

วงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) บริเวณชายฝั่งทะเล
แหลมผักเบี้ย : โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย

อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

Reproductive Cycle of *Meretrix meretrix* in
the Coastal Area of Laem Phak Bia, The King's Royally
Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and
Development Project, Phetchaburi Province

เสถียรพงษ์ ขาวหิิต*, เกษม จันทร์แก้ว, วสิน อินคัพฒนากุล, อรอนงค์ ผิวนิล

และอนุกรณ บุตสันตี

ภาควิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตบางเขน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Sateinpong Khowhit*, Kasem Chunkao, Wasin Inkapatanakul, Onanong Phewnil

and Anukorn Boutson

Department of Environment Science, Faculty of Environment, Kasetsart University,

Bangkheng Campus, Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

การศึกษาวงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการ
ศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี โดยทำการเก็บตัวอย่าง
หอยตลับ 12 เดือน ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 เดือนละ 25 ตัว พบว่าหอยตลับมี
ค่าเฉลี่ยความยาวเท่ากับ 5.99 ± 0.23 เซนติเมตร (จำนวน 300 ตัว) อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1 : 1.40 (เพศ
ผู้ 125 ตัว และเพศเมีย 175 ตัว) การพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตลับสามารถแบ่งออกเป็น 6 ระยะ คือ
ระยะก่อนการพัฒนาการ ระยะเริ่มพัฒนาการ ระยะพัฒนาการ ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก ระยะเริ่มวางบางส่วน และ
ระยะหลังวาง ช่วงเวลาการวางเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตลับเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน

คำสำคัญ : วงจรการสืบพันธุ์; หอยตลับ; ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย

Abstract

The study of reproductive cycle of *Meretrix meretrix* collected from the coastal area of Laem Phak Bia, The King's Royally Initiated Laem Phak Bia Environmental Research and Development Project, Phetchaburi Province. Twenty five clams were collected per month during May 2012 to April 2013. An average maximum shell length of 5.99 ± 0.23 centimeters ($n = 300$) was received in this study. Sex ratio between males and females was 1 : 1.40 (125 males and 175 females). The reproductive cycle was classified into six stages: Prefollicular development, initial development, developing, mature, partially spawned and spent. Spawning period is from June to September.

Keywords: reproductive cycle; *Meretrix meretrix*, coastal area of Laem Phak Bia

1. บทนำ

หอยตลับ (*Meretrix meretrix*) หอยตลับหรือเรียกว่าหอยตลับลาย หอยขาว เปลือกหนา มีรูปร่างคล้ายรูปไข่ ซึ่งมีหลายสี เช่น หอยตลับลาย เปลือกเป็นลายละเอียดสีเหลืองบนพื้นขาว หอยตลับเหลือง เปลือกสีน้ำตาลแดง มีลายเป็นเส้นขนานกับขอบเปลือก หอยตลับเปลือกจะหนา ผิวเปลือกเป็นมันเงา สวยงาม มีสีและลวดลายต่าง ๆ กัน ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่สามารถที่จะใช้การจำแนกหอยตลับได้แต่จะจำแนกโดยใช้ลักษณะเส้นเว้าลึกเกือบเป็นครึ่งวงกลม และมีส่วนที่ยื่นแหลม (pallial horn) ภายในของขอบกล้ามเนื้อแมนเทิล (pallial sinus) หอยตลับมีความสำคัญทางเศรษฐกิจพบมากบริเวณเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงเวียดนาม จีน ญี่ปุ่น และเกาหลี ในตามธรรมชาติทั่ว ๆ ไปมักจะพบในบริเวณหาดทรายปนโคลนหรือปากแม่น้ำ เมื่อน้ำลงต่ำสุดจะฝังลงตัวอยู่บนพื้นทรายลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร [1-4] ในประเทศไทยพบหอยตลับในบริเวณอ่าวไทย ได้แก่ ปลายแหลมกลัด จังหวัดตราด อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี บ้านเพ จังหวัดระยอง อ่างศิลา จังหวัดชลบุรี อ่าวมะนาว จังหวัดประจวบคีรี

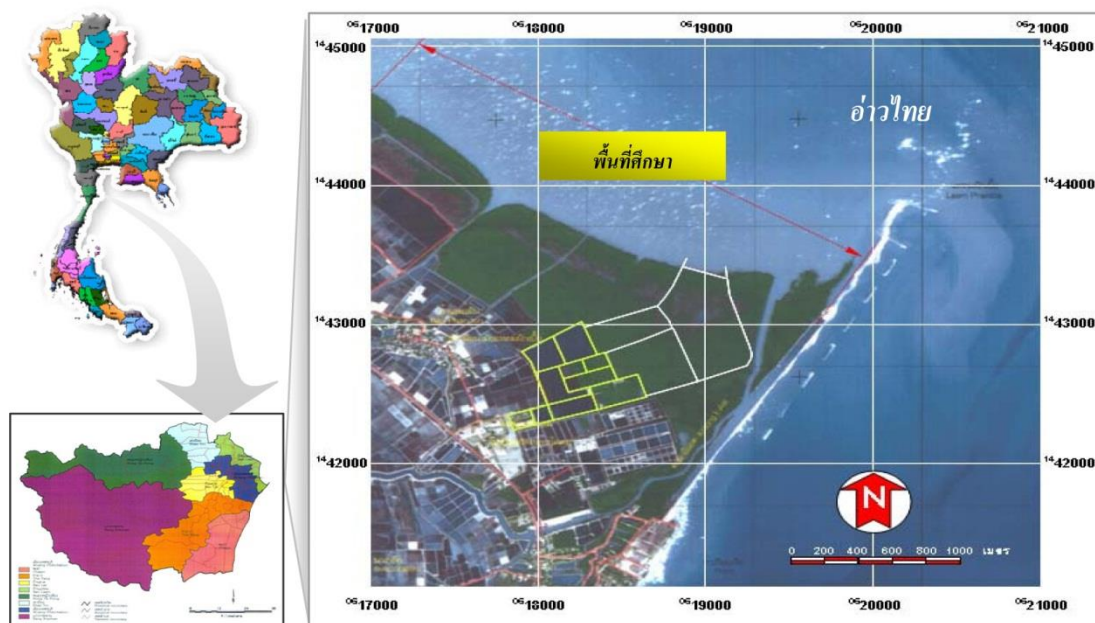
ขันธ์ และบริเวณอ่าวท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานีกับจังหวัดชุมพร [5] ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยเมื่อก่อนเป็นนาเกลือและพื้นที่ชายฝั่งทะเลเสื่อมโทรมไม่มีสิ่งมีชีวิตอาศัย แต่เมื่อมีการก่อตั้งโครงการฯ รวมถึงมีระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี มีผลทำให้มีหอยตลับเข้ามาอาศัยจำนวนมากทำให้เป็นระบบนิเวศที่มีความสมดุล มีธาตุอาหารที่อุดมสมบูรณ์เป็นที่อยู่อาศัยชาวประมงเข้ามาใช้ประโยชน์จับหอยตลับเพื่อเป็นอาหารในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพสร้างรายได้ให้แก่ครัวเรือน ซึ่งหอยตลับนับว่าเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่เด่นที่สุดบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย ดังนั้นการศึกษาวางจรัสพันธุ์ของหอยตลับจึงนับว่ามีความสำคัญ เพื่อให้ทราบถึงช่วงเวลาการวางไข่ของหอยตลับสำหรับใช้จัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรหอยตลับเพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเพื่อขยายพันธุ์หอยตลับเป็นการตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเพียงพอต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่บน

พิกัดละติจูด $14^{\circ}42.240'$ เหนือ ถึง $14^{\circ}43.480'$ เหนือ และ ลองจิจูด $06^{\circ}17.780'$ ตะวันออก ถึง $06^{\circ}19.271'$ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 551 ไร่ 45.6 ตารางวา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

2.2 การเก็บรวบรวมตัวอย่างหอยตลับ (*Meretrix meretrix*)

ทำการเก็บตัวอย่างหอยตลับ บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ซึ่งพื้นที่โครงการฯ มีชายฝั่งทะเลกว้าง 1,000 เมตร และมีลักษณะเป็นเลนปนทรายละเอียด โดยทำการเก็บรวบรวมหอยตลับที่มีขนาดตัวเต็มวัย ระยะห่างจากชายฝั่งทะเลตั้งแต่ 300 เมตร ขึ้นไป จำนวน 25 ตัวต่อเดือน ทุกเดือนในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 วัดขนาด

และชั่งน้ำหนักหอยตลับ รวมถึงแกะเนื้อแล้วแช่ด้วยฟอร์มาลีน 3 เปอร์เซ็นต์

2.3 การเตรียมเนื้อเยื่อและการย้อมสี

นำตัวอย่างหอยตลับที่ทำการแกะเนื้อเยื่อแช่ฟอร์มาลีน 3 เปอร์เซ็นต์ มาผ่านขั้นตอนทางพยาธิวิทยาด้วย automatic tissue processor และเครื่องมือ microtome นำสไลด์มาทำการย้อมด้วยสี hematoxylin and eosin [6] แล้วนำไปวิเคราะห์ผลด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและถ่ายภาพ

2.4 คุณภาพน้ำ

การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำห่างจากชายฝั่งทะเล 3 ระยะ คือ A : ระยะห่างจากชายฝั่ง 200 เมตร B : ระยะห่างจากชายฝั่ง 600 เมตร C : ระยะห่างจากชายฝั่ง 1,000 เมตร แต่ละระยะทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างคุณภาพน้ำ 3 ซ้ำ ในช่วงเวลาที่น้ำทะเลขึ้นสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 การวิเคราะห์หัตถ์ดัชนีคุณภาพน้ำประกอบด้วย (1) อุณหภูมิ ใช้เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) หน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) (2) ความเค็ม (salinity) ใช้เครื่องวัดความเค็ม (salinometer) หน่วยเป็นส่วนในพัน (psu) (3) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) และ (4) ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดด้วย DO meter (มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. ผลการวิจัยและอภิปราย

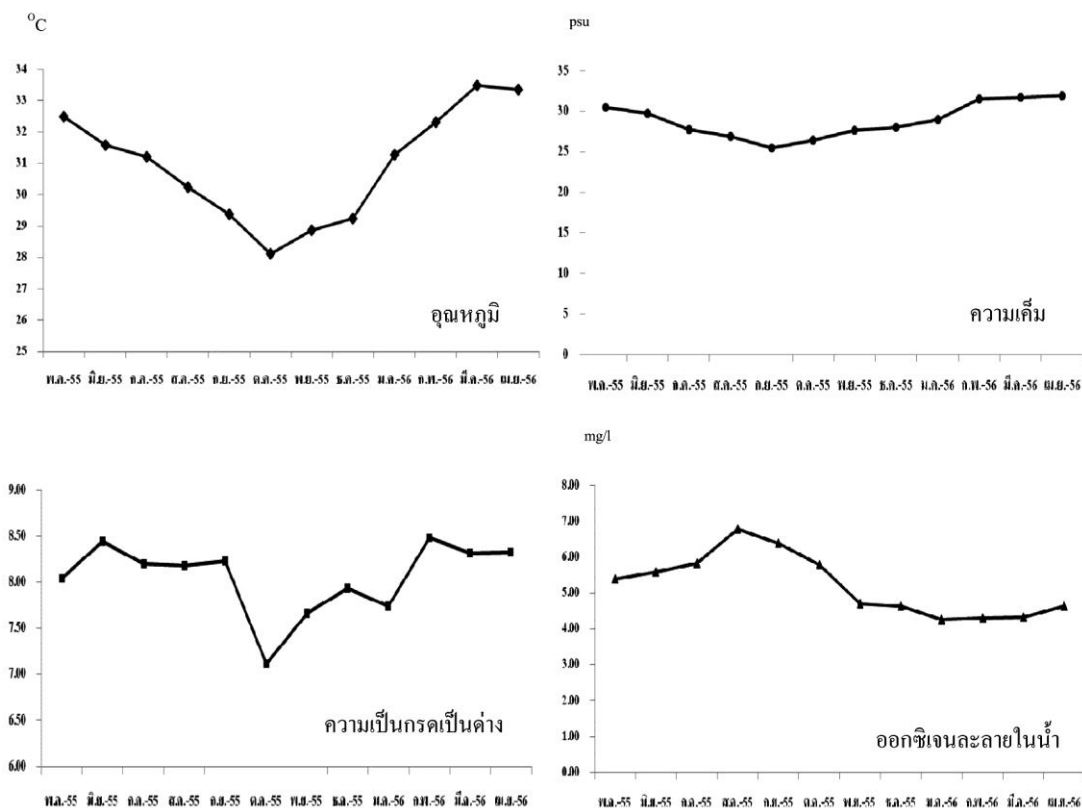
3.1 คุณภาพน้ำ

อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง $28.12-33.48^{\circ}\text{C}$ และค่าเฉลี่ย $30.96 \pm 1.78^{\circ}\text{C}$ ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง $25.50-31.91$ psu และค่าเฉลี่ย 28.90 ± 2.18 psu ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) มีค่าอยู่ระหว่าง $7.12-8.48$ และค่าเฉลี่ย 8.06 ± 0.39 ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าอยู่ระหว่าง $4.25-6.78$ มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าเฉลี่ย 5.22 ± 0.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรูปที่ 2

3.2 วงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับ

3.2.1 อัตราส่วนเพศหอยตลับ

หอยตลับที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 300 ตัว มีความยาวเฉลี่ย 5.99 ± 0.23 เซนติเมตร แยกเป็น



รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

ตารางที่ 1 อัตราส่วนเพศหอยตลับ (*Meretrix meretrix*)

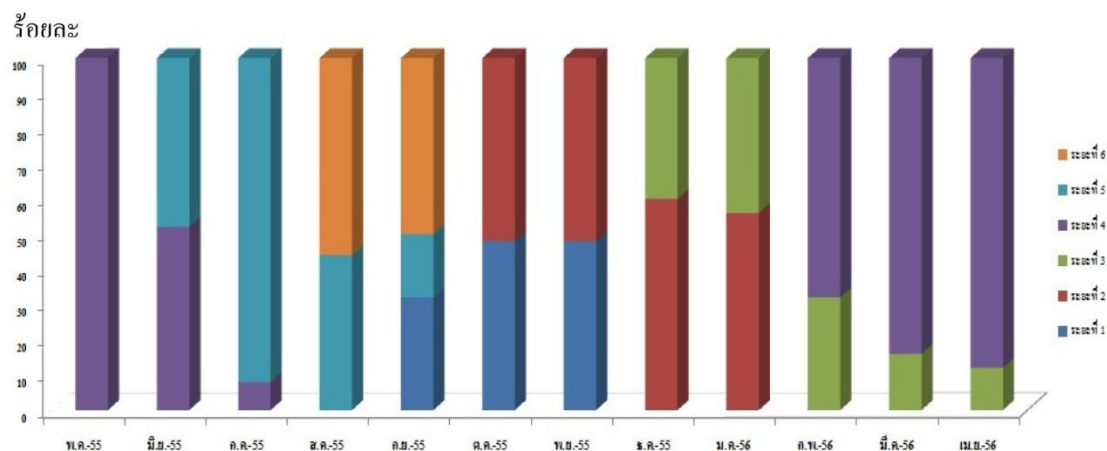
เดือน	เพศผู้		เพศเมีย		จำนวน ทั้งหมด (ตัว)	อัตราส่วน เพศผู้ : เมีย (ร้อยละ)
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ		
พ.ค. 55	9	36	16	64	25	1 : 1.78
มิ.ย. 55	11	44	14	56	25	1 : 1.27
ก.ค. 55	10	40	15	60	25	1 : 1.50
ส.ค. 55	6	24	19	76	25	1 : 3.16
ก.ย. 55	9	36	16	64	25	1 : 1.78
ต.ค. 55	12	48	13	52	25	1 : 1.08
พ.ย. 55	11	44	14	56	25	1 : 1.27
ธ.ค. 55	12	48	13	52	25	1 : 1.08
ม.ค. 56	12	48	13	52	25	1 : 1.08
ก.พ. 56	12	48	13	52	25	1 : 1.08
มี.ค. 56	11	44	14	56	25	1 : 1.27
เม.ย. 56	10	40	15	60	25	1 : 1.50
รวม	125	42	175	58	300	1 : 1.40

เพศผู้ 125 ตัว (ร้อยละ 42) และเพศเมีย 175 ตัว (ร้อยละ 58) อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1.0:1.4 ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 3

3.2.2 ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยตลับ

จากการศึกษาวงจรชีวิตการสืบพันธุ์ของหอยตลับ พบว่าหอยตลับมีการวางเซลล์สืบพันธุ์บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนกันยายน 2555 (ฤดูฝน) จากการศึกษาสามารถแบ่งการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ได้ 6 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ระยะก่อนการพัฒนา (prefollicular development) พบตั้งแต่เดือนกันยายน 2555 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2555 พบมากที่สุดในเดือนตุลาคม 2555 และเดือนพฤศจิกายน 2555 คิดเป็นร้อยละ 48 ระยะที่ 2 ระยะเริ่มพัฒนา (initial development) พบตั้งแต่เดือนตุลาคม 2555

ถึงเดือนมกราคม 2556 พบมากที่สุดในเดือนธันวาคม 2556 คิดเป็นร้อยละ 60 ระยะที่ 3 ระยะกำลังพัฒนา (developing) พบตั้งแต่เดือนธันวาคม 2555 ถึงเดือนเมษายน 2556 พบมากที่สุดในเดือนมกราคม 2556 คิดเป็นร้อยละ 44 ระยะที่ 4 ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (mature) พบตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ถึงเดือนกรกฎาคม 2555 พบมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2555 คิดเป็นร้อยละ 100 ระยะที่ 5 ระยะวางเซลล์สืบพันธุ์ (spawning) พบตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนกันยายน 2555 พบมากที่สุดในเดือนกรกฎาคม 2555 คิดเป็นร้อยละ 92 ระยะที่ 6 ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ (spent) พบตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2555 พบมากที่สุดในเดือนสิงหาคม 2555 คิดเป็นร้อยละ 56 ดังตารางที่ 2

รูปที่ 3 ระยะการพัฒนาวัยวะสืบพันธุ์หอยตลับ (*Meretrix meretrix*)ตารางที่ 2 ระยะการพัฒนาวัยวะสืบพันธุ์หอยตลับ (*Meretrix meretrix*)

เดือน	ความยาวเฉลี่ย (cm)	การพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ (ร้อยละ)					
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4	ระยะที่ 5	ระยะที่ 6
พ.ค. 55	6.16±0.38				100		
มิ.ย. 55	5.89±0.31				52	48	
ก.ค. 55	6.32±0.51				8	92	
ส.ค. 55	6.38±0.29					44	56
ก.ย. 55	6.17±0.33	32				18	50
ต.ค. 55	5.73±0.33	48	52				
พ.ย. 55	5.66±0.32	48	52				
ธ.ค. 55	5.73±0.39		60	40			
ม.ค. 56	5.81±0.39		56	44			
ก.พ. 56	5.96±0.43			32	68		
มี.ค. 56	6.05±0.43			16	84		
เม.ย. 56	6.07±0.45			12	88		

จากผลการศึกษาวงจรชีวิตการสืบพันธุ์ของหอยตลับชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ยสามารถแบ่งได้ 6 ระยะ คือ (1) ระยะก่อนการพัฒนาการ (prefollicular development) (2) ระยะเริ่มพัฒนาการ (initial development) (3) ระยะ

พัฒนาการ (developing) (4) ระยะเซลล์สืบพันธุ์สูง (mature) (5) ระยะเริ่มวางบางส่วน (partially spawned) และ (6) หลังวาง (spent) สอดคล้องกับศึกษาการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตลับ [7] บริเวณหาดเลนบางแสน จังหวัดชลบุรี ซึ่งแบ่งได้ 6

ระยะ คือ (1) ระยะก่อนการพัฒนาการ (prefollicular development) (2) ระยะเริ่มพัฒนาการ (initial development) (3) ระยะพัฒนาการ (developing) (4) ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (mature) (5) ระยะเริ่มวางบางส่วน (partially spawned) และ (6) ระยะหลังวาง (spent) แตกต่างจากศึกษาการพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตลับ [8] บริเวณชายฝั่งทะเล Korampallam Creek ประเทศอินเดียแบ่งได้ 4 ระยะ คือ (1) ระยะเซลล์สืบพันธุ์ก่อนสุก (active) (2) ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (ripe) (3) ระยะเริ่มวางบางส่วน (partially spawned) และ (4) ระยะหลังวาง (spent) และพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์หอยตลับบริเวณชายฝั่งทะเล Maharashtra ประเทศอินเดียแบ่งได้ 4 ระยะ คือ (1) ระยะเซลล์สืบพันธุ์เจริญเติบโตเต็มที่ (mature) (2) ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (ripe) (3) ระยะเริ่มวางบางส่วน (partially spawned) และ (4) ระยะหลังวาง (spent) [9]

จากผลการศึกษาการวางไข่ของหอยตลับชายฝั่งทะเลแหลมผักเปื้อย พบว่ามีการวางเซลล์สืบพันธุ์ (spawning) เดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนกันยายน 2555 ซึ่งมีความแตกต่างจากศึกษาการวางไข่ของหอยตลับบริเวณหาดเลน บางแสน จังหวัดชลบุรี พบว่าอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม [7] การวางไข่ของหอยตลับ บริเวณชายฝั่งทะเล Korampallam Creek ประเทศอินเดียพบ 2 ช่วง คือ เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน และเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม [8] การวางไข่ของหอยตลับบริเวณชายฝั่งทะเล Maharashtra ประเทศอินเดีย พบว่าอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม [9] ซึ่งปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและลักษณะพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีลักษณะพื้นที่ต่างกันจะมีผลต่อการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์หอยตลับและมีผลทำให้ระยะเวลาการวางไข่ของหอยตลับ มีความแตกต่างกันตามพื้นที่นั้น ๆ

จากการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของหอยตลับบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเปื้อยจะพบว่าการวางไข่ของหอยตลับจะมีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความเค็ม และจะพบการวางไข่ของหอยตลับสูงที่สุดในช่วงฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน) ในบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเปื้อย สอดคล้องกับการศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของหอยตลับ บริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี พบการวางไข่ของหอยตลับจะสูงที่สุดพบในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน (วางไข่พบตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม) เช่นเดียวกัน [7] หอยตลับชนิดนี้มีอุณหภูมิกับความเค็มความจำเพาะเจาะจงและเหมาะสมเท่านั้น คือ อุณหภูมิและความเค็มจะต้องไม่มีค่าสูงหรือต่ำจนเกินไปจึงจะมีผลต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์และการวางไข่เป็นไปอย่างสมบูรณ์ ซึ่งชายฝั่งทะเลแหลมผักเปื้อยมีอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.37-31.58 องศาเซลเซียส และค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 25.50-31.91 psu อุณหภูมิจะเป็นตัวกำหนดลักษณะเพศของหอยสองฝาโดยจะมีต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มเซลล์และสร้างหรือหลั่งสารเคมีเรียกว่าฮอร์โมน (hormone) แล้วส่งต่อออกไปนอกตัวเซลล์ไปยังเป้าหมายคือต่อมเพศ (sex gland) เพื่อกำหนดเพศผู้หรือเพศเมียของหอยสองฝา [10-12] ซึ่งฮอร์โมนเพศของหอยสองฝามี 3 ประเภท คือ progesterone (P) [13-15] testosterone (T) [16,17] และ 17 β -hydroxysteroid (e2) [18-20] ทั้งนี้การหลั่งฮอร์โมนเพศของหอยสองฝามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิจะเป็นส่วนสำคัญในการเหนี่ยวนำให้เกิดเพศผู้หรือเพศเมีย [21-25] ซึ่งส่งผลทำให้หอยตลับชนิดนี้พบเป็นจำนวนมากในประเทศไทย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น ความเค็มจะมีผลต่อการทำงานของกลไกเมแทบอลิซึม (metabolism) ของหอยสองฝา เช่น การกรองแพลงก์

ตอนพืช การย่อยอาหาร การหายใจเข้าออก การขับถ่ายของเสีย และความเครียด [26-30] นอกจากนี้จะต้องมีอาหารคือแพลงก์ตอนพืชชนิดและปริมาณที่เหมาะสม [31-34] มีพลังงานสนับสนุนหอยสองฝานำไปใช้ในรูปของไกลโคเจนในปริมาณค่อนข้างสูงเพื่อใช้พัฒนาเนื้อเยื่อให้เป็นเพศผู้หรือเพศเมีย [35-39] ทำให้มีการพัฒนาต่อมเพศหรือทำให้วงจรชีวิตการสืบพันธุ์ของหอยสองฝาเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ในช่วงฤดูฝนหอยสองฝามีปริมาณไกลโคเจนสูงจึงมีผลทำให้หอยสองฝาในช่วงฤดูฝนมีการนำไกลโคเจนไปใช้ในการพัฒนาเนื้อเยื่อส่งผลทำให้การวางของไข่หอยสองฝาในช่วงฤดูฝนตามไปด้วย [40,41] ส่วนค่าความเป็นกรดเป็นด่างและค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ไม่มีผลต่อการพัฒนาต่อมเพศสองฝา แต่จะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ เช่น superoxidase dismutase (SOD), catalase, glutathione peroxidase GPX [42-44] และระบบภูมิคุ้มกันของหอยสองฝา [45-47]

4. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวงจรสืบพันธุ์ของหอยตลับบริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี พบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1.0:1.40 (เพศผู้ 125 ตัว และเพศเมีย 175 ตัว) การพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์หอยตลับสามารถแบ่งออกเป็น 6 ระยะ คือ ระยะก่อนการพัฒนาการ ระยะเริ่มพัฒนาการ ระยะพัฒนาการระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก ระยะเริ่มวางบางส่วน และระยะหลังวาง ช่วงเวลาการวางเซลล์สืบพันธุ์ของหอยตลับเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2555 ถึงเดือนกันยายน 2555 ซึ่งพบว่าช่วงเวลาดังกล่าวน่าจะเป็นช่วง เวลาที่เหมาะสมต่อการอนุรักษหรือจัดมาตรการไม่ให้มีการจับหอยตลับในช่วงที่วางไข่ บริเวณชายฝั่งทะเลแหลมผักเบี้ย

โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเพชรบุรี

5. กิตติกรรมประกาศ

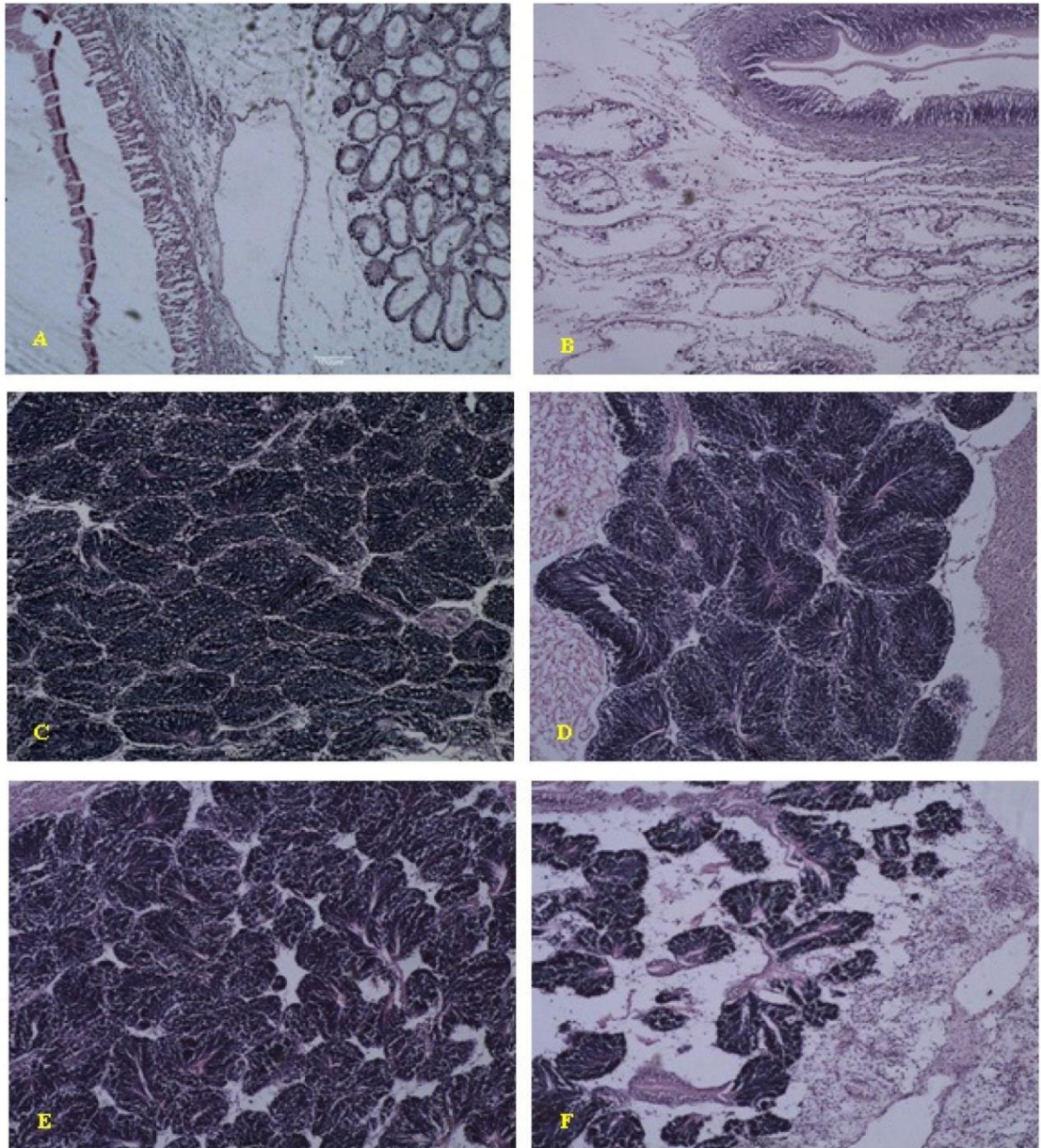
ขอขอบคุณมูลนิธิชัยพัฒนาและโครงการศึกษาและวิจัยสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ย อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี ที่สนับสนุนเงินทุนวิจัยครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

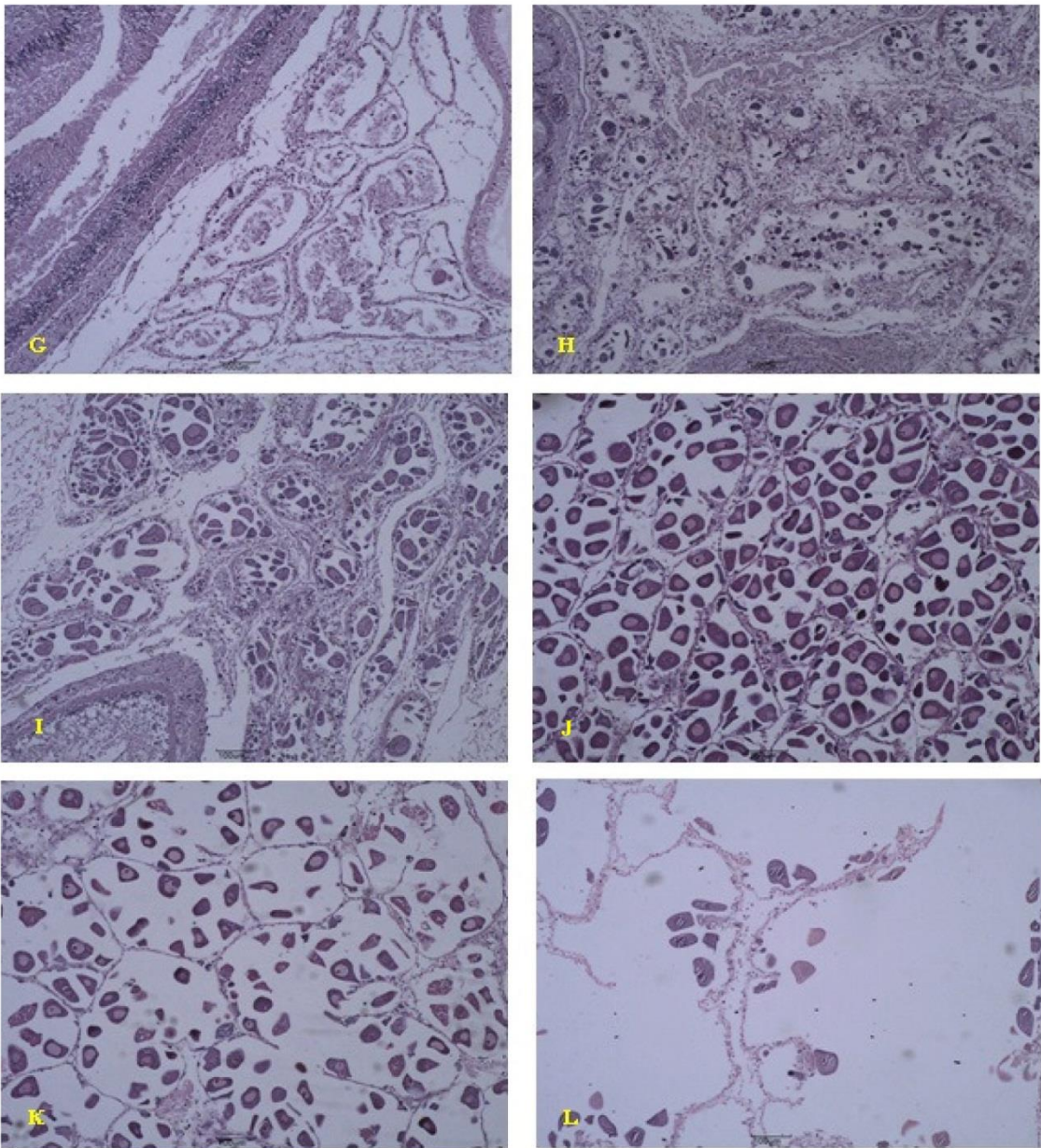
- [1] รัตนา มั่นสินประสิทธิ์, กมลรัตน์ พุทธิรักษา, บุญฤทธิ์ เจริญสมบัติ และอุดม เครือนิยม, 2552, ปัจจัยการอยู่อาศัยของหอยตลับ (*Meretrix spp.*) บริเวณชายฝั่งตำบลแหลมกลัด จังหวัดตราด, เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2552, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง.
- [2] Jayabal, R. and Kalyani, M., 1986, Biochemical studies in the hard clam *Meretrix meretrix* (L.) from Vellar Estuary, East Coast of India, Indian, J. Mar. Sci. 5: 63-64.
- [3] He, C.B., Xu, S.J. and Zhang, C., 1997, Study on the growth and ecological characteristics of *Meretrix meretrix* cultivated on tidal flat, J. Fish. Sci. (China) 16: 17-20.
- [4] Zhuang, S. and Liu, X., 2006, The influence of fresh weight and water temperature on metabolic rates and the energy budget of *Meretrix meretrix* Linnaeus, Mar. Biol. 150: 245-252.
- [5] สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม เบญจมาลย์, 2534, สภาวะแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการ

สืบพันธุ์ของหอยตลับ, เอกสารวิชาการฉบับที่
11/2534, ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ชายฝั่งสมุทรสาคร, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง,
กรมประมง.



รูปที่ 4 ระยะพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) เพศเมีย A : ระยะก่อนการพัฒนา (prefollicular development) B : ระยะเริ่มพัฒนา (initial development) C : ระยะกำลังพัฒนา (developing) D : ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (mature) E : ระยะวางเซลล์สืบพันธุ์ (spawning) และ F : ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ (spent)



รูปที่ 5 ระยะพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์ของหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) เพศผู้ ประกอบด้วย G : ระยะก่อนการพัฒนา (prefollicular development) H : ระยะเริ่มพัฒนา (initial development) I : ระยะกำลังพัฒนา (developing) J : ระยะเซลล์สืบพันธุ์สุก (mature) K : ระยะวางเซลล์สืบพันธุ์ (spawning) และ L : ระยะหลังวางเซลล์สืบพันธุ์ (spent)

[6] ภัทธา มูลจิตร, 2552, เทคนิคการย้อมสไลด์เนื้อเยื่อแบบถาวร, พิมพ์ครั้งที่ 1, โรงพิมพ์สำนัก

ส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

- [7] วรรณภา กลีฟภักษ์, 2543, พัฒนาการเซลล์เพศ และ วงศ์สืบพันธุ์ของหอยตลับ *Meretrix meretrix* (Linnaeus, 1758) จากบริเวณหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- [8] Narasimham, K.A., Muthaih, P., Sundararajan, D. and Vathinathan, N., 1988, Biology of the great clam, *Meretrix meretrix* in the Korampallam Creek, Tuticorin, India, Ind. J. Fish. 35: 288-293.
- [9] Sawant, P.P. and Mohite, S.A., 2013, Study of reproductive biology of estuarine clam, *Meretrix meretrix* along the south west coast of Maharashtra, India, Asian J. Biol. Life. Sci. 2: 100-106.
- [10] Khotimchenko, Y.S., 1991, Biogenic monoamines in oocytes of echinoderms and bivalves mollusks, A formation of intracellular regulatory systems in oogenesis, Comp. Biochem. Physiol. 100: 671-675.
- [11] Paulet, Y.M., Donval, A. and Bekhadra, F., 1993, Monoamines and reproduction in *Pecten maximus*, a preliminary approach, Invertebr. Reprod. Dev. 23: 89-94.
- [12] Martinez, G. and Rivera, A., 1994, Role of monoamines in the reproductive process of *Argiopesten purpuratus*, Invertebr. Reprod. Dev. 25: 167-174.
- [13] Reis-Henriques, M.A. and Coimbra, J., 1990, Variation in the level of progesterone in *Mytilus edulis* during the annual reproduction cycle, Comp. Biochem. Physiol. 95: 343-348.
- [14] Siah, A., Pellterin, J., Benosman, A., Gagne, J.P. and Amiard, J.C., 2002, Seasonal gonad progesterone pattern in the softshell clam *Mya arenaria*, Comp. Biochem. Physiol. 132: 499-511.
- [15] Siah, A., Amiard, J.C., Pellterin E. and Viglino, E., 2003, Delayed gametogenesis and progesterone level in soft-shell clams (*Mya arenaria*) in relation to *in situ* contamination to organotins and heavy metals in the St. Lawrence River (Canada), Comp. Biochem. Physiol. 135: 145-156.
- [16] Morcillo, Y., Ronis, M.J.J. and Porte, C., 1988, Effect of tributyltin on the phase I testosterone metabolism and steroid titers of the clam *Ruditapes decussate*, Aquat. Toxicol. 42: 1-13.
- [17] Gauthier, S., Pellerin, J. and Amiard, J.C., 2006, Estradiol-17 β and testosterone concentrations in male and female *Mya arenaria* (Mollusca bivalvia) during the reproductive cycle, Gen. Comp. Endocrinol. 145: 133-139.
- [18] Osada, M. and Nomura, T., 1989, Seasonal variation in catecholamine levels in the tissue of the *Crassostrea gigas*, Comp. Biochem. Physiol. 93: 171-173.
- [19] Zhu, W., Mantione, K., Jones, D., Salamon, E., Cho, J.J., Cadet, P. and Stefano, G.B., 2003, The presence of 17 β -estradiol in *Mytilus edulis* gonadal tissues: evidence for 17 β -estradiol is

- forms, Neuroendocrinol. Lett. 24: 137-140.
- [20] Gauthier, S., Pellerin, J. and Amiard, J.C., 2006, Estradiol-17 β and testosterone concentrations in male and female *Mya arenaria* (Mollusca bivalvia) during the reproductive cycle, Gen. Comp. Endocrinol. 145: 133-139.
- [21] Garrido, C.L. and Barber, B.J., 2001, Effects of temperature and food ration on gonad growth and oogenesis of the green sea urchin, *strongylocentrotus droebachiensis*, Mar. Biol. 138: 447-456.
- [22] Nakamura, Y., Nakano, T. Yurimoto, T., Maeno, Y., Koizumi, T. and Tamaki, A., 2010, Reproductive cycle of the venerid clam *Meretrix lusoria* in Ariake Sound and Tokyo Bay, Japan, Fish. Sci. 76: 931-941.
- [23] El-Gharsalli, R. and Aloui-Bejaoui, N., 2011, First study in the mediterranean of gametogenesis of the oyster *Ostrea stentina* (Payraudeau, 1826) in the Gulf of Hammamet, Cah. Biol. Mar. 52: 157-169.
- [24] Li, Q., Yang, L., Ke, Q. and Kong, L., 2011, Gametogenic cycle and biochemical composition of the clam *Mactra chinensis* (Mollusca: Bivalvia): Implications for Aquaculture and Wild Stock Management, Mar. Bio. Res. 7: 407-415.
- [25] Santos, S., Caroso, J.F.M.F., Carvalho, C., Luttikhuisen, P.C. and Veer., H.W., 2011, Seasonal variability in somatic and reproductive investment of the bivalve *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) along a latitudinal gradient. Est. Coast. Shelf. Sci. 92: 19-26.
- [26] Gabbott, P.A. and Bayne, B.L., 1973, Biochemical effects of temperature and nutritive stress on *Mytilus edulis* L, J. Mar. Biol. Ass. U.K. 53: 269-286.
- [27] Navarro, J.M. and Winter, J.E., 1982, Ingestion rate, assimilation efficiency and energy balance in *Mytilus chilensis* in relation to fresh weight and different algal concentration, Mar. Biol. 67: 255-266.
- [28] Kuang, S.H., Sun, H.L., Li, F. and Fang, J.G., 1996, Comparative feeding capacity of wild and cultured populations of Pacific Oyster *Crassostrea gigas*, Chin. Mar. Fish. Res. 27: 87-94.
- [29] Yang, H.S. and Zhang, T., 1998, The effect of temperature on respiration rate and ammonia excretion rate of Mexico scallop, Chin. J. Mar. Sci. 20: 91-95.
- [30] Wang, J., Jiang, Z.H. and Tang, Q.S., 2004, Study on physiological energetics of Farre's scallop *Chlamys farreri*. Chin. Mar. Fish. Res. 25: 46-54.
- [31] Heasman, M.P., O'Connor, W.A. and Frazer, A.W., 1996, Temperature and nutrition as factors in conditioning brood stock of the commercial scallop *Pecten fumatus* Reeve, Aquaculture 143: 75-90.

- [32] Pouvreau, S., Gangnery, A., Tiapari, J., Legarde, F., Garnier, M. and Bodo, A., 2000, Gametogenetic cycle and reproductive effort of the tropical blacklip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (Bivalvia: Pteriidae), cultivated in Takapoto atol (French Polynesia), Aquat. Living Resour. 13: 37-48.
- [33] Delgado, M. and Perez-Camacho, A., 2005, Histological study of the gonadal development of *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca: Bivalvia) and its relationship with available food, Sci. Mar. 69: 87-97.
- [34] Zhuang, S. and Liu, X., 2006, The influence of fresh weight and water temperature on metabolic rates and the energy budget of *Meretrix meretrix* Linnaeus, Mar. Biol. 150: 245-252.
- [35] Camacho, A.P., Delgado, M., Fernandez-Reiriz, M.J. and Labarta, U., 2003, Energy balance, gonad development and biochemical composition in the clam *Ruditapes decussates*, Mar. Ecol. Prog. Ser. 258: 133-145.
- [36] Perez-Camacho, A., Delgado, M., Fernandez-Reiriz, M.J. and Labarta, U., 2003, Energy balance, gonad development and biochemical composition in the clam *Ruditapes decussates*, Mar. Ecol. Prog. Ser. 258: 133-145.
- [37] Liu, W., Li, Q., Gao, F. and Kong, L., 2010, Effect of starvation on biochemical composition and gametogenesis in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*, Fish. Sci. 76: 737-745.
- [38] Serdar, S. and Lok, A., 2009, Gametogenic cycle and biochemical composition of the transplanted carpet shell clam *Tapes decussatus*, Linnaeus 1758 in Sufa (Homa) Lagoon, Izmir, Turkey, Aquaculture 293: 81-88.
- [39] Rybalkina, S.M., Maiorova, M.A., Anisimov, A.P. and Kravchenko, D.N., 2013, The Gametogenesis and sexual cycle of the bivalve *Corbicula japonica* prime (1864) in the Mouth of the Kievka River, Russ. J. Mar. Biol. 3: 253-264.
- [40] Deslous-Paoli, J.M. and Heral, M., 1988, Biochemical composition and energy value of *Crassostrea gigas* (Thunberg) cultured in the bay of Marennes-Oleron, Aquat. Living Resour. 1: 239-249.
- [41] Mathieu, M. and Lubet, P., 1993, Storage tissue metabolism and reproduction in marine bivalves—A brief review, Invertebr. Reprod. Dev. 23: 123-129.
- [42] Moyes, C.D., Moon, T.W. and Ballantyne, J.S., 1985, Glutamate catabolism in mitochondria from *Mya arenaria* mantle: Effects of pH on the role of glutamate dehydrogenase, J. Exp. Zool. 236: 293-301.

- [43] Marie, B., Genard, B., Rees, J.F. and Zal, F., 2006, Effect of ambient oxygen concentration on activities of enzymatic antioxidant defences and aerobic metabolism in the hydrothermal vent worm, *Paralvinella grasslei*, Mar. Biol. 150: 273-284.
- [44] Santovito, G., Piccinni, E., Cassini, A., Irato, P. and Albergoni, V. 2005, Antioxidant responses of the Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, to environmental variability of dissolved oxygen, Comp. Biochem. Physiol. C. 140: 321-329.
- [45] Batandier, C., Fontaine, E., Kerié, C. and Levert, X.M., 2002, Determination of mitochondrial reactive oxygen species: Methodological aspects, J. Cell. Mol. Med. 6: 175-187.
- [46] Michaelidis, B., Haas, D. and Grieshaber, M.K., 2005, Extracellular and intracellular acid-base status with regard to the energy metabolism in the oyster *Crassostrea gigas* during exposure to air, Physiol. Biochem. Zool. 78: 373-383.
- [47] Delaporte, M., Soudant, P., Moal, J., Giudicelli, E., Lambert, C., Segueineau, C. and Samain, J.F., 2006, Impact of 20:4n-6 supplementation on the fatty acid composition and hemocyte parameters of the Pacific oyster *Crassostrea gigas*, Lipids. 41: 567-576.