

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ค่าหักเหแสงของน้ำเลือดเพื่อจำแนกระยะการเจริญ
ของรังไข่ปูทะเลขาวหรือปูทองกลาง (*Scylla paramamosain*)
Feasibility study on using light refraction value of haemolymph for the classification of
ovarian developmental stages in mud crab
(*Scylla paramamosain*)

ชื่อนักศึกษา นางสาววรรณพร อุดมชาติ

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 11 เดือน ๖.๖. พ.ศ. ๕๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ค่าหักเหแสงของน้ำเลือดเพื่อจำแนกระยะการเจริญ
ของรังไข่ปูทะเลขาวหรือปูทองหลวง (*Scylla paramamosain*)

Feasibility study on using light refraction value of haemolymph for the classification of
ovarian developmental stages in mud crab
(*Scylla paramamosain*)



รพ.
ว 259ก
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99301
วันที่.....15/06/2547

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ค่าหักเหแสงของน้ำเลือดเพื่อจำแนกระยะการเจริญ
ของรังไข่ปูทะเลขาวหรือปูทองหลาง (*Scylla paramamosain*)

Feasibility study on using light refraction value of haemolymph for the classification of
ovarian developmental stages in mud crab
(*Scylla paramamosain*)

ปูทะเลเป็นทรัพยากรประมงที่มีคุณค่าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีรสชาติดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและต่างประเทศ ดังนั้นความต้องการปูทะเลจึงมีเพิ่มขึ้น การเพาะเลี้ยงจึงเป็นทางออกอีกทางหนึ่ง นิยมนำปูไผ่มาเลี้ยง ซึ่งพันธุ์ปูทะเลนี้ทั้งลูกพันธุ์และแม่พันธุ์ยังต้องจับจากธรรมชาติ ดังนั้นการจัดการแม่พันธุ์ปูทะเลที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาเป็นธุรกิจการเพาะฟักลูกปูทะเลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพาะเลี้ยงปูทะเลแบบครบวงจร หากสามารถจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ของแม่พันธุ์ปูทะเล เป็นประโยชน์ในการจัดการแม่พันธุ์เพื่อการเพาะฟัก การศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ค่าหักเหแสงของน้ำเลือด โดยการดูดเลือดของตัวอย่างแม่พันธุ์ปูทะเล แล้วนำไปวัดค่าการหักเหแสงของเลือด และบันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแม่พันธุ์ปูทะเล เพื่อใช้หาดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonad Somatic Index = GSI) และดัชนีความสมบูรณ์เพศทางสัณฐานวิทยา (Female maturity index = FMI) แล้วนำค่าการหักเหแสงของน้ำเลือดไปหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่ ผลการทดลองพบว่าค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะการเจริญของรังไข่อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ($R^2 = 0.6091$) ค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ($R^2 = 0.7026$) ระยะการเจริญของรังไข่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวก ($R^2 = 0.7796$) ระยะการเจริญของรังไข่มีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศทางสัณฐานวิทยา (FMI) อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.01$) โดยมีความสัมพันธ์เชิงลบ ($R^2 = 0.3344$) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเมื่อระยะการเจริญของรังไข่ที่มากขึ้นค่าการหักเหแสงของเลือดก็เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากค่าไวเทลโลเจนินที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะการพัฒนาของรังไข่ ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้คาดว่าน่าจะเป็นประโยชน์ในการทำฟาร์มเลี้ยงปูทะเลแบบครบวงจรให้มีคุณภาพในอนาคตต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยาม

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ดร. อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์ เป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำและเป็นทีปรีกษาในทุกๆ เรื่องมาโดยตลอด อาจารย์และพี่ๆเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่านที่ให้คำปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษนี้ให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี อ.สุรศักดิ์ อาอินของวันขอขอบพระคุณที่ให้ความเมตตาหลานคนนี้อย่างดีตลอดมา ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และ น้องๆ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกคนสำหรับความรัก ความห่วงใยที่มีให้กัน พี่น้องชาวชมศิลป์ทุกคนที่มอบกำไรชีวิตในมหาลัยให้กับข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัวของข้าพเจ้าที่รัก และอยู่เคียงข้างข้าพเจ้าเสมอมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลอง	21
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	30
ข้อเสนอแนะ	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงลักษณะ ขนาด และสี ของไข่ปูทะเลในระยะต่างๆ	9
2	แสดงการเลี้ยงปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองในระบบต่างๆ	17
3	แสดงส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงแม่พันธุ์	18
4	แสดงปริมาณไข่และคุณภาพลูกปูวัยอ่อนที่ได้จากแม่ปูที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด	18
5	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่า FMI ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	24
6	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่าการหักเหแสงของเลือด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	25
7	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	26
8	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI และค่า FMI กับค่าหักเหแสงของเลือดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01	27
9	แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการหักเหแสงของเลือดกับการเจริญของรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะที่ระดับนัยสำคัญ 0.05	28
ตารางผนวกที่		
1	แสดงค่าลักษณะพื้นฐานวิทยาของปูทะเลเพศเมีย จำนวน 21 ตัว	39
2	แสดงค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI), ค่าความสัมพันธ์ระหว่างของจับบั้งปล้องที่ 5 กับความกว้างระหว่างฐานคู่ที่ 5 (FMI), ค่าการหักเหแสง ของเลือด และระยะการเจริญของรังไข่ของปูทะเลเพศเมียจำนวน 21 ตัว	41
3	แสดงค่าพื้นฐานวิทยา และค่าหักเหแสงของเลือดปูทะเลเพศผู้จำนวน 5 ตัว	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 แสดงความแตกต่างของจับปิ้งปูทะเลเพศผู้ (<i>Scylla paramamosain</i>) และปูทะเลเพศเมีย (<i>Scylla paramamosain</i>)	3
2 แสดงความแตกต่างของลักษณะภายในของปูทะเลเพศผู้ (<i>Scylla paramamosain</i>) และปูทะเลเพศเมีย (<i>Scylla paramamosain</i>)	4
3 แสดงแหล่งที่อยู่อาศัยของปูทะเลในประเทศไทย	5
4 แสดงวงจรชีวิตของปูทะเล	7
5 แสดงการเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะต่างๆ	22
6 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าGSI กับค่าFMI	24
7 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าGSI กับค่าการหักเหแสงของเลือด	25
8 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าFMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด	26
9 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าGSI กับระยะการเจริญของรังไข่	27
10 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าFMI กับระยะการเจริญของรังไข่	28
11 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าการหักเหแสงของเลือด กับระยะการเจริญของรังไข่	29

คำนำ

ปูทะเลขาวหรือปูทองกลาง (*Scylla paramamosian*) มีชื่อสามัญว่า Mud Crab เป็นทรัพยากรประมงที่มีคุณค่าและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เนื่องจากมีรสชาติดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งชาวไทยและต่างประเทศ และสามารถส่งออกเป็นสินค้าสัตว์น้ำไปขายยังต่างประเทศได้ เช่น ฮองกง สิงคโปร์ มาเลเซีย และสหรัฐอเมริกา (Heasman, 1985) ปัจจุบันปูทะเลนับเป็นสินค้าที่มีราคาสูงและค่อนข้างหารับประทานได้ยาก ดังนั้นความต้องการปูทะเลจึงมีเพิ่มขึ้น สำหรับการเลี้ยงปูทะเลมีหลายประเภท เช่น การเลี้ยงปูขุน การเลี้ยงปูโพรกให้เป็นปูแน่น การเลี้ยงปูไซ และ การเลี้ยงปูนิ่ม ซึ่งเกษตรกรรายฝั่งทะเลนิยมนำปูโพรกมาเลี้ยงขุนเป็นปูเนื้อและปูไซ พันธุ์ปูทะเลเกษตรกรสามารถหาได้จากธรรมชาติ เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปูมากกว่าหลายประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งในประเทศไทยนั้นพบได้ทั่วไปในบริเวณบริเวณป่าชายเลน หรือแหล่งน้ำกร่อยต่างๆ ปัจจุบันทรัพยากรปูทะเลของไทยลดน้อยลงอย่างมากจนต้องมีการนำเข้าจากประเทศเพื่อนบ้าน ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการจับปูทะเลมากเกินไปกำลังผลิตทดแทนธรรมชาติ การทำลายแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของปูทะเล และการขยายตัวของสังคมเมืองก่อให้เกิดมลภาวะแก่แหล่งน้ำ จึงได้มีการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ปูทะเล เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลี้ยงปูทะเลแบบยั่งยืนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง แต่ขั้นตอนการศึกษาชีววิทยาการสืบพันธุ์ปูทะเลจะต้องทำการเปิดกระดองปูเพื่อศึกษาการเจริญของรังไข่ ทำให้ต้องสูญเสียปูทะเล

ดังนั้น ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาในเรื่องการเจริญของรังไข่ปูทะเล โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบระยะการเจริญของรังไข่จากค่าหักเหแสงของเลือดปูทะเลเพศเมีย ซึ่งผลการศึกษาในครั้งนี้ผู้เลี้ยงปูทะเลสามารถนำไปใช้ในธุรกิจการเพาะฟักลูกปูทะเลได้ เนื่องจากใช้อุปกรณ์ไม่มาก และประหยัดเวลา ทำให้สามารถทราบว่ารังไข่ปูทะเลเจริญพันธุ์อยู่ระยะใด เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการเพาะเลี้ยงปูทะเลในแต่ละระยะการเจริญพันธุ์ เพื่อให้ได้แม่พันธุ์ปูทะเลที่มีคุณภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการจำแนกระยะการเจริญรังไข่ของปูทะเล (*Scylla paramamosian*) โดยใช้ค่าหักเหแสงของเลือดปูทะเลเพศเมีย
2. เพื่อศึกษาลักษณะภายนอกของปูทะเล (*Scylla paramamosian*) ในแต่ละระยะการเจริญของรังไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

1. อนุกรมวิธานของปูทะเล

ปูทะเลในโลก แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามหลักอนุกรมวิธานของ Keenan et al. (1998) ได้แก่ *Scylla serrata*, ปูเขียว (*S. transquebarica*), ปูขาว หรือปูทองเหลือง (*S. paramamosain*) และปูดำ หรือปูแดง (*S. olivacea*) ปูทะเลชนิดที่พบมากในไทย ได้แก่ ปูดำ (*S. olivacea*) พบมากที่สุด ทั้งฝั่งอ่าวไทย และอันดามัน และปูขาว (*S. paramamosain*) พบมากทางฝั่งอ่าวไทย

Barnes (1968) ได้จำแนกปูทะเลทางอนุกรมวิธานไว้ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Superorder Eucarida

Order Decapoda

Suborder Reptantia

Section Brachyura

Subsection Brachygnatha

Superfamily Brachyrhyncha

Family Portunidae

Subfamily Portuninae

Genus *Scylla*

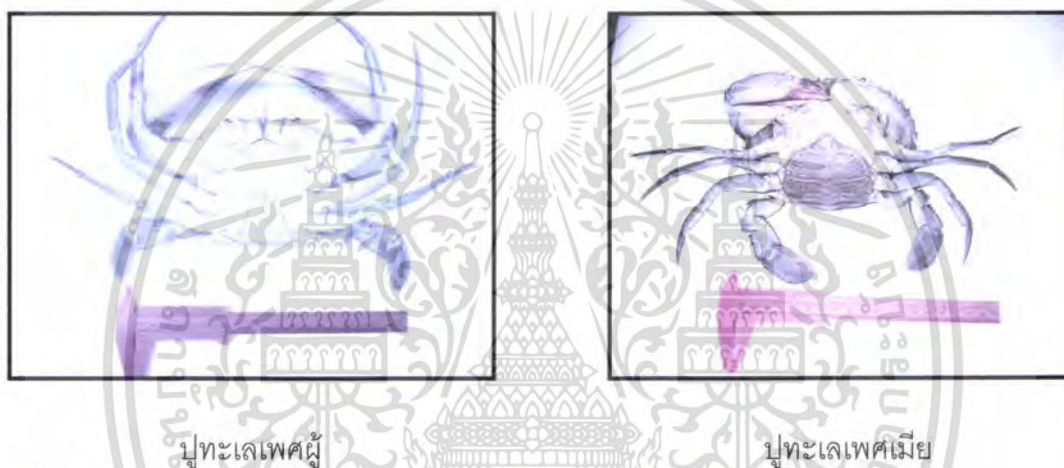
Species *serrata*, *olivacea*, *paramamosain*,
transquebarica

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปูทะเล

ปูทะเลมีส่วนประกอบ ของโครงสร้างลำตัว คือ มีส่วนหัวกับอกรวมกันเรียกว่า Cephalothorax ส่วนนี้จะมีกระดองห่อหุ้มไว้ ลักษณะภายนอกที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนคือ ลำตัวของปู ได้วิวัฒนาการโดยเปลี่ยนแปลงไปเป็นแผ่นบาง ๆ เรียกว่า "จับปิ้ง" พบอยู่ใต้กระดอง จับปิ้งเป็นอวัยวะที่ใช้เป็นที่อุ้มพุงไข่ของแม่ปู (ในระยะที่มีไข่นอกกระดอง) นอกจากนี้ยังเป็นอวัยวะที่ใช้แยกเพศได้อีกด้วย กล่าวคือ ในเพศเมียจับปิ้งจะมีลักษณะกว้างปลายมนกลมกว่าเพศผู้ ซึ่งมีรูปเรียวยาวและแคบ กระดองของปูทะเลมีลักษณะเป็นรูปไข่และมีหนามเรียงจากตาไปทางด้านซ้าย-ขวาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระดองด้านละ 9 อัน ตาของปูทะเลเป็นตาขม เป็นตาเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก มีความรู้สึกไวต่อสิ่งเคลื่อนไหวอยู่รอบตัวและยังมีก้านตาช่วยในการชูลูกตาออกมาภายนอกบ้าง และหดกลับเข้าไปได้ ทำให้มันมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างดียิ่งขึ้น ปูทะเลมีขา 5 คู่ ขาคู่แรก อยู่หน้าสุดมีขนาดใหญ่มากเป็นพิเศษเรียกว่า "ก้ามปู" ปลายก้ามปูแยกออกเป็น 2 ง่ามมีลักษณะ คล้ายคีม ใช้จับเหยื่อกินและป้องกันตัว ปลายสุดของขาคู่ที่ 2-4 มีลักษณะแหลมเรียกว่า "ขาเดิน" เพราะทำหน้าที่ในการเดินเคลื่อนที่ ส่วนขาคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นคู่สุดท้ายเรียกว่า "ขาว่ายน้ำ" ตอนปลายสุดของขาคู่นี้มีลักษณะแบนคล้ายใบพาย ซึ่งธรรมชาติสร้างมาเพื่อความสะดวกในการว่ายน้ำ ลักษณะความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาาระหว่างปูทะเลเพศผู้ (*Scylla paramamosain*) และปูทะเลเพศเมีย (*Scylla paramamosain*) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงความแตกต่างของจับบั้งปูทะเลเพศผู้ (*Scylla paramamosain*) และปูทะเลเพศเมีย (*Scylla paramamosain*)

3. ลักษณะภายในของปูทะเล

เมื่อเปิดกระดองปูทะเลออกจะเห็นว่าที่ด้านในของกระดองมีเยื่อบางๆ กรออยู่ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของกระดอง จะมีช่องว่างเป็นโพรงซึ่งจะเก็บความชื้นได้ดีในบางฤดูช่องว่างนี้จะเป็นที่เก็บสะสมของอาหารจำพวก Fat glycogen และธาตุจำพวกหินปูน ในปูเพศเมียช่วงฤดูสืบพันธุ์ ช่องว่างดังกล่าวจะเป็นที่เก็บไข่ (egg mass) ที่สร้างขึ้น ที่ลำตัวปูภายในจะเห็นอวัยวะส่วนหนึ่งได้ชัดเจนคือเหงือก (gill) อยู่ 2 ข้างของลำตัวมีลักษณะคล้ายขนนก ซึ่งทำหน้าที่ช่วยหายใจ นอกจากนี้จะเห็นโครงร่างค่อนข้างแข็งแรงทรกอยู่ทั่วไปเพื่อเป็นที่ยึดของกล้ามเนื้อในลำตัวปูจะมีอวัยวะของระบบต่างๆ ได้แก่ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบขับถ่ายและระบบสืบพันธุ์ (มาโนช และ บุญส่ง ,2530) ปูทะเลเป็นที่หายใจด้วยเหงือกโดยเมื่อกระแสน้ำผ่านเข้ารู ซึ่งมีช่องเปิดอยู่ระหว่างโคนขาที่กระดอง กระแสน้ำจะพัดผ่านเหงือกและจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปออกทางช่องเปิดซึ่งอยู่ที่ฐานของหนวดในระหว่างน้ำผ่านเหงือกออกซิเจนจะถูกขับไปกับเลือด โดยเลือดปูทะเลมีสาร Haemocyanin ซึ่งเป็นสารประกอบของธาตุทองแดง และโปรตีนเมื่อรวมกับ ออกซิเจนทำให้เลือดมีสีน้ำเงินอ่อนๆ ในการรับออกซิเจนนั้นธาตุทองแดง 2 อะตอม จะรับ ออกซิเจน 2 โมเลกุล (Green, 1961) ธาตุทองแดงจะเป็นตัวรับออกซิเจนโดยจะเปลี่ยน สารประกอบ Cuprous ให้เป็น Cupric และในขณะเดียวกันที่เลือดรับออกซิเจน จะมีก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนถูกขับออกที่เหงือกแต่บางส่วนจะรวมกับธาตุแคลเซียมกลายเป็น แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการสร้างโครงร่างของร่างกายปูทะเล (Waterman, 1960) ลักษณะความแตกต่างของลักษณะภายในระหว่างปูทะเลเพศผู้ (*Scylla paramamosain*) และปูทะเลเพศเมีย (*Scylla paramamosain*) ดังแสดงในภาพที่ 2



ปูทะเลเพศผู้

ปูทะเลเพศเมีย

ภาพที่ 2 แสดงความแตกต่างของลักษณะภายในของปูทะเลเพศผู้ (*Scylla paramamosain*) และปูทะเลเพศเมีย (*Scylla paramamosain*)

4. แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของปูทะเลในประเทศไทย

ปูทะเล มีชื่อสามัญที่แตกต่างกันไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ปูทะเล ปูดำ ปูขาว ปูทองเหลือง ปูทองแดง เป็นต้น และถึงแม้ว่าจะมีลักษณะภายนอก และพฤติกรรมบางอย่างที่สังเกตเห็นว่าแตกต่างกัน เช่น ปูขาว และปูดำ นั้นมีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือสีลำตัว โดยที่ปูดำ จะมีสีเข้มค่อนข้างคล้ำ มีนิสัยดุร้ายกว่าปูขาว ซึ่งมีสีเขียวย้ำมาจาง ๆ และดุร้ายน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม พบว่าแตกต่างกัน เช่น ปูขาว และปูดำ นั้นมีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือสีลำตัว โดยที่ปูดำ จะมีสีเข้มค่อนข้างคล้ำ มีนิสัยดุร้ายกว่าปูขาว ซึ่งมีสีเขียวย้ำมาจาง ๆ และดุร้ายน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม ลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าวนั้นอาจจะเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน และเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการที่สนับสนุนว่าลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าว นั้น แสดงชนิด (Species) ที่แตกต่างกัน ดังนั้นปูทะเลที่พบในประเทศไทย จัดอยู่ในชนิด *Scylla*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

serrata Forskal ปูทะเลพบกระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อย ป่าชายเลน และปากแม่น้ำที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยชูดรูอยู่ตามใต้รากไม้หรือเนินดินบริเวณชายฝั่งทะเลทั้งฝ่ายอ่าวไทยและอันดามัน (ภาพที่ 3) โดยเฉพาะที่ชุกชุมในบริเวณที่เป็นหาดโคลน หรือเลนที่มีป่าแสม และโกงกาง ตั้งแต่อ่าวไทยฝั่งตะวันออก อันได้แก่ จังหวัดจันทบุรี ระยอง ตราด ชลบุรี บริเวณอ่าวไทยตอนใน ได้แก่ สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และอ่าวไทยฝั่งตะวันตกมีชุกชุมที่จังหวัดชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา ตรัง ส่วนที่ฝั่งอันดามันมีชุกชุมที่จังหวัด ระนอง กระบี่ พังงา และสตูล เป็นต้น (อนวัช, 2542)



ภาพที่ 3 แสดงแหล่งที่อยู่อาศัยของปูทะเลในประเทศไทย

ที่มา : อนวัช บุญญภักดี (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. อาหารและลักษณะการกินอาหารของปูทะเล

ปูทะเลเป็นสัตว์ออกหากินในเวลากลางวันโดยจะออกจากที่หลบซ่อน หลังจากดวงอาทิตย์ตกไปแล้วประมาณ 1 ชั่วโมง และเข้าที่หลบซ่อนก่อนหน้าดวงอาทิตย์ขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือหลังจากนั้นประมาณ 30 นาที ดังนั้น แสงและอาหารจึงมีอิทธิพลต่อการปรากฏตัวของปูทะเลที่หลบซ่อน สำหรับอาหารที่ตรวจพบในกระเพาะอาหารของปูทะเล ได้แก่ หอยฝาเดียว หอยสองฝา กุ้ง ปู ปลา และเศษพืช ซึ่งปูจะชอบกินปูด้วยกันเองมากที่สุด ปกติแล้วปูทะเลจะไม่กินอาหารที่มีการเคลื่อนไหวหรือสามารถหลบหลีกได้ดี เช่น ปลาและกุ้ง เมื่อปูทะเลกินอาหารพบว่าอวัยวะสำคัญที่ใช้ในการดักจับเหยื่อ และตรวจสอบวัสดุต่างๆว่าเป็นอาหารหรือไม่ คือส่วนปล้องของขาเดิน อาหารจะถูกส่งเข้าไปในปากผ่านไปถึงกระเพาะ แล้วออกสู่ลำไส้ใหญ่ซึ่งทอดผ่านจับปิ้งในที่สุดกากอาหารจะถูกถ่ายออกมาทางปล้องปลายสุดของจับปิ้ง การเลือกแหล่งหากินของปูทะเลนั้น ปูแต่ละวัยหากินในอาณาบริเวณที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ปูวัยอ่อน (Juvenile ขนาด 20-99 มิลลิเมตร) เป็นกลุ่มที่หากินในบริเวณ ป่าชายเลนและอาศัยอยู่ในบริเวณนี้ขณะที่น้ำทะเลได้ลดลงแล้ว ปูวัยรุ่น (Subadult ขนาด 100-140 มิลลิเมตร) เป็นพวกตามการขึ้นของน้ำเข้ามาหากินในบริเวณป่าชายเลนและกลับลงสู่ทะเลไปพร้อม ๆ กับน้ำทะเล และปูโตเต็มวัย (Adult ขนาดตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรขึ้นไป) มีการแพร่กระจายเข้ามาหากินพร้อมกับระดับน้ำที่สูงขึ้นเช่นกัน แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับลึกกว่าแนวน้ำลงต่ำสุด (ชาญยุทธ, 2539)

6. วงจรชีวิตของปูทะเล

ปูทะเลเป็นสัตว์น้ำกร่อยประเภทหนึ่งที่มีการอพยพย้ายถิ่น เพื่อการแพร่พันธุ์ โดยปูเพศเมียจะอพยพจากแหล่งหากินในบริเวณเขตน้ำกร่อยออกไปวางไข่ในทะเล ซึ่งจากการอพยพนี้ จะมีขึ้นภายหลังจากที่ได้ผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว และในขณะที่กำลังเดินทางสู่ทะเล ปูบางตัวอาจจะปล่อยไข่ออกมาไว้ที่ส่วนท้องแล้วก็ได้ ชูชาติ, 2528 ได้อ้างถึงการศึกษาคี Hill ในปี ค.ศ. 1975 และ 1983 จึงกล่าวว่า ลูกปูวัยอ่อนมีอยู่ 2 ระยะได้แก่ ระยะ Zoea 1-5 และ Megalopa 1 ระยะ ในระยะ Zoea เป็นระยะที่ระยางค์ว่ายน้ำยังไม่อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้ จึงล่องลอยหากินไปตามกระแสน้ำ เมื่อเข้าระยะ Megalopa จะมีการว่ายน้ำสลับกับการหยุดเกาะอยู่กับที่เป็นครั้งคราว ซึ่งถือได้ว่าระยะนี้เริ่มมีการแพร่กระจายเข้ามาหากินในบริเวณน้ำกร่อย เมื่อลูกปูปลอกคราบจากรยะ Megalopa เป็นตัวปูที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ จะต้องเที่ยวหากินอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยได้อย่างอิสระ หลังจากนั้นปูเพศเมียที่สมบูรณ์เพศและผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว จะอพยพออกไปวางไข่เช่นเดียวกับแม่ของมัน เป็นวัฏจักรเช่นนี้สืบไป (Heasman, 1985) ดังแสดงในภาพที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 วงจรชีวิตของปูทะเล
ที่มา : ดัดแปลงจาก Heasman (1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การผสมพันธุ์

การผสมพันธุ์ของปูทะเลเป็นการผสมภายใน (internal fertilization) ปูเพศเมียจะเริ่มผสมพันธุ์เมื่อมีความสมบูรณ์เพศในขั้นที่ 3 หรืออยู่ในช่วงสุดท้ายของความสมบูรณ์เพศขั้นที่ 2 เมื่อลอกคราบแล้วก็เป็นปูที่มีความสมบูรณ์เพศขั้นที่ 3 ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ปูเพศเมียจะมีพฤติกรรมก้าวร้าว ดู และจะปล่อยฮอร์โมนเพศ (pheromone) ออกมาเพื่อกระตุ้นให้ปูเพศผู้สนใจ การช่วยของปูเพศเมียทำให้ปูเพศผู้มีปฏิกิริยาตอบสนองโดยแสดงอาการปกป้องตัวเองและไล่ตามปูเพศเมียเป็นระยะๆ เมื่อได้จังหวะปูเพศผู้จะขึ้นคร่อมและใช้ปลายขาเดินคู่ที่ 2-4 (pereopods) พยุงปูเพศเมียไว้ข้างล่างโดยปูเพศเมียไม่ขัดขวางการจับคู่ในลักษณะนี้จะทำติดต่อกันประมาณ 3-4 วันจนกระทั่งปูเพศเมียลอกคราบในระหว่างที่ปูเพศเมียลอกคราบ ปูเพศผู้จะช่วยพ่นน้ำและป้องกันศัตรูให้ปูเพศเมียขณะที่ปูเพศเมียกระดองยังนิ่มปูเพศเมีย เพื่อสอดอวัยวะสืบพันธุ์ (gonopod) คู่ยาวซึ่งมีลักษณะเรียวยาวแหลม เล็ก เข้าไปในรูเปิดของปูเพศเมีย (gonopore) ซึ่งมีสองรูได้จับปิ้ง ตรงบริเวณโคนขาเดินคู่ที่สาม ส่วนคู่สั้นที่มีหนามที่โคนจะทำหน้าที่ยึดให้หน้าท้องของปูเพศผู้ติดกับหน้าท้องของปูเพศเมีย เพื่อช่วยให้การผสมพันธุ์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ช่วงนี้ปูเพศผู้จะใช้ขาช่วยพยุงตัวเองไว้เพื่อไม่ให้ปูเพศเมียที่ตัวนิ่มเป็นอันตราย เมื่อได้จังหวะปูเพศผู้ก็จะปล่อยถุงน้ำเชื้อ (spermatophore) ไปเก็บไว้ใน receptacle ซึ่งอยู่ตอนปลายสุดของรูเปิดของปูเพศเมีย ขั้นตอนการผสมพันธุ์ช่วงนี้จะใช้เวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง น้ำเชื้อในถุงน้ำเชื้อในปูเพศเมียนี้อาจมีชีวิตได้ประมาณ 3-4 เดือน (Fielder and Heasman, 1978; บุญช่วย เชาวน์ทวี, 2516; ลือชัย ดรณชู, 2529; สุรชาติ ฉวีภักดี และคณะ, 2538)

ปูเพศเมียเมื่อได้รับน้ำเชื้อจากปูเพศผู้เรียบร้อยแล้วจะกลับตัวอยู่ในท่าปกติจากนั้นปูเพศผู้จะเกาะหลังปูเพศเมียอีกประมาณ 2-3 วันจนกระทั่งกระดองของปูเพศเมียแข็งปูเพศผู้ถึงจะแยกตัวออก ปูเพศเมียหลังจากได้รับน้ำเชื้อจากปูเพศผู้แล้วจะไม่ลอกคราบอีก จนกว่าไข่จะฟักเป็นตัว ชาวประมงจะเรียกปูเพศเมียที่ได้รับน้ำเชื้อตัวผู้แล้วว่า ปูแม่หม้ายหรือปูแม่กระแซง ปูดำหรือปูแดงนั้น บางโอกาสจะผสมพันธุ์ในรู โดยปูเพศเมียจะตระเวนหาหูกที่มีปูเพศผู้อาศัยอยู่เพื่อจับคู่ผสมพันธุ์ (Fielder and Heasman, 1978; สันต์ บัณชุกุล และคณะ, 2499) เชื่อกันว่าเมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ ก่อนลอกคราบปูเพศเมียจะผลิต Pheromone ที่ช่วยกระตุ้นปูเพศผู้ให้เข้าใกล้ (Carlisle and Knowles, 1959)

8. การเจริญของรังไข่

เมื่อปูเพศเมียได้รับน้ำเชื้อจากปูเพศผู้แล้ว ไข่จะเริ่มเจริญเป็นระยะๆ การเจริญของไข่นูทะเลแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ (Shanugam and Bensam, 1980; สุรชาติ จวีภักดิ์ และคณะ, 2538) ระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาไข่จากระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 4 สำหรับปูดำใช้เวลาประมาณ 55 วัน ส่วนปูขาวที่ความเค็ม 15-28 ส่วนในพัน อุณหภูมิระหว่าง 28.5-36.0 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาประมาณ 40-47 วัน (รัชฎา แดงวัฒนกุล และสำราญ ชุมวรฐายี, 2540; สุรชาติ จวีภักดิ์ และสินธุ์วัฒน์ สุทธิอาจ, 2539) รังไข่แต่ละระยะจะมีลักษณะ ขนาด และสีต่างกัน

ตารางที่ 1 ลักษณะ ขนาด และสี ของไข่นูทะเลในระยะเวลาต่างๆ

ระยะ	ลักษณะ	ขนาดและสี
ระยะที่ 1	เป็นเส้นยาวแบน 2 เส้นแทรกตัวอยู่ในช่องว่างภายในลำตัว ตามขอบกระดองด้านหน้า บน digestive gland	ขนาดเล็กมากประมาณ 1-2% ของช่องว่างภายในลำตัว สีขาว โปร่งใส
ระยะที่ 2	เส้นแบนขอบมีรอยหยักแทรกตัวติดอยู่กับ sterno carapace บน digestive gland	ขนาดขยายใหญ่ขึ้น ประมาณ 10-20% ของช่องว่างภายในลำตัว สีครีม สีขาวนม
ระยะที่ 3	รังไข่เริ่มขยายตัว ขดไปมาตามลักษณะของช่องว่างภายในลำตัว ไข่ยังไม่แยกเป็นเม็ดเห็นชัดเจน	ขนาดขยายประมาณ 20-75% ของช่องว่างภายในลำตัว สีส้มเหลือง เหลืองอ่อน หรือส้ม
ระยะที่ 4	ไข่สมบูรณ์เต็มที่ อัดแน่นในช่องว่างภายในลำตัว ผิวมันวาว มองจากด้านบนรูปร่างคล้ายสมอเรือ ไข่แยกเป็นเม็ด เห็นอย่างชัดเจน	ขยายเต็มช่องว่างภายในลำตัว ถ้าเป็นปูดำไข่นี้อาจมีสีส้มเหลืองถึงส้มแดง ถ้าเป็นปูขาวรังไข่จะมีสีเหลืองอ่อน

ระยะที่ 1 (Under developed stage) : รังไข่ยังไม่พัฒนา มีลักษณะเป็นเส้นยาวแบน 2 เส้นแทรกอยู่ในช่องว่างภายในลำตัว ตามขอบกระดองด้านหน้าบน digestive gland ระยะนี้รังไข่มีขนาด 1/6 ของช่องว่างภายในลำตัว สีขาว โปร่งใส

ระยะที่ 2 (Early development stage) : รังไข่ขยายใหญ่ขึ้นประมาณร้อยละ 10-20 ของช่องว่างภายในลำตัว มีรอยหยักแทรกตัวติดอยู่กับ sterno carapace บน digestive gland สีครีม หรือ เหลืองอ่อน หรือชมพู

ระยะที่ 3 (Nearly ripe stage) : รังไข่เริ่มขยายตัว ขดไปตามลักษณะของช่องว่างภายในลำตัว ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 20-75 ของช่องว่างภายในลำตัว

ระยะที่ 4 (Ripe stage) : รังไข่สมบูรณ์เต็มที่ แน่นเต็มช่องว่างภายในลำตัวมีมันวาว มองจากด้านบนรูปร่างคล้ายสมอเรือ ไข่แยกเป็นเม็ด ถ้าเป็นปูดำไข่ในระยะนี้จะมีสีส้มเหลืองถึงส้มแดง ถ้าเป็นปูขาวรังไข่จะมีสีเหลืองอ่อน ไข่เมื่อพัฒนาเต็มที่แล้วจะถูกส่งไปตามท่อส่งไข่ (oviducts) เมื่อผสมกับน้ำเชื้อเพศผู้แล้ว จะถูกส่งออกมาทางรูเปิดที่บริเวณหน้าอก ระยะนี้ที่ 2-5 จะสร้างสารเหนียวออกมายึดไข่ไว้ในกระดองจะหุดเหลือประมาณร้อยละ 10-20 ของช่องว่างภายในลำตัว ไข่สีเหลืองอ่อนถึงส้มอ่อน ผิวของไข่เหี่ยวขรุขระ ไม่เป็นมันวาว มองเห็นเป็นเม็ดกระจายประปราย ปูทะเลที่มีไข่ติดอยู่ที่จับปิ้งนี้เรียกว่าปูไข่นอกกระดอง

การเจริญของรังไข่ของปูนั้นอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนสองชนิด คือ ฮอริโมนควบคุมการเจริญของรังไข่ (Gonad inhibiting hormone = GIH) และฮอริโมนกระตุ้นให้ไข่พัฒนา (Gonad stimulating hormone = GSH) ฮอริโมน GIH เป็นฮอริโมนที่ประสาทส่วนกลาง (Neurosecretory cell) เป็นผู้ผลิตและจะส่งเข้าระบบเลือดโดยผ่านทางเอกซอร์แกน (X-organ) และไซนัสแกนด์ (sinus glands) ที่อยู่ที่ก้านตาประมาณหนึ่งในสามนับจากลูกตาดำไปทางก้านตา ส่วนฮอริโมน GSH นั้นวายออร์แกน (Y-organ) เป็นผู้ผลิตและจะเริ่มผลิตก็ต่อเมื่อระดับฮอริโมน GIH ในเลือดต่ำกว่าฮอริโมน GSH ซึ่งสัมพันธ์กับระยะลอกคราบของปูก่อนลอกคราบ (Proecdysis stage) หรือในระยะที่ปูเปลือกแข็งปลายๆ (intermolt stage D-3) ระดับของฮอริโมน GIH ในเลือดปูจะเริ่มลดน้อยลง วาย-ออร์แกนจะถูกกระตุ้นให้ผลิต GSH เข้าในระบบเลือดเพื่อพัฒนารังไข่ (สุรชาติ และคณะ, 2538)

9. ไวเทลโลเจนีซิส (Vitellogenesis)

vitellogenesis คือ กระบวนการสร้างและสะสมไข่แดง ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่สำคัญที่เกิดขึ้นในระหว่างการเจริญของไข่ทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ส่วนใหญ่ไข่แดงประกอบด้วย น้ำ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและสารอาหารอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญของเอมบริโอ ส่วนประกอบของไข่แดงจะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด โปรตีนหลักที่สะสมในระหว่างกระบวนการสะสมไข่แดงของไข่ที่กำลังเจริญ คือ ไวเทลโลเจนิน ไวเทลโลเจนินจะถูกสร้างและปล่อยออกจากตับเข้าสู่กระแสเลือดแล้วไหลเวียนไปจนถึงรังไข่เข้าสู่เซลล์ไข่ ซึ่งจะมีตัวรับไวเทลโลเจนิน ดังนั้นในระยะนี้ไข่จึงมีการเจริญเติบโต โดยจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากปริมาณ ไวเทลโลเจนินที่เก็บสะสมไว้เพิ่มมากขึ้น ทำให้รังไข่มีการเจริญเติบโตมีขนาดและน้ำหนักเพิ่มขึ้น (Mc Collum *et al.*, 1986) ไวเทลโลเจนินเคยมีชื่ออย่างหนึ่งว่า "โปรตีนเฉพาะเพศเมีย" (female specific protein, FSP) (Frentz 1960 ใน Meusy and Payen 1988

ข้างโดย เรณู, 2533ว; ศิวาพร และคณะ, 2537) เนื่องจากไม่พบว่ามีโปรตีนชนิดนี้ในเลือดของเพศผู้ (เรณู, 2533; ศิวาพร และคณะ, 2537) ไวเทลโลเจนินเป็นโปรตีนที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักโมเลกุลสูงประกอบด้วยโปรตีนหน่วยย่อย (subunit) จำนวนตั้งแต่ 2-11 หน่วยย่อย ซึ่งแต่ละหน่วยย่อย จะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงประกอบด้วยโปรตีนหน่วยย่อย 40-200 กิโลดาลตัน ไวเทลโลเจนินของสัตว์กลุ่มครัสเตเชีย เป็นโปรตีนอยู่ในรูปของ lipo-glyco-caroteno-protein ซึ่งไวเทลโลเจนินเป็นสารตั้งต้นของการสร้างไวเทลลิน การสังเคราะห์ไวเทลโล-เจนินและไวเทลลินในสัตว์กลุ่มครัสเตเชียอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนหลายกลุ่มด้วยกัน เช่น ฮอร์โมนกระตุ้นพัฒนาการหรือการสะสมไข่แดงของรังไข่ (gonad or vitellogenesis stimulating hormone, GSH or VSH) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่พบในสารสกัดจากสมองและปมประสาทส่วนอกของกุ้ง *Paratya compressa* และกุ้ง crayfish *Procambarus clarkit* เป็นต้น สารสกัดเหล่านี้สามารถกระตุ้นการเจริญของรังไข่และการสะสมไข่แดงของรังไข่ (Gonad or Vitellogenesis Inhibiting Hormone, GIH or VIH) ซึ่งพบบริเวณก้านตา เป็นฮอร์โมนยับยั้งการเจริญของรังไข่ และการสะสมไข่แดง ฮอร์โมนนี้สร้างจาก X-organ หรือ Sinus gland ในก้านตา (ศิวาพร และคณะ, 2539) โดยทั่วไปการเจริญของรังไข่มีความสอดคล้องกับปริมาณไวเทลเจนิน เมื่อค่าดัชนีรังไข่ (ovarian index) เพิ่มขึ้นระดับไวเทลโลเจนินก็สูงเช่นกัน (ศิวาพร และคณะ, 2539; เจนจิตต์, 2540)

การหาดัชนีอวัยวะสืบพันธุ์หรือดัชนีรังไข่ (gonadosomatic index หรือ GSI) มักนิยมหาทุกๆ ครั้งที่มีการศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตและฤดูกาลสืบพันธุ์ของสัตว์ชนิดต่างๆ ปริมาณการไหลเวียนของไวเทลโลเจนินจะแปรผันในแต่ละระยะการเจริญของรังไข่ (Yashiro, 1989) รูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณไวเทลโลเจนินจะแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสัตว์ (เจนจิตต์, 2540) การเปลี่ยนแปลงปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดกุ้งจะสูงในช่วงต้น (ระยะที่ 1-3) และค่อยๆ ต่ำลงในระยะที่ 4 ซึ่งจะมีการนำเอาไวเทลโลเจนินไปสะสมในโอโอไซต์ จึงทำให้ปริมาณไวเทลโลเจนินค่อยๆ ลดต่ำลงมา (เรณู, 2533; ศิวาพร และคณะ, 2537; Lee and chang, 1997) ระดับไวเทลโลเจนินในเลือดน่าจะเป็นดัชนีที่ดีสำหรับแสดงการเจริญของรังไข่ได้ และดีกว่าการสังเกตการเพิ่มขนาด และการเปลี่ยนแปลงสีของรังไข่ (ศิวาพร และคณะ, 2537)

พีรพงษ์ (2541) ได้ติดตามการเจริญพันธุ์ของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปูทะเลในรอบปีแต่ในการศึกษาต้องทำการเปิดกระดองปูเพื่อศึกษาลักษณะภายในโดยใช้วิธีทางเนื้อเยื่อวิทยา ดังนั้นการติดตามการเจริญพันธุ์ของปูทะเลโดยเปรียบเทียบระดับไวเทลโลเจนินในเลือดของปูทะเลที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะต่างๆ โดยใช้ monoclonal antibody ที่ผลิตต่อไวเทลลินของปูทะเล จึงน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้สามารถติดตาม การเจริญพันธุ์ของปูทะเลโดยไม่ต้องเปิดกระดอง การใช้วิธีการดังกล่าวน่าจะติดตามการเจริญพันธุ์ของปูทะเลเพศเมียได้ดีกว่าการสังเกตสีและขนาดของรังไข่ และยังทำให้สามารถรู้ว่าปูทะเลเจริญพันธุ์ถึงระยะใด

เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการจัดการเพาะเลี้ยง เช่น การให้อาหารปูทะเลในแต่ละระยะการเจริญพันธุ์ เพื่อให้ได้แม่พันธุ์ปูทะเลที่มีคุณภาพ

10. การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดกับการเจริญของรังไข่ในครัสเตเชีย

ศิวาพร ลงยันต์ และคณะ (2537) ได้ประเมินความแน่นอนของวิธี competitive ELISA ในการวัดปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือด โดยสุ่มตัวอย่างเลือดกึ่งตะกาด *Metapenaeus affinis* มาตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนินด้วยวิธี competitive ELISA โดยใช้แอนติซีรัมที่จำเพาะต่อไวเทลลินหรือแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อไวเทลโลเจนิน ซึ่งทำในภาค ELISA ที่ต่างกันในเวลาต่างๆ กัน พบว่าปริมาณไวเทลโลเจนินที่ตรวจวัดได้ในแต่ละครั้งจะมีค่าใกล้เคียงกัน ในแต่ละตัวอย่างเลือดที่ใช้ ถึงแม้ว่าจะใช้แอนติซีรัมทั้ง 2 ชนิดมีความแน่นอนมากพอสมควร หลังจากนั้นได้ศึกษาระดับไวเทลโลเจนินในเลือดกับการเจริญของรังไข่ของกึ่งตะกาด *Metapenaeus affinis* ด้วยวิธี competitive ELISA พบว่าไวเทลโลเจนินมีปริมาณต่ำในกึ่งที่รังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 1 (0.193 ± 0.167 mg/ml) แต่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในระยะที่ 2-3 (2.343 ± 0.906 ถึง 2.673 ± 0.951 mg/ml) และในระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะก่อนวางไข่ระดับไวเทลโลเจนินจะลดลง (0.708 ± 0.508 mg/ml) และผลจากการฉีดสารสกัดจากก้านตาให้กึ่งที่ถูกตัดตาทั้งสองข้างจะชักนำไปให้ระดับไวเทลโลเจนินในเลือดเพิ่มสูงขึ้น และค่อย ๆ ลดลงด้วยอัตราเร็วต่างๆ กันจนถึงระดับต้นภายใน 24 ชั่วโมง

Byard และ Ailen (1984) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการลอกคราบ วงจรการสืบพันธุ์และระดับไวเทลโลเจนินในเลือดของกึ่งลอกบสเตอร์ *Homarus americanus* โดยใช้เทคนิคอิมมูโนอิเล็กโตรโฟรีซิส (immunoelectrophoresis) และ enzyme-linked immunosorbent assay พบว่าระดับของไวเทลโลเจนินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ระหว่างกระบวนการสร้างและสะสมไข่แดงและจะเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในช่วงเวลาก่อนที่กึ่งลอกบสเตอร์จะวางไข่ โดยมีค่าตั้งแต่ 0-12 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงฤดูหนาวซึ่งตรงกับระยะก่อนการลอกคราบจะไม่สามารถตรวจพบไวเทลโลเจนินในเลือดได้

Derelle และคณะ (1988) สามารถแยก lipoprotein ในเลือดของปู *Callinectes sapidus* ได้ เป็น 2 รูปแบบคือ lipoprotein I และ II ซึ่ง lipoprotein II พบเฉพาะในปูเพศเมียและประกอบด้วยโปรตีน 3 หน่วยย่อยได้แก่ โปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 109, 107 และ 78 กิโลดาลตัน จากนั้นวัดปริมาณ lipoprotein II หลังจากแยกด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสแล้ว ด้วยวิธีของ Lowry (Lowry's method) พบว่าปริมาณ lipoprotein II ของการเจริญของรังไข่ในระยะที่ 1-8 เป็นดังนี้ ระยะที่ 1 และ 8 เท่ากับ 0 mg/ml ระยะที่ 2 เท่ากับ 0.1 ± 0.1 mg/ml ระยะที่ 3

เท่ากับ 0.2 ± 0.1 mg/ml ระยะที่ 4 เท่ากับ 0.3 ± 0.2 mg/ml ระยะที่ 5 เท่ากับ 1.1 ± 0.8 mg/ml ระยะที่ 6 เท่ากับ 4.1 ± 2.1 mg/ml ระยะที่ 7 เท่ากับ 0.2 ± 0.1 mg/ml

Okumura และ คณะ (1992) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับไวเทลโลเจนินในเลือดกุ้ง *M.nipponense* โดยใช้เทคนิค rocket immunoelectrophoresis พบว่าระดับไวเทลโลเจนินระหว่างการเจริญของรังไข่ในกุ้งชนิดนี้มีค่าตั้งแต่ 1-9 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และในปีเดียวกัน Shafir และคณะ (1992) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดและไวเทลลินในรังไข่ระหว่างการเจริญของรังไข่กุ้ง *Penaeus semisulcatus* โดยวิธี rocket immunoelectrophoresis พบว่าระดับไวเทลโลเจนินระหว่างการเจริญของรังไข่ในกุ้งชนิดนี้มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรถึง 0.439 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณไวเทลลินของรังไข่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.0126 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวถึง 4.55 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวแต่อย่างไรก็ตาม ไวเทลโลเจนินในเลือดและไวเทลลินในรังไข่ยังไม่มีความสัมพันธ์กันในเรื่องปริมาณ

Quinitio และคณะ (1994) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ steroid hormone และปริมาณไวเทลโลเจนินระหว่างการเจริญของรังไข่ของกุ้งก้ามกราม *Penaeus monodon* โดยวัดฮอร์โมนในเลือดรังไข่และตับ-ตับอ่อน โดยวิธี radioimmunoassay (RIA) และวัดไวเทลโลเจนินในเลือดโดยวิธี single radial immunodiffusion ซึ่งใช้ระยะเวลาการเจริญของรังไข่เป็นหลักโดยได้แบ่งการเจริญของรังไข่ออกเป็น 6 ระยะ พบว่าปริมาณฮอร์โมน estradiol-17 β ในเลือดสามารถตรวจวัดได้เฉพาะในระยะการเจริญของรังไข่ที่ 5 เท่านั้น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.4 pg/ml estradiol-17 β ในตับ-ตับอ่อนตรวจวัดได้ในปริมาณน้อยในระยะที่ 2-4 (<20-23.8 pg/g) และเพิ่มขึ้นในระยะที่ 5 (752.6 pg/g) จากนั้นลดลงในระยะที่กุ้งวางไข่ (ระยะที่ 6; 225.5 pg/g) ปริมาณ Progesterone ในเลือดสามารถวัดได้ในระยะที่ 2 (49.3 pg/ml) ระยะที่ 3 (83.3 pg/ml) มีปริมาณสูงสุดที่ระยะที่ 4 (137.1 pg/ml) และลดลงหลังการวางไข่จนถึงระยะที่ 3 (60.0 pg/ml) ปริมาณ progesterone ในรังไข่มีค่าสูงสุดอยู่ในระยะที่ 5 (234.7 pg/g) ปริมาณ progesterone ในตับ-ตับอ่อนมีปริมาณต่ำในระยะที่ 2 (103.3 pg/g) และ 3 (48.8 pg/g) แต่มีค่าเพิ่มขึ้นในระยะที่ 4 (232.9 pg/g) และ 5 (269.4 pg/g) จากนั้นมีค่าลดลงหลังจากกุ้งวางไข่ (66.2 pg/g) ปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดสามารถวัดได้ในระยะการเจริญของรังไข่ระยะที่ 3 (0.441 mg/ml) และมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระยะที่ 4 (2.640 mg/ml) และ 5 (6.973 mg/ml) จากนั้นลดลงมีค่าเท่ากับ 2.546 mg/ml หลังจากที่ยังวางไข่

ในปี ค.ศ. 1994 Lee และ Watson ได้นำไวเทลลินที่สกัดได้จากรังไข่ของปู *Callinectes sapidus* ไปผลิตแอนติบอดีต่อไวเทลลินเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาวิธีการตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดปูเพศเมียโดยวิธี ELISA ได้ช่วงกราฟ standard vitellin ที่เป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 62.5-1,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งหาค่าความไวในการตรวจวัดได้ในปริมาณ 148 นาโนกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมิลลิลิตร ต่อมาในปี ค.ศ.1996 Lee และคณะได้นำวิธี ELISA ที่ได้พัฒนาขึ้นในปี 1994 มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของรังไข่กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดของปลู *Callinectes sapidus* พบว่าการเจริญของรังไข่ในระยะที่ 1 และ 2 ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนินได้ แต่เริ่มวัดได้ในระยะที่ 3-6 (0.02 ± 0.07 ถึง 0.14 ± 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ซึ่งปริมาณไวเทลโลเจนินที่ตรวจวัดได้มีปริมาณต่ำกว่าค่าไวเทลโลเจนินที่ตรวจวัดได้ในคริสต์ทศวรรษอื่น ๆ ที่มีการรายงานผลมาก่อนหน้านี้ โดยผู้ทำการศึกษาระบุว่าปูชนิดนี้ไวเทลโลเจนินถูกสร้างภายในรังไข่ ไวเทลโลเจนินที่ตรวจวัดได้ในเลือดในปริมาณต่ำ และมีปริมาณเพิ่มสูงสุดหลังจากการวางไข่เป็นผลมาจากไวเทลโลเจนินในรังไข่ถูกปล่อยออกมาในเลือดและจากการใช้เทคนิคอิมมูโนฮิสโตเคมีสตรี้ ซึ่งใช้แอนติบอดีต่อไวเทลลินเพื่อระบุแหล่งที่สร้างและสะสมไวเทลลิน และ/หรือไวเทลโลเจนิน ทำให้ทราบว่ารังไข่ที่มีการเจริญอยู่ในระยะที่ 1 และ 2 ไม่มีไวเทลลินสะสมอยู่แต่จะพบว่ามีไวเทลลินสะสมอยู่ในรังไข่ที่เจริญอยู่ในระยะที่ 3-6 และไม่พบปฏิกิริยาทางอิมมูโนในส่วนของเนื้อเยื่อตับ-ตับอ่อน ซึ่งแสดงว่าภายในเนื้อเยื่อตับ-ตับอ่อนไม่มีการสร้างและสะสมไวเทลโลเจนิน

Chang และ Shih (1995) ศึกษาปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดระหว่างการเจริญของรังไข่ของกุ้งก้ามกราม *M.rosenbergii* โดยเทคนิค ELISA ซึ่งแบ่งระยะการเจริญของรังไข่ออกเป็น 5 ระยะ พบว่าปริมาณไวเทลโลเจนินเริ่มวัดได้ตั้งแต่ระยะที่ 1 (1.82 mg/ml) และเพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 (2.12 mg/ml) หลังจากนั้นจะมีระดับคงที่อยู่ในระดับนี้จนถึงระยะที่ 4 (ระยะที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2.05 mg/ml; ระยะที่ 4 มีค่าเท่ากับ 2.48 mg/ml) และมีระดับลดลงในระยะก่อนกุ้งวางไข่หรือกำลังวางไข่ (ระยะที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.42 mg/ml)

Lee และ Chang (1997) ได้ใช้เทคนิค ELISA ตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนิน และโปรตีนในเลือดในรังไข่ และในตับ-ตับอ่อน ของกุ้งก้ามกราม *M.rosenbergii* ที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะต่างๆ พบว่าไวเทลโลเจนินในเลือดมีปริมาณต่ำในขณะที่รังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 1 (0.05 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และระยะที่ 2 (1.19 ± 0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากนั้นระดับไวเทลโลเจนินจะเพิ่มสูงสุดในระยะที่ 3 (2.89 ± 0.32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และยังคงมีปริมาณสูงในระยะที่ 4 (2.67 ± 0.31 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และระยะที่ 5 (2.51 ± 0.36 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หลังจากนั้นพบว่าปริมาณไวเทลโลเจนินลดลงจนเกือบจะตรวจวัดไม่ได้เมื่อใกล้ถึงเวลาที่กุ้งจะวางไข่

Longyant (1999) ได้ผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อไวเทลลินและไวเทลโลเจนิน เพื่อนำไปใช้ตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* โดยวิธี competitive ELISA และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดกับระยะการเจริญของรังไข่ของกุ้งกุลาดำ พบว่าระดับไวเทลโลเจนินในกุ้งแต่ละตัวหลังจากชักนำให้รังไข่

เจริญโดยการติดตามแสดงความสัมพันธ์ที่คล้ายกัน โดยในวันที่ 2 หลังจากตัดตา (รังไข่เริ่มเจริญ ระยะที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.427 ± 1.701 mg/ml) ระดับไวเทลโลเจนินในเลือดเริ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (ระยะที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2.910 ± 3.601 mg/ml) จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดในช่วง 2-5 วัน (รังไข่เจริญ เต็มที่) จากนั้นระดับไวเทลโลเจนินจะลดลงอย่างรวดเร็วประมาณ 1 วันก่อนการวางไข่ (ระยะที่ 4 มีค่าเท่ากับ 1.384 ± 1.105 mg/ml)

11. การเพาะพันธุ์ปูทะเล

ปัจจุบันการเลี้ยงปูทะเลในเชิงพาณิชย์ได้ใช้ปูขนาดเล็กที่จับจากธรรมชาติซึ่งมีปริมาณ จำกัดและนับวันจะหายากขึ้น การเพาะพันธุ์ปูทะเลสำหรับใช้ในการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์เป็น แนวทางหนึ่งที่เป็นไปได้ และควรค่าแก่การสนับสนุน เพื่อลดการจับปูขนาดเล็กจากแหล่งน้ำ ธรรมชาติมาใช้ในการเพาะเลี้ยง

ประเทศเพื่อนบ้านของไทยในภาคพื้นเอเชียและแปซิฟิกที่สนใจการเพาะพันธุ์ปูทะเล ได้แก่ ฟิลิปปินส์ (Ronquillio *et al.*, 1998; Millamena and Quinitio, 1998) เวียดนาม (Nghia *et al.*, 1998a) มาเลเซีย (Ong and Sin, 1966; Zainoddin, 1991) แอฟริกาใต้ (Du Plessis, 1971) ออสเตรเลีย (Heasman and Fielder, 1983) อินเดีย (Marichamy and Rajapackiam, 1984) อินโดนีเซีย (Djunaidah *et al.*, 1998a) ญี่ปุ่น ไต้หวัน (Cowan, 1983b) และสาธารณรัฐ ประชาชนจีน (Chaoshu, 1998)

การเพาะพันธุ์ปูทะเลในประเทศไทยได้เริ่มต้นในราวปี พ.ศ. 2521 โดยสถานีประมงน้ำ ก่ออัย จังหวัดระยอง โดยการริเริ่มของสมิง ทรงถาวรทวี และประเสริฐ ณรงค์ (2522); สมิง ทรงถาวรทวี และคณะ (2523) แต่น่าเสียดายที่การศึกษาการเพาะพันธุ์ปูทะเลไม่ได้ก้าวหน้าไป เท่าที่ควร ยังคงจำกัดอยู่ในหน่วยงานของรัฐเท่านั้น ปัจจุบันศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ชายฝั่ง จังหวัดจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหน่วยงานหนึ่งของรัฐที่ได้รับมอบหมายให้มีหน้าที่ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเพาะพันธุ์ ปูทะเล ตามแผนและนโยบายของกรมประมงเพื่อทำการผลิตลูกปูทะเล ส่วนหนึ่งเพื่อสำหรับปล่อย คืนสู่ทะเลเนื่องในโอกาสและในวาระสำคัญต่างๆ อีกส่วนหนึ่งเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าและวิจัย เท่านั้น

โรงเพาะพันธุ์

โรงเพาะพันธุ์และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะพันธุ์ปูทะเลนั้นประกอบด้วยบ่อขนาดต่างๆ ตามความจำเป็น เช่น บ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ บ่ออนุบาลลูกปู และบ่อสำหรับเลี้ยงไดอะตอม โรติเฟอร์

และไรทะเลสำหรับเป็นอาหารของลูกปู เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีระบบน้ำทะเล ระบบน้ำจืด ระบบอากาศ ระบบไฟฟ้าเหมือนกับโรงเพาะพันธุ์กุ้ง หรือโรงเพาะพันธุ์ปลาทะเลต่างๆ ไป

แม่พันธุ์

แม่พันธุ์ที่ใช้ในการเพาะพันธุ์ส่วนใหญ่จะใช้แม่ปูที่มีไขนอกกระดองที่จับได้จากทะเลนอกฝั่ง และนำมาเลี้ยงจนกระทั่งไข่ที่ติดอยู่บนหน้าท้องฟักออกเป็นลูกปูวัยอ่อน เนื่องจากแม่ปูทะเลที่มีไขนอกกระดองในแหล่งน้ำธรรมชาติค่อนข้างหายาก และปริมาณที่จับได้ก็ไม่แน่นอน จึงได้มีการนำเอาปูเพศเมียที่มีความสมบูรณ์เพศในขั้นที่ 3 มาเลี้ยงในกระชังในแหล่งน้ำธรรมชาติ (บึงออร์ศรีมุกดา, 2538 ก) ในปอดิน (บึงออร์ ศรีมุกดา และคณะ, 2539) และในบ่อซีเมนต์ (บึงออร์ ศรีมุกดา, 2538 ก; สุรชาติ จิวภักดิ์ และคณะ, 2538; สุรชาติ จิวภักดิ์ และสินธุวัฒน์ สุทธิอาจ, 2539) เพื่อให้มีไขนอกกระดองตามต้องการ แต่ปรากฏว่าการผลิตแม่ปูให้มีไขนอกกระดองในกระชังในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่ได้ผล

การเลี้ยงปูทะเลให้มีไขนอกกระดองในปอดิน : บึงออร์ ศรีมุกดา (2538 ก, 2538 ข) บึงออร์ ศรีมุกดา และคณะ (2539) ได้ทดลองผลิตปูทะเลไขนอกกระดองในปอดิน พบว่าปูที่เลี้ยงประมาณร้อยละ 15-46 สามารถมีไขนอกกระดองได้จำนวนนี้ประมาณร้อยละ 6-30 ให้ไข่ที่สมบูรณ์สามารถฟักออกเป็นตัวได้ อัตราฟักเป็นตัวของไข่ประมาณร้อยละ 83-94

รัชฎา แดงวัฒนากุล และสำรวย นิยม (2540) ได้ปล่อยแม่ปูไขในกระดองที่ได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติและจากฟาร์มเลี้ยงปูทะเล จำนวน 236 ตัว จำนวนนี้เป็นปูขาว 26 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 283 ก. (230-540 ก.) และความกว้างของกระดองเฉลี่ย 11.1 ซม. (10.1-14.1 ซม.) ปูดำ 210 ตัว มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 245 ก. (145-335 ก.) และความกว้างของกระดองเฉลี่ย 10.6 ซม. (9.5-13.9 ซม.) ปูดำไขนอกกระดอง จำนวน 60 ตัว คิดเป็นร้อยละ 28.57 ในระยะเวลา 7-47 วัน ในน้ำที่มีความเค็มระหว่าง 15-33 ส่วนในพัน อุณหภูมิประมาณ 28.5-36.0 องศาเซลเซียส ปูขาว 4 ตัว คิดเป็นร้อยละ 15.38 ในระยะเวลา 40-47 วัน ในน้ำที่มีความเค็มระหว่าง 15-28 ส่วนในพัน อุณหภูมิประมาณ 28.5-36.0 องศาเซลเซียส

Marichamy and Rajapackiam (1991) ได้ปล่อยปูเพศผู้และปูเพศเมียขนาดความกว้างกระดองระหว่าง 9-11 ซม. ในปอดิน น้ำมีความเค็มระหว่าง 34-36 ส่วนในพัน อัตราที่ปล่อย 1 ตัว/ตร.ม. ให้เนื้อปลาและเนื้อหอยเป็นอาหาร ในระยะประมาณ 30-45 วัน ปูเพศเมียประมาณร้อยละ 52 จะมีไขนอกกระดอง สามารถนำไปเพาะได้ตามต้องการ แม่ปูที่วางไข่แล้วจะสามารถวางไข่ได้อีกครั้งหนึ่งในระยะ 5-6 เดือน โดยไม่ต้องผสมพันธุ์ (ตารางที่ 2)

การเลี้ยงปุทะเลให้มีไข่นอกกระดองในบ่อซีเมนต์ : ในบ่อซีเมนต์ที่มีทรายหรือโคลนรองพื้นจะให้ผลดี เพราะปูสามารถฝังตัวได้ ลดการรบกวนจากแมงพันธุ์ตัวอื่น ทำให้ไม่เครียด และระหว่างที่ปูปล่อยไข่นอกกระดอง ทรายและโคลนจะช่วยไม่ให้ไข่นอกกระจาย ในทางตรงข้าม ถ้าไม่ใช้ทรายรองพื้น ไข่ที่จับบั้งส่วนใหญ่จะหลุด ร่วง หรือหล่นกองอยู่ตามพื้นบ่อ เพราะการเสียดสีกับพื้นหรือด้านข้างของถัง

ตารางที่ 2 การเลี้ยงปุทะเลให้มีไข่นอกกระดองในระบบต่างๆ

ระบบที่เลี้ยง	เวลาเลี้ยง (วัน)	ปูมีไข่นอก กระดอง (%)	แหล่งที่มา
บ่อดิน	75-90	46	บังอร ศรีมุกดา (2538 ก.)
ปูดำ	63-80	15	บังอร ศรีมุกดา และคณะ (2539)
ปูดำ	30-45	52	Marichamy and Rajapackiam (1991)
ปูดำ	7-14	29	รักษา แดงวัฒนกุล และสำราญ นิยม (2540)
ปูขาว	40-47	15	รักษา แดงวัฒนกุล และสำราญ นิยม (2540)
บ่อซีเมนต์			
ทรายรองพื้น 50%	28-54	25	สุรชาติ ขวีกักดี และสินธุวัฒน์ สุทธิอาจ (2539)
ทรายรองพื้น 100%	32-58	27	สุรชาติ ขวีกักดี และสินธุวัฒน์ สุทธิอาจ (2539)

สุรชาติ ขวีกักดี และคณะ (2538) ได้ทดลองเลี้ยงปุทะเลให้มีไข่นอกกระดองในบ่อซีเมนต์ที่มีทรายรองพื้นและไม่มีทรายรองพื้น พบว่าบ่อที่มีทรายรองพื้นสามารถผลิตปูไข่นอกกระดองถึงร้อยละ 38.32 ส่วนบ่อที่ไม่มีทรายรองพื้นผลิตปูไข่นอกกระดองได้เพียงร้อยละ 5.82 การใช้ทรายรองพื้นนั้นจะรองพื้นนั้นจะรองเพียงร้อยละ 50 ของพื้นบ่อหรือจะรองเต็มพื้นบ่อ ผลที่ได้ก็ไม่แตกต่างกันนัก (สุรชาติ ขวีกักดี และสินธุวัฒน์ สุทธิอาจ, 2539)

Djunaidah *et al.* (1998) ได้ทดลองเลี้ยงแม่ปูในบ่อซีเมนต์ที่มีดินโคลนหนา 20 ซม. สามารถผลิตแม่ปูไข่นอกกระดองได้ถึงร้อยละ 87.5 แต่ถ้าในบ่อนั้นใส่ปุทะเลผู้ด้วย จำนวนปูไข่นอกกระดองจะลดลง เช่น ถ้าปล่อยปุทะเลเมียและเพศผู้ในอัตรา 3:1 (ปุทะเลเมีย : ปุทะเลผู้) ปริมาณปูไข่นอกกระดองที่ผลิตได้จะลดเหลือร้อยละ 48.4 เช่นเดียวกันกับบ่อที่ใส่ทรายรองพื้นในลักษณะเดียวกันจะสามารถผลิตแม่ปูไข่นอกกระดองได้ร้อยละ 46.4 ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าในการผลิตปูให้มีไข่นอกกระดองในบ่อซีเมนต์ไม่จำเป็นต้องใส่ปุทะเลผู้ลงไปด้วย ถ้าปุทะเลเมียนั้นได้ผ่านการผสมแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์

อาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์มีอิทธิพลต่ออัตราการรอดของพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงปริมาณไข่ที่ผลิต อัตราการฟักเป็นตัวของไข่ อัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของลูกปูวัยอ่อน แต่การเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ทะเลในปัจจุบันยังไม่ให้ความสำคัญในเรื่องอาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์มากนัก อาหารที่นิยมใช้ส่วนใหญ่จะเป็นอาหารสด เช่น ปลา ปลาหมึก และหอย เป็นต้น

Millanena and Quinitio (1998) ได้ทำการศึกษาทดลองเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลด้วยอาหารเสริม (ตารางที่ 3) ผสมกับเนื้อปลาสด ในอัตรา 1:1 พบว่าแม่ปูที่เลี้ยงด้วยอาหารดังกล่าวสามารถให้ไข่ในปริมาณที่มากกว่า มีคุณภาพดีกว่าแม่ปูที่เลี้ยงด้วยปลาสดหรืออาหารสำเร็จรูปอย่างเดียว (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงแม่พันธุ์

ส่วนประกอบ	ก./อาหาร 100 ก.	ส่วนประกอบ	ก./อาหาร 100 ก.
ปลาป่น	20	เลคซิธิน (Lecithin)	3
เปลือกกุ้ง	20	คอเลสเตอรอล (Cholesterol)	1
ปลาหมึกป่น	20	วิตามินผสม (Vitamin mix)	3
แป้งสาลี	17	แร่ธาตุผสม (Mineral mix)	4
สาหร่ายผสมนาง	4	ไดแคลเซียม ฟอสเฟต	2
น้ำมันปลา	5	(Dicalcium phosphat)	

ที่มา : Millanena and Quinitio (1998)

ตารางที่ 4 ปริมาณไข่และคุณภาพลูกปูวัยอ่อนที่ได้จากแม่ปูที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด

รายการ	เนื้อปลา	เนื้อปลาและอาหารสำเร็จรูป (1:1)	อาหารสำเร็จรูป
จำนวนครั้งที่วางไข่	14	17	13
จำนวนครั้งที่วางไข่และฟักเป็นตัว	10	14	10
ปริมาณไข่เฉลี่ย/น้ำหนักตัว	4,286	6,886	2,275
อัตราไข่ที่ฟักเป็นตัว (%)	57	73	90
จำนวน Zoea (10^3)	1,031	3,542	812
ดัชนีการเจริญเติบโต	5.5	6.0	6.0
อัตราการรอดของแม่พันธุ์	62	75	30

ที่มา : Millanena and Quinitio (1998)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. กระบอกฉีดยา
2. เข็มฉีดยาเบอร์ 5
3. หลอดใส่เลือด (vial)
4. rack ใส่หลอด vial
5. เครื่องมือผ่าตัด
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง)
7. เวอร์เนียแคลิเปอร์
8. กล้องถ่ายรูปดิจิทัล
9. เครื่องวัดความเค็ม (Salinometer)
10. โซเดียมซีเตรต (ใช้เคลือบเข็มฉีดยาเพื่อป้องกันเลือดแข็งตัว)

วิธีการ

1. สุ่มตัวอย่างปูทะเล (*Scylla paramamosain*) จำนวน 26 ตัว เป็นเพศเมียจำนวน 21 ตัว และเพศผู้จำนวน 5 ตัว
2. ศึกษาลักษณะภายนอกของตัวอย่างปูทะเล (*Scylla paramamosain*) ทั้ง 26 ตัว โดย
 - 2.1 ชั่งน้ำหนักตัวและวัดความกว้างของกระดอง (carapace width) และบันทึกผล
 - 2.2 วัดขนาดของจับปิ้งปล้องที่ 5 และความกว้างฐานคู่ที่ 5 และบันทึกผล
 - 2.2.1. คำนวณหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างของจับปิ้งปล้องที่ 5 กับความกว้างระหว่างฐานคู่ที่ 5 (Female maturity index = FMI) ($FMI = \frac{\text{ความกว้างของจับปิ้งปล้องที่ 5}}{\text{ความกว้างฐานคู่ที่ 5}}$) และบันทึกผล
3. ดูดเลือดปูทะเลทั้ง 26 ตัวบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 บรรจุไว้ในหลอดเก็บเลือด (vial) แล้วเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส
4. ศึกษาลักษณะและขนาดของรังไข่โดยการใช้อุปกรณ์ผ่าตัดผ่าเปิดกระดองด้านบนของปูทะเลออก
 - 4.1 จำแนกระยะของรังไข่ว่าเจริญถึงระยะใด ตาม Shanugam and Bensam
 - 4.2 บันทึกสีของรังไข่และชั่งน้ำหนักของรังไข่
 - 4.2.1. ถ่ายรูปลักษณะของรังไข่ด้วยกล้องดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2. คำนวณหาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonad-Somatic Index = GSI)

$$(GSI = \text{น้ำหนักของรังไข่} * 100 / \text{น้ำหนักตัวของปูทะเล}) \text{และบันทึกผล}$$

5. วัดค่าของเลือดโดยใช้ Salinometer และบันทึกผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลของค่า GSI & FMI & ค่าของเลือด มาหาค่าความสัมพันธ์ด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ โปรแกรม SPSS และวิเคราะห์หาค่า R^2 โดยโปรแกรม EXCEL เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 3 ต่อระยะการพัฒนาของรังไข่

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ B126 ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาทำการทดลอง

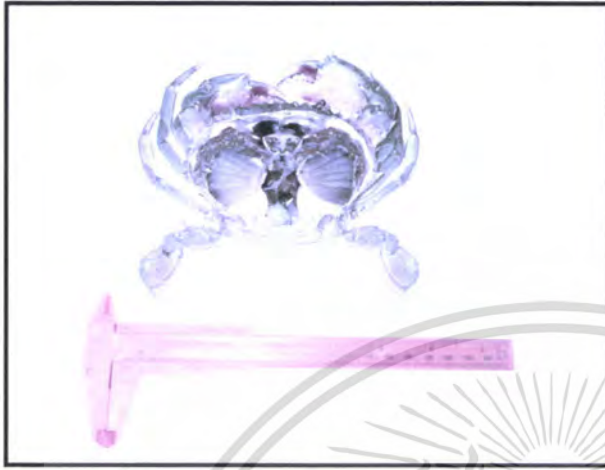
เดือนพฤศจิกายน 2547 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2548

ผลการทดลอง

1. ลักษณะของรังไข่ของปูทะเลโดยสังเกตจากสีและขนาด

จากผลการทดลองพบว่าปูทะเลเพศเมียมีการพัฒนารังไข่ที่เจริญและมีความสมบูรณ์พร้อมที่จะได้รับการผสมกับน้ำเชื้อของปูทะเลเพศผู้มากที่สุด คือมีความสมบูรณ์ในระยะที่ 4 ซึ่งรังไข่มีขนาดใหญ่ขยายอยู่ภายในลำตัวเกินร้อยละ 75 ของพื้นที่ช่องว่างภายในลำตัว สีของรังไข่มีสีส้มถึงส้มแดง มักพบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 124.625 mm. ปูทะเลเพศเมียที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 3 จะมีลักษณะรังไข่มีขนาดใหญ่แต่น้อยกว่าในระยะที่ 4 ซึ่งรังไข่ขยายอยู่ภายในลำตัวประมาณร้อยละ 20-75 ของพื้นที่ช่องว่างภายในลำตัว และมีสีเหลืองพบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 113.575 mm. ปูทะเลเพศเมียที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 2 รังไข่มีลักษณะเป็นท่อนี้อยู่ห้อยสีครีมถึงสีเหลืองอ่อน รังไข่มีการขยายประมาณร้อยละ 10-20 ของพื้นที่ช่องว่างภายในลำตัว พบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 109.875 mm. ปูทะเลเพศเมียที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 1 พบว่ารังไข่เป็นเส้นยาวแบนและบางใส 2 เส้นแทรกอยู่ในช่องว่างภายในลำตัว พบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 115.4444 mm. ดังแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก. รังไข่เจริญระยะที่ 1



ข. รังไข่เจริญระยะที่ 2



ค. รังไข่เจริญระยะที่ 3



ง. รังไข่เจริญระยะที่ 4

ภาพที่ 5 แสดงการเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonad-Somatic Index = GSI)

จากผลการทดลองในปูทะเลเพศเมีย พบว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศในช่วงการเจริญรังไข่ระยะที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.72 ปูทะเลเพศเมียที่มีการเจริญรังไข่ในระยะที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.9625 ปูทะเลเพศเมียที่มีการเจริญรังไข่ในระยะที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.4325 และค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศในช่วงที่มีการเจริญรังไข่ระยะที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.941111

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างของจับปั้งปล้องที่ 5 กับความกว้างระหว่างฐานคู่ที่ 5 (Female maturity index = FMI)

จากผลการทดลองในปูทะเลเพศเมีย พบว่าค่า FMI ของปูทะเลเพศเมียที่มีการเจริญรังไข่ในระยะที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.835 ปูทะเลเพศเมียที่มีการเจริญรังไข่ในระยะที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.81425 ปูทะเลเพศเมียที่มีการเจริญรังไข่ในระยะที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.825 และการเจริญรังไข่ระยะที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.756667

4. ศึกษาค่าการหักเหแสงของเลือด

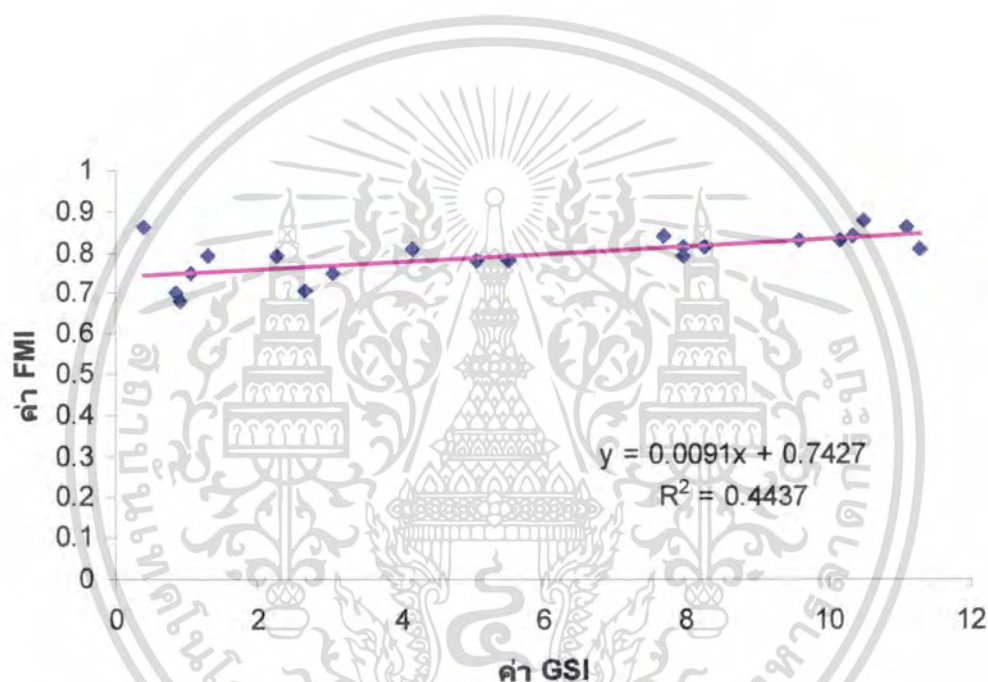
จากผลการศึกษาในปูทะเลเพศเมีย พบว่าค่าการหักเหแสงของเลือดที่นำมาวัดโดยเครื่องวัดความเค็ม (Salinometer) ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันไปตามระยะของการเจริญรังไข่ ซึ่งในระยะที่ 1 ค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 54.331111 ในระยะที่ 2 ค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 64.1625 ในระยะที่ 3 ค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 69.05 และในระยะที่ 4 ค่าเฉลี่ยที่ได้เท่ากับ 76.6625 และได้ทำการหาค่าเฉลี่ยค่าการหักเหแสงของเลือดปูทะเลเพศผู้ (*Scylla paramamosain*) ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 49.062

5. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่า FMI

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ได้ผลปรากฏว่าค่า GSI มีความสัมพันธ์กับค่า FMI โดยนัยสำคัญที่ 0.01 ดังแสดงในตารางที่ 5 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยโปรแกรม Microsoft Excel เท่ากับ 0.4437 ดังแสดงในภาพที่ 6

ตารางที่ 5 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่า FMI ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

		GSI	FMI
GSI	Pearson Correlation	1.000	.666**
	Sig. (2-tailed)	.	.001
	N	21	21
FMI	Pearson Correlation	.666**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.001	.
	N	21	21



ภาพที่ 6 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า GSI กับค่า FMI

6. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่าการหักเหแสงของเลือดของการเจริญรังไข่ปูทะเล แต่ละระยะ

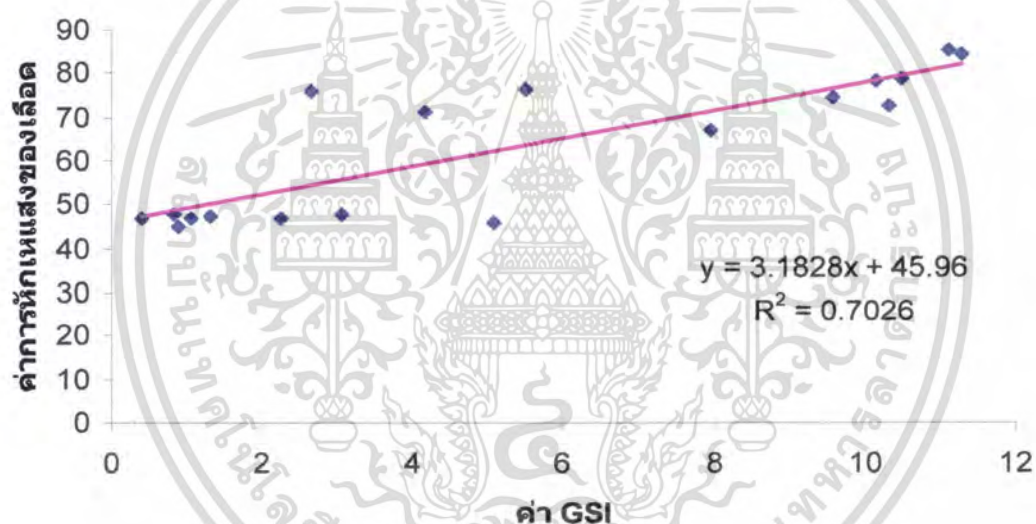
จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ได้ผลปรากฏว่าค่า GSI มีความสัมพันธ์กับค่าการหักเหแสงของเลือดโดยนัยสำคัญที่ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 6 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยโปรแกรม Microsoft Excel เท่ากับ 0.7026 ดังแสดงในภาพที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่าการหักเหแสงของเลือดที่ระดับนัยสำคัญ

0.05

		GSI	ค่าการหักเหแสงของเลือด
GSI	Pearson Correlation	1.000	.467 [*]
	Sig. (2-tailed)	.	.033
	N	21	21
ค่าการหักเหแสงของเลือด	Pearson Correlation	.467 [*]	1.000
	Sig. (2-tailed)	.033	.
	N	21	21



ภาพที่ 7 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า GSI กับค่าการหักเหแสงของเลือด

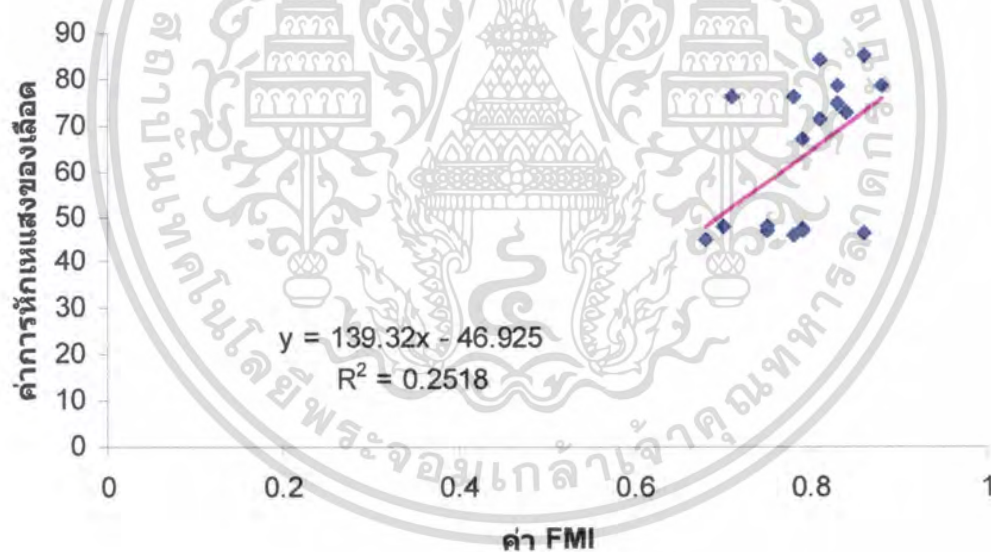
7. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือดของการเจริญรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ได้ผลปรากฏว่าค่า FMI ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการหักเหแสงของเลือด ดังแสดงในตารางที่ 7 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยโปรแกรม Microsoft Excel เท่ากับ 0.2518 ดังแสดงในภาพที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือดที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

		FMI	ค่าการหักเหแสงของเลือด
FMI	Pearson Correlation	1.000	.177
	Sig. (2-tailed)	.	.444
	N	21	21
ค่าการหักเหแสงของเลือด	Pearson Correlation	.177	1.000
	Sig. (2-tailed)	.444	.
	N	21	21



ภาพที่ 8 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด

8. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI และ ค่า FMI กับการเจริญรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะ

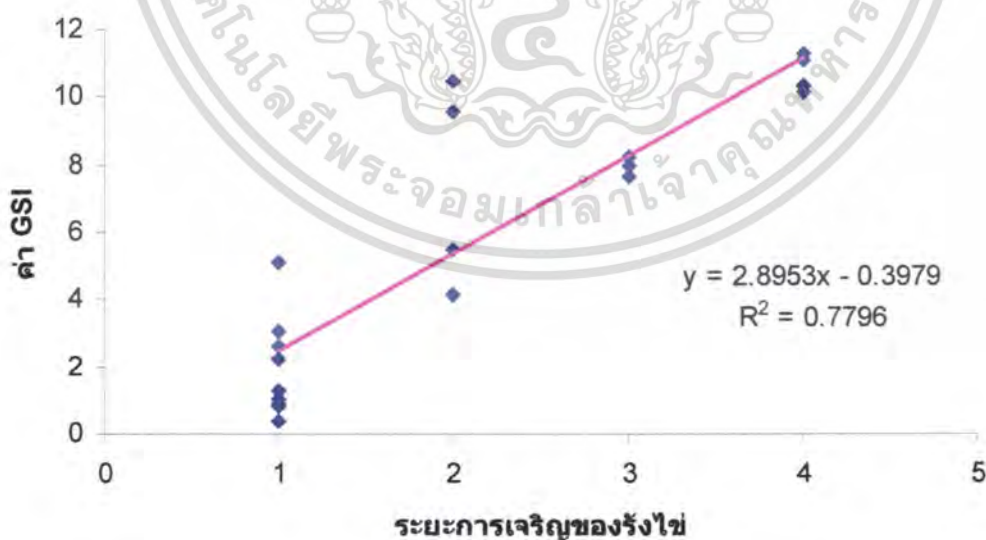
จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ได้ผลปรากฏว่าค่า GSI และค่า FMI มีความสัมพันธ์กับการเจริญของรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะโดยมีนัยสำคัญ 0.01 ดังแสดงในตารางที่ 8 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ของค่า GSI กับระยะการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังไข่ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยโปรแกรม Microsoft Excel เท่ากับ 0.7796 ดังแสดงในภาพที่ 9 และค่า R^2 ของค่า FMI กับระยะเวลาเจริญของรังไข่ เท่ากับ 0.3344 ดังแสดงในภาพที่ 10

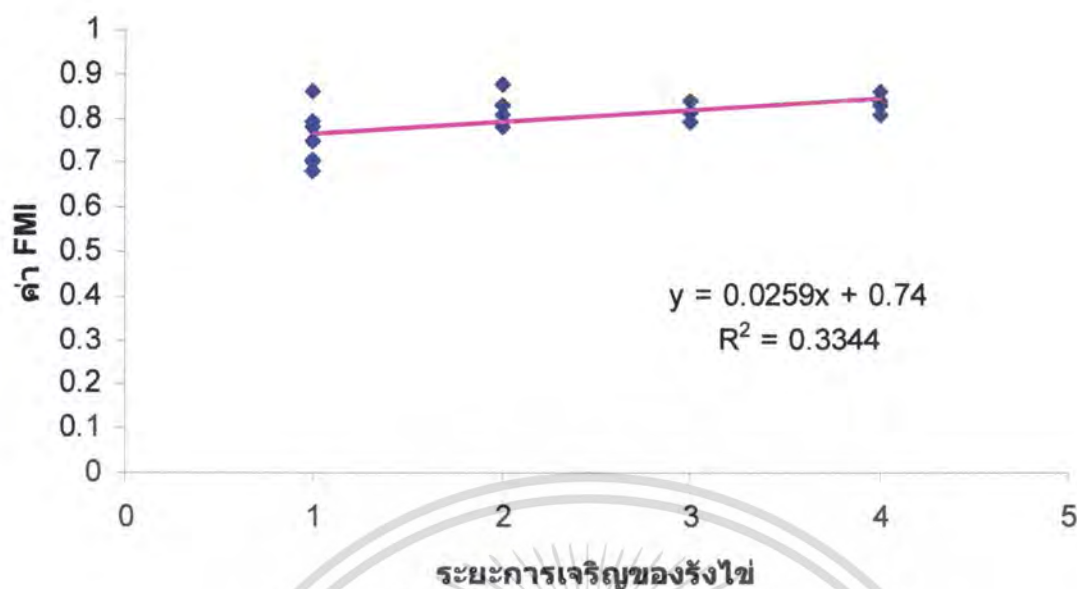
ตารางที่ 8 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI และค่า FMI กับค่าหักเหแสงของเลือดที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

		GSI	FMI	ระยะเวลาเจริญของรังไข่
GSI	Pearson Correlation	1.000	.666	.883
	Sig. (2-tailed)	.	.001	.000
	N	21	21	21
FMI	Pearson Correlation	.666	1.000	.578
	Sig. (2-tailed)	.001	.	.006
	N	21	21	21
ระยะเวลาเจริญของรังไข่	Pearson Correlation	.883	.578	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.006	.
	N	21	21	21



ภาพที่ 9 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า GSI กับระยะเวลาเจริญของรังไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า FMI กับระยะการเจริญของรังไข่

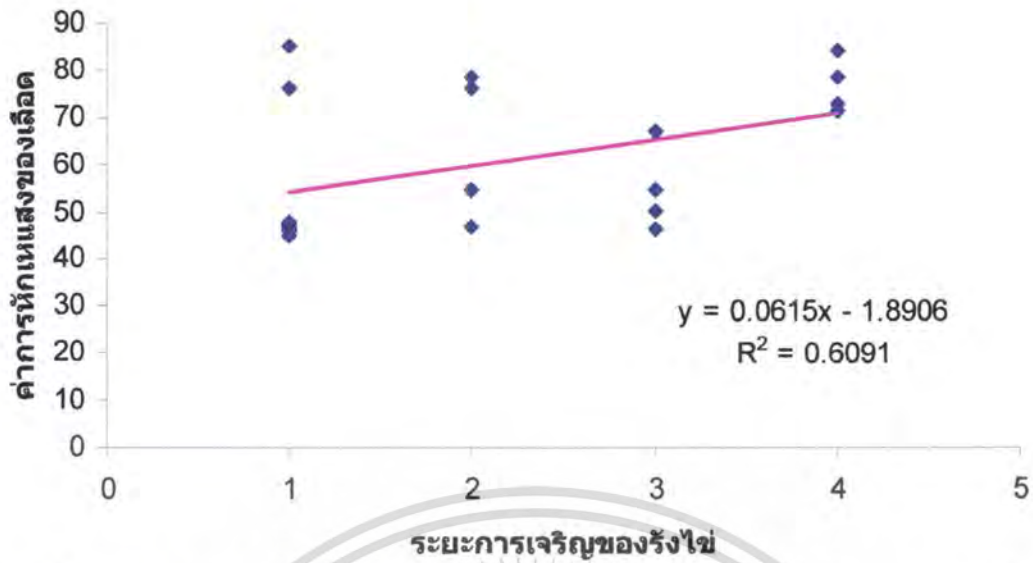
9. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการหักเหแสงของของเลือดกับการเจริญของรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ได้ผลปรากฏว่าค่าการหักเหแสงมีความสัมพันธ์กับการเจริญของรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะโดยมีนัยสำคัญ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 9 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นโดยโปรแกรม Microsoft Excel เท่ากับ 0.6091 ดังแสดงในภาพที่ 11

ตารางที่ 9 แสดงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการหักเหแสงของเลือดกับการเจริญของรังไข่ปูทะเลแต่ละระยะที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

		ระยะการเจริญของรังไข่	ค่าการหักเหแสงของเลือด
ระยะการเจริญ	Pearson Correlation	1.000	.450 [*]
ของรังไข่ปูทะเล	Sig. (2-tailed)	.	.041
	N	21	21
ค่าการหักเหแสง	Pearson Correlation	.450 [*]	1.000
ของเลือด	Sig. (2-tailed)	.041	.
	N	21	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าการหักเหแสงของเลือด กับระยะเวลาเจริญของรังไข่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI และค่าFMI มีความสัมพันธ์กันตามนัยสำคัญที่ 0.01 แต่เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นค่า R^2 พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.4278 แสดงให้เห็นว่าค่า GSIและค่า FMI มีความสัมพันธ์กันแต่สัมพันธ์แบบเชิงเส้นแนวโน้มค่อนข้างต่ำ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI กับค่าการหักเหแสงเลือดของการเจริญของรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะค่า GSI มีความสัมพันธ์กับค่าการหักเหแสงของเลือดโดยนัยสำคัญที่ 0.05 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเท่ากับ 0.7026 แสดงให้เห็นว่าค่า GSI กับค่าการหักเหแสงของเลือดของการเจริญของรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะมีความสัมพันธ์กันและมีแนวโน้มค่อนข้างสูง

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือดของการเจริญรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะได้ผลปรากฏว่าค่า FMI ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าการหักเหแสงของเลือด และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเท่ากับ 0.2518 แสดงว่าค่าFMI มีความสัมพันธ์กับค่าการหักเหแสงของเลือดมีแนวโน้มค่อนข้างต่ำ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า GSI และ ค่า FMI กับการเจริญของรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะได้ผลปรากฏว่าค่าGSI และค่า FMI มีความสัมพันธ์กับการเจริญรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะโดยมีนัยสำคัญ 0.01 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ของค่าGSI กับระยะการเจริญของรังไข่ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นเท่ากับ 0.7796 และค่า R^2 ของค่าFMI กับระยะการพัฒนารังไข่ เท่ากับ 0.3344 แสดงให้เห็นว่า ค่าGSI มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นซึ่งมีแนวโน้มสูงกว่าค่า FMI ที่มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นมีแนวโน้มค่อนข้างต่ำ

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการหักเหของเลือดกับการเจริญของรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะได้ผลปรากฏว่าค่าการหักเหของเลือดมีความสัมพันธ์กับการเจริญของรังไข่ปฐุทะเลแต่ละระยะโดยมีนัยสำคัญ 0.05 และจากการวิเคราะห์ค่า R^2 ด้วยความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น เท่ากับ 0.6091 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นมีแนวโน้มค่อนข้างสูง

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าค่าที่ควรนำมาหาความสัมพันธ์กับค่าการหักเหแสงของเลือดมากที่สุด คือ ค่าGSI เพราะจากผลการทดลองค่าGSI มีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับค่าการหักเหแสงของเลือด แม้กระทั่งระยะการพัฒนารังไข่ ดังนั้น ค่าGSI นี้จึงควรนำมาเป็นค่าที่ร่วมวิเคราะห์ในการหาระยะการพัฒนารังไข่ของปฐุทะเลด้วย ส่วนค่า FMI ที่ได้จากสัณฐานของปฐุทะเลไม่สามารถบอกได้อย่างแน่นอนว่ารังไข่ปฐุทะเลเจริญอยู่ในระยะใด เนื่องจากค่าความสัมพันธ์ที่ได้มีความสัมพันธ์กันน้อยกับค่าต่างๆ และค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะการ

เจริญของรังไข่ แต่ไม่อาจกล่าวได้ว่าจะไม่มีความคลาดเคลื่อนหรือคลาดเคลื่อนน้อย เนื่องจากตัวอย่างปูทะเลที่ใช้ค่อนข้างน้อยเกินไป ดังนั้น หากต้องการนำไปปฏิบัติจริงในธุรกิจการเพาะฟัก ลูกปูทะเลควรมีการทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง โดยควรมีตัวอย่างปูทะเลที่มาจากแหล่งเดียวกันและมากเพียงพอที่มีครบทุกระยะ

พีรพงษ์ (2540) ได้ทำการติดตามการเจริญพันธุ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ของปูทะเล (*Scylla serrata*, Forskal) ในรอบปี พบว่าความสมบูรณ์เพศสูงสุดที่เดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคม ซึ่งในการทำการทดลองนี้ไม่ได้อยู่ในช่วงเดือนนั้นๆ จึงทำให้ผลการทดลองที่ต้องการทราบค่าความเค็มเลือดว่ามีความสัมพันธ์กับความสมบูรณ์เพศหรือไม่นั้นคลาดเคลื่อนได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้คำหักเหแสงของเลือดปูทะเลจำแนกกระยะการเจริญของรังไข่ปูทะเล หากต้องการนำไปปฏิบัติจริงในธุรกิจการเพาะฟักลูกปูทะเลควรมีการทำการทดลองซ้ำอีกครั้ง โดยควรมีตัวอย่างปูทะเลที่มาจากแหล่งเดียวกันและมากเพียงพอที่มีครบทุกระยะ
2. ในการทำการทดลองควรศึกษาในช่วงเดือนที่ปูทะเลมีการพัฒนาไข่ครบทุกระยะ เพราะจะทำให้ข้อมูลในการศึกษาไม่คลาดเคลื่อน
3. การดูดเลือดปูทะเลควรทำตอนที่ปูทะเลยังมีชีวิตอยู่ เพราะจะได้ค่าการหักเหแสงของเลือดตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด
4. เมื่อดูดเลือดปูทะเลได้แล้วควรสังเกตว่ามีไข่ติดมาด้วยหรือไม่ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นสีเหลืองและมีเส้นปนมาด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- เจนจิตต์ ดงกำเนิด, 2540. ปริมาณไวเทลโลเจนินในรอบปีการสืบพันธุ์ของปลากระรัง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา. 16 น.
- ชลธิ์ ชีวะเศรษฐกรรม, 2539. การเลี้ยงปูทะเล (*Scylla serrata* Forskal). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 127 น.
- ชาญยุทธ สุตทองคง, 2539. การเลือกแหล่งอาศัยอาหารและชีววิทยาประมงของปูทะเล *Scylla serrata* (Forskal, 1755) ในป่าชายเลนคลองหวาง จังหวัดระนอง วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 142 น.
- บังอร ศรีมุกดา, โชคชัย ยศยิ่งบันลือ และนิยม บุตรโคษา, 2539. การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองในบ่อดิน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 32/239 ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 น.
- บังอร ศรีมุกดา, 2538 ก. การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองในบ่อซีเมนต์และในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2538 ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 46 น.
- บังอร ศรีมุกดา, 2538 ข. การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองและการอนุบาลลูกปูทะเลวัยอ่อน *Scylla serrata* (Forskal). เอกสารวิชาการฉบับที่ 47/2538 กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 28 น.
- บุญช่วย เขาวนัทวี, 2516. การทดลองเลี้ยงปูในคอก. รายงานประจำปี 2516 สถานีประมงจังหวัดจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 44-51.
- มานอช หงส์พร้อมญาติ และ บุญส่ง สิริกุล, 2512. การทดลองเลี้ยงปูทะเลในบ่อ. รายงานประจำปี 2512 สถานีประมงจังหวัดจันทบุรี กรมประมง, กรุงเทพฯ. 92 น.
- พิรพงษ์ เฉลิมวุฒิศักดิ์, 2541. การติดตามการเจริญพันธุ์ของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปูทะเล (*Scylla serrata*, Forskal) ในรอบปี. ปัญหาพิเศษภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ. 14 น.
- เรณู ยาชิโร, 2533. การประเมินความเปลี่ยนแปลงภายนอกและภายในระหว่างการพัฒนารังไข่ในกึ่งกุลาดำ. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, สงขลา, 13 น.

- รักษา แดงวัฒนา และสำรวย ชุมวรฐายี. 2540. การเลี้ยงปูทะเล *Scylla serrata* (Forsk.) ให้มีไขนอกกระดองในบ่อดิน. *วารสารการประมง* 50(5): 375-383.
- ลือชัย ดรณฐ. 2529. อิทธิพลของการตัดตาที่มีต่อระยะเวลาการลอกคราบของปูทะเล *Scylla serrata* (Forsk.) วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล. 120 น.
- ศิวาพร ลงยันต์และคณะ. 2537. ระดับไคเทลโลเจนินในเลือดกับการพัฒนาการของรังไข่ของกุ้งตะกาด *Metapemeus affinis*. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.* 10(2): 27-39.
- สมิง ทรงถาวรทวี และประเสริฐ ณรงค์. 2522. รายงานประจำ พ.ศ. 2520-2521. สถานีประมงจังหวัดจันทบุรี กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 152-163.
- สันต์ บัณทุกุล, ศิริ จันทนศิริ และผดุง ผลประสิทธิ์. 2499. การสอบสวนปูทะเลและปัญหาเกี่ยวกับการควบคุมการจับปูทะเล. *วารสารการประมง* 9(1): 61-82.
- สุรชาติ ฉวีศักดิ์ และสินธุวัฒน์ สุทธิอาจ. 2539. การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเล *Scylla serrata* (Forsk.) ให้มีไขนอกกระดองในบ่อซีเมนต์ที่มีทรายรองพื้นที่แตกต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2539 ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23 น.
- สุรชาติ ฉวีศักดิ์, เจษฎา เจริญวัฒน์ และสินธุวัฒน์ สุทธิอาจ. 2538. การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเล *Scylla serrata* (Forsk.) ในบ่อซีเมนต์ 4 วิธี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2538 ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 39 น.
- เสน่ห์ ผลประสิทธิ์. 2541. การเลี้ยงปูทะเล. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 33 น.
- อนวัช บุญญภักดี. 2542. ลักษณะความแตกต่างทางพันธุกรรมของปูทะเลสกุล *Scylla* ในจังหวัดจันทบุรีและตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 199 น.
- Byard, E.H. and Aiken, D.E. 1984. The relationship between molting, reproduction and a bemoymph female-specific protein in the lobster, *Nomarus americanus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 77A: 749-757
- Carlisle, D. B. and Knowles, K. G. W. 1959. Endocrine control of crustaceans. Cambridge University Press. London and New York.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Chang, C.F. and Shih, T.W. 1995. Reproductive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Invert. Reprod. Dev.* 27(1): 11-20.
- Chaosha, Z. 1998. Effects of diet density on feeding rates of larvae mud crab *Scylla* sp. from hatching through metamorphosis. Internationnal Forum on the culture of Portunid crabs 1-4 December 1998 Boracay, Philippines, 27p.
- Cowan, L.1983b. Crab farming in Japan Taiwan and the Philippines. Inf. Ser. QI 84009. Queensland Dept. Primary Industries.
- Derelle, E., Grosclaude, J. and Meusy, J.J 1986. ELISA titration of vitellogenin and vitellin in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, with monoclonal antibody. *Comp. Biochem. Physiol.* 85B (1): 1-4.
- Djunaidah, I. S., Mardjono, M., Lavens, P. and Wille, M. 1998 a. Effects of Light and feeding regimen on culture performance of mud crab *Scylla* (sp.) Larvae. Internationnal Forum on the culture of Portunid crabs 1-4 December 1998 Boracay, Philippines, 26 p.
- Du Plessis, A. 1971, A preliminary investigation into the morphological characteristics, feeding, growth, reproduction and larval rearing of *Scylla serrata* (Forsk.) held in captivity. Fisheries Development Corporation of South Africa.
- Fielder, D. F. and Heasman, M. P. 1978. The mud crab. Queensland Museum Booklet No. 11: 1-6.
- Green, J. 1961. A Biology of Crustacea. H.F. &G. Witherby Ltd., London. 180 p.
- Heasman, M.P., Field, and R.K. Shepherd. 1985. Mating and Spawning in the Mud crab, *Scylla serrata* (Forsk.) (Decapod:portudae), in Morton Bay, Queensland. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.* 36: 773-783.
- Heasman, M.P., and Fielder, D.F. 1983. Laboratory spawning and mass rearing of the mangrove *Scylla serrata* Forskal; from the first Zoea to fish crab stage. *Aquaculture* 34:303-316.
- Lee, F.Y. and Chang, C.F. 1997. The concentrations of vitellogenin (vitellin) and protein in hemolymph, ovary and hepatopancreas in different ovarian stages of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.* 117A(4): 433-439.

- Lee, C.Y., Umphrey, H.R., and Watson, R.D. 1996. Developmental changes in the level of vitellin-immunoreactive protein in hemolymph and tissues of the blue crab, *Callinectes sapidus*: relation to vitellogenesis. *J. Crust.* 16(1): 1-9.
- Lee, C.Y. and Watson, R.D. 1994. Development of a quantitative enzyme-linked immunosorbent assay for vitellin and vitellogenin of the blue crab, *Callinectes sapidus*. *J. Crust.* 14(4): 617-626.
- Lee, R.F. and Puppion 1988. Lipoproteins I and II from the hemolymph of the blue crab *Callinectes sapidus* : Lipoproteins II associated with vitellogenesis. *J. Exp. Zool.* 248: 278-289.
- Longyant, S. 1999. Production of specific monoclonal antibodies to vitellin and vitellogenin for assessing gonad inhibiting hormone levels in the giant tiger prawn *Penaeus monodon*.
- Marichamy, R and Rajapackian, S. 1991. Experiments on larval rearing and seed production of the mud crab, *Scylla serrata* (Forsk.) In: C.A. Angell (ed.) The mud crab Report of the seminar on the mud crab culture and trade Suratthani Thailand 5-8 1991: 135-141.
- Marichamy, R and S. Rajapackian. 1984. Culture of larvae of *Scylla serrata*. *Mar. Fish. Inf. Serv. T&E Ser. No.58*: 13-15.
- Mc Collum, K., D.Gregory, B. Williams and G. Taborsky. 1986. Phosvitin isolation from fish eggs : Methodological improvement including "specific" Phosvitin precipitation with ferric ion Comp. *Biochem. Physiol.* 151-157pp.
- Millamena, O. S. and Qunitio, E. T.. 1998. Reproductive performance and larval quality of pond reared unblated and ablated *Scylla serrata* female fed various broodstock diets. International Forum on the culture of Portunid crabs 1-4 December 1998 Boracay Philippines, 24 p.
- Nghia, T. T., Loc, N. H., Quynh, V. D., Lavens, P. and Wille, M. 1998a. Comparison of a Batch and recirculations system for the larviculture of Mud crabs (*Scylla paramamosian*) in the Mekong Delta Vietnam. International Forum on the culture of Portunid crabs 1-4 December 1998. Boracay Philippines, 64 p.

- Okumura, T., Han, C.H., Suzuki, Y., Aida, K. and Hanya, I. 1992. Changes in haemolymph vitellogenin and ecdysteroid levels during the reproductive and non-reproductive molt cycles in the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*, *Zool. Sci.* 9: 37-45.
- Ong and Sin, K. 1966. Observation on post-larval life history *Scylla serrata* (Forsk.) reared in laboratory. *Malaysian Agri. J.* 45(4): 429-443.
- Quinitio, E.T., Hara, A., Yamauchi, K. and Nakao, S. 1994. Change in the steroid hormone and vitellogenin levels during the gametogenic cycle of the giant tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Comp. Biochem. Physiol.* 109c. (1): 21-26.
- Ronquillo, Dapon, J. and Pura, Z.V. 1998. Hatchery production and culture of portunid mud crab, *Scylla oceanica* (Dana, 1852). The Fifth Asian Fisheries Forum International Conference on Fisheries and Food Security Beyond the Year 2000. November 11-14 1998. Lotus Hotel Pang Suan Kaew Chiang Mai Thailand. 198 p.
- Shafir, S., Tom, M., Ovadia, M. and Lubzens, E. 1992. Protein, vitellogenin and vitellin levels in the hemolymph and ovaries during ovarian development in *Penaeus semisulcatus* (de Haan). *Biol. Bull.* 183: 394-400.
- Shanmugam, S. and Bensam, P. 1980. On the fishery for the crab *Scylla serrata* (Forsk.) at tuticorin during 1974-75. *Ind. J. Fish.* 27(1-2): 102 -110.
- Waterman, T.H. 1960. *The Physiology of Crustacea*. Vol 1, Academic Press, New York. and London. 670 p.

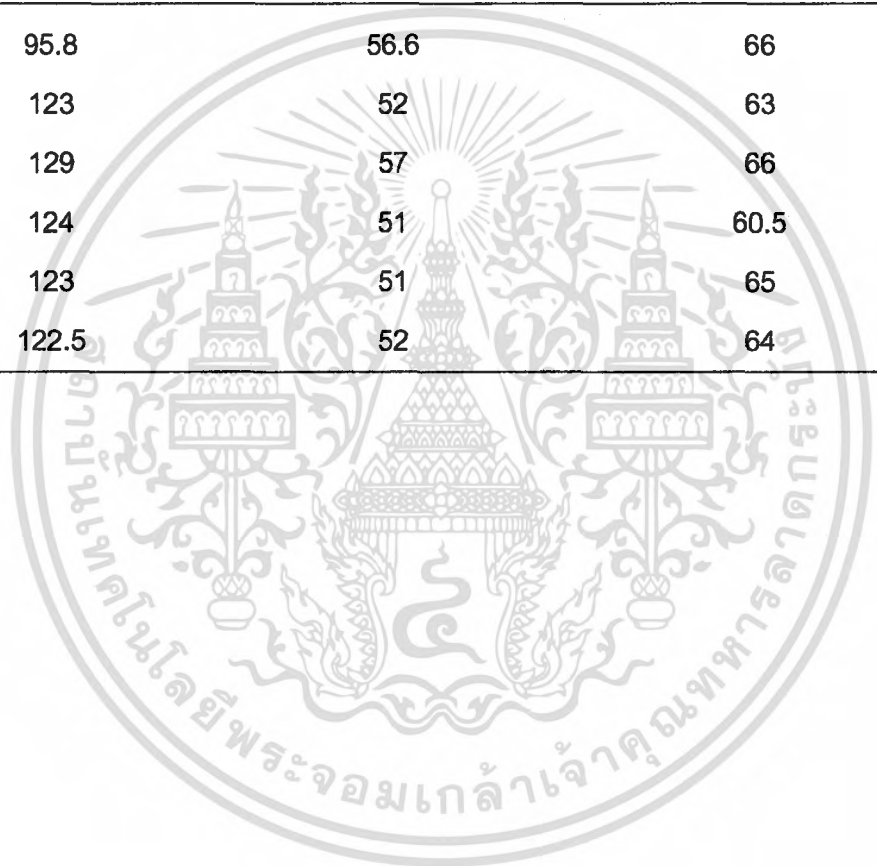


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงค่าลักษณะพื้นฐานวิทยาของปูทะเลเพศเมีย จำนวน 21 ตัว

ตัวที่	น้ำหนักตัว (g)	ความกว้างของกระดอง (mm.)	ความกว้างของจับบีง (mm.)	ความกว้างระหว่างฐานคูที่ 5 (mm.)	น้ำหนักรังไข่(g)	สีรังไข่
1	336	119.5	40	58	3	ใส
2	177	102	40	51	9	ส้มอ่อน
3	251	118	53	61	1	ใส
4	356	126	59	62.5	8	ส้มอ่อน
5	382	134	54	68	5	ใส
6	240	101.5	34	48	2	ใส
7	197	108	40	53	6	ส้ม
8	151	101	39.5	50	4	ส้ม
9	378	129	55	66.5	4	ใส
10	384	131	55	71	16	ส้มอ่อน
11	146	95.5	39.5	47.5	14	ส้ม
12	272	120	50	64	15	ส้ม
13	143	93	39	44	15	ส้ม
14	335	119	53	65	31	เหลือง
15	325	116.5	54	64	25	เหลือง

ตัวที่	น้ำหนักตัว (g)	ความกว้างของกระดอง (mm.)	ความกว้างของจับปีง (mm.)	ความกว้างระหว่างฐานคูที่ 5 (mm.)	น้ำหนักรังไข่(g)	สีรังไข่
16	261	95.8	56.6	66	21	เหลือง
17	289	123	52	63	23	ส้ม
18	333	129	57	66	37	ส้ม
19	300	124	51	60.5	31	ส้ม
20	315	123	51	65	32	ส้ม
21	301	122.5	52	64	34	ส้ม



ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI), ค่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างของจับปิ้งปล้องที่ 5 กับความกว้างระหว่างฐานคู่ที่ 5 (FMI), ค่าการหักเหแสง ของเลือด และระยะเวลาเจริญของรังไข่ ของปูทะเลเพศเมียจำนวน 21 ตัว

ตัวที่	GSI	FMI	ค่าการหักเหแสงของเลือด	ระยะเวลาเจริญของรังไข่
1	0.89	0.68	45	1
2	5.08	0.78	46	1
3	0.39	0.86	46.66	1
4	2.25	0.79	47	1
5	1.3	0.79	47.33	1
6	0.83	0.7	47.66	1
7	3.04	0.75	48	1
8	2.64	0.71	76	1
9	1.05	0.75	85.33	1
10	4.16	0.81	47	2
11	9.58	0.83	54.66	2
12	5.51	0.78	76.33	2
13	10.48	0.88	78.66	2
14	8.25	0.815	68.2	3

ตัวที่	GSI	FMI	ค่าการหักเหแสงของเลือด	ระยะเวลาเจริญของรังไข่
15	7.69	0.84	69.4	3
16	7.96	0.812	71.6	3
17	7.95	0.79	67	3
18	11.11	0.86	71.33	4
19	10.33	0.84	72.66	4
20	10.15	0.83	78.33	4
21	11.29	0.81	84.33	4

ตารางผนวกที่ 3 แสดงค่าสัณฐานวิทยา และค่าหักเหแสงของเลือดปูทะเลเพศผู้ จำนวน 5 ตัว

ตัวที่	น้ำหนักตัว(g)	ความกว้างของกระดอง	ความกว้างของจับปีง	ความกว้างระหว่างฐานคูที่	ค่าการหักเหแสงของเลือด
		(mm.)	(mm.)	5(mm.)	
1	256	112	31	52	47.66
2	284	106.5	30	54	51.66
3	399	118	30	60	52.33
4	508	130	36	59	53
5	654	134	41.5	64	40.66