

ใบรับรองปัญหาพิเศษ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ค่าหักเหแสงของเลือดเพื่อจำแนกระยะการเจริญ  
ของรังไข่ปูทะเล (*Scylla olivacea*)

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

ชื่อนักศึกษา นางสาวอภิรดี ทิพย์เที่ยงแท้

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. อนัญญา เจริญพรนิพัทธ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 12 เดือน พ. ค. พ.ศ. ๕๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ค่าหักเหแสงของเลือดเพื่อจำแนกระยะการเจริญของ  
รังไข่ปูทะเล (*Scylla olivacea*)

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



T099376

โดย

นางสาวอภริณี ทิพย์เที่ยงแท้

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2547

๒๓.

๑๒๕๙๓

๒๕๔๗

เลขหมู่..... ๒๕๕๗๐  
เลขทะเบียน.....  
วันเดือนปี..... 15 Jun 2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

### เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ค่าหักเหแสงของเลือดเพื่อจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ปู

ทะเล (*Scylla olivacea*)

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

ปูทะเลเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีการทำประมงกันมากโดยการจับจากธรรมชาติโดยตรงจึงทำให้ปริมาณปูทะเลในธรรมชาติมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้เริ่มมีการเพาะฟักปูทะเลในบ่อเลี้ยงมากขึ้น แม่พันธุ์ปูทะเลมีความสำคัญอย่างมากในการเพาะพันธุ์ปูทะเล ดังนั้นการจัดการแม่พันธุ์ปูทะเลที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาเป็นธุรกิจการเพาะฟักปูทะเลจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการเพาะเลี้ยงปูทะเลแบบครบวงจร หากสามารถจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ของแม่พันธุ์ปูทะเล เป็นประโยชน์ในการจัดการแม่พันธุ์เพื่อการเพาะฟัก การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ค่าหักเหแสงของน้ำเลือด โดยการดูดเลือดบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 ของตัวอย่างแม่พันธุ์ปูทะเล แล้วนำไปวัดค่าการหักเหแสงของเลือด รวมทั้งบันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของแม่พันธุ์ปูทะเล โดยการชั่ง น้ำหนัก, วัดความกว้างของกระดอง, ชั่งน้ำหนักของรังไข่ เพื่อใช้หาดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) และดัชนีความสมบูรณ์เพศทางสัณฐานวิทยา (FMI) แล้วนำค่าการหักเหแสงของน้ำเลือดไปหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะการพัฒนาของรังไข่, ค่าGSI และค่าFMI ผลการทดลองพบว่าค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กับระยะการพัฒนาของรังไข่อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ ) โดยมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ( $R^2 = 0.7479$ ) ค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (GSI) อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ ) โดยมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ( $R^2 = 0.6396$ ) ค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศทางสัณฐานวิทยา (FMI) อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ ) โดยมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ ( $R^2 = 0.4287$ ) ค่าการหักเหแสงของเลือด, ดัชนีความสมบูรณ์เพศ, ดัชนีความสมบูรณ์เพศทางสัณฐานวิทยาและระยะการเจริญของรังไข่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ ) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเมื่อระยะการเจริญของรังไข่ที่มากขึ้นค่าการหักเหแสงของเลือดก็เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากค่าไวเทลโลเจนินที่เพิ่มมากขึ้นตามระยะการพัฒนาของรังไข่และจะลดลงอย่างรวดเร็วก่อนการวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร. อนุรักษ์ เจริญพรนิพัทร เป็นอย่างสูงที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในทุกเรื่องพร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องในการทดลอง จนทำให้ปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จอย่างสมบูรณ์ ดร.อรรฆวรรณ สัตยาลัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความกรุณาและให้คำแนะนำและปรึกษาการทำ ปัญหาพิเศษในครั้งนี ขอขอบคุณ คุณบุปผา คุณสุดารัตน์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือทางด้าน อุปกรณ์และสถานที่

ขอขอบใจ วัน ที่เป็นเพื่อนร่วมการทดลองร่วมทุกข์ร่วมสุขจนเสร็จสิ้นการทดลอง อีกทั้งโบ และภาที่คอยเป็นกำลังใจ และมอบเสียงหัวเราะให้เสมอมา อีกทั้งเพื่อนร่วมหอที่ให้กำลังใจและ กระตุ้นให้ทำงาน และเพื่อนๆภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกคน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่รวมทั้งน้องสาวที่ให้กำลังใจตลอดมาที่สำคัญคือขอขอบคุณที่คุณพ่อและคุณแม่ให้โอกาสดีๆในการช่วยส่งเสริมให้มาศึกษาในสถาบันที่ นำภาคภูมิใจแห่งนี้

อภิรดี ทิพย์เที่ยงแท้  
พฤษภาคม 2548

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลองและวิจารณ์	13
สรุป	28
ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	33



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ	16
2	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่า FMI	17
3	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่าความเค็มของเลือด	18
4	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI	19
5	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าหักเหแสงของเลือด	20
6	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าหักเหแสงของเลือด	21
7	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ,ค่า FMI และค่าการหักเหแสงของเลือด	23
8	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ และค่าFMI	24
9	ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ, ค่าFMI และค่าหักเหของแสง	26
10	ความแตกต่างระหว่างค่าการหักเหแสงของเลือดในระยะการเจริญของรังไข่ที่แตกต่างกัน	27
<b>ตารางผนวกที่</b>		<b>หน้า</b>
1	ข้อมูลรวมของปูทะเล( <i>Scylla olivacea</i> ) ในการทดลอง	34

## สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระยะเวลาเจริญของรังไข่ปุ่ทะเลระยะต่างๆ	14
2	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ระยะเวลาเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนี ความสมบูรณ์เพศ	17
3	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลาเจริญของรังไข่กับค่า FMI	18
4	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลาเจริญของรังไข่กับค่าการหักเห แสงของเลือด	19
5	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI	20
6	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการ หักเหแสงของเลือด	21
7	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด	22
8	ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ระยะเวลาเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนี ความสมบูรณ์เพศและค่าFMI	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

ปูทะเล ( *Scylla olivacea* ) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีโครงสร้างแข็งห่อหุ้มลำตัว จัดอยู่ในกลุ่มครัสเตเชีย ปูทะเลเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีการทำประมงกันมากโดยมีการจับจากธรรมชาติโดยตรงจึงทำให้ปริมาณปูทะเลในธรรมชาติมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เริ่มมีการเพาะพันธุ์ปูทะเลในบ่อเลี้ยงมากขึ้น ซึ่งแม่พันธุ์ปูทะเลมีความสำคัญอย่างมากในการเพาะพันธุ์ปูทะเล จึงจำเป็นต้องมีการจัดแม่พันธุ์ปูทะเลที่มีประสิทธิภาพเพื่อพัฒนาเป็นธุรกิจการเพาะฟักลูกปูทะเล เพื่อการเพาะเลี้ยงปูทะเลแบบครบวงจร ดังนั้นการที่สามารถจำแนกแม่พันธุ์ปูทะเลที่มีการเจริญของรังไข่จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการจัดการแม่พันธุ์เพื่อการเพาะฟักสามารถจำแนกแม่พันธุ์ปูทะเลที่มีการเจริญของรังไข่ออกได้เป็น 4 ระยะ ตามการเจริญของรังไข่ (สมบัติ, 2530) ซึ่งหากดูจากลักษณะภายนอกไม่สามารถจำแนกได้ว่าแม่พันธุ์ปูมีการเจริญของรังไข่อยู่ในระยะใด

ในการศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้นี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาดังนี้ซึ่งจากลักษณะภายนอกของตัวแม่ปูทะเลที่มีการเจริญของรังไข่ในแต่ละระยะ และวัดค่าหักเหแสงของเลือดแม่ปูทะเลว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ในแต่ละระยะการเจริญของรังไข่ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการคัดเลือกแม่พันธุ์ปูทะเล ( *Scylla olivacea* ) เพื่อนำมาใช้ในฟาร์มเพาะเลี้ยงปูทะเลแบบครบวงจรต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะภายนอกของปูทะเล ( *Scylla olivacea* ) ในแต่ละระยะการเจริญของรังไข่
2. เพื่อศึกษาการจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ของปูทะเล ( *Scylla olivacea* ) โดยใช้ค่าหักเหแสงของเลือด

## การตรวจเอกสาร

### 1. อนุกรมวิธาน

Barnes (1968) ได้จำแนกลักษณะปูทะเลทางอนุกรมวิธานไว้ดังนี้

Phylum	Arthropoda
Class	Crustacea
Subclass	Malacostraca
Superorder	Eucarida
Order	Decapoda
Suborder	Reptantia
Section	Brachyura
Subsection	Brachygnatha
Superfamily	Brachyrhyncha
Fammily	Portunidae
Subfamily	Portuninae
Genus	<i>Scylla</i>
Specie	<i>serrata</i> , <i>olivacea</i> , <i>paramamosain</i> , <i>transquebarica</i>

ปูทะเลในโลกแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามหลักอนุกรมวิธานของ Keenan et al. (1998) ดังนี้

- 1.) ปูทะเล (*Scylla serrata*)
- 2.) ปูเขียว (*Scylla transquebarica*)
- 3.) ปูขาวหรือปูทองกลาง (*Scylla paramamosain*)
- 4.) ปูดำหรือปูแดง (*Scylla olivacea*)

ปูทะเลซึ่งพบในประเทศไทยมี 3 ชนิดได้แก่ ปูดำ(*Scylla olivacea*) ปูขาว(*Scylla paramamosain*) และปูเขียว(*Scylla transquebarica*) ชนิดที่พบมากที่สุดคือปูดำ ซึ่งพบทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ปูขาวหรือปูทองกลางพบมากทางฝั่งอ่าวไทยส่วนปูเขียวพบน้อยที่สุด

## 2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

### 2.1 ลักษณะภายนอกทั่วไป

ปูทะเลมีกระดองกว้างเรียบแบน ขอบกระดองมีลักษณะคล้ายหนาม หนามขอบกระดองที่อยู่ระหว่างเขี้ยว (frontal teeth) 2 คู่ เป็นรูปสามเหลี่ยมปลายมนอยู่ในระดับเดียวกัน หนามด้านข้างของกระดอง (antero lateral teeth) มีข้างละ 9 อัน ซึ่งรวมทั้งหนามเขี้ยว (outer orbital teeth) มีรูปร่างและขนาดเหมือนกัน ก้าม (cheliped) สั้นป้อมผิวเรียบ ข้อมือด้านนอกไม่มีหนามหรือมีร่องรอยของหนามหนึ่งอัน ส่วนบนก้าม (propodus) ไม่ชัดมีหนามที่ปลายสัน 2 อัน ขอบของมุมข้างกระดองด้านซ้ายเป็นสันค่อนข้างตรง ปลายสันชิดกับขอบหลังกระดอง กระดองสีน้ำตาลปนดำ ก้ามมีสีเช่นเดียวกับกระดอง ผิวก้ามด้านนอกและปลายนิ้วสีน้ำตาลปนแดง

ปูทะเลมีขา 5 คู่ ขาคู่แรกอยู่หน้าสุดมีขนาดใหญ่ที่สุดเรียกว่าก้าม ปลายของก้ามปูแยกออกเป็น 2 ง่ามมีลักษณะคล้ายคีม ใช้จับเหยื่อกินและป้องกันตัว ปลายสุดของขาคู่ที่ 2-4 มีลักษณะแหลมเรียกว่าขาเดิน เพราะทำหน้าที่ในการเดินเคลื่อนที่ ส่วนขาคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นคู่สุดท้ายเรียกว่า ขาว่ายน้ำ ตอนปลายสุดของขาคู่นี้มีลักษณะแบนคล้ายใบพาย เพื่อความสะดวกในการว่ายน้ำ สำหรับอวัยวะภายในทั้งหมด ได้แก่ หัวใจ กระเพาะอาหาร ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ จะรวมกันอยู่ภายใน cephalothorax ( เสน่ห์ ผลประสิทธิ์, 2541)

### 2.2 ลักษณะภายในของปูทะเล

เมื่อเปิดกระดองปูทะเลออกจะเห็นว่าที่ด้านในของกระดองมีเยื่อบางๆ กรูอยู่ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของกระดอง จะมีช่องว่างเป็นโพรงซึ่งจะเก็บความชื้นได้ดีในบางฤดู ช่องว่างนี้จะเป็นที่เก็บสะสมของอาหารจำพวก Fat glycogen และธาตุจำพวกหินปูน ในปูเพศเมียช่วงฤดูสืบพันธุ์ช่องว่างดังกล่าวจะเป็นที่เก็บไข่ (egg mass) ที่สร้างขึ้น ที่ลำตัวปูภายในจะเห็นอวัยวะส่วนหนึ่งได้ชัดเจนคือเหงือก (gill) อยู่ 2 ข้างของลำตัวมีลักษณะคล้ายขนนก ซึ่งทำหน้าที่ช่วยหายใจ นอกจากนี้จะเห็นโครงร่างค่อนข้างแข็งแรงแทรกอยู่ทั่วไปเพื่อเป็นที่ยึดของกล้ามเนื้อในลำตัวปูจะมีอวัยวะของระบบต่างๆ ได้แก่ระบบย่อยอาหาร ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบขับถ่ายและระบบสืบพันธุ์ (มาโนช และ บุญส่ง ,2530) ปูทะเลเป็นที่หายใจด้วยเหงือกโดยเมื่อกระแส น้ำผ่านเข้ารู ซึ่งมีช่องเปิดอยู่ระหว่างโคนขากับกระดอง กระแสน้ำจะพัดผ่านเหงือกและจะไปออกทางช่องเปิดซึ่งอยู่ที่ฐานของหนวดในระหว่างน้ำผ่านเหงือกออกซิเจนจะถูกจับไปกับเลือดโดยเลือดปูทะเลมีสาร Haemocyanin ซึ่งเป็นสารประกอบของธาตุทองแดง และโปรตีนเมื่อรวมกับออกซิเจนทำให้เลือดมีสีน้ำเงินอ่อนๆ ในการรับออกซิเจนนั้นธาตุทองแดง 2 อะตอม จะรับออกซิเจน 2 โมเลกุล (Green, 1961) ธาตุ

ทองแดงจะเป็นตัวรับออกซิเจนโดยจะเปลี่ยนสารประกอบ Cuprous ให้เป็น Cupric และในขณะเดียวกันที่เลือดรับออกซิเจน จะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บางส่วนถูกขับออกที่เหงือกแต่บางส่วนจะรวมกับธาตุแคลเซียมกลายเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) ซึ่งเป็นส่วนประกอบในการสร้างโครงร่างของร่างกายปูทะเล (Waterman, 1960)

### 3. วงจรชีวิตของปูทะเล

ปูทะเลเป็นสัตว์น้ำกร่อยชนิดหนึ่งที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการแพร่พันธุ์ โดยปูเพศเมียจะอพยพจากแหล่งหากินในบริเวณน้ำกร่อยออกไปวางไข่ในทะเล ซึ่งจากการอพยพนี้จะมีขึ้นภายหลังการจับคู่ผสมพันธุ์ (mating) แล้วในขณะที่กำลังเดินทางสู่ทะเล ปูบางตัวอาจจะปล่อยไข่ออกมาไว้ที่ส่วนท้องแล้วก็ได้ (ชูชาติ, 2528 อ้างโดยเสน่ห์ 2541) จากการศึกษาของ Hill ในปี 1975 และ 1983 กล่าวว่า ตัวอ่อน (larva) มีอยู่ 2 ระยะ ได้แก่ zoea larva และ megalopa larva ในระยะ zoea larva มีระยะย่อย 5 ระยะ ตัวอ่อนระยะนี้เรียกว่าวัยน้ำยังไม่อยู่ในสภาพที่จะใช้งานได้จึงล่องลอยหากินไปตามกระแสน้ำ เมื่อเจริญเป็นตัวอ่อน megalopa larva จะมีการว่ายน้ำสลัดกับการหยุดเกาะอยู่กับที่ชั่วคราว ซึ่งถือได้ว่าระยะนี้มีการเริ่มแพร่กระจายเข้ามาหากินในบริเวณน้ำกร่อย เมื่อตัวอ่อนลอกคราบจาก ระยะ megalopa larva เป็นตัวลูกปู (juvenile) ที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ทุกประการ จะหากินอยู่ในแหล่งน้ำกร่อยอย่างอิสระ จากนั้นปูเพศเมียที่สมบูรณ์เพศและผ่านการจับคู่ผสมพันธุ์แล้ว จะอพยพออกไปวางไข่เช่นเดียวกับแม่ของมันเป็นวัฏจักรสืบไป

### 4. แหล่งที่อยู่อาศัย

ปูทะเลมีถิ่นอาศัยบริเวณป่าชายเลนชายฝั่งทะเลในเขตน้ำขึ้นน้ำลง (intertidal zone) ซึ่ง Macnae (1968) พบว่าปูทะเลที่มีขนาดแตกต่างกัน จะมีการขุดรูอาศัยอยู่ในเขตดังกล่าวตามชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่มักจะพบว่า ปูทะเลชอบขุดรูอาศัยอยู่มากตามริมร่องน้ำตามลำคลองในป่าชายเลน หรือตามริมชายคลองบริเวณปากแม่น้ำและจะมีจำนวนลดน้อยลงในบริเวณที่ห่างจากพื้นที่ป่าชายเลนออกไป การขุดรูอาศัยของปูอาจเกิดขึ้นโดยความจำเป็นที่จะต้องสร้างที่พักพิงที่ปลอดภัยและใช้สำหรับเป็นที่อยู่อาศัยในบริเวณที่มีอาหาร การขุดรูอาศัยของปูทะเลโดยทั่วไปมีความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร ช่องทางลงของรูจะทำมุม 30 องศากับแนวระดับ ภายในรูปูจะมีน้ำขังอยู่ภายใน ซึ่งเป็นน้ำที่มีความเค็มสูงกว่าและมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าภายนอกอีกด้วย รูของปูทะเลที่สร้างขึ้นนี้จะเป็นโครงสร้างที่ถาวร เป็นที่สำหรับให้ปูทะเลสามารถใช้อาศัยต่อกันไปได้คราวละหลายรุ่น และเป็นประโยชน์ต่อปูทะเลในการป้องกันตัวเองในช่วงเวลาที่มีการลอกคราบ(เสน่ห์ ผลประสิทธิ์, 2541)

## 5. ฤดูกาลผสมพันธุ์และความคอกของไข่

บุญช่วย (2515) กล่าวว่า ฤดูกาลวางไข่ของปูทะเลจะมีช่วงวางไข่ตั้งแต่เดือนกันยายนถึงเดือนมกราคมในปลายๆเดือน แต่จะมีความชุกชุมมากในเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พบว่าในช่วงนี้ปูทะเลที่จับได้จะมีไข่ในกระดองและนอกกระดองบ้าง

ความคอกของไข่ปูทะเลแปรผันตามความกว้างของกระดองจากการนับไข่ด้วย Gravimetric method พบว่าปูที่มีความกว้างเฉลี่ยของกระดอง 9.36 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย 205 กรัม ไข่มีน้ำหนักเฉลี่ย 43 กรัม จะมีไข่อยู่ประมาณ 1,832,574 ฟอง ความกว้างเฉลี่ยของกระดอง 9.48 ซม. น้ำหนักเฉลี่ย 200 กรัม และมีน้ำหนักของไข่เฉลี่ย 44 กรัม จะมีไข่อยู่ประมาณ 1,863,582 ฟอง และปูทะเลที่มีความกว้างของกระดองเฉลี่ย 9.50 ซม. น้ำหนักปูเฉลี่ย 212 กรัม น้ำหนักของไข่ 47 กรัม จะมีไข่อยู่ประมาณ 1,885,432 ฟอง (บุญช่วย, 2515)

## 6. การสืบพันธุ์ของปูทะเล (Reproduction)

6.1 การจับคู่ (copulation) ปูทะเลเพศผู้จะจับคู่กับเพศเมียที่มีความสมบูรณ์ทางเพศโดยปูทะเลเพศผู้จะเกาะอยู่ด้านบนของปูทะเลเพศเมียและใช้ขาเดินคู่ที่ 2-4 กอดรัดเอาไว้ ปูทะเลเพศเมียที่ถูกจับคู่และพร้อมจะรับการสืบพันธุ์นี้สังเกตได้จากลักษณะและขนาดของส่วนท้อง (abdomen) หรือที่เรียกว่าจับปิ้ง (ชูชาติ, 2531 อ้างโดยสุรชาติและคณะ, 2538) ได้แบ่งชั้นของปูทะเลเพศเมียชั้นที่ 1 จะมีลักษณะของจับปิ้งเป็นรูปสามเหลี่ยม ส่วนปูทะเลเพศเมียชั้นที่ 2 จับปิ้งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและส่วนขอบของจับปิ้งจะมีลักษณะโค้งออก และปูทะเลเพศเมียชั้นที่ 3 ขอบของจับปิ้งจะมีลักษณะโค้งออกคล้ายวงกลม (สุรชาติ และคณะ, 2538)

### 6.2 การเจริญของรังไข่

Quinn และ Kojis (1987) ได้แบ่งการเจริญของรังไข่ตามสีและขนาดได้เป็น 5 ระยะดังนี้

ชั้นที่ 1 รังไข่จะมีขนาดเล็กเป็นเส้นบางใส

ชั้นที่ 2 รังไข่จะมีขนาดเล็ก สีขาวขุ่น หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีแทน

ชั้นที่ 3 รังไข่ขยายขนาด มีรอยหยักและจะมีสีเหลืองอ่อน

ชั้นที่ 4 รังไข่ขยายขนาดมากขึ้นมีรอยหยักเพิ่ม มีสีเหลืองส้ม

ชั้นที่ 5 รังไข่เจริญเต็มที่ ขยายขนาดเกือบเต็มกระดอง สีส้มหรือส้มแดง

ในขณะที่ สมบัติ(2530) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของส่วนท้องหรือจับปิ้งของปูทะเลเพศผู้และเพศเมีย พบว่าใช้สัดส่วนระหว่างส่วนกว้างที่สุดของจับปิ้งปล้องที่ 5 ตามความกว้างระหว่างฐานคู่ที่ 5 เป็นดัชนีบ่งบอกความสมบูรณ์เพศของปูทะเลเพศเมียได้ สังเกตจากลักษณะภายในของรังไข่ (internal morphology) สามารถแบ่งการเจริญของรังไข่ตามสีขนาด และลักษณะของรังไข่ได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

ขั้นที่ 1 รังไข่ที่ปรากฏเห็นยังไม่ชัดเจน ลักษณะรังไข่เป็นเส้นบางใสมากขนาดเล็กยังเจริญไม่ดี โดยที่รังไข่จะเป็นเส้นทอดตัวอยู่บนส่วนของอวัยวะสร้างน้ำย่อย (digestive gland)

ขั้นที่ 2 สภาพรังไข่เริ่มปรากฏเห็นเป็นท่อ ลักษณะมีรอยหยัก สีครีมถึงสีเหลืองอ่อน อยู่บนส่วนของอวัยวะที่สร้างน้ำย่อย (digestive gland)

ขั้นที่ 3 สภาพรังไข่ขนาดใหญ่สีเหลือง ปกคลุมประมาณ 1/3 – 3/4 ส่วนของอวัยวะสร้างน้ำย่อย (digestive)

ขั้นที่ 4 สภาพรังไข่มีขนาดใหญ่เต็มที่ มีสีส้มแดง ปกคลุมส่วนของอวัยวะสร้างน้ำย่อย (digestive gland)

## 7. การเจริญของไข่ (oocyte development)

แบ่งออกเป็น 2 ระยะเวลาใหญ่ ๆ (Harrison และ Humes, 1992) ได้แก่

1.) ระยะเวลา Previtellogenesis เป็นระยะที่มีการสะสมโมเลกุลหลายชนิดในเซลล์ไข่เกิดกิจกรรมหลายอย่างของออร์กาเนลในไซโตพลาสซึม อัตราการสร้างไรโบโซม และ rough Endoplasmic Reticulum (RER) สูงมาก

2.) Vitellogenesis เป็นระยะที่มีการสร้างและสะสมไข่แดง (yolk) และจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่าใน decapods บางชนิด มีการเคลื่อนที่ของสารภายในนิวเคลียสออกสู่ไซโตพลาสซึม ซึ่งปรากฏการณ์นี้อาจจะเป็นการส่งผ่าน RNA หรือ mRNA จากนิวเคลียสสู่ไซโตพลาสซึม และยังมีลักษณะบางอย่างที่สามารถนำมาใช้บ่งบอกว่าไข้อยู่ในระยะเวลาที่มีการสร้างและสะสมไข่แดง (Vitellogenic oocyte) เช่น microvilli ที่ยื่นออกมาจากเซลล์ไข่จำนวนมาก

กระบวนการสร้างและสะสมไข่แดง หรือไวเทลโลเจเนซิส (vitellogenesis) เป็นกระบวนการที่สำคัญซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเจริญของไข่ (oocyte) ในสัตว์กลุ่มครัสเตเชีย ซึ่งมีไข่ชนิดที่มีไข่แดงสะสมอยู่ในไซโตพลาสซึมของโอโอไซต์จำนวนมาก (polylecithal egg) ไข่แดงประกอบด้วยน้ำ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และสารอาหารอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญของเอ็มบริโอ ส่วนประกอบของไข่แดงจะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิดโปรตีนหลักที่สะสมในระหว่างกระบวนการสะสมไข่แดงของไข่ที่กำลังเจริญ คือ ไวเทลลิน (vitellin) หรือไลโปไวเทลลิน (lipovitellin) ไวเทลลินเป็นโปรตีนที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วยโปรตีนหน่วยย่อย (subunit) จำนวนตั้งแต่ 2-11 หน่วยย่อย ซึ่งแต่ละหน่วยย่อยจะมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 40-200 กิโลดาลตัน ขึ้นอยู่กับชนิดของครัสเตเชีย (Eastman-Reks and Fingerman, 1985) จากรายงานการศึกษาในครัสเตเชียขณะที่รังไข่มีการเจริญจะตรวจพบโปรตีนในเลือดซึ่ง

เป็นสารตั้งต้นของไวเทลลิน เรียกว่า ไวเทลโลเจนิน (vitellogenin) โดยจะพบเฉพาะในเลือดของเพศเมีย (female specific protein) ที่รังไข่กำลังมีการเจริญเท่านั้น ไม่พบในเพศผู้และเพศเมียที่รังไข่ยังไม่มีมีการเจริญ (Kerr, 1969; Tom, Goren and Ovadia, 1987) และจากการศึกษาแหล่งสร้างไวเทลโลเจนินของครัสตาเซียนพบว่า มีทั้งชนิดที่สร้างภายในรังไข่เองและ/หรือสร้างจากแหล่งอื่นนอกรังไข่ (heterosynthetic vitellogenesis) เช่น ด้บบ-ด้บบอ่อน เนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนัง (subepidermal adipose tissue) จะมีการสร้างออกมาในรูปของไวเทลโลเจนิน หลังจากนั้นปล่อยออกสู่กระแสเลือดและถูกนำเข้าสู่สะสมในรังไข่ที่กำลังมีการเจริญในรูปของไวเทลลินหรือไลโปไวเทลลิน (Kerr, 1969)

#### 8. การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดกับการเจริญของรังไข่ในครัสตาเซียน

ศิวาพร लयันต์ และคณะ (2537) ได้ประเมินความแน่นอนของวิธี competitive ELISA ในการวัดปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือด โดยสุ่มตัวอย่างเลือดกึ่งตะกาด *Metapenaeus affinis* มาตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนินด้วยวิธี competitive ELISA โดยใช้แอนติซีรัมที่จำเพาะต่อไวเทลลินหรือแอนติซีรัมที่จำเพาะต่อไวเทลโลเจนิน ซึ่งทำในภาค ELISA ที่ต่างกันในเวลาต่างๆ กันพบว่าปริมาณไวเทลโลเจนินที่ตรวจวัดได้ในแต่ละครั้งจะมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่างเลือดที่ใช้ ถึงแม้ว่าจะใช้แอนติซีรัมทั้ง 2 ชนิดมีความแน่นอนมากพอสมควร หลังจากนั้นได้ศึกษาระดับไวเทลโลเจนินในเลือดกับการเจริญของรังไข่ของกึ่งตะกาด *Metapenaeus affinis* ด้วยวิธี competitive ELISA พบว่าไวเทลโลเจนินมีปริมาณต่ำในรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 1 ( $0.193 \pm 0.167$  mg/ml) แต่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในระยะที่ 2-3 ( $2.343 \pm 0.906$  ถึง  $2.673 \pm 0.951$  mg/ml) และในระยะที่ 4 ซึ่งเป็นระยะก่อนวางไข่ระดับไวเทลโลเจนินจะลดลง ( $0.708 \pm 0.508$  mg/ml) และผลจากการฉีดสารสกัดจากก้านตาให้กุ้งที่ถูกตัดตาทั้งสองข้างจะชักนำให้ระดับไวเทลโลเจนินในเลือดเพิ่มสูงขึ้น และค่อย ๆ ลดลงด้วยอัตราเร็วต่างๆ กันจนถึงระดับต้นภายใน 24 ชั่วโมง

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

Derelle และคณะ (1988) สามารถแยก lipoprotein ในเลือดของปู *Callinectes sapidus* ได้ เป็น 2 รูปแบบคือ lipoprotein I และ II ซึ่ง lipoprotein II พบเฉพาะในปูเพศเมีย และประกอบด้วยโปรตีน 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  $0.1 \pm 0.1$  mg/ml ระยะที่ 3 เท่ากับ  $0.2 \pm 0.1$  mg/ml ระยะที่ 4 เท่ากับ  $0.3 \pm 0.2$  mg/ml ระยะที่ 5 เท่ากับ  $1.1 \pm 0.8$  mg/ml ระยะที่ 6 เท่ากับ  $4.1 \pm 2.1$  mg/ml ระยะที่ 7 เท่ากับ  $0.2 \pm 0.1$  mg/ml

Okumura และ คณะ (1992) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระดับไวเทลโลเจนินในเลือดกึ่ง *M.nipponense* โดยใช้เทคนิค rocket immunoelectrophoresis พบว่าระดับไวเทลโลเจนิน ระหว่างการเจริญของรังไข่ในกึ่งชนิดนี้มีค่าตั้งแต่ 1-9 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และในปีเดียวกัน Shafir และคณะ (1992) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดและไวเทลลินในรังไข่ระหว่างการเจริญของรังไข่กึ่ง *Penaeus semisulcatus* โดยวิธี rocket immunoelectrophoresis พบว่าระดับไวเทลโลเจนินระหว่างการเจริญของรังไข่ในกึ่งชนิดนี้มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรถึง 0.439 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณไวเทลลินของรังไข่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.0126 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวถึง 4.55 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวแต่อย่างไรก็ตาม ไวเทลโลเจนินในเลือดและไวเทลลินในรังไข่ยังไม่มีความสัมพันธ์กันในเชิงปริมาณ

Quinitio และคณะ (1994) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ steroid hormone และปริมาณไวเทลโลเจนินระหว่างการเจริญของรังไข่ของกึ่งกุลาดำ *Penaeus monodon* โดยวัดฮอร์โมนในเลือดรังไข่และตับ-ตับอ่อน โดยวิธี radioimmunoassay (RIA) และวัดไวเทลโลเจนินในเลือดโดยวิธี single radial immunodiffusion ซึ่งให้ระยะการเจริญของรังไข่เป็นหลักโดยได้แบ่งการเจริญของรังไข่ออกเป็น 6 ระยะ พบว่าปริมาณฮอร์โมน estradiol-17 $\beta$  ในเลือดสามารถตรวจวัดได้เฉพาะในระยะการเจริญของรังไข่ที่ 5 เท่านั้น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.4 pg/ml estradiol-17  $\beta$  ในตับ-ตับอ่อนตรวจวัดได้ในปริมาณน้อยในระยะที่ 2-4 (<20-23.8 pg/g) และเพิ่มขึ้นในระยะที่ 5 (752.6 pg/g) จากนั้นลดลงในระยะที่กึ่งวางไข่ (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) จากนั้นมีค่าลดลงหลังจากกึ่งวางไข่ (66.2 pg/g) ปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดสามารถวัดได้ในระยะการเจริญของรังไข่ระยะที่ 3 (0.441 mg/ml) และมีปริมาณเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระยะที่ 4 (2.640 mg/ml) และ 5 (6.973 mg/ml) จากนั้นลดลงมีค่าเท่ากับ 2.546 mg/ml หลังจากที่ถูกวางไข่

ในปี ค.ศ. 1994 Lee และ Watson ได้นำไวเทลลินที่สกัดได้จากรังไข่ของปู *Callinectes sapidus* ไปผลิตแอนติบอดีต่อไวเทลลินเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาวิธีการตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนนินในเลือดปูเพศเมียโดยวิธี ELISA ได้ช่วงกราฟ standard vitellin ที่เป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 62.5-1,500 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งหาค่าความไวในการตรวจวัดได้ในปริมาณ 148 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร ต่อมาในปี ค.ศ.1996 Lee และคณะได้นำวิธี ELISA ที่ได้พัฒนาขึ้นในปี 1994 มาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของรังไข่กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณไวเทลโลเจนนินในเลือดของปู *Callinectes sapidus* พบว่าการเจริญของรังไข่ในระยะที่ 1 และ 2 ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนนินได้ แต่เริ่มวัดได้ในระยะที่ 3-6 ( $0.02 \pm 0.07$  ถึง  $0.14 \pm 0.04$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ซึ่งปริมาณไวเทลโลเจนนินที่ตรวจวัดได้มีปริมาณต่ำกว่าค่าไวเทลโลเจนนินที่ตรวจวัดได้ในคริสต์ทศวรรษอื่น ๆ ที่มีการรายงานผลมาก่อนหน้านี้ โดยผู้ทำการศึกษาระบุว่าปูชนิดนี้ไวเทลโลเจนนินถูกสร้างภายในรังไข่ ไวเทลโลเจนนินที่ตรวจวัดได้ในเลือดในปริมาณต่ำ และมีปริมาณเพิ่มสูงสุดหลังจากการวางไข่เป็นผลมาจากไวเทลโลเจนนินในรังไข่ถูกปล่อยออกมาในเลือดและจากการใช้เทคนิคอิมมูโนฮิสโตเคมีสตรี้ ซึ่งใช้แอนติบอดีต่อไวเทลลินเพื่อระบุแหล่งที่สร้างและสะสมไวเทลลิน และ/หรือไวเทลโลเจนนิน ทำให้ทราบว่ารังไข่ที่มีการเจริญอยู่ในระยะที่ 1 และ 2 ไม่มีไวเทลลินสะสมอยู่แต่จะพบว่ามีไวเทลลินสะสมอยู่ในรังไข่ที่เจริญอยู่ในระยะที่ 3-6 และไม่พบปฏิกิริยาทางอิมมูโนในส่วนของเนื้อเยื่อตับ-ตับอ่อน ซึ่งแสดงว่าภายในเนื้อเยื่อตับ-ตับอ่อนไม่มีการสร้างและสะสมไวเทลโลเจนนิน

Chang และ Shih (1995) ศึกษาปริมาณไวเทลโลเจนนินในเลือดระหว่างการเจริญของรังไข่ของกุ้งก้ามกราม *M. rosenbergii* โดยเทคนิค ELISA ซึ่งแบ่งระยะการเจริญของรังไข่ออกเป็น 5 ระยะ พบว่าปริมาณไวเทลโลเจนนินเริ่มวัดได้ตั้งแต่วัยที่ 1 (1.82 mg/ml) และเพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 (2.12 mg/ml) หลังจากนั้นมียุคที่อยู่ที่อยู่ในระดับนี้จนถึงระยะที่ 4 (ระยะที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2.05 mg/ml; ระยะที่ 4 มีค่าเท่ากับ 2.48 mg/ml) และมีระดับลดลงในระยะก่อนวางไข่หรือกำลังวางไข่ (ระยะที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.42 mg/ml)

Lee และ Chang (1997) ได้ใช้เทคนิค ELISA ตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนนิน และโปรตีนในเลือดในรังไข่ และในตับ-ตับอ่อน ของกุ้งก้ามกราม *M. rosenbergii* ที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะต่างๆ พบว่าไวเทลโลเจนนินในเลือดมีปริมาณต่ำในขณะที่รังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 1 ( $0.05 \pm 0.01$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และระยะที่ 2 ( $1.19 \pm 0.16$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากนั้นระดับไวเทลโลเจนนินจะเพิ่มสูงสุดในระยะที่ 3 ( $2.89 \pm 0.32$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และยังคงมีปริมาณสูงในระยะที่ 4 ( $2.67 \pm 0.31$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และระยะที่ 5 ( $2.51 \pm 0.36$  มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นพบว่าปริมาณไวเทลโลเจนนลดลงจนเกือบจะตรวจวัดไม่ได้เมื่อใกล้ถึงเวลาที่กุ้งจะวางไข่

Longyant (1999) ได้ผลิตโมโนโคลนอลแอนติบอดีต่อไวเทลลินและไวเทลโลเจนน เพื่อนำไปใช้ตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนนในเลือดของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* โดยวิธี competitive ELISA และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไวเทลโลเจนนในเลือดกับระยะการเจริญของรังไข่ของกุ้งกุลาดำ พบว่าระดับไวเทลโลเจนนในกุ้งแต่ละตัวหลังจากชักนำให้รังไข่เจริญโดยการตัดตาแสดงความสัมพันธ์ที่คล้ายกัน โดยในวันที่ 2 หลังจากตัดตา (รังไข่เริ่มเจริญระยะที่ 2 มีค่าเท่ากับ  $1.427 \pm 1.701$  mg/ml) ระดับไวเทลโลเจนนในเลือดเริ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว (ระยะที่ 3 มีค่าเท่ากับ  $2.910 \pm 3.601$  mg/ml) จนกระทั่งถึงจุดสูงสุดในช่วง 2-5 วัน (รังไข่เจริญเต็มที่) จากนั้นระดับไวเทลโลเจนนจะลดลงอย่างรวดเร็วประมาณ 1 วันก่อนการวางไข่ (ระยะที่ 4 มีค่าเท่ากับ  $1.384 \pm 1.105$  mg/ml)

Jasmani และคณะ (2000) ได้พัฒนาวิธี enzyme immunoassay (EIA) เพื่อใช้ตรวจวัดปริมาณไวเทลโลเจนนในเลือดของกุ้ง *kuruma Penaeus Japonicus* สามารถตรวจวัดไวเทลโลเจนนได้ในช่วง 1.56-100 เชื้อม่นภายในภาคเดียวกันเท่ากับ 6% และระหว่างภาคเท่ากับ 10.5% ได้แบ่งระยะการเจริญของรังไข่โดยใช้ลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาของเซลล์ไข่ไว้ 3 ระยะ คือ previtellogenesis (เป็นระยะเซลล์ไข่อยู่ในระยะเริ่มต้นของการแบ่งเซลล์ไข่ในระยะนี้มีไซโตพลาสซึมน้อย พบโครโมโซมที่เข้ามาคู่กันจัดเรียงตัวคล้ายช่อดอกไม้ และพบนิวคลีโอลัสอยู่ชิดกับเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์) ในระยะนี้พบว่าปริมาณไวเทลโลเจนนมีระดับต่ำมาก (0.14 mg/ml) และเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะ endogenous vitellogenesis (เป็นระยะที่ย้อมติดสี periodic acid schiff) มีค่า 2.93 mg/ml และมีปริมาณสูงสุดในช่วงต้นของระยะ exogenous vitellogenesis (เป็นระยะที่พบ yolk granule) มีค่า 5.07 mg/ml และค่อย ๆ ลดลงในช่วงปลายของระยะนี้ (3.79 mg/ml)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

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

### วิธีการ

1. สุ่มตัวอย่างปูทะเล ( *Scylla olivacea* ) มาจำนวน 42 ตัว ทำการคัดเลือกปูทะเลบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 5 บรรจุไว้ในหลอดเก็บเลือด(vial) แล้วเก็บเลือดไว้ที่อุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส
2. ศึกษาลักษณะภายนอกของตัวอย่างปูทะเล( *Scylla olivacea* ) ทั้ง 42 ตัวโดย
  - 2.1 ชั่งน้ำหนักตัวและวัดความกว้างของกระดอง ( carapace width ) และบันทึกผล
  - 2.2 วัดขนาดของจับปีงปล้องที่ 5 และความกว้างฐานคู่ที่ 5
    - 2.2.1. คำนวณหาค่า FMI โดยที่ค่า FMI = ความกว้างของจับปีงปล้องที่ 5 / ความกว้างฐานคู่ที่ 5 และบันทึกผล
3. ศึกษาลักษณะและขนาดของรังไข่โดยการใช้เครื่องมือผ่าตัดผ่าเปิดกระดองด้านบนของปูทะเลออก
  - 3.1 จำแนกระยะการเจริญของรังไข่ตามวิธีการจำแนกของ สมบัติ (2530)
  - 3.2 บันทึกสีของรังไข่และชั่งน้ำหนักของรังไข่
    - 3.2.1. ถ่ายรูปลักษณะของรังไข่ด้วยกล้องดิจิทัล
    - 3.2.2. คำนวณหาค่า GSI โดยที่ค่า GSI = น้ำหนักของรังไข่ \* 100 / น้ำหนักตัวของปูทะเล และบันทึกผล
  4. วัดค่าการหักเหของแสงผ่านเลือดโดยใช้ Salinometer และบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลของระยะการพัฒนาของรังไข่ & ค่า GSI & FMI & ค่าความเค็มของเลือดมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยโปรแกรม SPSS เพื่อทราบถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้ง 4

### สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### ระยะเวลาในการทดลอง

พฤศจิกายน 2547 – กุมภาพันธ์ 2548



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

### ผลการทดลอง

#### 1. ลักษณะของรังไข่ของปูทะเลโดยสังเกตจากสีและขนาด

จากการศึกษาพบว่าปูทะเลเพศเมียมีการพัฒนารังไข่ที่เจริญและมีความสมบูรณ์พร้อมที่จะได้รับการผสมกับน้ำเชื้อของปูทะเลเพศผู้มากที่สุดคือมีความสมบูรณ์ในระยะที่ 4 ซึ่งรังไข่มีขนาดใหญ่ สีของรังไข่มีสีส้มแดงมีขนาดของไข่ใหญ่ที่สุดพบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 116.75 mm. แสดงดังภาพที่ 4(ง.) ปูทะเลเพศเมียที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 3 รังไข่มีขนาดใหญ่และมีสีเหลืองปนส้มพบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 109.75 mm. แสดงดังภาพที่ 3(ค.) ปูทะเลเพศเมียที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 2 รังไข่มีลักษณะเป็นท่อมมีรอยหยักสีครีมถึงสีเหลืองอ่อนพบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 101.8125 mm. แสดงดังภาพที่ 2(ข.) ปูทะเลเพศเมียที่มีรังไข่เจริญอยู่ในระยะที่ 1 พบว่ารังไข่เป็นเส้นบางใส มีขนาดเล็กพบในปูทะเลที่มีขนาดความกว้างของกระดองเฉลี่ย 98.5 mm. แสดงดังภาพที่ 1(ก.)



(ก)



(ข)



(ค)

(ง)

ภาพที่ 1 ระยะการเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะต่างๆ

- (ก.) การเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะที่ 1
- (ข.) การเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะที่ 2
- (ค.) การเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะที่ 3
- (ง.) การเจริญของรังไข่ปูทะเลระยะที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ศึกษาดัชนีความสมบูรณ์เพศ (Gonad-Somatic Index = GSI)

จากผลการศึกษาในปูทะเลเพศเมีย พบว่าค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศสูงสุดในช่วงระยะที่ 4 ของการพัฒนารังไข่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 12.17 รองลงมาเป็นปูทะเลเพศเมียในระยะที่ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 10.33 และปูทะเลเพศเมียในระยะที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 7.59 และค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศต่ำที่สุดในช่วงที่ 1 ของการพัฒนารังไข่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.27 ซึ่งค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศจะเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนารังไข่ที่เพิ่มขึ้น

### 2. ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของจับบั้งปล้องที่ 5 กับความกว้างระหว่างฐานของขาคู่ที่ 5 (Female maturity index = FMI )

จากผลการศึกษาในปูทะเลเพศเมียโดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างของจับบั้งปล้องที่ 5 กับความกว้างระหว่างฐานของขาคู่ที่ 5 ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบอกความสมบูรณ์เพศของปูทะเลเพศเมียได้ พบว่าค่า FMI ของปูทะเลเพศเมียมีค่าสูงสุดในช่วงระยะที่ 4 ของการพัฒนารังไข่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.90 รองลงมาเป็นปูทะเลเพศเมียในระยะที่ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.86 และปูทะเลเพศเมียในระยะที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.83 และมีค่าต่ำสุดในช่วงที่ 1 ของการพัฒนารังไข่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.68 ซึ่งค่า FMI จะเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนารังไข่ที่เพิ่มขึ้น

### 3. ค่าหักเหแสงของเลือดปูทะเล ( *Scylla olivacea* )

จากผลการศึกษาในปูทะเลเพศเมีย พบว่าค่าการหักเหแสงของเลือดที่นำมาวัดโดยเครื่องวัดความเค็ม (Salinometer) มีค่าที่แตกต่างกันไปตามระยะของการพัฒนารังไข่ ซึ่งในระยะที่ 1 ค่าที่ได้เฉลี่ยคือ 55.56 ในระยะที่ 2 ค่าที่ได้เฉลี่ยคือ 64.70 ในระยะที่ 3 ค่าที่ได้เฉลี่ยคือ 69.91 และในระยะที่ 4 ค่าที่ได้เฉลี่ยคือ 79.41

#### 4. ความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะของการเจริญของรังไข่ ,ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ(GSI) ,FMI และค่าหักเหแสงของเลือด

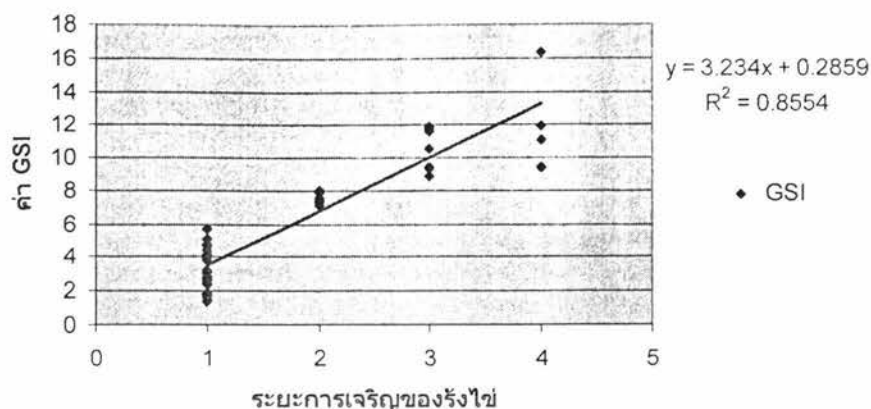
4.1 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างดัชนีความสมบูรณ์เพศกับระยะของการเจริญของรังไข่ แสดงดังตารางที่ 1และภาพที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ดัชนีความสมบูรณ์เพศกับระยะของการเจริญของรังไข่

		GSI	ระยะ
GSI	Pearson Correlation	1	.925*
	Sig. (2-Tailed)	.	0
	N	42	42
ระยะ	Pearson Correlation	.925*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	.
	N	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ( $P < 0.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.8554

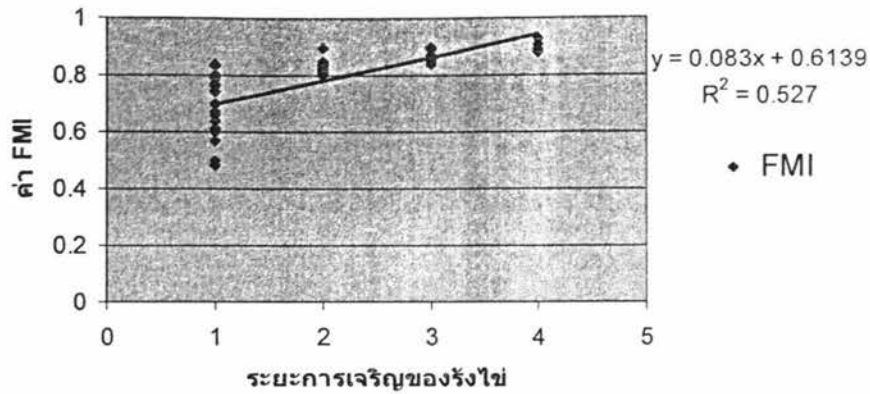
4.2 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะของการเจริญของรังไข่ กับค่า FMI แสดงดังตารางที่ 2 และภาพที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่า FMI

		FMI	ระยะ
FMI	Pearson Correlation	1	.726*
	Sig. (2-Tailed)	.	0
	N	42	42
ระยะ	Pearson Correlation	.726*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	.
	N	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่า FMI มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่า FMI

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะการเจริญของรังไข่ กับค่า FMI มีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.527

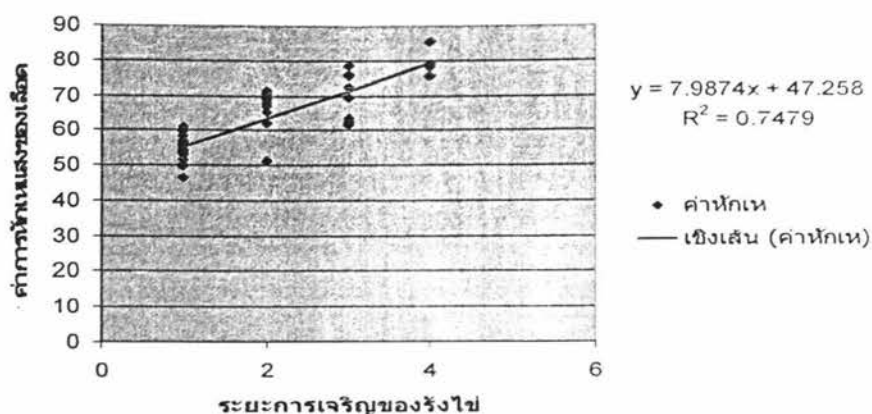
4.3 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะของการเจริญของรังไข่กับค่าการหักเหแสงของเลือด แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่าการหักเหแสงของเลือด

		ระยะ	ค่าหักเห
ระยะ	Pearson Correlation	1	.865*
	Sig. (2-Tailed)	.	0
	N	42	42
ค่าหักเห	Pearson Correlation	0.865*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	.
	N	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ( $P < 0.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะการเจริญของรังไข่กับค่าการหักเหแสงของเลือด

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าการหักเหแสงของเลือด มีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.7479

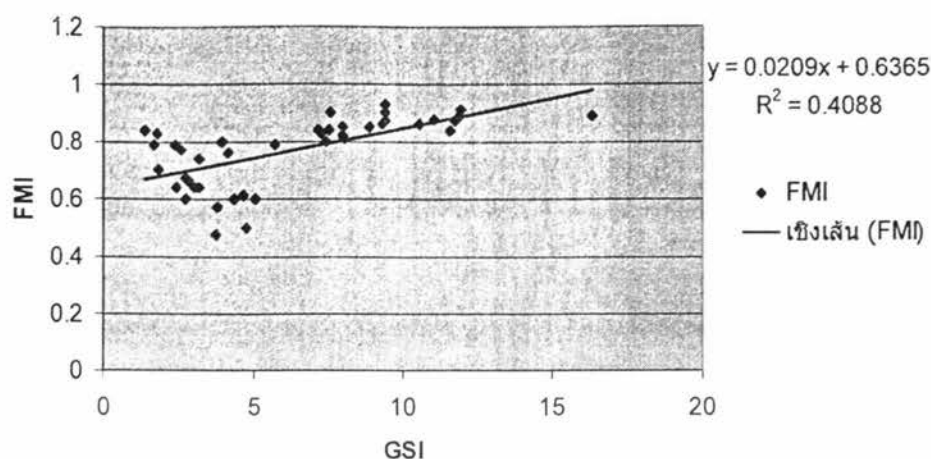
4.4 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI แสดงดังตารางที่ 4 และภาพที่ 5

ตารางที่ 4 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI

		GSI	FMI
GSI	Pearson Correlation	1	.639*
	Sig. (2-Tailed)		.0
	N	42	42
FMI	Pearson Correlation	.639*	1
	Sig. (2-Tailed)	.0	
	N	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI มีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMI มีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.4088

4.5 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการหักเหแสงของเลือด แสดงดังตารางที่ 5 และภาพที่ 6

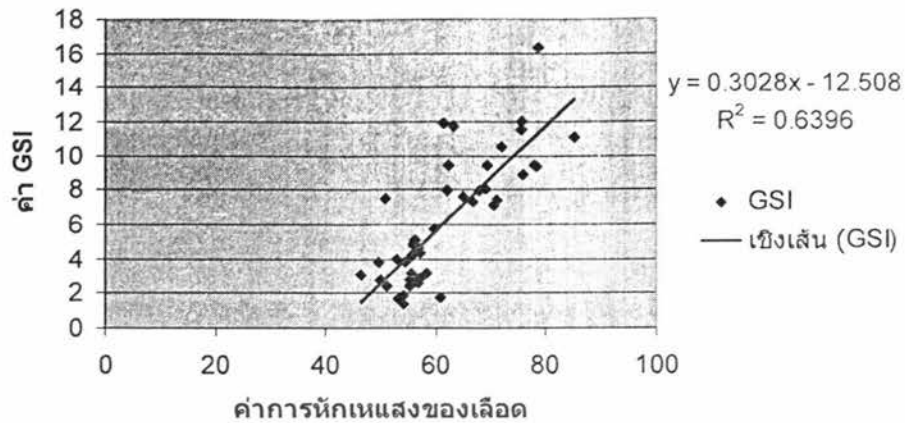
ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการหักเหแสงของเลือด

		GSI	ค่าหักเห
GSI	Pearson Correlation	1	.800*
	Sig. (2-Tailed)		0
	N	42	42
ค่าหักเห	Pearson Correlation	.800*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	.
	N	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20541



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการหักเหแสงของเลือด

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการหักเหแสงของเลือด มีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.6396

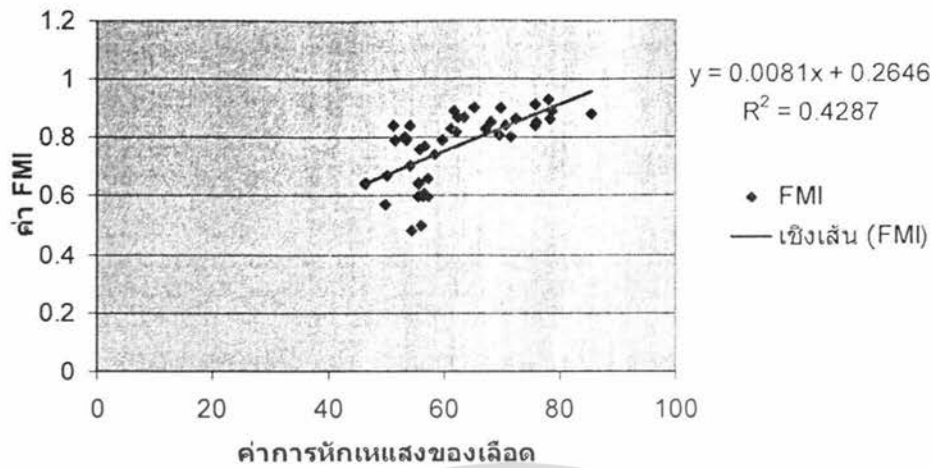
4.6 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด แสดงดังตารางที่ 6 และภาพที่ 7

ตารางที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด

		FMI	ค่าหักเห
FMI	Pearson Correlation	1	1
	Sig. (2-Tailed)	.	.
	N	42	42
ค่าหักเห	Pearson Correlation	.655*	.655*
	Sig. (2-Tailed)	0	0
	N	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ( $P < 0.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือด

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือดมีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.4287

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ,ค่า FMI และค่าการหักเห  
แสงของเลือด แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ,ค่า FMI และค่าการหักเหแสงของ  
เลือด

		GSI	FMI	ค่าหักเห
GSI	Pearson Correlation	1	.639*	.800*
	Sig. (2-Tailed)	.	0	0
	N	42	42	42
FMI	Pearson Correlation	.639*	1	.655*
	Sig. (2-Tailed)	0	.	0
	N	42	42	42
ค่าหักเห	Pearson Correlation	.800*	.655*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	0	.
	N	42	42	42

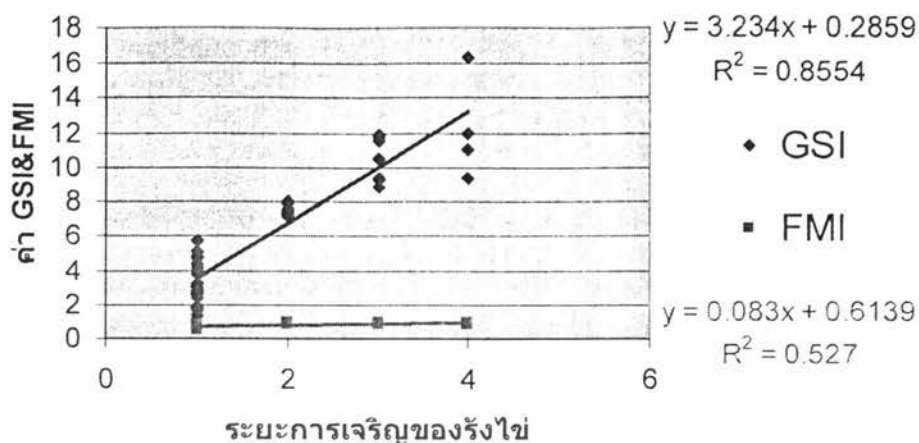
จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ,ค่า FMI และ  
ค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ( $P < 0.01$ )

4.8 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลาการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและค่าFMI แสดงดังตารางที่ 8 และภาพที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและค่าFMI

		ระยะ	GSI	FMI
ระยะ	Pearson Correlation	1	.925*	.726*
	Sig. (2-Tailed)	.	0	0
	N	42	42	42
GSI	Pearson Correlation	.925*	1	.639*
	Sig. (2-Tailed)	0	.	0
	N	42	42	42
FMI	Pearson Correlation	.726*	.639*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	0	.
	N	42	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและค่าFMIมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ( $P < 0.01$ )



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ระยะการเจริญของรวงข้าว , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ และค่าFMI

จากภาพแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ระยะการเจริญของรวงข้าวกับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ(GSI)มีแนวโน้มมีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.8554 และความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่าง ระยะการเจริญของรวงข้าวกับค่า FMI มีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก เพราะค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.527

4.9 การศึกษาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างระยะการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและค่า FMI และค่าการหักเหแสงของเลือด แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ, ค่าFMI และค่าการหักเหแสงของเลือด

		ระยะ	GSI	FMI	ค่าหักเห
ระยะ	Pearson Correlation	1	.925*	.726*	.865*
	Sig. (2-Tailed)	.	0	0	0
	N	42	42	42	42
GSI	Pearson Correlation	.925*	1	.639*	.800*
	Sig. (2-Tailed)	0	.	0	0
	N	42	42	42	42
FMI	Pearson Correlation	.726*	.639*	1	.655*
	Sig. (2-Tailed)	0	0	.	0
	N	42	42	42	42
ค่าหักเห	Pearson Correlation	.865*	.800*	.655*	1
	Sig. (2-Tailed)	0	0	0	.
	N	42	42	42	42

จากตารางแสดงให้เห็นว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ , ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ, ค่าFMI และค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.01$ )

ตารางที่10 ความแตกต่างระหว่างค่าการหักเหแสงของเลือดในระยะการเจริญของรังไข่ที่แตกต่าง  
กัน

ระยะ	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	22	54.8459		
2	8		65.5363	
3	8		69.9137	
4	4			79.415
Sig		1	0.095	1

จากตารางสามารถสรุปได้ว่า

ค่าการหักเหเลือดของระยะที่ 1 แตกต่างจากระยะที่2,3และ4

ค่าการหักเหเลือดของระยะที่ 2 แตกต่างจากระยะที่ 1และ 4 แต่ไม่แตกต่างกับระยะที่ 3

ค่าการหักเหเลือดของระยะที่ 3 แตกต่างจากระยะที่ 1และ 4 แต่ไม่แตกต่างกับระยะที่ 2

ค่าการหักเหเลือดของระยะที่ 4 มีความแตกต่างจากระยะที่ 1,2และ3

## สรุปผล

จากผลการศึกษาพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่กับค่า FMIมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่กับค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่า FMIมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) ,ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศกับค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FMI กับค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ ,ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ค่า FMI และค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่ กับค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและค่าFMIมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ ) , ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการเจริญของรังไข่และค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและค่าFMI และค่าการหักเหแสงของเลือดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ( $P<0.01$ )

จากผลการศึกษาในเรื่องการจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ด้วยค่าการหักเหแสงของเลือดปฐะเลได้ผลสรุปว่าเมื่อระยะของการเจริญของรังไข่เพิ่มมากขึ้นค่าการหักเหแสงของเลือดปฐะเลจะเพิ่มมากขึ้นด้วยและในแต่ละระยะค่าการหักเหแสงของเลือดปฐะเลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะของการเจริญของรังไข่ระยะที่ 1,2 และ 4 แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระยะของการเจริญของรังไข่ระยะที่ 2 และ 3 แสดงดังตารางที่ 10 เป็นเหตุผลมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณไวเทลโลเจนนินในเลือดปฐะเลที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะการเจริญของรังไข่เพิ่มมากขึ้นและจะลดลงอย่างรวดเร็วก่อนการเริ่มวางไข่ จึงเป็นผลทำให้สามารถจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ด้วยค่าการหักเหแสงของเลือดปฐะเลได้ด้วยการดูดเลือดปฐะมาวัดค่าการหักเหแสงของเลือดปฐะเลโดยเครื่องวัดความเค็ม (Salinc meter) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถหาได้ง่ายตามฟาร์มเพาะเลี้ยงทั่วไปทำให้ง่ายต่อการตรวจวัดค่าการหักเหแสงของเลือดปฐะเล

### ข้อเสนอแนะ

1. เลือดปูทะเลที่นำมาตรวจสอบควรทำการวัดค่าการหักเหแสงของเลือดปูทะเลในทันที เพราะหากนำไปแช่เย็นแล้วนำมาทำให้ละลายค่าที่วัดได้อาจคลาดเคลื่อนได้

2. ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้เป็นเพียงการทดลองในการใช้ความเป็นไปได้ที่จะนำการหักเหแสงของเลือดมาจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ปูทะเล (*Scylla olivacea*) ซึ่งในอนาคตต่อไปหากต้องการนำไปใช้ได้จริงควรใช้จำนวนปูทะเลตัวอย่างในจำนวนที่มากขึ้น

3. ในอนาคตควรมีการพัฒนาเครื่องมือตรวจวัดเลือดปูทะเลแบบเฉพาะที่เป็นลักษณะ test kit เพื่อจำแนกระยะการเจริญของรังไข่ที่สามารถใช้ได้อย่างสะดวกในฟาร์มเพาะเลี้ยงปูทะเล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- ชลธี ชีวะเศรษฐกรรม. 2539. การเลี้ยงปูทะเล *Scylla serrata*(Forsk., 1775). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 127 น.
- เที่ยง เกิดแก้ว 2542. ผลของ 20-ไฮดรอกซีเอคโดโซนต่อการลอกคราบของปูทะเล *Scylla serrata*(Forsk., 1775) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน, กรุงเทพฯ. น.:6-9
- ดวงใจ งามสม 2543. ความสัมพันธ์ของปริมาณไวเทลโลเจนินในเลือดกับการเจริญของรังไข่ของปูทะเล *Scylla serrata*(Forsk., 1775) โดยใช้โมโนโคลนอลแอนติบอดีที่จำเพาะต่อไวเทลลินที่เสียสภาพ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ :น.11-22.
- ศิวาพร ลงยันต์ และคณะ. 2537. ระดับไวเทลโลเจนินในเลือดกับพัฒนาการของรังไข่ของกุ้งตะกาด *Metapenaeus affinis*. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 10(2) : 27-39
- นวลมณี พงศ์ธนา, สุภาพ ไพรพนาพงษ์, กฤตพล ยังวนิชเศรษฐ, เบญจพร สัมฤทธิ์เวช, เครือมาส สมปอง และ อำนวย อุ้นฤกษ์. 2546. โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตปูทะเลเชิงการค้า กรมประมง, กรุงเทพฯ. น.:2-3
- บุญช่วย เขาว์ทวี. 2515. การทดลองเลี้ยงปูทะเลในคอก และการเลี้ยงปูไซในกระชัง รายงานประจำปี 2515 สถานีประมงจังหวัดจันทบุรี กรมประมง, กรุงเทพฯ. 25 น.
- พีรพงษ์ เฉลิมวุฒิสักดิ์ 2541. การติดตามการเจริญพันธุ์ของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปูทะเล (*Scylla serrata* ,Forsk.) ในรอบปี. ปัญหาพิเศษภาคศึกษาศาสตร์การประมง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 14 น.
- มานิช หงษ์พร้อมญาติ และ บุญส่ง สิริกุล. 2512. การทดลองเลี้ยงปูทะเลในบ่อ. รายงานประจำปี 2512 สถานีประมงจังหวัดจันทบุรี กรมประมง, กรุงเทพฯ. 92 น.
- สมบัติ ภูวชิรานนท์. 2530. การประมงปูทะเล *Scylla serrata* (Forsk.) บริเวณป่าชายเลนบางลา จังหวัดภูเก็ตและศึกษาชีววิทยาบางประการ. ในรายงานการประชุมสัมมนาวิชาการ กรมประมง ปี 2530 : น. 1-19.
- เสน่ห์ ผลประสิทธิ์. 2541. การเลี้ยงปูทะเล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 33 น.

- Barnes, R.D. 1967. Invertebrate Zoology. W.B. Saunder Company, London. 743 p.
- Byard, E.H. and Aiken, D.E. 1984. Therelationship between molting, reproduction and a hemolymph female-specific protein in the lobster, *Homarus americanus*. Comp. Biochem. Physiol. 77A: 749-757.
- Chang, C.F. and Shih, T.W. 1995. Reproductive cycle of ovarian development and vitellogenin profiles in the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergi*. Invert. Reprod. Dev. 27(1): 11-20.
- Derelle, E., Grosclaude, J. and Meusy, J. J. 1986. ELISA titration of vitellogenin and vitellin in the freshwater prawn, *Macrobrachium resenbergii*, with monoclonal antibody. Comp. Biochem. Physiol. 85B (1): 1-4.
- Eastman-Reks, S.B. and Fingerman, M. 1985. *In vitro* synthesis of vitellin by the ovary of the fiddler crab, *Uca pugilator*, J.Exp.Zool. 233:111-116.
- Green, J. 1961. A Biology of Crustacea. H.F. &G. Witherby Ltd., London. 180 p.
- Harrison F.W.and Humes, A.G. 1992. Microscopic Anatomy of Invertebrates Volum 10 Decapod crustacean. New York: Wiley-Liss.
- Hill, B.J. 1976. Natural food foregut clearance rate and activity of the *Scylla serrata* (Forsk.). Mar. Biol. 34 : 109-112.
- Jasmani, S., Kawazoe, I., Shih, T. W., Suzuki, Y. and Aida, K. 2000. Hemolymph vitellogenin levels during ovarian development in the kurama prawn *Penaeus japonicus*. Fish. Sci. 66: 535-539.
- Keenan, C.P., P.J.F. Davie and D.L. mann. 1998. A revision of the genus *Scylla* de Haan, 1883 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Portunidae). The Raffles Bulletin of Zoology 46(1) : 217-245.
- Kerr, M.S. 1969. The hemolymph protein of the blue crab *Callinectes sapidus* a lipoprotein serologically indentical to oocyte lipovitellin. Dev. Biol. 20: 1-17.
- Lee, R. F. and Puppione. 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.
- 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, C. Y., Umphrey, H.R., and Watson, R.D. 1996. Developmental changes in the level of vitellin-immunoreactive proteins in hemolymph and tissues of the blue crab, *Callinectes sapidus*: relation to vitellogenesis. J.Crust. 16(1): 1-9.
- 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.
- Longyant, S. 1999. Production of specific monoclonal antibodies to vitellin and vitellogenin for assessing gonad inhibiting hormone level in the giant tiger prawn *Penaeus monodon*. The degree of doctoral dissertation, department of marine science, Chulalongkorn university.
- Okamura, T., Han, C. H., Suzuki, Y., Aida, K. and Hanyu, I. 1992. Changes in haemolymph vitellogenin and ecdysteroid levels during the reproductive and non – reproductive molt cycles in the fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Zool. Sci. 9: 37-45.
- Quinn, N.J. and B.L. Kojis, 1987. Reproduction Biology of *Scylla* spp. (Crustacea:Portunidae) from the Labu Estuary in Papua New Guinea. Bulletin of Marine Science 41(2): 234-241.
- 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.
- 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.
- Tom, M., Goren, M. and Ovadia, M. 1987. Localization of the vitellin and its possible precursors in various organs of *Parapenaeus longirostris* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Invert. Reprod. Dev. 12:1-12.
- Waterman, T.H. 1960. The Physiology of Crustacea. Vol 1, Academic Press, New York. and London. 670 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลรวมของปูทะเล(*Scylla olivacea*) ในการทดลอง

ตัวที่	ระยะที่	น้ำหนักตัว (กรัม)	CW (mm)	จับปิ้งปล้องที่			ความกว้างฐานคู่ที่5	GSI	FMI	ค่าหักเห
				น้ำหนักรังไข่(กรัม)	5					
1	1	147	93	7	32	64	4.76	0.5	56	
2	1	159	94.5	6	31	65	3.77	0.48	54.33	
3	1	202	107	8	47	59	3.96	0.8	53	
4	1	185	103.5	7	32	56	3.78	0.57	49.66	
5	1	187	103	5	41	55	3.18	0.74	58.33	
6	1	210	103.5	6	35	53	2.85	0.66	57	
7	1	183	99	5	31	51	2.73	0.6	55.33	
8	1	252	107.5	11	42	69	4.36	0.6	57	
9	1	165	96	5	32	50	3.03	0.64	46.33	
10	1	181	96.5	8	35	52.5	2.76	0.67	50	
11	1	192	103	5	40	52	2.6	0.77	56.66	
12	1	178	98	9	31	51	5.05	0.6	56.33	
13	1	217	106	4	39	56	1.84	0.7	54	
14	1	123	88.5	3	29	45	2.43	0.64	55.33	
15	1	157	93	5	31	48.5	3.18	0.64	55.66	

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ) ข้อมูลรวมของปูทะเล(*Scylla olivacea*) ในการทดลอง

ตัวที่	ระยะที่	น้ำหนักตัว	CW	จับปิ้งปล้องที่			GSI	FMI	ค่าหักเห
		(กรัม)	(mm)	น้ำหนักรังไข่(กรัม)	5	ความกว้างฐานคู่ที่5			
16	1	129	89.5	6	27	44	4.65	0.61	56.66
17	1	238	120	4	50	63	1.68	0.79	53.33
18	1	167	99	3	40	48	1.79	0.83	61
19	1	120	90	5	36	47	4.16	0.76	55.66
20	1	145	94	2	37	44	1.38	0.84	54
21	1	126	92	3	37.5	47	2.38	0.79	51.33
22	1	123	90.5	7	36.5	46	5.69	0.79	59.67
23	2	188	102	15	51	62	7.97	0.82	62
24	2	173	98	13	49	58	7.51	0.84	51
25	2	126	91	10	38	44.5	7.93	0.85	68
26	2	168	105	12	43	51	7.14	0.84	70.66
27	2	165	97	12	41	49	7.27	0.83	67
28	2	137	90	11	40	49	8.02	0.81	69.3
29	2	185	135	14	43	47.5	7.57	0.9	65
30	2	149	96.5	11	39.5	49	7.38	0.8	71.33

ตารางผนวกที่ 1(ต่อ) ข้อมูลรวมของปูทะเล(*Scylla olivacea*) ในการทดลอง

ตัวที่	ระยะที่	น้ำหนักตัว	CW	จับปิ้งปล้องที่			GSI	FMI	ค่าหักเห
		(กรัม)	(mm)	น้ำหนักรังไข่(กรัม)	5	ความกว้างฐานคู่ที่5			
31	3	245	113.5	23	52	60	9.39	0.87	62.33
32	3	294	120.5	26	55	64.5	8.84	0.85	76
33	3	196	104	23	47	54	11.73	0.87	63.33
34	3	185	101.5	22	40	45	11.89	0.89	61.66
35	3	298	120	28	57	63	9.39	0.9	69.66
36	3	180	104	19	43	50	10.55	0.86	72.33
37	3	164	100	19	42	50	11.58	0.84	75.67
38	3	258	114.5	24	44	51	9.3	0.86	78.33
39	4	276	116	33	49	54	11.96	0.91	75.66
40	4	116	92	19	39	44	16.37	0.89	78.67
41	4	416	134	46	56.5	64	11.06	0.88	85.33
42	4	351	125	33	53	57	9.4	0.93	78