สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

การทดลองเลี้ยงปูทะเล *Scylla serrata* (Forkål) ตัวเมียให้มีไข่แก่นอกกระดองที่ระดับความเข้มแสงต่างกันในถังไฟเบอร์กลาส

Rearing of Berried Female Mud Crab *Scylla serrata* (Forkål) : Induced Spawning and Hatching in Fiberglass Tank at Different level of Light Intensity

T100999

นางสาวอนัญญา เจริญพรนิพัทธ
นางสาวบุปผา จงพัฒน์

RCH
SH
380 45
T5
ว164ร
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....100999
วัน,เดือน,ปี.....22 JUN2000

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประเภททั่วไปประจำปี ๒๕๔๑ จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเรื่อง การทดลองเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเล *Scylla serrata* (Forskål) ให้มีไข่แก่นอกกระดองในถังไฟเบอร์กลาสที่มีการควบคุมปริมาณแสงต่างกัน โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย สาขาเกษตรและชีววิทยา ประจำปีงบประมาณ 2541

ขอขอบคุณ คุณมุฑิตา ธรรมสังคม ที่ได้มีส่วนช่วยในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลการวิจัย ในโรงเพาะฟัก

อนัญญา เจริญพรนิพัทธ

ธันวาคม 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การทดลองเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเล Scylla serrata (Forskål) ให้มีไข่แก่นอกกระดอง ในถังไฟเบอร์กลาสที่มีการควบคุมปริมาณแสงต่างกัน

การทดลองเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองโดยใช้แม่พันธุ์ปูทะเลที่มีความสมบูรณ์เพศ (ขนาดความกว้างกระดอง 96-138.5 มิลลิเมตร) รังไข่อยู่ในขั้นที่ 2-3 เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส ขนาด 250 ลิตรถังละ 1 ตัว จำนวน 12 ถัง โดยแบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองคือกลุ่มที่เลี้ยงในถังเปิดซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแสงในช่วงกว้างเทียบเป็น 100% กลุ่มการทดลองที่สองเลี้ยงในถังเขียวมีการเปลี่ยนแปลงของแสงไม่เกิน 50% ของถังเปิด และกลุ่มทดลองที่สามคือ กลุ่มที่เลี้ยงในถังดำมีการเปลี่ยนแปลงของแสงน้อยกว่า 5% ของถังเปิด ในแต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ และแบ่งย่อยอีกชุดการทดลองละ 2 ซ้ำ ตามระดับความเค็ม 25 และ 35 ppt ระยะเวลาเลี้ยง ครั้งที่ 1 ระหว่าง วันที่ 17 ธันวาคม 2541 ถึง 24 มกราคม 2542 (รวม 39 วัน) และครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 5 กุมภาพันธ์-5 เมษายน 2542 (รวม 60 วัน) ผลการทดลองเพื่อศึกษาระดับความเข้มแสงที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้ปูเพศเมียออกไข่นอกกระดอง ที่เลี้ยงในถังปิด ถังสีเขียว และถังเปิด พบว่า ที่ระดับความเข้มแสงที่มืดหรือเลี้ยงในถังดำ และเลี้ยงในถังเขียว เป็นระดับความเข้มแสงที่เหมาะสม เพราะสามารถทำให้แม่ปูที่เลี้ยงสามารถพัฒนารังไข่ได้ดีที่สุด และสามารถเลี้ยงต่อจนออกนอกกระดองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Rearing on Berried Female of the Mud Crab *Scylla serrata* (Forskål)
In Fiberglass Tank with Different Light Intensity

Rearing of female mud crab *Scylla serrata* (Forskål) by selection female which their gonad have been developed in stage 2 with different light intensity in fiberglass tanks were conducted in order to produce berried female. The experimental design was divided into 3 treatments; first, open fiberglass tank (ligh intensity 100%), second, fiberglass tank with covering with green plastic (ligh intensity 50%) and third, dark fiberglass tank with covering black plastic (ligh intensity 5 %). Each treatment has four replications. The result from reducing to be berried female in fiberglass showed that experiment with light intensity 50 and 5 percent could be reared up to stage of mature gonad through berried female. From the result in this study, there was a tendency to induce spawning in hatchery by using salinity at 35-40 ppt and light intensity at ligh intensity 50%(300lux).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	2
บทคัดย่อภาษาไทย	3
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	4
สารบัญเรื่อง	5
สารบัญตาราง	6
สารบัญรูป	7
บทนำ	8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9
ระเบียบวิธีวิจัย	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	17
สรุปและข้อเสนอแนะ	21
ประวัตินักวิจัย	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางผนวกที่ 1 เปรียบเทียบแสงที่วัดได้ในแต่ละ treatment (Lux) 29
ตารางผนวกที่ 2 ขนาดความกว้างกระดอง (มิลลิเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของแม่พันธุ์ปูทะเล 31
ตารางผนวกที่ 3 การวัดอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ความแตกต่างระหว่างเพศของปูทะเล โดยอาศัยลักษณะที่แตกต่างบริเวณส่วนท้อง (abdomen) ของปูทะเล	11
ภาพที่ 2	แสดงลักษณะของ ถังเปิด ถังเขียว และถังดำ	15
ภาพที่ 3	แสดงแบบแผนการทดลอง	16
ภาพที่ 4	แสดงการพัฒนารังไข่ของแม่พันธุ์ปูทะเลจากการทดลองครั้งที่ 1	20
ภาพผนวกที่ 1	กราฟเปรียบเทียบปริมาณแสงที่วัดได้ในแต่ละทรีทเมนต์	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ปูทะเล *(Scylla serrata)* เป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง เพราะนอกจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงแล้วยังมีรสชาติดี เป็นที่นิยมของผู้บริโภค ทำให้ปูทะเลมีราคาแพง ราคาปูทะเลในตลาดกรุงเทพฯแบ่งตามชนิดที่นิยมบริโภค เป็นปูเนื้อ (ปูเพศผู้) ราคาประมาณ 250-350 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนปูไข่ (ปูเพศเมียที่มีรังไข่เจริญเต็มที่) มีราคาสูงกว่าปูเนื้อ ราคาประมาณ 300- 400 บาทต่อกิโลกรัม ปูทะเลยังเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยปีละไม่น้อย เนาวรัตน์ พงศ์กุศลจิตต์ (2531) ได้ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนจากการทำฟาร์มเลี้ยงปูทะเลในอ่าวไทย พบว่ากลุ่มเกษตรกรขนาดเล็กได้ผลตอบแทนสูงสุด เนื่องจากสามารถหาลูกปูทะเลได้จากป่าชายเลนธรรมชาติ แต่ในปัจจุบันพบว่าประชากรปูทะเลในธรรมชาติได้ลดน้อยลงทุกขณะ ซึ่งพอจะสรุปสาเหตุได้ 2 ประการ ประการแรก ปูทะเลที่บริโภคและเป็นสินค้าส่งออกในขณะนี้ ส่วนใหญ่ได้มาจากการจับจากป่าชายเลนธรรมชาติ ไม่ว่าปูทะเลตัวเต็มวัยเพื่อการบริโภค หรือปูทะเลขนาดเล็กที่นิยมนำมาเลี้ยงหรือขุนให้ได้ขนาดเหมาะสำหรับการขาย ประการที่สอง ได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลนซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของปูทะเลได้ถูกทำลายจนลดปริมาณลงมากด้วยสาเหตุต่างๆ ส่วนป่าชายเลนที่ยังเหลืออยู่เพียงส่วนน้อยนั้นล้วนเป็นป่าชายเลนที่เสื่อมสภาพแล้ว ดังนั้นหากสามารถหาวิธีเพาะเลี้ยงเพื่อชักนำให้ปูทะเลออกไข่นอกกระดองและให้ตัวอ่อนปูทะเลฟักเป็นตัวในโรงเพาะฟัก รวมทั้งเลี้ยงตัวอ่อนปูทะเลให้มีอัตราการรอดชีวิตสูงสุดเท่าที่จะเป็นได้แล้ว ก็จะทำให้ได้ลูกปูทะเลเพื่อจัดส่งหรือขายให้เกษตรกรทำการเพาะเลี้ยงปูทะเลแบบครบวงจรได้ ทั้งยังสามารถปล่อยลูกปูทะเลที่ผลิตได้คืนสู่ระบบนิเวศป่าชายเลนธรรมชาติ เพื่อช่วยให้ปูทะเลในธรรมชาติมีโอกาสในการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนประชากรให้มากขึ้น และช่วยลดโอกาสที่ประชากรปูทะเลถูกรบกวนจากการจับเพื่อขายหรือเพื่อนำมาขุนจนสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมอันเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการอยู่รอดของประชากรปูทะเล การสูญเสียความหลากหลายทางธรรมชาติในระบบนิเวศป่าชายเลนนั้นเป็นผลกระทบเนื่องมาจากการขยายพื้นที่การเพาะเลี้ยงชายฝั่งที่มีต่อระบบนิเวศป่าชายเลนและระบบนิเวศชายฝั่ง

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานทางชีววิทยาของปูทะเล และศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปูทะเล ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่จะนำไปพัฒนาระบบการเลี้ยงปูทะเล เพื่อนำไปสู่การจัดการเพาะฟักปูทะเลในบ่อเพาะฟักในโรงเพาะฟักแบบครบวงจรต่อไป เพื่อส่งเสริมการผลิตปูทะเลให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของตลาดในประเทศ และเพื่อเป็นสินค้าออกที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศต่อไป ยังช่วยลดปริมาณการจับปูทะเลในธรรมชาติลง เพื่อประโยชน์ในการอนุรักษ์พันธุ์ปูทะเลในธรรมชาติให้คงอยู่ตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการเจริญเติบโตของปูทะเลจนสามารถออกไข่นอกกระดองได้ และปัจจัยที่เหมาะสมในถังไฟเบอร์กลาสในโรงเพาะฟัก ที่ระดับความเข้มแสงต่างๆกัน เพื่อนำไปจัดการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ปูทะเลเพื่อการเพาะฟัก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

อนุกรมวิธานของปูทะเล

การจำแนกปูทะเลเท่าที่ผ่านมายังมีความสับสนอยู่ เนื่องจากใช้เฉพาะลักษณะภายนอก เช่น สีของลำตัว ความแตกต่างของอวัยวะเพศผู้ (pleopod) ในการจัดจำแนก ซึ่งลักษณะความแตกต่างยังไม่มีความชัดเจนพอ ทำให้มีข้อโต้แย้งเกี่ยวกับลักษณะสีลำตัว และลักษณะลำตัวภายนอกอื่นๆ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาวะแวดล้อมของถิ่นที่อยู่อาศัยนั้น Stephens และ Campbell (1960) อ้างโดย ชลธี (2539) ได้ให้ข้อเสนอว่า ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอีกหลายๆ ด้านในปัจจัยต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของความแตกต่างสำหรับเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจำแนกชนิด รวมทั้งความแตกต่างของอวัยวะเพศผู้ (pleopod) ของปูทะเล ซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมากในการพิจารณาแบ่งแยกชนิดของปูทะเล Keenan *et al.*(1998) ได้ศึกษาปูทะเลในสกุล (genus) *Scylla* ในทะเลแดง (Red Sea) และทะเลในเขตอินโดแปซิฟิก (Indo-Pacific) สามารถจำแนกปูทะเลในสกุล (genus) *Scylla* ได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ *Scylla serrata* (Forskål, 1775), *S. olivacea* (Herbst, 1796), *S. tranquebarica* (Fabricius, 1798), และ *S. paramamosain* Estampador,1949. โดยใช้ความแตกต่างแปรผันของเอนไซม์ ซึ่งจะสามารถบ่งบอกถึงสภาพจีโนไทป์ (genotype) ของแอลลีล(allele) ที่ควบคุมเอนไซม์นั้นได้ ความแตกต่างของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน (gene) ที่อยู่บนไมโตคอนเดรียลดีเอ็นเอ (mitocondrial DNA) 2 ยีน คือ cytochrome oxidase I และ 16s RNA รวมทั้งใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสัณฐานวิทยา

ปัจจุบันการจำแนกชนิดปูทะเลในประเทศไทย ยังไม่มีข้อสรุปที่แน่นอนและชัดเจนว่ามีปูทะเลอยู่กี่ชนิด และยังคงถือว่าปูทะเลที่มีลักษณะภายนอกแตกต่างกันนั้นเป็นชนิดเดียวกัน และสามารถผสมข้ามพันธุ์ซึ่งกันและกันได้ ซึ่งมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scylla serrata* (Forskål, 1755) มีชื่อ ภาษาอังกฤษว่า Mud crab หรือ Mangrove crab และมีลำดับทางอนุกรมวิธานดังนี้

Phylum	Arthropoda
Superclass	Crustacea (Pennant, 1777)
Class	Malacostraca (Latreille, 1806)
Subclass	Eumalacostraca (Grobben, 1892)
Superorder	Eucarida (Calman, 1904)
Order	Decapoda (Latreille, 1803)
Suborder	Pleocyemata (Burkenroad, 1963)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

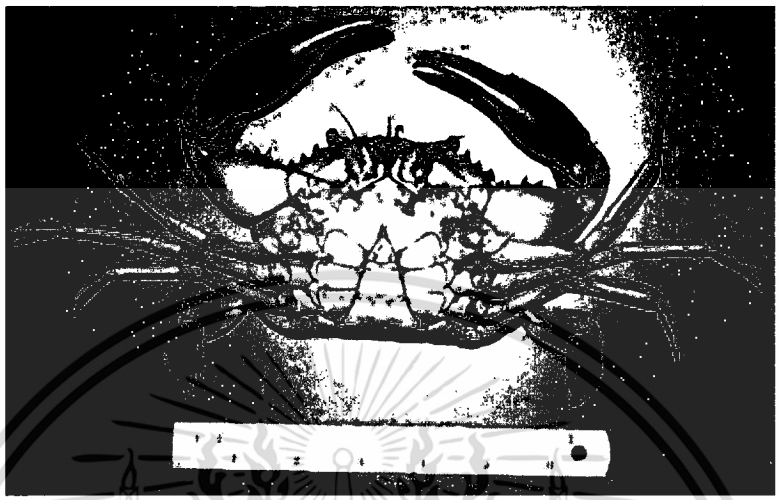
Superfamily	Portunoidae (Rafinesque, 1815)
Family	Portunidae (Rafinesque, 1815)
Genus	*Scylla* (de Haan,1883)
Species	*serrata* (Forskål,1775)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ปูทะเลมีส่วนประกอบของร่างกาย คือ มีส่วนหัวกับส่วนอกรวมกันเรียกว่า cephalothorax ส่วนนี้จะมีกระดองห่อหุ้มไว้ ลักษณะภายนอกที่สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนคือ abdomen ของปูได้วิวัฒนาการโดยเปลี่ยนแปลงไปเป็นแผ่นบางๆเรียกว่า "จับปิ้ง" พับอยู่ใต้กระดอง จับปิ้งเป็นอวัยวะที่ใช้เป็นที่อุ้มพยุงไข่ของแม่ปู (ในระยะที่มีไข่นอกกระดอง) นอกจากนี้ยังเป็นอวัยวะที่ใช้แยกเพศได้อีกด้วย กล่าวคือ ในเพศเมียจับปิ้งจะมีลักษณะกว้างปลายมนกลมกว่าของเพศผู้ ซึ่งมีรูปเรียวและแคบ (ภาพที่ 1) กระดองของปูทะเลมีลักษณะเป็นรูปไข่มีส่วนยาวแคบกว่าส่วนกว้างของกระดองด้านหน้าระหว่างตามีหนามแหลม 6 อันเรียงกันและมีหนามเรียงจากตาไปทางด้านซ้าย-ขวาของกระดองด้านละ 9 อัน ตาของปูทะเลเป็นตารวม ประกอบด้วยตาเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก มีความรู้สึกไวต่อสิ่งเคลื่อนไหวอยู่รอบตัว และยังมีก้านตาช่วยในการชูลูกตาออกมาภายนอกเบ้า และหดกลับเข้าไปได้ทำให้มันมองเห็นสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ดียิ่งขึ้น

ปูทะเลมีขา 5 คู่ ขาคู่แรกอยู่หน้าสุดมีขนาดใหญ่มากเป็นพิเศษเรียกว่า "ก้าม" ปลายของก้ามปูแยกเป็น 2 ง่าม มีลักษณะคล้ายคีม ใช้จับเหยื่อกินและป้องกันตัว ปลายสุดของขาคู่ที่ 2-4 มีลักษณะแหลมเรียกว่า "ขาเดิน" เพราะทำหน้าที่ในการเดินเคลื่อนที่ ส่วนขาคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นคู่สุดท้ายเรียกว่า "ขาว่ายน้ำ" ตอนปลายสุดของขาคู่นี้ มีลักษณะแบนคล้ายใบพาย เพื่อความสะดวกในการว่ายน้ำ เลือดของปูทะเลมีสารประกอบ haemocyanin ซึ่งมีทองแดงเป็นองค์ประกอบทำให้เลือดของปูมีสีฟ้าใส เมื่อได้รับบาดเจ็บ เช่น กระดองแตก หรือก้ามหลุด เลือดใส ๆ จะไหลออกมามีลักษณะข้น เมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นสีขาวขุ่นคล้ายครีม สำหรับอวัยวะภายในทั้งหมด ได้แก่หัวใจ กระเพาะอาหาร ระบบประสาท ระบบสืบพันธุ์ จะรวมกันอยู่ภายใน cephalothorax (เสน่ห์ ผลประสิทธิ์, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

<u>ภาพที่ 1</u> ความแตกต่างระหว่างเพศของปูทะเล โดยอาศัยลักษณะที่แตกต่างบริเวณส่วนท้อง (abdomen) ของปูทะเล (ก) ปูทะเลเพศผู้ (ข) ปูทะเลเพศเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชีวิตของปูทะเล

ปูทะเลในธรรมชาติ มีวงจรชีวิตแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะ Zoea มี 4-7 ขั้น ใช้เวลา 12-70 วัน, ระยะ Megalopa มี 1 ขั้น ใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน, ระยะ 1st crab ใช้ประมาณ 120-540 วัน จึงจะเข้าสู่ตัวเต็มวัย, ระยะตัวเต็มวัย มีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้า (Lee and Wickins, 1992) Hill (1975) ศึกษาปูทะเลในอัฟริกาใต้ การเจริญเติบโตเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกเกิด-15เดือน เมื่อความกว้างของกระดองประมาณ 8-16 ซม. หลังจากปีที่ 3 การเจริญเติบโตจะเกิดขึ้นช้า อัตราการตายในธรรมชาติของปูทะเลเมื่อย่างเข้าปีที่ 2 ประมาณ 40% และเมื่อย่างเข้าปีที่ 3 ประมาณ 60% ตัวเมียจะผสมพันธุ์ในฤดูร้อน เมื่อความกว้างกระดองประมาณ 10.3-14.8 ซม. ตัวผู้จะผสมพันธุ์เมื่อความกว้างกระดองประมาณ 14.1-16.6 ซม. หลังจากผสมพันธุ์ตัวเมียจะอพยพลงทะเล จากการศึกษาของ Quinn and Kojis (1987) ที่ประเทศปาปัวนิวกินี พบว่าปูทะเลมีการผสมพันธุ์ต่อเนื่องตลอดทั้งปี เช่นเดียวกับออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ รายงานฉบับเดียวกันยืนยันว่าประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาช่วงการผสมพันธุ์และวางไข่ สมบัติ ภู่วชิรานนท์ (2530) ศึกษาความสัมพันธ์ของความสมบูรณ์เพศ โดยกำหนดค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศของเพศเมีย (Female Maturity Index = FMI) กับขนาดความสัมพันธ์ของกระดองปูพบว่า ปูทะเลเพศเมียจะเริ่มมีการพัฒนาของรังไข่ เมื่อค่า FMI = 0.88 หรือมีขนาดความกว้างกระดองตั้งแต่ 11 ซม. ขึ้นไป น้ำหนักประมาณ 237 กรัม และมีค่า FMI มากกว่า 0.88 จนกระทั่งเท่ากับ 1 หรือมากกว่า 1 เล็กน้อย ซึ่งตรงกับ ชลธี เศรษฐธรรม (2533) แสดงให้เห็นว่าปูทะเลเหล่านี้เคยผ่านการวางไข่มาแล้ว ซึ่งแนวความคิดนี้สอดคล้องกับ Perrine (1978) และ Hill (1975) ที่ว่าปูทะเลสามารถวางไข่ได้มากกว่าหนึ่งครั้ง Shamugum and Bensan (1980) การจัดจำเพาะระยะการพัฒนาของไข่ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ลักษณะรังไข่เป็นเส้นบางใสขนาดเล็ก สีขาวใส ระยะที่ 2 รังไข่เริ่มปรากฏลักษณะเป็นรอยหยัก รังไข่เปลี่ยนจากสีใสเป็นสีครีม หรือเหลืองอ่อนอยู่บน digestive gland ระยะที่ 3 รังไข่มีขนาดใหญ่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองถึงเหลืองส้ม ปกคลุม digestive gland ระยะที่ 4 รังไข่มีขนาดใหญ่เต็มที่มีสีส้มหรือสีส้มอมแดง ปกคลุมส่วนบนของ digestive gland เกี่ยวกับการหาอาหารของปูทะเลนั้น Hill (1982) รายงานว่าปูทะเลขนาดความกว้างกระดองประมาณ 2-8 ซม. จะอาศัยหากินอยู่ในป่าชายเลน และเมื่อขนาดความกว้างกระดองประมาณ 7-15 ซม. จะเคลื่อนย้ายเข้าออกเพื่อหาอาหารในป่าชายเลนช่วงน้ำขึ้นและน้ำลงยืนยันจากการศึกษาของ สมบัติ ภู่วชิรานนท์ ยังพบว่าการจับปูทะเลในบริเวณป่าชายเลน บางลา จังหวัดภูเก็ต จะลดลงมากในช่วงหน้าฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงธันวาคม โดยเฉพาะจำนวนปูเพศเมียจะน้อยลง บริเวณแหล่งน้ำกร่อยในเขตร้อนนั้น น้ำทะเลจะมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ในช่วงฤดูมรสุม ทั้งนี้เพราะมีฝนตกชุกจะเป็นตัวพาสารอาหารจากพื้นดินบนชายฝั่งลงสู่ทะเล ซึ่งจะมีผลให้ผลผลิตขั้นแรกจากแพลงค์ตอนทั้งพืชและสัตว์มีมากขึ้น ส่วนหนึ่งจะเหมาะที่จะเป็นอาหารของลูกปูทะเลวัยอ่อน (Heasman, 1980) Hill (1976) ได้ทำการศึกษาชนิดของอาหารของปูทะเล พบว่าประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นพวกหอย และประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นสัตว์กลุ่มครัสตาเซียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงปูทะเลในประเทศไทยนั้น มีการทดลองนำปูขนาดเล็กมาเลี้ยงจนกระทั่งลอกคราบเป็นปูใหญ่ดังรายงานการศึกษาของ Varikul et al. (1972) , รัชฎา และ คณะ (2532) , สุภาพ และ ทวีศักดิ์ (2534) ส่วนการขุนปูทะเล โดยนำปูโพรก และปูไข่อ่อนมาเลี้ยงต่อในบ่อดิน ให้เป็นปูไข่แก่นั้น มีแหล่งใหญ่อยู่ในอ่าวบ้านดอน จ. สุราษฎร์ธานี ในท้องที่ อ. กาญจนดิษฐ์ จากรายงานของอนุวัฒน์ และ รัชฎา (2536) การขุนปูทะเลนั้น จะให้ปลาเป็ดและหอยกระพงเป็นอาหาร วันละ 7-10% และ 40% ของน้ำหนักปูทั้งหมด เป็นระยะเวลา 20-30 วัน ส่วนการทดลองเพาะฟักและอนุบาลลูกปูวัยอ่อนขั้น Post Larva ระยะ 1st crab instar อายุ 22 วัน พบว่าสามารถอนุบาลให้รอดตายได้ 3.82 เปอร์เซ็นต์ (สมิง และ คณะ, 2523) Hill (1974) ทดลองศึกษาช่วงความเค็มและอุณหภูมิที่ตัวอ่อนระยะ Zoea ของปูทะเลจะทนได้ พบว่าในช่วง First-stage zoea ไม่สามารถทนความเค็มต่ำกว่า 17.5 ppt และอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียสได้ ยังได้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าตัวเมียที่ผสมพันธุ์แล้วจะอพยพออกสู่ทะเลเพื่อวางไข่โดยจะไม่ออกไปไกลกว่า 10 กิโลเมตร Brick (1974) ศึกษาอิทธิพลของคุณภาพน้ำ, ยาปฏิชีวนะ แพลงค์ตอนพืช และอาหาร ต่อการอยู่รอดและพัฒนาการของ Larva ของปูทะเล พบว่า ยาปฏิชีวนะส่งเสริมให้มีการอยู่รอดของ Zoea ไปสู่การพัฒนาของ Larva สู่ระยะ megalopa น้ำที่กรองแล้วผ่านรังสีอุตราไวโอเลต ไม่มีผลต่ออัตราการอยู่รอดและพัฒนาการของ Zoea ส่วนอาหารนั้นพบว่า อัตราการอยู่รอดและพัฒนาการของ Zoea แปรผันตามชนิดและปริมาณของอาหารที่ใช้เลี้ยง การเลี้ยงโดยให้อาร์ทีเมียระยะ nauplii อัตราการอยู่รอดสูงสุด และการพัฒนาจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับโรติเฟอร์และแพลงค์ตอนสัตว์อย่างอื่น ส่วนคลอเรลลาไม่แนะนำให้เลือกใช้

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อศึกษาระดับความเข้มของแสงดังแสดงในภาพที่ 3

1. **แผนการทดลอง** งานวิจัยครั้งนี้ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial design แบบ 3*2 โดยการทดลองมี 2 ปัจจัย ปัจจัยหลักคือ ปริมาณแสง มีการควบคุมปริมาณแสงที่ 3 ระดับ และปัจจัยรองคือ ความเค็ม รวม 6 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลอง มี 2 ซ้ำ ดังแสดงในภาพที่ 3

2 **การทดลองกระตุ้นให้ปูทะเลตัวเมียมีไข่นอกกระดอง** โดยปรับ ความเข้มของแสง ความเค็ม เพื่อชักนำให้เกิดการฟักตัวของไข่

2.1 การเตรียมถัง ใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาด 250 ลิตร โดยใส่ทรายรองก้นถังหนาประมาณ 4 นิ้ว ให้อากาศโดยใช้หัวทรายทุกถัง แต่ละถังใส่อิฐบล๊อคทุกถังเพื่อให้ม่ปูสามารถยกตัวขึ้นพ้นระดับน้ำได้เมื่อเครื่องให้อากาศไม่ทำงานขณะไฟฟ้าดับ ระดับน้ำประมาณ 20 เซนติเมตร การควบคุมปริมาณแสงมีความแตกต่างกัน 3 แบบ ดังนี้

1. ถังเปิด หรือถังปกติไม่มีการคลุม ซึ่งยอมให้แสงผ่านได้ คลุมปากถังด้วยตาข่ายสีดำ
2. ถังสีเขียว หรือถังที่คลุมด้วยพลาสติกสีเขียว โดยรอบทั้งด้านข้างและด้านบน
3. ถังดำ หรือถังที่คลุมด้วยพลาสติกสีดำ โดยรอบทั้งด้านข้างและด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งแต่ละถังมีการวัดปริมาณของแสงเหนือผิวน้ำเล็กน้อย ดังได้แสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 โดยถังเปิดจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงในช่วงกว้าง เทียบเป็น 100 เปอร์เซนต์ ถังเขียว มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงไม่เกิน 50 เปอร์เซนต์ของถังเปิด และถังดำ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแสงน้อยกว่า 5 เปอร์เซนต์ของถังเปิด

ในแต่ละชุดการทดลองแสงจะมี 4 ซ้ำ ซึ่งใน 4 ซ้ำนี้จะแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามระดับความเค็มที่ 25 และ 35 ppt ดังแสดงในภาพที่ 4 และจะสุ่มแม่ปูลงเลี้ยงถังละ 1 ตัว

2.2 แม่พันธุ์ปูทะเล จะคัดเลือกที่มีความอุดมสมบูรณ์เพศและมีความแข็งแรง มีรยางค์ครบ ในการทดลองครั้งที่ 2 ครั้ง ใช้แม่พันธุ์ที่มีรังไข่อยู่ในขั้นที่ 2-3 ทำการวัดขนาดความกว้างกระดอง (carapace width ; CW) เป็นมิลลิเมตร และชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งขนาด 500 กรัม

2.3 การให้อาหาร อาหารที่ให้เป็นหอยแมลงภู่ โดยให้ในปริมาณที่พอเพียง เมื่อไม่พอหรือเหลือก็จะปรับลดตามส่วนในวันต่อไป เก็บเศษอาหารที่เหลือทุกวัน

2.4 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ- เปลี่ยนน้ำประมาณ 50-70 เปอร์เซนต์ วันเว้นวัน โดยใช้สายยางดูดเอาเศษอาหารและตะกอนในถังออกให้หมด

2.5 การสำรวจแม่ปูไข่นอกกระดอง สังเกตทุกวันในเวลาที่เก็บเศษอาหารออกจากถัง

2.6 ระยะเวลาเลี้ยง การทดลองเลี้ยงครั้งแรก

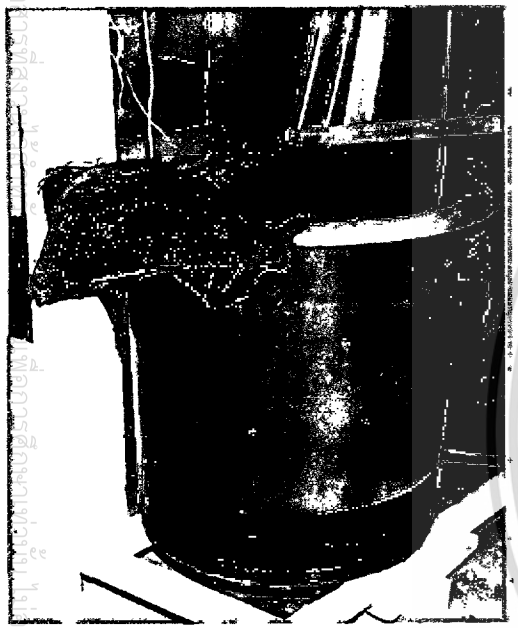
การวิเคราะห์ผล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ศึกษาชีววิทยาเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ศึกษาเฉพาะการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ของปูทะเลทั้งเพศผู้และเพศเมียในรอบปีทุกเดือน และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของปูทะเลในธรรมชาติรวมถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในโรงเพาะฟัก ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การชักนำให้เกิดการวางไข่และฟักตัวของไข่ในโรงเพาะฟักเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ถังเปิด

ถังเขียว

ถังดำ

<u>ภาพที่ 2</u> แสดงลักษณะของ ถังเปิด ถังเขียว และถังดำ

	ถังเปิด	ถังเขียว	ถังดำ
ความเค็ม 35 ppt	ถังเบอร์ 11	ถังเบอร์ 3	ถังเบอร์ 9
	ถังเบอร์ 12	ถังเบอร์ 4	ถังเบอร์ 10
ความเค็ม 25 ppt	ถังเบอร์ 5	ถังเบอร์ 1	ถังเบอร์ 7
	ถังเบอร์ 6	ถังเบอร์ 2	ถังเบอร์ 8

<u>ภาพที่ 3</u> แสดงแบบแผนการทดลอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองในถังไฟเบอร์กลาสที่มีการจำกัดปริมาณแสงต่างกัน โดยใช้พันธุ์ปูทะเลที่อยู่ในระยะเจริญพันธุ์ มีรังไข่ในระยะที่ 1-2 ซึ่งรวบรวมจากธรรมชาติในเขตจังหวัดสตูล จากการแบ่งกลุ่มปูทะเลตามวิธีของ ชูชาติ (2531) พบว่าแม่พันธุ์ปูที่นำมาทดลองอยู่ในกลุ่มของปูแดง หรือปูดำ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) ผลการทดลองเลี้ยงครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 17 ธันวาคม 2541 ถึง 24 มกราคม 2542 (รวม 39 วัน) และครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 5 กุมภาพันธ์ ถึง 5 เมษายน 2542 (รวม 60 วัน) ผลปรากฏว่าไม่สามารถเลี้ยงให้แม่ปูออกไข่นอกกระดองได้ในช่วงเวลาที่ทดลอง

1. ผลการทดลองครั้งที่ 1

ผลการทดลองเลี้ยงครั้งแรก โดยให้หอยแมลงภู่สดเป็นอาหาร และในบางครั้งจะให้ปลาสดสับเป็นชิ้น เนื่องจากปริมาณหอยไม่เพียงพอ พบว่าปูทะเลจะชอบกินหอยแมลงภู่มากกว่า สังเกตได้จากปริมาณเศษอาหารที่เหลือ เมื่อให้ปลาสดสับเป็นชิ้น จะมีเศษอาหารเหลือมากกว่าการให้หอยแมลงภู่เป็นอาหาร นอกจากนี้การให้เนื้อปลาสดยังพบว่ามีส่วนทำให้น้ำเน่าเสียและทำให้ทรายที่อยู่ใต้เศษชิ้นปลาเป็นสีดำ เนื่องจากเกิดการย่อยสลายอินทรีย์สารของพวกแบคทีเรียประเภทไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic bacteria) ทำให้เกิดสาร Hydrogensulfide และจะถูกออกซิไดซ์ให้สารพวกออกไซด์ของเหล็ก (iron oxide) และกำมะถัน (sulfur) ซึ่งจะรวมตัวกันเป็นซัลไฟด์ของเหล็ก (ferrous sulfide) ทำให้ดินเป็นสีดำ ถ้ามีปริมาณอินทรีย์สารมากๆ ก็จะทำให้ดินหมดความสามารถในการจับซัลไฟด์ที่เป็นอิสระ ซึ่งซัลไฟด์อิสระที่ละลายในมวลน้ำนี้จะเป็นพิษต่อสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังและปลาอย่างมากแม้ในความเข้มข้นต่ำๆ (ณิฏฐารัตน์, 2522) ส่วนหอยแมลงภู่นั้น ถ้าปูทะเลกินเหลือหรือไม่กิน เศษเนื้อหอยส่วนใหญ่ มักจะอยู่บนเปลือกหอยจึงทำให้ปริมาณสารอินทรีย์ต่างๆ ที่ตกค้างบนพื้นทรายมีน้อยกว่าปลาสดสับเป็นชิ้น

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ ระดับน้ำที่ใช้ในระยะแรกของการทดลองสูงประมาณ 20 เซนติเมตรจากก้นถัง จากการวัดอุณหภูมิของน้ำในช่วงเวลากลางวัน (9:00-16:00 น.) พบว่ามีความแตกต่างที่วัดได้ในถังที่มีอุณหภูมิสูงสุดกับถังที่มีอุณหภูมิต่ำสุด (ในเวลาเดียวกัน) ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส จึงได้ทดลองเพิ่มระดับน้ำให้สูงขึ้นเป็น 40 เซนติเมตร พบว่าสามารถลดความแตกต่างลงได้โดยมีความแตกต่างกันสูงสุดที่ 1.5 องศาเซลเซียส และส่วนใหญ่อุณหภูมิจะแตกต่างกันไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ 3)

นอกจากนี้การใส่น้ำที่ระดับสูงประมาณ 30-40 เซนติเมตร ยังช่วยเจือจางปริมาณแอมโมเนียที่ละลายน้ำ ซึ่งเกิดจากการขับถ่ายของเสียและเศษอาหาร รวมทั้งเป็นการลดการรบกวนปูทะเลขณะที่เปลี่ยนถ่ายน้ำ เนื่องจากการถ่ายน้ำจะใช้วิธีกาลักน้ำโดยใช้สายยางดูดพวกเศษซากใบไม้ ตะกอน เศษอาหารที่เหลือ และทรายที่มีสีดำออกเป็นบางส่วน เมื่อปริมาณน้ำในถังลดลงจนเกือบถึงระดับหลังกระดองปูทะเล จะหยุดถ่ายน้ำเพื่อลดการสูญเสียน้ำออกจากตัว ทำให้ปูทะเลมีความเครียดและการปรับตัวในน้ำใหม่น้อยกว่าการถ่ายน้ำออกหมดถัง ถ้าปริมาณน้ำในถังที่เลี้ยงปกติอยู่ในระดับต่ำประมาณ 20 เซนติเมตร อาจจะทำให้การดูดตะกอนและของเสียออกได้ไม่หมด และระดับน้ำที่เหลือก่อนการเติมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
100999

อาจอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับหลังปู นอกจากนี้การเติมน้ำใหม่เข้าไปมักจะทำให้เกิดตะกอนฟุ้งกระจาย น้ำในถังจะขุ่นซึ่งจะทำให้ปูเกิดความเครียด และต้องปรับสภาพร่างกายมากขึ้น

ในการทดลองครั้งนี้มีปูตายทั้งหมด 9 ตัว เหลือปูรอด 3 ตัว ซึ่งสาเหตุการตายสันนิษฐานได้ว่าเกิดจากการขาดออกซิเจน โดยปูทั้ง 9 ตัวตายในวันเดียวกัน (ในวันที่ 39 จากวันเริ่มทดลอง) และก่อนหน้านี้ 2-3 วัน มีปัญหาไฟดับ ทำให้เครื่องให้อากาศไม่ทำงาน ทั้งในถังเลี้ยงและในถังเตรียมน้ำเค็ม จากการสังเกตพฤติกรรมของปูที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ภายในโรงเพาะฟักเดียวกัน พบว่าปูทั้งหมดมีการยกตัวขึ้นโดยใช้ก้ามและขาเดินพยุงตัวให้สูงพ้นเหนือระดับน้ำ และหลายตัวได้พยายามตะกายที่ขอบบ่อ ปูที่ตายทั้ง 9 ตัว ได้ทำการเปิดกระดองเพื่อตรวจสภาพรังไข่ และพบว่ามีความแตกต่างในแต่ละชุดทดลองแสง (ภาพที่ 4) โดยปูทะเลที่เลี้ยงในถังดำจะมีปริมาณรังไข่บนอวัยวะสร้างน้ำย่อย (digestive gland) มากกว่า ¾ ทั้ง 4 ตัว โดยมีรังไข่มีการพัฒนาอยู่ในขั้นที่ 3 ถึงขั้นที่ 4 สภาพรังไข่ของปูทะเลที่เลี้ยงในถังเขียวมีปริมาณรังไข่ประมาณ ¾ โดยรังไข่อยู่ในขั้นที่ 3 ทั้งสองตัว ที่เหลือรอดอีกสองตัวนำไปเลี้ยงต่อในบ่อซีเมนต์ และปูทะเลที่เลี้ยงในถังเปิดมีปริมาณรังไข่ประมาณ ¼ โดยอยู่ในระยะที่ 2-3 สองตัว และอีกหนึ่งตัวมีปริมาณรังไข่ประมาณ ¾ ปูในกลุ่มนี้เหลือรอด 1 ตัว และเมื่อนำไปเลี้ยงต่อในบ่อซีเมนต์ แม่พันธุ์ปูทะเลตัวนี้สามารถออกไข่นอกกระดองได้ รวมระยะเวลาประมาณ 3 เดือนจากวันที่เริ่มทำการทดลองครั้งแรก

เมื่อเปรียบเทียบการพัฒนารังไข่ของปูที่ตายทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่าปูที่เลี้ยงในถังดำที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงน้อยกว่า 5 % ของถังเปิดนั้นมีการพัฒนารังไข่ถึงขั้นที่ 4 ได้ทุกตัว โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างความเค็มที่ 25 และ 35 ppt ผลที่ได้นั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากการที่ปูถูกจำกัดการมองเห็นต่อสิ่งที่เคลื่อนไหวอยู่รอบตัว และปูจะถูกรบกวนจากการเปลี่ยนแปลงของแสงน้อยมาก ซึ่งน่าจะมีผลทำให้แม่พันธุ์ปูทะเลเกิดความรู้สึกปลอดภัยมากกว่าในถังเปิดและถังเขียว แต่จะพบปัญหาเล็กน้อยจากการถ่ายน้ำ เนื่องจากสภาพในถังค่อนข้างมืด ในบางครั้งอาจเก็บเศษอาหารและตะกอนออกไม่หมด ปูทะเลที่เลี้ยงในถังเขียวที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงไม่เกิน 50 % ของถังเปิด แสดงการพัฒนาของรังไข่อยู่ในชั้นที่ 3 ในความเค็ม 25 ppt (ที่ความเค็ม 35 ppt รอดชีวิตถูกนำไปเลี้ยงต่อในบ่อซีเมนต์ทั้ง 2 ตัว) ซึ่งมีการพัฒนารังไข่ที่น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับปูที่เลี้ยงในถังดำ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าปูทะเลในกลุ่มนี้จะต้องปรับตัวมากกว่า ต่อการเปลี่ยนแปลงของแสง การถูกรบกวนขณะเปลี่ยนถ่ายน้ำ และการเก็บเศษอาหาร แต่อย่างไรก็ดีปูทะเลที่นำมาตรวจสอบสภาพรังไข่ในกลุ่มนี้มีเพียง 2 ตัว และจากที่ระดับความเค็มเดียว (25 ppt) จึงอาจจะมีปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อการพัฒนารังไข่ของปูในกลุ่มนี้ สำหรับปูที่เลี้ยงในถังเปิด ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงค่อนข้างมากในรอบวัน และผลจากการตรวจสอบสภาพรังไข่ ซึ่งมีแม่พันธุ์ปูทะเล 2 ตัวที่มีการพัฒนารังไข่น้อย จากทั้ง 2 ระดับความเค็ม และอีก 1 ตัวที่มีการพัฒนารังไข่มากกว่า (25 ppt) อาจกล่าวได้ว่าปูทะเลที่เลี้ยงในถังเปิดนี้จะต้องมีการปรับตัวมากกว่าปูที่เลี้ยงถังที่ระดับแสงอื่น ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของแสงมาก ส่งผลต่อการมองเห็นสิ่งต่างๆ ที่เคลื่อนไหวอยู่รอบตัว และบริเวณใกล้ถัง โดยสังเกตจากพฤติกรรมของแม่ปูทะเล จะยกก้ามทันทีที่ถูกรบกวน หรือแม้แต่การเดินผ่านไปมาบริเวณถัง จึงทำให้แม่ปูในกลุ่มนี้มีการพัฒนารังไข่น้อยกว่าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มอื่นๆ และสำหรับการพัฒนารังไข่แม่พันธุ์ในถังที่ 5 ซึ่งมีการพัฒนารังไข่มากกว่าตัวอื่นในกลุ่มเดียวกัน อาจเป็นไปได้ว่าเป็นแม่ปูที่มีรังไข่อยู่ในระยะที่ 2 อยู่ก่อนแล้วและมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นมาอีกเล็กน้อย อย่างไรก็ดีเนื่องจากจำนวนซ้ำในการทดลองมีน้อยทำให้ผลที่ได้ไม่ชัดเจนนัก แต่แสดงแนวโน้มว่าปูที่เลี้ยงในถังดำสามารถพัฒนารังไข่ได้ดีกว่าปูที่เลี้ยงในถังเขียวและถังเปิด

2. ผลการทดลองครั้งที่ 2

จากการทดลองครั้งที่ 2 รวมระยะในการเลี้ยง 60 วัน โดยใช้หอยแมลงภู่เป็นอาหารตลอดการทดลอง และได้ใส่อิฐบล็อก เพื่อให้แม่ปูสามารถยกตัวขึ้นพ้นระดับน้ำได้ในกรณีที่เกิดไฟฟ้าดับ ใส่ระดับน้ำที่ 20-25 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำเค็มไม่เพียงพอ ผลการทดลองไม่พบแม่ปูออกไข่นอกกระดองเลยในทุกๆ ชุดการทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมากจากหลายสาเหตุด้วยกันคือ

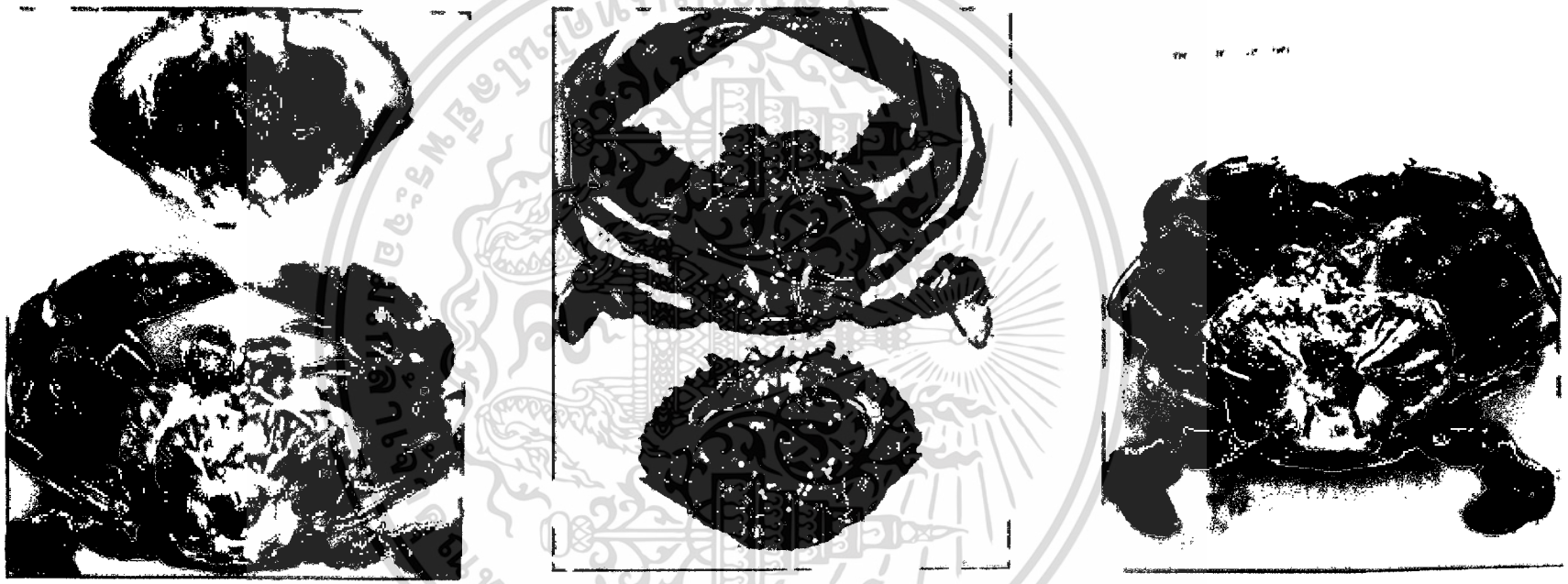
1. ในการทดลองครั้งที่สองเป็นช่วงที่ขาดแคลนแม่พันธุ์ปูทะเลมีไข่ในกระดอง เนื่องจากเป็นช่วงหลังการวางไข่ชุกชุม (พฤศจิกายน-ธันวาคม (ชาญยุทธ, 2539)) ของปูทะเลเพศเมีย แม่พันธุ์ที่ได้จึงอาจผ่านการวางไข่มาแล้วหลายครั้ง การพัฒนารังไข่จึงอยู่ในระยะเริ่มแรก และอาจจะต้องใช้เวลาในการเลี้ยงออกไปอีกมากกว่า 60 วัน

2. ปัญหาการเปลี่ยนถ่ายน้ำ เนื่องจากเกิดปัญหาขาดแคลนน้ำเค็ม ในช่วงสัปดาห์ที่ 5-6 ของการทดลอง ซึ่งทำให้เปลี่ยนถ่ายน้ำได้น้อยลง ซึ่งอาจทำให้ปริมาณแอมโมเนียในถังสูงขึ้นจากระดับปกติ

3. ปัญหาจากการขาดออกซิเจน โดยในช่วงสัปดาห์ที่ 6-8 ของการทดลอง จะมีการตัดไฟฟ้าทุกๆ วันอาทิตย์ เวลา 8:00-16:00 น. โดยประมาณ ทำให้ต้องถ่ายน้ำออก จนอยู่ในระดับที่ปูสามารถยกตัวขึ้นเหนือระดับน้ำจากพื้นทรายได้ และได้เพิ่มน้ำใหม่ในเช้าวันรุ่งขึ้นเมื่อเครื่องให้อากาศทำงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นต่างๆ เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แม่พันธุ์ปูทะเลเกิดความเครียดและต้องมีการปรับตัวเพื่อให้สามารถทนอยู่ได้ในสภาพที่เปลี่ยนแปลงไป และยังพบว่าแม่พันธุ์ปูทะเลจะกินอาหารลดลง หรือไม่กินเลยในช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ถังเปิด ถังเขียว ถังดำ

<u>ภาพที่</u> 4 แสดงการพัฒนารังไข่ของแม่พันธุ์ปูทะเลจากการทดลองครั้งที่ 1

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทั้ง 2 ครั้ง สรุปได้ว่าสามารถทำให้แม่พันธุ์ปูทะเลออกไข่นอกกระดองได้ซึ่งมีสาเหตุมาจาก

1. แม่พันธุ์ปูทะเลเกิดความเครียด

1.1 จากการเปลี่ยนถ่ายน้ำ โดยเฉพาะในช่วงที่ขาดแคลนน้ำเค็ม ทำให้ปูทะเลต้องปรับตัวมากขึ้นในสภาวะที่ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น ซึ่งอาจจะแก้ปัญหาได้โดยการพยายามดูดพวกเศษตะกอนและของเสียออกให้ได้มากที่สุด และดูดน้ำออกให้น้อยลงโดยใช้สายยางขนาดเล็กลง และขณะปล่อยน้ำใหม่ลงในถัง ควรทำให้เกิดความฟุ้งกระจายของทรายและตะกอนให้น้อยที่สุด นอกจากนี้ควรคำนวณ และจัดเตรียมน้ำเค็มไว้ให้เพียงพอ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเค็ม

1.2 จากการขาดออกซิเจนบ่อยๆ เนื่องจากมีการตัดไฟฟ้าทุกๆ วันอาทิตย์ใน 3 สัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง ทำให้ต้องถ่ายน้ำออกเพื่อให้ปูทะลสามารถหายใจในอากาศได้ แต่ผลจากการลดระดับน้ำในถัง จะส่งผลต่ออุณหภูมิ การเสียน้ำออกจากตัว และปูจะถูกรบกวนจากการถ่ายน้ำ ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนจะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ลดลงอย่างรวดเร็ว จากการหายใจของปู และจากการย่อยสลายอินทรีย์สารของพวกจุลินทรีย์ แนวทางในการแก้ไขปัญหาไฟฟ้าดับคือควรมีระบบไฟฟ้าสำรอง

2. แม่พันธุ์ปูทะเลมีระยะรังไข่อยู่ในขั้นที่ 2-3 ทำให้ต้องใช้เวลานานในการพัฒนารังไข่จนออกไข่นอกกระดอง และแม่พันธุ์บางตัวอาจเพิ่งผ่านการวางไข่ในทะเลมา จึงมีการพัฒนารังไข่อยู่ในขั้นต้นๆ ดังนั้นในการทดลองที่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา จึงควรคัดเลือกแม่พันธุ์ที่มีการพัฒนารังไข่อยู่ในขั้นที่ 3-4 เพื่อความแน่ใจว่าแม่พันธุ์ปูทะเลสามารถพัฒนารังไข่ได้จนสามารถออกไข่นอกกระดองได้ และช่วงเวลาที่ทำการทดลองไม่ควรเลือกช่วงเวลาที่ขาดแคลนแม่พันธุ์ปูทะเลมีไข่ในกระดอง เพื่อลดปัญหาการขาดแคลนแม่พันธุ์

นอกจากนี้เทคนิคในการเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเลให้มีไข่นอกกระดองที่คาดว่าน่าจะให้ผลการทดลองที่ดีขึ้น สรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. ช่วงเวลาที่ควรทำการทดลอง

ควรจะเป็นช่วงเวลาที่มีการจับปูเพศเมียสูงสุด สำหรับการเลี้ยงที่มีข้อจำกัดเรื่องเวลา คือในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน และ กรกฎาคม-สิงหาคม และช่วงที่จับปูเพศเมียได้น้อยที่สุดคือ ช่วงเดือนตุลาคม-กุมภาพันธ์ เพราะเป็นฤดูการวางไข่ของปูทะเลเพศเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคัดเลือกแม่พันธุ์ปูทะเล

ควรเลือกแม่พันธุ์ที่มีรังไข่พัฒนาในขั้นที่ 3-4 และควรมีการทดสอบเลือดปูทะเล เพื่อวัดระดับไวเทลโลเจนินในเลือด ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่าแม่พันธุ์ปูทะเลที่นำมาทดลองมีปริมาณรังไข่มากน้อยเพียงใด

3. การจัดการเลี้ยง

ควรจะเป็นการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ เพื่อความสะดวกในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ และควรมีการปิดปากบ่อเพื่อลดปริมาณแสง นอกจากนี้ควรใส่วัสดุสำหรับหลบซ่อนหรือกั้นเป็นคอก ปล่อยแม่ปู 1 ตัวต่อ 1 ตารางเมตร และควรจะใส่ทรายรองพื้นบ่อเพราะแม่พันธุ์ปูทะเลจะต้องฝังตัวในทรายระหว่างการวางไข่นอกกระดอง

4. อาหาร

ควรใช้อาหารมีชีวิต ชนิดของอาหารที่ปูทะเลชอบจะขึ้นกับปริมาณความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในแหล่งอาศัยของปูทะเลชนิดนั้นๆ สำหรับการใช้อาหารที่ไม่มีชีวิต อาจใช้หอยแมลงภู่หรือหอยกะพงก็ได้ เพราะเศษอาหารที่เหลือจะทำให้น้ำและทรายในบ่อเน่าเสียน้อยกว่าการใช้เนื้อปลาสด แต่จะมีข้อเสียคือราคาแพงมาก และหายาก

5. การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

ระดับน้ำที่ใช้ประมาณ 40-45 เซนติเมตร และทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน วันละ 80-90% และควรคำนวณปริมาณน้ำทะเลที่ต้องใช้ และจัดเตรียมไว้ให้พอเพียงเพื่อป้องกันปัญหาขาดแคลนน้ำทะเล ถ้าอยู่ใกล้แหล่งที่มีน้ำทะเลเพียงพอควรจัดการระบบน้ำแบบไหลผ่าน

6. ระบบไฟฟ้าสำรองและสัญญาณกันขโมย

เพื่อป้องกันปัญหาไฟฟ้าดับ และป้องกันขโมย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมประมง. 2536. การเลี้ยงปูทะเล. เอกสารแนะนำ กองส่งเสริมการประมง. กรมประมง. 33 น.

เฉลิมพร รัตนโสภา. 2538. การศึกษาการเลี้ยงปูทะเลในจังหวัดระนอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.70 น.

ชลธี ชีวเศรษฐธรรม. 2539. การเพาะเลี้ยงปูทะเล (*Scylla serrata* Forskal).มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี. 127 น.

ชาญยุทธ สุดคงทอง. 2539. การเลือกแหล่งอาศัยและอาหาร และชีววิทยาการประมงปูทะเล (*Scylla serrata* (Forskal,1755)) ในป่าชายเลนคลองหงาว จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กทม.

ชาติ เลิศธุรกิจสกุล และยอดชาย กรรณสูตร. 2522. สภาพการลอกคราบและการงอกใหม่ของรยางค์ปูทะเล. เอกสาร/รายงานวิจัยฉบับที่ 7, กองประมงน้ำกร่อย, กรมประมง. 10 น.

ชูชาติ ชัยรัตน์. 2531. การศึกษาเกี่ยวกับปูทะเล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1, กองประมงน้ำกร่อย, กรมประมง. 44 น.

ฉิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2522. สมุทรศาสตร์ชีวภาพของเอสทูรี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 150 น.

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2542. สรุปการศึกษาสถานภาพทรัพยากรปูทะเลของไทยในปัจจุบัน. ในสรุปการประชุมเสนอผลงานประมวลองค์ความรู้, สำนักผู้ประสานงานชุดโครงการ "อุตสาหกรรมสัตว์น้ำ". สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บังอร ศรีมุกดา. 2538. การเลี้ยงแม่พันธุ์ปูทะเล (*Scylla serrata* Forskal) ให้มีไข่แก่นอกกระดองในบ่อซีเมนต์และในกระชัง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2538. กรมประมง. 24 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Heasman, M.P., D.R. Fielder, and R.K. Shepherd. 1985. Mating and Spawning in the Mud Crab, *Scylla serrata* (Forskal) (Decapoda:Portunidae), in Morton Bay, Queensland. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 36:773-783.

Hill, B.J. 1976. Natural food, Foregut Clearance Rate and Activity of the Crab *Scylla serrata*. Mar. Biol. 34:109-116.

Hill, B.J. 1982. The Queensland Mud Crab Fishery. Queensland Fisheries Information Series FI8201. 41 pp.

Joel, D.R. and P.J. Sanjeevaraj. 1986. Food and Feeding of Two species of *Scylla* (DeHaan)(Portunidae:Branchyura). J.Mar.Biol.Assoc.India. 28:178-183.

Luo,Y and S. Wei. 1986. A study on the Experimental Ecology of the mud crab *Scylla serrata* Forskal. Donghai Haiyang.4:91-95.

Macnae, M.J. 1968. A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamps and Forests in the Indo-west-Pacific. Adv. Mar.Biol. 6:73-270.

Motoh, H., D. de la Pena and E. Tampos. 1977. Laboratory Breeding of the Mud Crab *Scylla serrata* (Forskal) Through the Zoea and Megalopa Stages to the Crab Stage. Seafdec. O. Res. Rep. 1:14-18.

Ong, Kah Sin. 1964. The early development stages of *Scylla serrata* Forskal (Crustacea: Portunudae) reared in the laboratory. Proceeding Indo-Pacific Fisheries Councill, 11(II). 135-146 pp.

Ong, Kah Sin. 1966. Observation on Post-Larval Life History of *Scylla serrata* (Forskal), Reared in Laboratory. Malaysian Agricultural Jounal. 45:429-443.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Poovachiranon, S. 1992. Biological studies of the mud crab *Scylla serrata* (Forskal) of the mangrove, ecosystem in the Andaman sea. In Angell, C.A. (ed.), Report of the seminaron the Mud Crab Culture and Trade, pp. 49-57. Madras:Nagaraj.

Quinn, N.J., and Kojis, B.L., 1987. Reproductive biology of *Scylla* spp. (Crustacae: Portunidae) for the Labu estuary in Papua New Guinea. Bulletin of Marine Science. 41(2):234-241.

Shanmugam, S. and Bensam, P. 1980. On the fishery for the crab *Scylla serrata* (Forskal) at Tuticorin during 1974-75. Indian J. Fish. 27 (1 and 2):102-110.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้ร่วมโครงการ

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางสาวบุปผา จงพัฒน์

(ภาษาอังกฤษ) Miss Buppha Jongput

วัน เดือน ปี เกิด 13 กรกฎาคม 2515

สัญชาติ ไทย **เชื้อชาติ** ไทย

สถานภาพ โสด

ตำแหน่งปัจจุบัน/สถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับ 6

สถานที่ติดต่อ: ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทรศัพท์/โทรสาร : 3264099/3264099
e-mail:kjbuppha@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปี 2534-2537 วิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

ปี 2542-2546 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง
(เทคโนโลยีชีวภาพ)

ความรับผิดชอบต่อโครงการอื่นๆ (ถ้ามีโปรดระบุชื่อโครงการ/แหล่งทุนสนับสนุน)

-

ผลงานวิชาการ

-

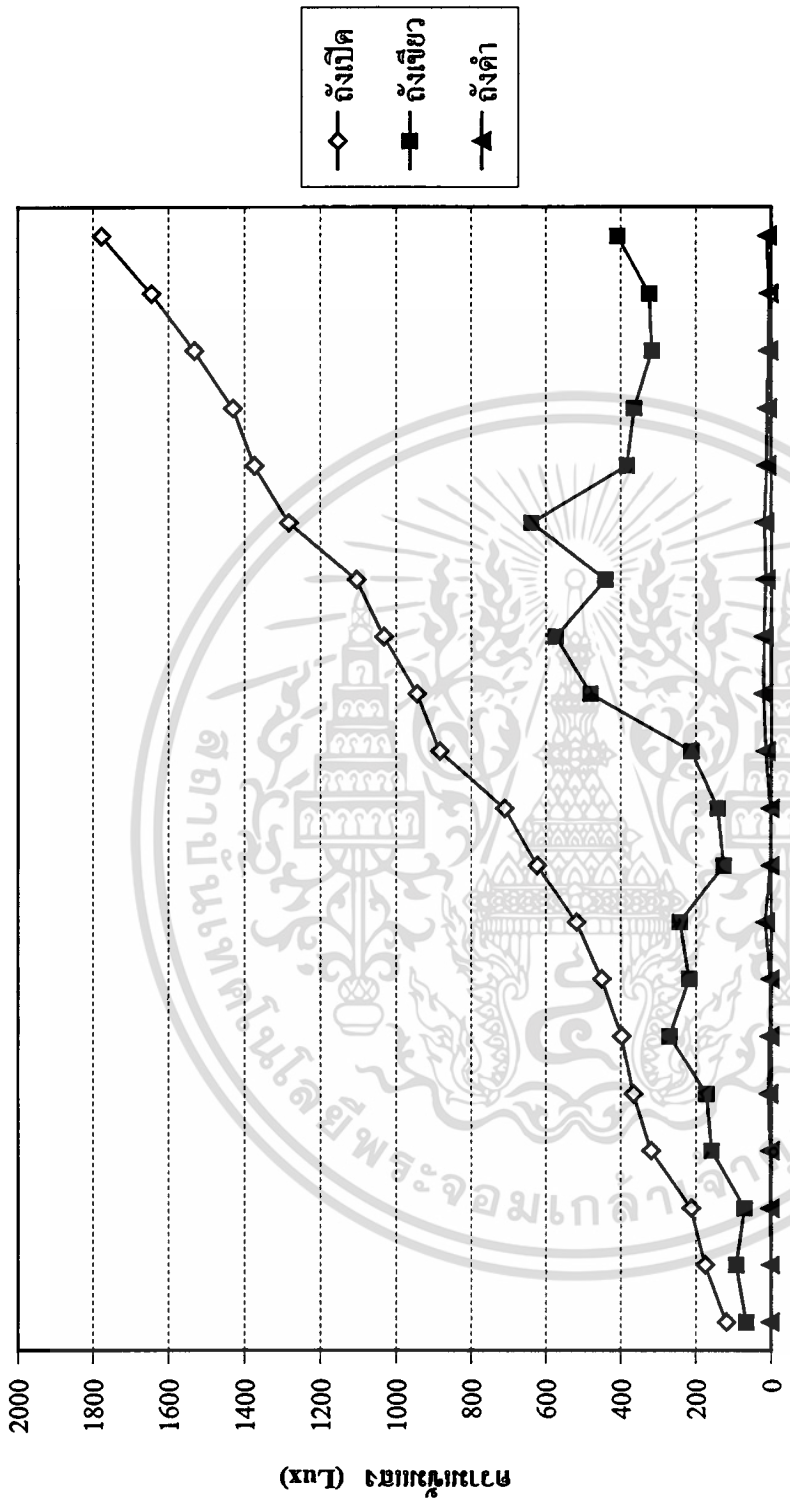
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

<u>ตารางผนวกที่ 1</u> เปรียบเทียบปริมาณแสงที่วัดได้ในแต่ละ treatment (Lux)

ถังเปิด	ถังเขียว	ถังดำ
119	66	1
175	92	0
212	70	2
319	157	2
366	171	7
397	269	3
450	217	2
518	242	15
623	126	2
710	141	2
883	211	14
944	480	20
1032	572	19
1105	440	14
1283	637	17
1374	383	12
1430	363	10
1532	316	7
1645	323	6
1777	408	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณแสงที่วัดได้ในแต่ละทรีทเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ขนาดความกว้างกระดอง (มิลลิเมตร) และน้ำหนัก (กรัม) ของแม่พันธุ์ปูทะเล

แม่พันธุ์ชุดที่ 1

ถังเบอร์	น้ำหนัก (กรัม)	ความกว้างกระดอง (มม.)	ความเค็ม (ppt)
1	296	118.0	25
2	306	117.2	25
3	207	96.0	35
4	312	117.5	35
5	445	135.0	25
6	477	138.5	25
7	222	112.5	25
8	439	136.5	25
9	372	122.0	35
10	280	113.0	35
11	306	121.0	35
12	365	122.0	35
เฉลี่ย	335	120.8	
พิสัย	207-477	96-138.5	

แม่พันธุ์ชุดที่ 2

ถังเบอร์	น้ำหนัก (กรัม)	ความกว้างกระดอง (มม.)	ความเค็ม (ppt)
1	245	118.2	25
2	225	106.4	25
3	298	112.7	35
4	200	101.0	35
5	268	117.7	25
6	218	104.0	25
7	275	115.6	25
8	331	118.0	25
9	240	108.0	35
10	301	113.4	35
11	240	105.4	35
12	274	109.8	35
เฉลี่ย	260	110.85	
พิสัย	200-331	101-118.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 การวัดอุณหภูมิสูงสุดต่ำสุด

ที่ระดับน้ำ 20 เซนติเมตร			ที่ระดับน้ำ 40 เซนติเมตร		
เวลา	T max	T min	เวลา	T max	T min
9:00	24	26	9:00	21.5	23
9:00	23	24	9:15	23.5	24.5
9:30	25	26	9:15	24.5	25.5
10:00	25	27	9:30	24.5	26
10:00	24	25	9:30	24	25
11:30	26	28	10:00	25.5	26
11:30	26	27	10:14	23.5	24.5
12:00	25	27	10:30	25	26
12:00	26	27.5	11:00	22.5	23
14:00	27.5	29	12:41	23.5	24
			12:48	25	26
			15:17	24.5	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้