on a tropical rocky shore. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.** 167: 261-275.

Williams, G.A. 1995. "Maintenance of zonation patterns in two species of flat periwinkle, *Littorina obtusata* and *L. mariae*." **Hydrobiologia**. 309: 143-150.

Williams, G.A. and Morritt, D. 1995. "Habitat partitioning and thermal tolerance in a tropical limpet, *Cellana grata*." **Marine Ecology Progress Series**. 124: 89-103.

Williams, G.A., Pirro, M.D., Leung , K.M.Y. and Morritt, D. 2005. "Physiological responses to heat stress on a tropical shore: the benefits of mushrooming behaviour in the limpet *Cellana grata*." **Marine Ecology Progress Series**. 292: 213-224.

Witman, J.D. and Smith, F. 2003. "Rapid community change at a tropical upwelling site in the Galápagos Marine Reserve." **Biodiversity and Conservation**.12(1): 25-45.

Ying, X-P., Yang, W-X., Dahms, H-U., Lin, Z. and Chai, X. 2008. "Spermatozoa and spermatogenesis in the northern quahaug *Mercenaria mercenaria* (Mollusca, Bivalvia)." **Helgoland Marine Research**. 62: 321-329.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| ชื่อ-สกุล | นางสาวสุจิตรา สมัครามัญ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 9 กุมภาพันธ์ 2529 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร |
| ที่อยู่ | 91 หมู่ที่ 7 แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 |
| ประวัติการศึกษา | 2550 วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาสาสตร์การประมง |
| | คณะเทคโนโนยีการเกษตร |
| | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

| | |
|---|---|
| พ.ศ. 2553 | มณฑล แก่นมณี สุจิตรา สมัครามัญ นิภาวรรณ บุศราวิช และศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2553. "ชนิด การแพร่กระจายและโครงสร้างชุมชนของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ที่อาศัยในเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณหาดหินของ อ.ปะทิว จ.ชุมพร" วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 28 : 1-10. |
| พ.ศ. 2553 | Samakraman S., Williams,G. A. and Ganmanee, M. 2010. "Spatial and temporal ariability of intertidal rocky shore mollusks in Sichand island, east coast of Thailand" The Nagisa World Congress : 39-52. |
| พ.ศ. 2555 | สุจิตรา สมัครามัญ มณฑล แก่นมณี และ Williams, G. A. 2555. "การกระจายของสัตว์กลุ่มหอยและหมึก ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของหาดหินบริเวณเกาะสีชัง จ.ชลบุรี" หน้า 68 ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล. กรุงเทพฯ: โรงแรมตะวันนา. |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้