สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

## การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia จนถึงระยะลงเกาะ

## Study on Optimal Factors for Nursing of Lolly Fish (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) Larvae from Auricularia to Settlement Stage

นางสาวแขวลี วิบูลย์กิจ
นายจักรพงษ์ ศรีพนมยม

RCH
ข 8419
2554

.b 12709888
.i

เพชรบุรี
เลขทะเบียน 138252
วัน เดือน ปี - 5 มิ.ย. 2558

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ชื่อโครงการ** การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia จนถึงระยะลงเกาะ
**แหล่งเงิน** เงินงบประมาณแผ่นดิน
**ประจำปีงบประมาณ** 2554 **จำนวนที่ได้รับการสนับสนุน** 442,500 บาท
**ระยะเวลาทำการวิจัย** 1 ปี **ตั้งแต่** ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554
**หัวหน้าโครงการวิจัย** นางสาวแขวลี วิบูลย์กิจ **หน่วยงานต้นสังกัด** สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร
**ผู้ร่วมโครงการวิจัย** นายจักรพงษ์ ศรีพนมยม **หน่วยงานต้นสังกัด** สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

## บทคัดย่อ

ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (lollyfish; *Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula หรือระยะลงเกาะ โดยรวบรวมพ่อแม่พันธุ์จากธรรมชาติมากระตุ้นให้มีการวางไข่ ไข่ที่ได้นำมาศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการฟัก โดยทำการฟักไข่ที่ระดับความเค็ม 25, 30, 35, 40 และ 45 ส่วนในพัน ผลที่ได้พบว่าความเค็มที่เหมาะสมคือ 30 ส่วนในพัน ตัวอ่อนระยะ auricularia ที่ได้ นำมาศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาล ได้แก่ ระดับความเค็ม สัดส่วนชนิดอาหาร และการให้แสง โดยพิจารณาจากอัตราการรอดตาย ขนาดของตัวอ่อน ระยะเวลาการพัฒนา และระยะเวลาการลงเกาะ ผลที่ได้พบว่าระดับความเค็มที่เหมาะสมคือ 35 ส่วนในพัน สัดส่วนชนิดอาหารที่เหมาะสมคือการให้สาหร่ายผสมระหว่าง *Chaetocerous calcitrans* และ *Isochrysis galbana* สัดส่วน 1:1 การให้แสงที่เหมาะสมคือการไม่ให้แสงตลอดเวลา

**คำสำคัญ:** ปลิงดำ การกระตุ้น ความเค็ม แสง อัตราการรอดตาย อัตราการลงเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Research Title:** Study on Optimal Factors for Nursing of Lolly Fish (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) Larvae from Auricularia to Settlement Stage
**Researcher:** Kaewalee Viboonkit, Jakkrapong Sripanomyom
**Faculty:** Prince of Chumphon Campus, Chumphon Province
**Department:** Agricultural Technology

## ABSTRACT

The study on optimal factors for nursing of lolly fish (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) larva from auricularia to pentactula or settlement stage. Broodstock of lollyfish were collected from the wild and induced to spawning. Lollyfish eggs were studied suitable salinity in hatching, the level 25, 30, 35, 40 and 45 PSU. The result showed that the optimal salinity is 30 PSU. Aulicularia larvae from hatching were experimental for optimal factors on nursing, include salinity level, proportion of food and light. The suitability of nursing was determined from the survival rate, size of larval, development period, settlement rate and duration of settlement. The results showed that the optimal salinity is 35 PSU, the proportion of food is a mixture of algae *Chaetocerous calcitrans* and *Isochrysis galbana* ratio of 1: 1 and nursing in the dark all the time.

**Keywords:** Lollyfish, Induction, Salinity, light, Survival rate, Settlement rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณชาวประมงในพื้นที่อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร ทุกท่าน ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และสนับสนุน การเก็บรวบรวมพ่อแม่พันธุ์ปลิงดำ ขอกราบขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หน่วยงานต้นสังกัด ที่สนับสนุนทุนวิจัย เอื้อเฟื้อและอำนวยความสะดวก เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการดำเนินการวิจัย สุดท้ายนี้ขอขอบคุณนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ และหลักสูตรเทคโนโลยีการประมงทุกท่าน ที่เป็นส่วนสำคัญในอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัย

"การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554"

นางสาวแขวลี วิบูลย์กิจ
นายจักรพงษ์ ศรีพนมยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | II |
| กิตติกรรมประกาศ | III |
| สารบัญ | IV |
| สารบัญตาราง | V |
| สารบัญภาพ | VII |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| - ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| - วัตถุประสงค์ | 2 |
| - ขอบเขตของการวิจัย | 2 |
| - คำสำคัญของการวิจัย | 3 |
| - ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 ตรวจเอกสาร | |
| - ปลิงทะเล | 4 |
| - ปลิงดำ | 7 |
| - ระบบสืบพันธุ์และการเจริญพันธุ์ของปลิงทะเล | 8 |
| - ความสำคัญของปลิงทะเล | 12 |
| - สภาวะการทำการประมงปลิงทะเล | 15 |
| - การเพาะเลี้ยงปลิงทะเล | 15 |
| บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ | |
| - อุปกรณ์ | 26 |
| - วิธีการ | 28 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย | |
| - ผล | 36 |
| - วิจารณ์ผล | 64 |
| บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ | |
| - สรุป | 68 |
| - ข้อเสนอแนะ | 69 |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง | 70 |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย | 80 |
| ประวัตินักวิจัย | 81 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | สถิติการนำเข้าและส่งออกปลิงทะเลของประเทศไทย | 2 |
| 2 | ปลิงทะเลที่มีการจับเพื่อบริโภคและเพื่อจำหน่ายของประเทศไทย | 5 |
| 3 | ประมาณการการผลิตลูกปลิงทะเลชนิดต่าง ๆ จากโรงเพาะฟักทั่วโลก | 17 |
| 4 | การปฏิสนธิของไข่ปลิงดำในน้ำทะเลที่มีความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ | 37 |
| 5 | อัตราการฟักของไข่ปลิงดำในน้ำทะเลที่มีความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ | 38 |
| 6 | ระยะเวลาการพัฒนาของคัพภะปลิงดำเมื่อทำการฟักที่ความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ | 38 |
| 7 | ขนาดคัพภะและตัวอ่อนปลิงดำเมื่อทำการฟักที่ความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ | 40 |
| 8 | การรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึงระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน | 49 |
| 9 | การรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria ถึงระยะ pentactula เมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน | 50 |
| 10 | ขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia และ doliolariaเมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน | 51 |
| 11 | ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในแต่ละระยะเมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน | 52 |
| 12 | ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึง pentactula เมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน | 53 |
| 13 | จำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำเมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน | 53 |
| 14 | การรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน | 54 |
| 15 | การรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน | 55 |
| 16 | ขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia และ doliolaria เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน | 56 |
| 17 | ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในแต่ละระยะเมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน | 57 |
| 18 | ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึง pentactula เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน | 58 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง (ต่อ)


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 19 | จำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ pentactula เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน | 58 |
| 20 | การรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน | 59 |
| 21 | การรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน | 60 |
| 22 | ขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia และ doliolaria เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน | 61 |
| 23 | ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในแต่ละระยะเมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน | 62 |
| 24 | ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึง pentactula เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน | 62 |
| 25 | จำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ pentactula ที่อนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน | 63 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | ลักษณะภายนอกของปลิงทะเล | 4 |
| 2 | ลักษณะของปลิงดำ | 7 |
| 3 | ลักษณะอัณฑะของปลิงดำ | 10 |
| 4 | ลักษณะรังไข่ของปลิงดำ | 10 |
| 5 | พ่อแม่พันธุ์ปลิงดำ | 26 |
| 6 | พ่อแม่พันธุ์ปลิงดำจากธรรมชาติ | 29 |
| 7 | ลักษณะการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำ | 30 |
| 8 | ลักษณะไข่ของปลิงดำ | 30 |
| 9 | ลักษณะตัวอ่อนระยะ auricularia ของปลิงดำ | 30 |
| 10 | การพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของคัพภะปลิงดำเมื่อทำการฟักที่ความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ | 42 |
| 11 | ตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia, doliolaria และ pentactula | 46 |
| 12 | รายละเอียดลักษณะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia | 48 |
| 13 | รายละเอียดลักษณะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ doliolaria (ซ้าย) และระยะ early pentactula (ขวา) | 48 |
| 14 | รายละเอียดลักษณะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ juvenile | 49 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปลิงทะเลเป็นสัตว์ที่มีความสำคัญทั้งต่อระบบนิเวศน์และด้านเศรษฐกิจ มีรายงานพบว่าในพื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งทางฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย มีการค้าปลิงทะเล ทั้งเพื่อการบริโภคภายในประเทศ และส่งออก (สมชัย และ นลินี, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับสภาวะการทำประมงปลิงทะเลของโลก ที่อยู่ในสภาวะเกินศักยภาพการผลิต (over fishing) ส่งผลให้ประชากรปลิงทะเลในธรรมชาติมีปริมาณลดลงอย่างมาก และปลิงทะเลบางชนิด อยู่ในสภาวะใกล้สูญพันธุ์ (Abdel-Razek *et al.*, 2005) จากสถิติการประมงของประเทศไทย ปลิงทะเลที่จับได้มีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี กล่าวคือ ในปี 2512 จับได้ 2 ตัน ปี 2513 จับได้ 46 ตัน ปี 2514 จับได้ถึง 158 ตัน จากรายงานการนำเข้าและการส่งออก (ตารางที่ 1) แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มความต้องการบริโภคทั้งในและต่างประเทศยังอยู่ในระดับสูง ในปี พ.ศ. 2543 มีปริมาณการส่งออกสูงที่สุดถึง 242.53 ตัน แต่พบว่าในช่วงปี 2544-2546 แนวโน้มการส่งออกของไทยกลับทรงตัว (101.65-121.04 ตัน) และลดลงจากปี 2543 อย่างเห็นได้ชัด ปริมาณดังกล่าวถือเป็นข้อมูลบ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณปลิงทะเลในธรรมชาติกำลังลดจำนวนลง (Munprasit, 2008) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์โดยกรมประมง จึงมีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปลิงทะเลเพื่อที่จะประเมินทรัพยากรปลิงทะเล ตลอดจนฟื้นฟูและอนุรักษ์ปลิงทะเลในประเทศไทย (สมชัย และ นลินี, 2543) และอาจมีการส่งเสริมให้มีการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ในอนาคต จากจำนวนปลิงทะเลทั้งหมดที่มีการแพร่กระจายในประเทศไทยพบว่ามี 12 ชนิด ที่มีการจับเพื่อจำหน่ายและปริโภค และในจำนวนนี้มี 2 ชนิด ที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงที่สุด คือ ปลิงขาว (*Holothuria scraba*) และ ปลิงดำ (*H. atra*) (Munprasit, 2008)

ปัจจุบันมีหลายประเทศในแถบเอเชีย ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลจนได้ขนาดที่เหมาะสมแล้วปล่อยลงเลี้ยงในทะเลในรูปแบบ การทำฟาร์มในทะเล (sea farming) เมื่อปลิงทะเลมีขนาดที่เหมาะสม จะจับขึ้นมาตากแห้งหรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมหรือเวชภัณฑ์ใช้รักษาโรคได้หลายชนิด โดยเฉพาะที่ญี่ปุ่นผลิตภัณฑ์จากปลิงทะเลนำรายได้เข้าสู่ประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท สำหรับประเทศไทยที่ผ่านมาจะมีการเก็บปลิงทะเลจากธรรมชาติอย่างเดียวเท่านั้น (เดลินิวส์, 2551) สำหรับการเพาะพันธุ์ยังอยู่ในระดับห้องปฏิบัติการ โดยชนิดที่มีการทดลองเพาะพันธุ์คือปลิงดำ (lolly fish) และเป็นการเพาะพันธุ์เพื่อปล่อยทดแทนในธรรมชาติ โดยหน่วยงานหลักที่กำลังดำเนินการคือกรมประมงโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งพบว่าปัญหาหลักของการเพาะพันธุ์ คืออัตรารอดของลูกปลิงทะเลจนถึงระยะลงเกาะที่สามารถปล่อยคืนสู่ธรรมชาติได้ มีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณ 6,000 ตัว จากจำนวนไข่ทั้งสิ้น 55,000 เท่านั้น (จำนง, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1** สถิติการนำเข้าและส่งออกปลิงทะเลของประเทศไทย

| ปี | การนำเข้า | | การส่งออก | |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณ (กิโลกรัม) | มูลค่า (บาท) | ปริมาณ (กิโลกรัม) | มูลค่า (บาท) |
| 2536 | 10,774 | 993,670 | 60 | 12,931 |
| 2537 | 14,889 | 1,391,240 | 155 | 17,119 |
| 2538 | 31,841 | 2,554,761 | 4,204 | 509,598 |
| 2539 | 24,782 | 2,287,952 | 8,155 | 1,429,689 |
| 2540 | 71,391 | 13,470,810 | 40,444 | 3,873,927 |
| 2541 | 78,518 | 11,661,391 | 86,874 | 6,633,690 |
| 2542 | 151,022 | 31,549,178 | 224,916 | 12,117,526 |
| 2543 | 132,819 | 21,125,007 | 242,538 | 34,265,555 |
| 2544 | 115,416 | 22,374,305 | 121,040 | 19,034,488 |
| 2545 | 116,444 | 20,264,425 | 101,651 | 11,867,642 |
| 2546 | 108,417 | 16,054,042 | 121,468 | 11,822,778 |

ที่มา : Munprasit (2008)

**2. วัตถุประสงค์**

2.1. เพื่อศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ของปลิงดำ และพัฒนาการของคัพภะ

2.2. เพื่อศึกษาสัดส่วนชนิดอาหาร การได้รับแสง และระดับความเค็ม ที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะ หรือ pentactula

2.3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และระยะเวลาการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงทะเล ที่อนุบาลด้วยปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละระดับ

2.4. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับต่อยอดในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลิงทะเล สำหรับปล่อยทดแทนในธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ต่อไป

**3. ขอบเขตของการวิจัย**

ศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลปลิงดำวัยอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะ หรือ pentactula ได้แก่ สัดส่วนของชนิดอาหาร การให้แสง และระดับความเค็ม เพื่อคัดเลือกระดับของแต่ละปัจจัย ที่สามารถส่งเสริมให้ตัวอ่อนของปลิงดำมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายสูงที่สุด และสามารถลงเกาะกับพื้นได้เร็วที่สุด นอกจากนี้ยังทำการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เค็มที่เหมาะสมในการฟักไข่ปลิงดำ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จะรองรับหรือนำไปต่อยอดกับการศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการอนุบาลปลิงดำวัยอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula ต่อไป

**4. คำสำคัญของการวิจัย**

4.1. ปลิงทะเล (sea cucumber)
4.2. ปลิงดำ (lollyfish; *Holothuria atra* Jaeger, 1833)
4.3. การกระตุ้น (induction)
4.4. ความเค็ม (salinity)
4.5. แพลงก์ตอน (plankton)
4.6. ช่วงเวลาการได้รับแสง (photoperiod)
4.7. อัตราการรอดตาย (survival rate)
4.8. อัตราการลงเกาะ (settlement rate)

**5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

5.1. ทราบถึงระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ของปลิงดำ และพัฒนาการของคัพภะในแต่ละระดับความเค็ม

5.2. ทราบถึงระดับของปัจจัยต่าง ๆ ที่เหมาะสม ในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia จนกระทั่งถึงระยะ pentactula ซึ่งได้แก่ สัดส่วนของชนิดอาหารที่เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว (unicellular algae) การได้รับแสงและไม่ได้รับแสงในลักษณะที่แตกต่างกัน และระดับความเค็มของน้ำที่ใช้ในการอนุบาล

5.3. ได้ข้อมูลที่จะนำไปปรับใช้ในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงเพื่อให้ได้ตัวอ่อนปลิงดำระยะลงเกาะปริมาณมาก สำหรับการปล่อยทดแทนธรรมชาติและต่อยอดการวิจัยเชิงพาณิชย์ในอนาคต

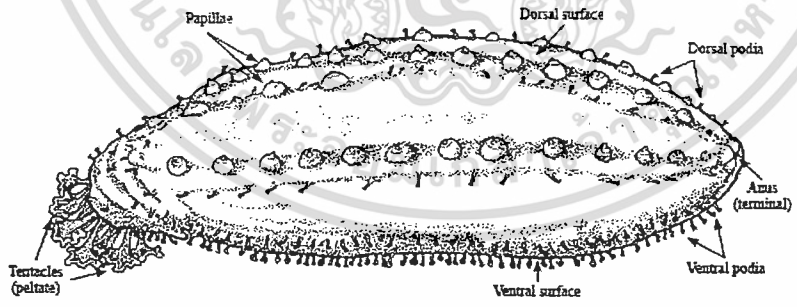
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ตรวจเอกสาร

## 1. ปลิงทะเล

### 1.1. ลักษณะทั่วไป

ปลิงทะเล (sea cucumber) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในไฟลัม Echinodermata ชั้น Holothuroidea (มาจาก holothourion = ปลิงทะเล, eidos = รูปร่าง, ea = ลักษณะ) หมายถึง สัตว์ที่มีหนามหรือแผ่นหินปูนตามลำตัว เป็นสัตว์ที่มีช่องว่างในลำตัวที่แท้จริง ส่วนใหญ่มีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก คล้ายหนอน ลำตัวอ่อนนุ่ม (Mackey, 2001) แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ในแนวนอน คือ ด้านปากหรือส่วนหัว และด้านท้ายหรือทวารหนัก ด้านปากจะมีช่อหนวดอยู่รอบปาก ทำหน้าที่ในการจับอาหารส่งเข้าปาก หนวดของปลิงทะเลมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะการกินอาหาร เช่น หนวดแบบจาน (peltate) จะพบในปลิงทะเลที่หาอาหารอยู่ตามพื้นท้องทะเล หนวดที่มีลักษณะแตกแขนงแบบกิ่งไม้ (dendritic) จะพบในปลิงทะเลที่ดักจับตะกอนและแพลงก์ตอนที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ ส่วนหนวดที่มีลักษณะแบบขนนก (pinnate) จะพบในปลิงทะเลที่คอยกินตะกอนที่ตกลงมาตามพื้นหรือบนตัวสัตว์ชนิดอื่น ด้านท้ายหรือทวารหนักประกอบด้วยช่องเปิดเพื่อการขับถ่ายและติดต่อกับอวัยวะสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซ (respiratory tree) และลำไส้ (จิตติมา, 2544) ปลิงทะเลมีขนาดที่แตกต่างกัน บางชนิดมีขนาดใหญ่ยาวถึง 1 เมตร บางชนิดมีขนาดเล็กเพียง 2–3 เซนติเมตร (อารมณ์, 2545) ปลิงทะเลมีวงจรชีวิตประมาณ 2–5 ปี (จรัสศรี และคณะ, 2551)




**ภาพที่ 1** ลักษณะภายนอกของปลิงทะเล
**ที่มา**: Purcell *et al.* (2012)

### 1.2. การจัดลำดับทางอนุกรมวิธานและความหลากหลาย

Conand (1998) จัดปลิงทะเลไว้ในอาณาจักรสัตว์ (Animalia kingdom) ไฟลัม (phylum) Echinodermata ชั้น (class) Holothuroidea ปัจจุบันมีรายงานจำนวนปลิงทะเลทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 25 วงศ์ (families) 200 สกุล (genera) จำนวน 1,400 ชนิด (species) (Rowe and Gates, 1995) ในจำนวนนี้มี 2 วงศ์ ที่มีจำนวนวงศ์ละ 1 ชนิด มี 5 วงศ์ ที่มีจำนวนมากกว่า 50 ชนิด แต่ไม่ถึง 100 ชนิด และอีก 5 วงศ์ จำนวนมากกว่า 100 ชนิด เฉลี่ยแล้วแต่ละวงศ์มีจำนวนประมาณ 46 ชนิด (Fell, 1982) และจากการศึกษาความหลากหลายของปลิงทะเลในภูมิภาคแปซิฟิกตะวันตก พบปลิงทะเลจำนวน 9 วงศ์ 286 ชนิด และในเขตภูมิภาคย่อย คือ อินเดียตะวันออกซึ่งประกอบด้วย ไทย สิงคโปร์ มาเลเซีย และอินโดนีเซีย พบปลิงทะเลจำนวนทั้งสิ้น 141 ชนิด และพบว่าเป็นปลิงทะเลที่พบเฉพาะถิ่น (endemic species) ในภูมิภาคย่อยนี้จำนวนถึง 28 ชนิด (อารมณ์, 2545; Clark and Rowe, 1971) นอกจากนี้ยังมีรายงานปลิงทะเลชนิดใหม่ในมหาสมุทรอินเดียคือ *Phyllophorus (Phyllophorella) parvides* ซึ่งพบแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของออสเตรเลียและสิงคโปร์ (James, 1965) Munprasit (2008) รายงานว่าในประเทศไทยมีปลิงทะเล 102 ชนิด ในจำนวนนี้มี 12 ชนิดที่นำมาบริโภคเป็นอาหารและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ

**ตารางที่ 2** ปลิงทะเลที่มีการจับเพื่อบริโภคและเพื่อจำหน่ายของประเทศไทย

| ชื่อวิทยาศาสตร์ | ชื่อสามัญ (อังกฤษ) | ชื่อสามัญ (ไทย) | ชื่อวงศ์ |
|---|---|---|---|
| *Holothuria scaba* | Sand fish | ปลิงขาว | Holohturiidae |
| *Holothuria atra* | Lolly fish | ปลิงดำ | Holohturiidae |
| *Holohturia argus* | - | - | Holohturiidae |
| *Holohturia spinifera* | - | - | Holohturiidae |
| *Holohturia leucospilota* | - | ปลิงดำ | Holohturiidae |
| *Holohturia* nobile | - | - | Holohturiidae |
| *Holohturia edulis* | Pink fish | - | Holohturiidae |
| *Actinopyga echinites* | Deep-water-red fish | - | Holohturiidae |
| *Bohadschia marmorata* | Chalky fish | ปลิงสีน้ำตาล | Holohturiidae |
| *Stichopus chloronotus* | Teat fish | - | Stichopodidae |
| *Stichopus variegates* | - | - | Stichopodidae |
| *Thelenota ananas* | - | - | Stichopodidae |

**ที่มา**: Munprasit (2008)

### 1.3. ชีววิทยาบางประการ

#### 1.3.1 อาหารและการกินอาหาร

ปลิงทะเลมีรูปแบบการกินอาหาร 2 แบบ คือ กินอาหารที่แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำและกินอาหารที่ตกอยู่กับพื้นหรือปนอยู่กับตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กินอาหารที่แขวนลอยอยู่ในมวลน้ำ อาหารที่กินได้แก่ แพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น โปรโตซัว สาหร่ายทะเล และไดอะตอม ปลิงทะเลพวกนี้จะใช่หนวดแบบพุ่มจับอาหารโดยอาศัยเมือกเหนียว ซึ่งอาบอยู่ตามผิวหนวดคอยดักจับอาหารที่ปะปนมากับน้ำ ตัวอย่างปลิงในกลุ่มนี้ ได้แก่สกุล *Cucumaria*, *Thyone*, *Holothuria* (มัทนา, 2516)

- กินอาหารที่ตกอยู่กับพื้นหรือปนอยู่กับตะกอน อาหารที่กินเป็นพวกอินทรีย์สารที่ตกอยู่ใต้ท้องน้ำมักจะปนไปกับโคลนและทรายที่ปลิงทะเลฝังตัวอยู่ ตัวอย่างได้แก่ ปลิงทะเลในสกุล *Stichopus*

จากการศึกษาของ Wiadnyana (2008) พบว่ากลุ่มแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหารหลักที่ปลิงทะเลชอบกิน คิดเป็นสัดส่วนมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของไดอะตอม ได้แก่ *Chaetoceros* sp., *Plagothix* sp., *Amphora* sp. และ *Thallasiotrix* sp. โดยใช้หนวดที่มีสารเมือกฉาบอยู่ที่บริเวณผิวหนวด คอยดักอาหารที่มากับน้ำ และที่ตกอยู่ใต้พื้นท้องน้ำที่ปะปนอยู่กับโคลนหรือทรายที่มันฝังตัวอยู่ (ชรินทร์, 2535) ปลิงดำเป็นพวกกินอาหารที่ตกตะกอนบริเวณพื้นทะเล (deposit feeder) โดยการกินทรายที่มีสารอินทรีย์เข้าไปและขับทรายออกมาทางทวารหนัก ท่อทางเดินอาหารของปลิงทะเล มีลักษณะเป็นสายยาวขดเป็นรูปตัว S ซึ่งแบ่งเป็นส่วนต่างๆ ตามลำดับ คือ ปาก คอหอย (pharynx) หลอดหลอดกระเพาะ (stomach) ลำไส้ (intestine) และโคลเอก้า (cloaca) กากอาหารออกทางช่องโคลเอกา มีน้ำย่อยสำหรับย่อยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต (มัทนา, 2516)

### 1.3.2 การหายใจและแลกเปลี่ยนก๊าซ

การหมุนเวียนของเหลวเกิดขึ้นภายในลำตัวขนาดใหญ่ เยื่อบุช่องผนังลำตัวมีขน (ciliated epithelium) ซึ่งมีประโยชน์ช่วยในการโบกพัดให้เกิดกระแสการไหลเวียนอยู่ภายในตัว ภายในช่องตัวมี coelomocyte ทำหน้าที่ลำเลียงก๊าซ เรียกว่า ฮีโมไซท์ (hemocyte) ลักษณะเป็นแผ่นแบนบาง ถ้าอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากจะทำให้ของเหลวเป็นสีแดง อวัยวะที่ใช่แลกเปลี่ยนก๊าซมีลักษณะท่อแตกแขนงจากโคลเอกา (cloaca) คล้ายต้นพืชอยู่สองข้างของท่อทางเดินอาหาร เรียกว่า respiratory tree ในกลุ่ม Apodida จะไม่มีอวัยวะนี้แต่จะอาศัยการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านทางผิวหนังโดยตรง (มัทนา, 2516)

### 1.3.3 การสืบพันธุ์

ปลิงทะเลมีอวัยวะสืบพันธุ์เพียง 1 เดียว (single gonad) บางชนิดมีเพศแยก (dioecious) บางชนิดมีเพศรวม (hermaphrodite) พวกที่มีเพศแยกจะมีอวัยวะสืบพันธุ์อยู่ค่อนไปทางหัว ประกอบด้วยท่อ (tubules) แตกแขนงจำนวนมากหรืออาจเป็นท่อเดียวรวมกันเป็นช่อ ต่อจากอวัยวะสืบพันธุ์จะเป็นท่อนำไข่หรือท่อนำสเปิร์ม (gonoduct) ซึ่งอยู่ติดกับเนื้อเยื่อโยงยึดอวัยวะภายในด้านบน (dorsal mesentery) บริเวณนี้จะเป็นรูเปิดของท่อนำไข่ เรียกว่า gonopore พวกที่มีเพศรวมจะมีอวัยวะสืบพันธุ์ที่มีการสร้างทั้งไข่และสเปิร์มออกมาผสมภายในตัว โดยการสร้างไข่จะ

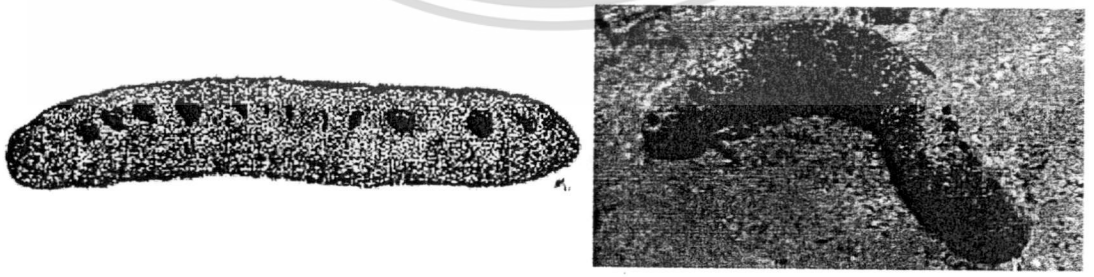
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นก่อนส่วนสเปิร์มจะถูกสร้างขึ้นมาภายหลัง ไข่ที่ได้รับการผสมจะถูกส่งไปฟักบริเวณถุงฟักตัวอ่อน (brooding pockets) เมื่อเจริญเต็มที่ถุงนี้จะแตกและตัวอ่อนจะออกมาทางช่องขับถ่าย ในปลิงทะเลที่ไม่มีถุงฟักตัวอ่อนจะมีการปฏิสนธิภายนอกตัว ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วจะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนอาศัยอยู่ในน้ำ จากนั้นจะพัฒนาไปเป็นตัวอ่อนระยะต่าง ๆ และเจริญเป็นตัวเต็มวัยต่อไป (มัทนา, 2516)

## 2. ปลิงดำ

### 2.1 ลักษณะทั่วไปของปลิงดำ

Munprasit (2008) รายงานว่าปลิงดำ (*Holothuria atra* : lollyfish) เป็นสมาชิกที่อยู่ในชั้น Holothuroidae มีลักษณะคล้ายหนอน (worm-like) มีร่างกายอ่อนนุ่ม (Mackey, 2001) เป็นปลิงทะเลที่มีสีดำ ลำตัวยาว รูปทรงกระบอก หัวและท้ายมน ผิวลำตัวเรียบมักปกคลุมด้วยทรายมีอนุภาคขนาดกลาง แต่จะมีปื้นกลมๆ ที่ไม่มีทรายปกคลุม ซึ่งเรียงเป็นแถวบริเวณด้านหลังตลอดความยาวลำตัว ปากอยู่ทางด้านล่างล้อมรอบด้วยหนวด (tentacle) ที่มีสีดำ จำนวน 20 เส้น ไม่มีท่อ cuvierian (Purcell *et al.*, 2012) เท้าท่อส่วนใหญ่อยู่ทางด้านล่าง ในตำแหน่งที่เป็น ambulacral zone ซึ่งมี 3 คู่ papillae มีขนาดเล็กและจำนวนน้อยอยู่ทางด้านบน ผิวลำตัวตามปกติมีสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม กล้ามเนื้อมีขวากจำนวนมากแต่มีขนาดลดรูปลง รูปแบบของขวากมีทั้งแบบโต๊ะ เป็นลายรูปดอกกุหลาบ respiratory tree ฝั่งขวามีความยาวมากกว่าฝั่งซ้าย โดยฝั่งขวาจะยาวจนถึงท่อวงแหวน (calcareous ring) และติดแน่นกับผนังลำตัวด้านใน (Tehranifard and Rahimibashar, 2012) ปลิงดำมีผนังลำตัวหนาประมาณ 4 มิลลิเมตร (Conand, 1998) มีความยาวสูงสุด 600 มิลลิเมตร หรือมากกว่า แต่ตามปกติจะมีความยาวประมาณ 300 มิลลิเมตร (Tehranifard and Rahimibashar, 2012) น้ำหนักประมาณ 200 กรัม (อาจหนักถึง 1 กิโลกรัม) (Conand, 1998) Purcell *et al.* (2012) รายงานขนาดน้ำหนักและความยาวเฉลี่ยของปลิงดำที่แตกต่างกันในแต่ละแหล่ง ได้แก่ ปาปัวนิวกีนีและอินเดีย (200 กรัม 20 เซนติเมตร) อียิปต์ (300 กรัม 30 เซนติเมตร) เวียดนาม (335 กรัม 23 เซนติเมตร) และเกาะ Mauritius (400 กรัม 15 เซนติเมตร)



**ภาพที่ 2** ลักษณะของปลิงดำ
**ที่มา**: Purcell *et al.* (2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำมีลักษณะเป็นพวงเดี่ยว ที่ประกอบด้วยท่อแตกแขนงจำนวนมากลักษณะเป็นกระจุกอยู่ติดกับฝั่งซ้ายของเยื่อ mesentery ทางด้านบน วางตัวเป็นอิสระอยู่ภายในช่องลำตัว ปลิงดำมีลักษณะการอาหารคล้ายกับปลิงทะเลชนิดอื่นคือกินตะกอนและกรองเอาเฉพาะซากอินทรีย์สารที่อยู่ในตะกอนเป็นอาหาร (Tehranifard and Rahimibashar, 2012)

### 2.3. การแพร่กระจายของปลิงดำ

ปลิงดำพบอาศัยทั้งบริเวณด้านนอกและด้านไนของหาดโคลน ด้านหลังของแนวปะการัง บริเวณที่ตื้นของทะเลสาบ ที่มีลักษณะของพื้นท้องทะเลเป็นทรายปนโคลนและมีเศษหินแหล่งหญ้าทะเล ตั้งแต่ระดับความลึก 0-20 เมตร พบแพร่กระจายทั่วไปในเขต Indo-Pacific บริเวณเกาะมัสคารีน ด้านตะวันออกของแอฟริกา เกาะมาดากาสกา ทะเลแดง ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของอาหรับ อ่าวเปอร์เซีย มัลดีฟส์ ศรีลังกา อ่าวเบงกอล อินเดีย ตอนเหนือของออสเตรเรีย ฟิลิปปินส์ จีน และตอนใต้ของญี่ปุ่น เกาะทะเลใต้ เกาะฮาวาย (Munprasit, 2008; Purcell *et al.*, 2012) ในประเทศไทยพบแพร่กระจายทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน (Putchagarn and Sounchaeng, 2004) รายงานว่าฝั่งอ่าวไทยพบที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี เป็นต้น ทางฝั่งอันดามันพบที่จังหวัดตรัง จังหวัดพังงาพบที่ อ่าวเคย อุทยานแห่งชาติเขาหลัก-ลำรู่ แหลมพันวา จังหวัดภูเก็ต เป็นต้น

## 3. ระบบสืบพันธุ์และการเจริญพันธุ์ของปลิงทะเล

### 3.1. ระบบสืบพันธุ์

ปลิงทะเลส่วนใหญ่เป็นพวกแยกเพศแต่พบว่ามีบางชนิดที่เป็นกะเทย (hermaphrodites) การสืบพันธุ์แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) แต่ส่วนใหญ่มักสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Smiley *et al.*,1991)

**3.1.1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ:** เป็นการสืบพันธุ์ที่พบในปลิงทะเลส่วนใหญ่ ประกอบด้วย 2 ระยะหลัก คือ กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gametogenesis) เป็นการสร้างน้ำเชื้อของเพศผู้(spermatogenesis) การสร้างไข่ (oogenesis) ของเพศเมีย และการวางไข่ (spawming) ซึ่งเป็นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ลงในน้ำ ปลิงทะเลบางชนิดจะปล่อยไข่และอสุจิออกภายนอกแต่บางชนิดจะมีการฟักไข่ที่บริเวณช่องว่างภายในลำตัว (coelom) รอบอวัยวะภายใน ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะมีพ่อแม่คอยดูแลจนกว่าจะฟักออกจากไข่ (Mackey, 2001)

**3.1.2 การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ:** การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ปลิงทะเลใช้ในการแพร่พันธุ์โดยการแบ่งตัวออกตามขวาง (transverse fission) ออกเป็นสองส่วนอย่างช้า ๆ บริเวณที่จะเกิดการแบ่งตัวคือบริเวณกึ่งกลางของลำตัว โดยการบิดตัวและแยกออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสองส่วน จากนั้นก็จะมีการพัฒนาในส่วนต่าง ๆ ที่ยังไม่สมบูรณ์ให้สมบูรณ์เต็มที่เหมือนตัวเดิมทุกประการ (Mackey, 2001)

### 3.2. ลักษณะและพัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์

#### 3.2.1 ลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์

ปลิงดำมีลักษณะของอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) เหมือนกับปลิงทะเลทั่วไป คือ มีอัณฑะ 1 อัน (ภาพที่ 3) และรังไข่ 1 อัน (ภาพที่ 4) ลักษณะเป็นพูเรียวยาวแตกแขนกออกเป็นหลายพู และมีช่องเปิดของเซลล์สืบพันธุ์อยู่ระหว่างหนวดด้านหลังของลำตัว

#### 3.2.2 พัฒนาการของอัณฑะในปลิงดำเพศผู้

Abdel-Razek *et al.* (2005) แบ่งระยะการพัฒนาของอัณฑะในปลิงดำเพศผู้ไว้ 4 ระยะ คือ ระยะเริ่มสร้างน้ำเชื้อ ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์ ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์เต็มที่ และระยะปล่อยน้ำเชื้อโดยแต่ละระยะมีลักษณะดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มสร้างน้ำเชื้อ (immature stage) อัณฑะมีลักษณะสั้นและบาง ท่อเล็กๆ ที่เป็นแขนงต่างๆ ของเส้นใยจะมีสีเหลืองและขาว ความยาวของท่อประมาณ 6.5-17.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-0.6 มิลลิเมตร มีค่า G.S.I. เท่ากับ 1.2-2.7 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของลำไส้ของปลิงด้วย

ระยะที่ 2 ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์ (maturing stage) อัณฑะมีลักษณะยาวและบาง ท่อเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงต่าง ๆ ของเส้นใยจะมีสีครีมและขาว ความยาวของท่อจะยาวประมาณ 14.0-47.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-1.2 มิลลิเมตร มีค่า G.S.I. เท่ากับ 1.0-29.4

ระยะที่ 3 ระยะน้ำเชื้อสมบูรณ์เต็มที่ (rip stage) อัณฑะมีการแตกแขนงเป็นจำนวนมาก ลักษณะยาวและมีสีขาว เส้นใยที่อยู่ในท่อขยายใหญ่ ในระยะนี้จะมีน้ำเชื้อตัวผู้อยู่ในท่อนี้ ความยาวของท่อประมาณ 33-60 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-5 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 27.2

ระยะที่ 4 ระยะปล่อยน้ำเชื้อ (spent stage) เป็นระยะที่ปลิงปล่อยน้ำเชื้อเพศผู้ออกจากตัวแต่ก็ยังคงเหลือตกค้างบ้างบางส่วน ในระยะนี้ท่อเล็ก ๆ ที่เป็นแขนงต่าง ๆ ของเส้นใยจะมีสีขาว ใส โปร่งแสง ท่อเล็ก ๆ นี้จะเรียงตัวตามแนวยาว มีความยาวประมาณ 5-36 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.0-0.9 มิลลิเมตร มีค่า G.S.I เท่ากับ 0.3-6.2

#### 3.2.3 พัฒนาการของรังไข่ในปลิงดำเพศเมีย

Abdel-Razek *et al.* (2005) แบ่งระยะการพัฒนาของรังไข่ในปลิงดำเพศเมียไว้ 4 ระยะ คือ ระยะเริ่มพัฒนา ระยะไข่สมบูรณ์ ระยะไข่สุก และระยะวางไข่ โดยแต่ละระยะมีลักษณะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะเริ่มพัฒนา (immature stage) รังไข่มีลักษณะสั้น บาง ท่อเล็ก ๆที่เป็นแขนงต่าง ๆ ของเส้นใยจะมีสีเหลืองและขาว ความยาวของท่อจะยาวประมาณ 4.0-12.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2-1.0 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 2.2-7.7 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของลำไส้

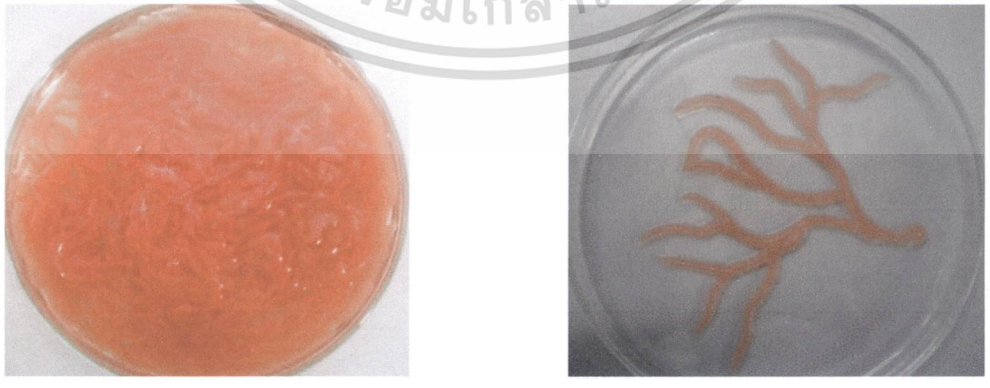
ระยะที่ 2 ระยะไข่สมบูรณ์ (maturing stage) จะสังเกตเห็นแขนงที่อยู่ในท่อเล็ก ๆ มีสีเหลือง ความยาวของท่อประมาณ 21.0-51.0 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.7-2.0 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 4.1-14.3 ไม่โปร่งแสง ไข่ที่สมบูรณ์จะมีลักษณะเป็นทรงกลม

ระยะที่ 3 ระยะไข่สุก (rip stage) รังไข่จะมีลักษณะยาว แขนงต่าง ๆ หนาและมีสีแดง ความยาวของท่อประมาณ 24-130 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.0-2.5 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 9.8-13.7 ในระยะนี้จะสามารถมองเห็นนิวเคลียสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 75-175 ไมครอน ได้อย่างชัดเจน

ระยะที่ 4 ระยะวางไข่ (spent stage) แขนงและท่อต่าง ๆ เหี่ยว ไม่เต่งและมีสีเหลือง บางครั้งอาจพบเซลล์ไข่ที่ยังเหลือตกค้างอยู่บ้าง ความยาวของท่อประมาณ 20-24 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.4-1.0 มิลลิเมตร ค่า G.S.I. เท่ากับ 1.7-8.4

**ภาพที่ 3** ลักษณะอัณฑะของปลิงดำ

**ที่มา**: แขวลี (2554)



**ภาพที่ 4** ลักษณะรังไข่ของปลิงดำ

**ที่มา**: แขวลี (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3. พัฒนาการของตัวอ่อนปลิงทะเล

รายงานว่าพัฒนาการของตัวอ่อนปลิงดำมีลักษณะคล้ายกับในปลิงทะเลชนิดอื่น จึงขอนำเสนอในภาพรวมของปลิงทะเลดังนี้

#### 3.3.1.พัฒนาการของตัวอ่อนระยะแรก (Embryonic development, Early development)

จากการศึกษาในปลิงทะเลชนิด *Stichopus japonicus* พบว่าปลิงชนิดนี้จะวางไข่ในน้ำที่มีอุณหภูมิในช่วง 15–23 องศาเซลเซียส แต่ที่เหมาะสมมากที่สุดคือ 18–20 องศาเซลเซียส ช่วงเวลาที่เพศเมียปล่อยไข่คือช่วงระหว่างเที่ยงคืนถึงเที่ยงวันของวันถัดไป การวางไข่แต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 5-15 นาที หรือนานกว่านั้น แม่ปลิงแต่ละตัวจะมีความดกไข่ (fecundity) ประมาณ 300,000–500,000 ฟอง (Yellow Sea Fisheries Research Institute in Qingdao, 1991) ภายหลังจากมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น ไข่จะเริ่มมีการพัฒนาในส่วนต่าง ๆ อย่างช้า ๆ ที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส ไข่ที่ได้รับการผสมจะใช้เวลาประมาณ 45 นาที เพื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ blastula เป็นระยะที่เริ่มมีเส้นขน สามารถหมุนได้รอบ และเคลื่อนไหวได้ หลังจากระยะนี้ไปประมาณ 2-3 ชั่วโมง ตัวอ่อนที่อยู่ในไข่ก็จะเริ่มมีการฟักตัวออกมา สามารถยืดออกและเคลื่อนไหวได้ที่บริเวณผิวน้ำ จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่ระยะ gastrula เป็นระยะที่มีการพัฒนาอย่างเต็มที่ ประมาณ 24-28 ชั่วโมง โดยนับตั้งแต่เริ่มมีการปฏิสนธิ หลังจากระยะนี้ประมาณ 12-20 ชั่วโมง ปลิงทะเลจะเริ่มมีการขยายและยืดตัวได้ ซึ่งจะเริ่มเข้าสู่การพัฒนาระยะหลังต่อไป (Liao, 1997)

#### 3.3.2.พัฒนาการของตัวอ่อนระยะหลัง (Larval development, Late development)

คุณสมบัติที่เหมาะสมในการฟักไข่ปลิงทะเลชนิด *H. atra* ได้แก่ อุณหภูมิประมาณ 26-28 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 8.2-8.4 และความเค็มประมาณ 34-35 ส่วนในพัน (Laxminarayana, 2005) ไข่ *H. atra* ที่ได้รับการปฏิสนธิจะพัฒนาเข้าสู่ระยะ auricularia ภายในเวลา 7-10 วัน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับตัวอ่อนระยะเดียวกันของ *B. marmorata* ตัวอ่อน auricularia ระยะแรก (early auricularia) มีลักษณะสมมาตรกันทั้งสองด้าน ความยาวของลำตัวประมาณ 320-600 ไมโครเมตร ส่วนตัวอ่อน auricularia ระยะหลัง (late auricularia) มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 404 ไมโครเมตร จะมีกระเพาะอาหารที่เจริญมากขึ้น และลักษณะลำตัวจะค่อย ๆ เริ่มมีลักษณะเป็นทรงกลม และจะใช้ระยะเวลาอีก 15 วัน เพื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria ซึ่งมีลักษณะคล้ายถังเบียร์ (barrel-shaped) ขนาดเฉลี่ยประมาณ 360 ไมโครเมตร ต่อมาอีก 4-5 วัน จะพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula ที่มีลักษณะคล้ายท่อ (tube shaped) มีหนวด (tentacle) 5 เส้น มีเท้าท่อ (tube foot) มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 550 ไมโครเมตร และเริ่มกินอาหารพวกสาหร่ายและเศษซาก (Liao, 1997; Laxminarayana, 2005)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4. ปัจจัยที่มีผลต่อความสมบูรณ์เพศและการสืบพันธุ์

**3.4.1 ฤดูกาล:** Alwi (1995) ฤดูกาลวางไข่ของปลิงทะเลอยู่ในช่วงฤดูฝน เพราะในช่วงฤดูฝนความเค็มของน้ำทะเลจะต่ำลง ทำให้มีผลต่อการพัฒนาของเซลล์เพศ และกระตุ้นให้เกิดการวางไข่ ในกรณีของปลิงดำส่วนใหญ่มักจะมีการสืบพันธุ์เป็นฤดูกาล Abdel-Razek *et al.* (2005) ทำการศึกษาการสืบพันธุ์ของปลิงดำบริเวณชายฝั่งทะเลแดงในประเทศอียิปต์พบว่าปลิงเพศดำผู้มีความสมบูรณ์เพศเต็มที่อยู่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน ส่วนที่ปลิงดำเพศเมียจะมีความสมบูรณ์เพศในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤศจิกายน และระยะที่หยุดการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม Harriott (1985) พบว่าปลิงดำที่อาศัยอยู่ตามแนวปะการังของเกาะเฮอรอน (Heron Island) จะมีความสมบูรณ์เพศตลอดทั้งปี แต่จะมีความสมบูรณ์เพศที่สุดในช่วงฤดูร้อนถึงต้นฤดูใบไม้ร่วง

**3.4.2 อุณหภูมิ:** อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการวางไข่มากกว่าฤดูกาลเจริญพันธุ์ ปลิงหลายชนิดมีการสร้างและการเจริญของเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงหลังฤดูหนาวเมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้นและจะนำไปสู่การวางไข่ที่เกิดขึ้นในฤดูร้อน (Costelloe, 1985)

ปัจจัยที่มีผลต่อการสืบพันธุ์ส่วนใหญ่เป็นปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ตลอดจนการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ สิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์ซึ่งรวมถึง อุณหภูมิ แพลงก์ตอน สารเคมี ในการสืบพันธุ์จำเป็นต้องอาศัย พลังงานในการทำให้เซลล์ไข่สุกรวมถึงการใช้พลังงานในการปล่อยเซลล์เพศออกมา หากสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์มันก็จะไม่มีการขยายพันธุ์ นอกจากนี้ชนิดของปลิงทะเลก็มีผลต่อการวางไข่ อาหารเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสืบพันธุ์เพราะช่วงที่มีอาหารน้อย เช่น สาหร่ายที่มีผนังเซลล์ประกอบด้วยธาตุที่พบทั้งในน้ำเค็มและในน้ำจืด หรือเศษซากต่าง ๆ เศษหินเศษทรายซึ่งมีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์ในช่วงฤดูหนาว เนื่องจากปลิงทะเลจะเริ่มหยุดกินอาหารในช่วงที่มีการแยก หรือการงอกใหม่ เพื่อลดอาหารในช่องว่างภายในลำตัวเนื่องจากการไม่แน่นอนของสภาพแวดล้อม ที่อยู่อาศัย การผันผวนของอุณหภูมิในน้ำ ความเค็มและเหล่งอาหารทำให้เกิดความเครียดในตัวปลิงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดอันตราย ดังนั้นเพื่อรักษาความหนาแน่นของประชากรจึงทำให้เกิดการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล อีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการวางไข่ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกคือ วัฏจักรของดวงจันทร์โดยจะมีการวางไข่ในช่วง 2 วันแรกหลังจากพระจันทร์เต็มดวงและวันที่น้ำขึ้นสูงสุด (Mackey, 2001)

## 4. ความสำคัญของปลิงทะเล

### 4.1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

มนุษย์นิยมบริโภคปลิงเนื่องจากมีสรรพคุณทางยา และเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง ปัจจุบันมีการทำประมงปลิงทะเลในหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในบริเวณชายฝั่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาสมุทรอินเดีย และทางตอนใต้ของมหาสมุทรแปซิฟิก สำหรับประเทศไทยมีการทำประมงปลิงทะเลทั้งชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน เพื่อนำมาบริโภคภายในท้องถิ่น ร้านอาหาร และเพื่อการส่งออก (Munprasit, 2008) ปัจจุบันการทำประมงปลิงทะเลของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย อยู่ในสภาวะที่เกินศักยภาพการผลิต (over fishing) และประชากรปลิงทะเลในธรรมชาติมีปริมาณลดลงอย่างเห็นได้ชัด ปลิงทะเลบางชนิดอยู่ในสภาพใกล้สูญพันธุ์ (Abdel-Razek *et al.*, 2005) ลักษณะการทำประมงปลิงทะเลยังเป็นลักษณะเดียวกับในอดีต คือการเก็บ ด้วยมือในช่วงน้ำลงในเขตน้ำขึ้นน้ำลง เขตน้ำตื้นบริเวณชายฝั่งและในแนวหญ้าทะเล มีการใช้ท่ออากาศและแว่นดำน้ำ (skin driving) บางครั้งอาจใช้วิธีการดำน้ำลึก (scuba diving) ในความลึกประมาณ 5-10 เมตร ปลิงทะเลบางชนิดต้องจับในเวลากลางวัน เช่น *H. leucospilota* บางชนิดต้องจับในเวลากลางคืน เช่น *S. variegatus* ซึ่งจะพบได้ง่ายในช่วงคืนเดือนมืดหรือข้างขึ้น เพราะปลิงชนิดนี้จะออกมาจากใต้ซอกหินที่เป็นแหล่งหลบซ่อนตัว ในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นญี่ปุ่น จีน เกาหลี อินโดนีเซีย และอีกหลายประเทศมีการทำการประมงปลิงทะเลอย่างจริงจัง และมีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงอย่างต่อเนื่อง ประเทศที่มีผลผลิตปลิงทะเลสูงที่สุดคือ ญี่ปุ่น รองลงมาเป็น จีน อินโดนีเซีย และเกาหลี ตามลำดับ

สุเมตต์ (2542) กล่าวไว้ว่าในประเทศไทยมีปลิงทะเลที่นำมาบริโภคและซื้อขายมีประมาณ 12 ชนิด คือ *Holothuria scabra, H. atra, H. edulis, H. nobilis, H. spinifera, H. leucospilota, Bohadschia marmorata, B.argus และ Stichopus chloronotus, S. variegatus* และ *Thelonota ananas* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bussarawit and Thongtham (1999) พบว่าในจำนวนนี้มี 2 ชนิด ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงที่สุด คือ ปลิงขาว (*Holothuria scraba*) และปลิงดำ (*Holothuria atra*) ปลิงขาว ปลิงทะเลสองชนิดนี้ มีค่านิยมในการบริโภคต่างกัน ปลิงสีขาวจะเป็นที่นิยมมากกว่าชนิดอื่นและมีราคาแพง (Bruckner, 2005; Munprasit (2008) โดยการจับเพื่อจำหน่ายจะพบตลอดแนวชายฝั่งของจังหวัดทางฝั่งทะเลอันดามัน สำหรับทางฝั่งอ่าวไทยบริเวณจังหวัดระยองและชลบุรี มีการจับปลิงทะเลเพื่อจำหน่ายหลายชนิด ได้แก่ *H. scabra, H. leucospilota, H. edulis, B. marmorata, T. ananas, S. chloronotus* และ *S. herrmanni* (Bussarawit and Thongtham, 1999)

ในแต่ละปีปลิงทะเลถูกนำมาบริโภคทั่วโลกประมาณ 30,000 ตันต่อปี โดยมีตลาดการค้าใหญ่ คือ ประเทศญี่ปุ่น เกาหลีใต้ มาเลเซีย และกลุ่มประเทศ West Central Pacific สำหรับประเทศไทยจากสถิติการประมง ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2510–2532 มีการประมงปลิงทะเลส่งเป็นสินค้าออกแล้วไม่น้อยกว่า 1,100 ตัน คิดเป็นมูลค่าประมาณ 10 ล้านบาท โดยในปี พ.ศ. 2521 มีการส่งออกมากที่สุดคิดเป็นปริมาณ 226 ตัน มูลค่า 2.27 ล้านบาท หลังจากนั้นลดลงมา จนกระทั่งในช่วง 2–3 ปีที่ผ่านมามีปริมาณการจับเพิ่มขึ้น ปลิงทะเลที่จำหน่ายจะผ่านกรรมวิธีตากแห้ง ต้ม นึ่ง รมควัน หรือจำหน่ายในสภาพสด ราคาของปลิงทะเลถ้าจำหน่ายในสภาพสดจะมีราคากิโลกรัมละ 100–120 บาท แปรรูปเป็นปลิงตากแห้งราคาจะเพิ่มสูงขึ้นถึง กิโลกรัมละ 700–1,000 บาท โดยมีแหล่งรับซื้อใหญ่อยู่ที่จังหวัดสตูลและระนอง (สุเมตต์, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.2. ความสำคัญทางด้านโภชนาการ

ปลิงทะเลสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ผัดซอส ผัดร่วมกับผักปลิงน้ำแดง แกงจืดหรือน้ำซุป ชาวจีนนำปลิงทะเลมาประกอบอาหารเป็นยาบำรุงกำลังที่ให้โปรตีนสูง เช่นเดียวกับรังนกนางแอ่นและหูฉลาม นักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบว่าในเนื้อปลิงทะเล *S. japonicus* มีมิวโคโปรตีนสูง โดยในมิวโคโปรตีนจะมีกรด chondroitin sulfuric เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ เช่น กระดูกอ่อน เอ็น และของเหลวที่หล่อลื่นตามข้อต่อต่าง ๆ การรับประทานปลิงทะเลจึงไปช่วยเสริมให้กล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ทำงานได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญที่ชาวจีนนิยมบริโภคปลิงทะเลเพื่อเป็นยาอายุวัฒนะมาตั้งแต่สมัยโบราณ (สุเมตต์, 2542) จากการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของปลิงทะเลกับสัตว์น้ำบางชนิด พบว่าโปรตีนในเนื้อปลาและกุ้งมีปริมาณสูงกว่าปลิงทะเลเล็กน้อย ส่วนสัตว์น้ำอื่น ๆ เช่น หมึกกล้วย ปูม้า หอยแมลงภู่ และหอยลาย จะมีปริมาณโปรตีนไม่ต่างจากปลิงทะเล ดังนั้นการบริโภคปลิงทะเลจึงเป็นการเสริมโปรตีนแก่ร่างกายเช่นเดียวกับการบริโภคหอยลายหรือหอยแมลงภู่ และเนื้อปลิงทะเลยังมีโปรตีนสูงกว่าหอยนางรมถึง 2 เท่า นอกจากนี้เนื้อปลิงทะเลยังมีปริมาณไขมันต่ำ จึงอาจเป็นทางเลือกหนึ่งของคนที่ควบคุมไขมันได้เป็นอย่างดี (มัทนา, 2516)

### 4.3. ความสำคัญทางการแพทย์

สุเมตต์, (2542) กล่าวว่า ในทางการแพทย์นั้นปลิงทะเลบางชนิดมี holothurin ที่มีคุณสมบัติในการขัดขวางการส่งความรู้สึกของกระแสประสาทได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการบรรเทาความเจ็บปวดของผู้ป่วยหลังการผ่าตัดได้ นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งโปรโตซัวได้ สารซาโปนินที่เรียกว่า holotoxin ที่สกัดจากปลิงทะเล *S. japonicus*, *H. mexicana* และอีกหลายชนิด แสดงผลสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราบางชนิดได้ ในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยที่จะใช้ประโยชน์จากซาโปนินในปลิงทะเล เพื่อนำมาใช้ในยับยั้งการแพร่กระจายของเซลล์มะเร็งในการบำบัดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังมีการนำปลิงทะเลมาเป็นส่วนผสมของโลชั่นบำรุงผิว สบู่ ยาสีฟัน หรือบรรจุแคปซูลเป็นอาหารเสริมสุขภาพ แม้กระทั่งน้ำจากการต้มปลิงทะเลแล้วยังนำมาทำยาแก้แผลพุพองหรือแก้อาการคันจากยุงกัดได้อีกด้วย

Hung (2008) พบว่า ปลิงทะเลเป็นอาหารบำรุงกำลังและมีประโยชน์ทางยา รวมถึงการใช้รักษาโรค เช่น ลำไส้อักเสบ (ulcerative) กระเพาะอาหารอักเสบ (stomach inflammation) โลหิตจาง (anemia) ความดันโลหิตสูง (high blood pressure) ท้องผูก (constipation) ปวดหลัง (backache) โรคลมบ้าหมู (epilepsy) ข้ออักเสบรูมาตอยด์ (rheumatoid arthritis) โรคข้อเสื่อม (osteoarthritis) โรคข้อกระดูกสันหลังอักเสพชนิดติดยึด (ankylosing spondylitis) และภาวะผิดปกติทางเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue disorder) เนื่องจากปลิงทะเลสามารถรักษาสมดุลของสาร prostaglandin ซึ่งมีส่วนในกระบวนการทำให้กล้ามเนื้ออักเสบ โครงสร้างของลำตัวของปลิงทะเลประกอบด้วย กระดูกอ่อนที่เป็นแหล่งของสาร mucopolysaccharides ที่มี chondroitin sulfuric acid ที่สามารถช่วยลดอาการปวดจากข้ออักเสบ และรักษาโรคเอดส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.4. ความสำคัญทางนิเวศวิทยา

ปราณี (2545) กล่าวว่า ปลิงทะเลมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศ เนื่องจากทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย (decomposer) ซึ่งช่วยทำให้อินทรียวัตถุขนาดใหญ่มีขนาดเล็กลง และเป็นการปลดปล่อยสารอาหารที่มีขนาดเล็กให้กับสัตว์ขนาดเล็ก และจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นและในตะกอน และยังขับถ่ายสารออกมาในรูปแอมโมเนีย ซึ่งแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารอาหารในระบบนิเวศ นอกจากอาหารที่ปลิงกินเข้าไปและสามารถย่อยได้ ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกมาพร้อมกับตะกอนที่กินเข้าไป และปล่อยสารในรูปแขวนลอยและโมเลกุลที่ละลายน้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์กับสัตว์ที่กรองกินอาหารจากน้ำ

## 5. สภาวะการทำการประมงปลิงทะเล

ในอดีตการทำประมงปลิงทะเลในประเทศไทย มีเป้าหมายเพื่อการบริโภคเฉพาะในท้องถิ่นและภายในประเทศ แต่หลังจากปี 1970 เป็นต้นมา มีการทำประมงปลิงทะเลเพื่อการส่งออกมากขึ้นเป็นลำดับ ถึงแม้เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่นในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะมีปริมาณผลผลิตไม่มากก็ตาม (Bruckner, 2006) ทั้งนี้เนื่องจากผลผลิตที่ได้มาจากการจับจากธรรมชาติทั้งสิ้น ส่งผลให้ทรัพยากรปลิงทะเลในธรรมชาติอยู่ในสภาวะเสื่อมโทรม และมีจำนวนลดลงอย่างต่อเนื่อง และปลิงทะเลบางชนิดเกิดการสูญพันธุ์ (Abdel-Razek *et al.*, 2005) ลักษณะการทำประมงปลิงทะเลในประเทศไทยยังเป็นลักษณะเดียวกับในอดีต คือการเก็บด้วยมือขณะน้ำลงในเขตน้ำขึ้นน้ำลง เขตน้ำตื้นชายฝั่ง และในแหล่งหญ้าทะเล บางครั้งอาศัยการดำผิวน้ำ (skin driving) และบางครั้งอาจใช้วิธีการดำน้ำลึก (scuba diving) ในระดับความลึกประมาณ 5-10 เมตร ปลิงทะเลบางชนิดต้องจับในเวลากลางวัน เช่น *H. leucospilota* บางชนิดจับในเวลากลางคืน เช่น *S. variegates* ในต่างประเทศไม่ว่าจะเป็นญี่ปุ่น จีน เกาหลี อินโดนีเซีย และอีกหลายประเทศ มีการทำการประมงปลิงทะเลอย่างจริงจัง และมีการพัฒนาการเพาะเลี้ยงอย่างต่อเนื่อง ประเทศที่มีผลผลิตปลิงทะเลสูงที่สุดคือ ญี่ปุ่น รองลงมาเป็น จีน อินโดนีเซีย และเกาหลี ตามลำดับ (Conand, 2004)

## 6. การเพาะเลี้ยงปลิงทะเล

### 6.1 สถาณการณ์การเพาะเลี้ยงปลิงทะเล

ปัจจุบันการทำประมงปลิงทะเลในเขตร้อน (tropical sea cucumber) อยู่ในสภาวะเกินศักยภาพการผลิต และนักจัดการทรัพยากรกำลังพยายามหาวิธีการเพื่อลดปัญหาดังกล่าว (Purcell, 2010; Toral-Granda *et al.*, 2008) ซึ่งแน่นอนว่าการลดปริมาณการจับปลิงทะเลในธรรมชาติจะเป็นวิธีเริ่มต้น แต่อีกหนึ่งหนทางที่จะช่วยลดปริมาณการจับปลิงทะเลในธรรมชาติคือการเพาะขยายพันธ์ปลิงทะเลบางชนิดที่มีศักยภาพและความพร้อมในการเพาะเลี้ยง อย่างไรก็ตามรายงานหลายฉบับรายงานว่าประชากรปลิงทะเลชนิดที่มีมูลค่าสูงเท่านั้นที่ถูกคุกคาม ในบางพื้นที่หรือบางแหล่งพบว่าการฟื้นฟูประชากรปลิงทะเลมีเพียงมาตรการเดียวเท่านั้น คือการกำกับดูแลการทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมง (Friedman *et al.*, 2011; Hasan, 2005) เทคโนโลยีการเพาะขยายพันธุ์และส่งเสริมให้มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงในเชิงพานิชย์จึงเป็นอีกหนึ่งหนทาง ที่จะสามารถลดหรือชะลอการเสื่อมโทรมพันธุ์ของสายพันธุ์ในเขตร้อนได้ (Agudo, 2006; Ivy and Giraspy, 2006; Mercier *et al.*, 2004) ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับอีกหลายสายพันธุ์ต่อไป การเพาะเลี้ยงอาจเป็นมาตรการทางอ้อมที่ทำให้เกิดการฟื้นคืนของทรัพยากรปลิงทะเลในธรรมชาติ หรือเป็นผลพลอยได้เมื่อมีการเลี้ยงในทะเล (Bell *et al.*, 2005; Bell *et al.*, 2008) เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์ในเขตร้อนมีเพียงไม่กี่สายพันธุ์เท่านั้นที่ได้รับการพัฒนาสูงในเวลาที่ผ่านมา

ในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาปลิงทะเลเป็นรายการอาหารราคาแพงที่ได้รับการยอมรับและมีการจำหน่ายในตลาดอาหารทะเลแห้งของเอเชีย (Conand, 2001; Ferdouse, 2004; Raison, 2008) และมีปริมาณการซื้อขายมากที่สุด ภายใต้ชื่อ beche-de-mer หรือ trepan สำหรับปลิงทะเลในเขตอบอุ่นมีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่มีการจำหน่าย โดยปลิงญี่ปุ่น (*Apostichopus japonicas*) เป็นชนิดที่มีราคาสูงถึง 2,950 ดอลลาร์ต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง แต่ราคาอาจแตกต่างกันไปบ้าง ดังนั้นเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลในประเทศจีนจึงได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันโรงเพาะฟักของจีนสามารถผลิตปลิงทะเลระยะวัยรุ่นได้มากกว่า 6 ล้านตัวต่อปี โดยการเลี้ยงปลิงในทะเล การเลี้ยงในกระชัง และการเลี้ยงในบ่อ มีปริมาณในรูปน้ำหนักแห้งสูงถึง 1 ใน 4 ของการจับจากธรรมชาติทั่วโลก (Purcell *et al.*, 2012)

ปลิงทะเลเขตร้อนที่มีการจำหน่ายในปัจจุบันมีมากกว่า 50 สายพันธุ์ (Purcell, 2010) แต่โดยส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีราคาค่อนข้างต่ำ และตัวที่มีขนาดเล็กจะมีราคาลดลงต่อหน่วยน้ำหนักเมื่อเทียบกับปลิงทะเลขนาดใหญ่กว่า ชนิดที่มีการซื้อขายสูงที่สุดคือปลิงขาว (*H. scraba*) ซึ่งเป็นปลิงทะเลที่มีราคาสูง นิยมจำหน่ายในตลาดฮ่องกง ราคาซื้อขายอยู่ในช่วง 115-640 ดอลล่าร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง บางครั้งอาจมีราคาสูงถึง 1,670 ดอลล่าร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งสำหรับตัวที่มีขนาดใหญ่ (1.5-2.0 กิโลกรัมน้ำหนักเปียกต่อตัว หรือ 75-100 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตัว) (Purcell *et al.*, 2012) นอกจากปลิงขาวแล้วยังมีชนิดที่อยู่ในกลุ่มมูลค่าสูงอีกหลายชนิด เช่น ปลิงสีทอง (golden sandfish, *H. lesson*) ราคาอยู่ในช่วง 240-790 ดอลล่าร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และปลิงทะเลในกลุ่ม teatfish ได้แก่ *H. fuscogilva, H. nobilis* และ *H. whitmaei* มีราคาขายปลีกในตลาดฮ่องกงที่ 130-270 ดอลล่าร์สหรัฐต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง เนื่องจากปลิงทะเลเขตร้อนส่วนใหญ่ส่งจำหน่ายในตลาดเอเชียและอาศัยระยะเวลานานในการเลี้ยงจนมีขนาดใหญ่ การเพาะเลี้ยงปลิงทะเลจึงเน้นชนิดที่มีมูลค่าสูง (Purcell *et al.*, 2012)

หลายประเทศในแถบ Indo-Pacific มีการจัดลำดับความสำคัญของการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลไว้ในแผนพัฒนาของประเทศ (Jimmy *et al.*, 2012; Mills *et al.*, 2012) สำหรับการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลในประเทศไทยยังอยู่ในระดับการทดลอง ปลิงทะเลที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและการส่งออกเป็นการจับจากธรรมชาติทั้งสิ้น หน่วยงานหลักที่ทำการทดลองเพาะเลี้ยงปลิงทะเลส่วนใหญ่เป็นหน่วยงานของรัฐ ได้แก่ กรมประมง ชนิดที่ประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงคือปลิงขาวและปลิงดำ แต่ยังประสบปัญหาอัตราการรอดตายของตัวอ่อนปลิงทะเลที่อยู่ในระยะก่อนการลงเกาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



โดยพบว่าตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะขนาด 1 เซนติเมตร มีอัตราการรอดตายประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (จำนง, 2551) สำหรับข้อมูลทางการเพาะขายพันธุ์และเลี้ยงที่ถูกนำมาใช้ ส่วนใหญ่เป็นการดัดแปลงจากต่างประเทศที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น รองลงมาเป็น จีน อินโดนีเซีย และเกาหลี ตามลำดับ (Conand, 2004) และยังมีการดัดแปลงเทคนิคและวิธีการจากการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลชนิดอื่น ๆ ได้แก่ *Stichopus japonicus* (ญี่ปุ่น) โดย Ito and Kitamura (1998) *Apostichopus japonicus* (จีน) โดย Xiyin *et al.* (2004) *Holothuria scraba* (อินเดีย) โดย James (2004) เป็นต้น

**ตารางที่ 3** ประมาณการการผลิตลูกปลิงทะเลชนิดต่าง ๆ จากโรงเพาะฟักทั่วโลก

| ประเทศ | ชนิด | ผลผลิตปลิงทะเล ขนาด 1 กรัม (ต่อปี) | การใช้ประโยชน์ | ปี |
|---|---|---|---|---|
| Australia (Northern Territory) | *H. scabra* | 62,000 + | เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน | 2004–ปัจจุบัน |
| Australia (Queensland) | *H. scabra* | 500,000 | เลี้ยงในทะเล | 2003–2009 |
| Australia (Queensland) | *H. lessoni* | 330,000 | เลี้ยงในทะเล | 2004–2009 |
| Australia (Queensland) | *H. scabra* | 1000 | การทดลอง | 2004–2007 |
| Canada | *Parastichopus californicus* | ไม่พบข้อมูล | ฟาร์มบ่อดิน | 2009–ปัจจุบัน |
| China | *Apostichopus japonicus* | >60,000,000 | เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน | 1990–ปัจจุบัน |
| Ecuador | *I. fuscus* | ไม่พบข้อมูล | การทดลอง | 2002–2008 |
| Fiji | *H. scabra* | 500 | การทดลอง | 2008–2010 |
| FSM (Pohnpei) | *H. scabra* | 10,000 | การทดลอง | 2009–ปัจจุบัน |
| FSM (Yap) | *Actinopyga* sp. | ไม่พบข้อมูล | | 2007 |
| India (Tuticorn) | *H. scabra* | 3000 | การทดลอง | 1988–2006 |
| India (Tuticorn) | *H. spinifera* | ไม่พบข้อมูล | การทดลอง | 2001–2006 |
| Iran (Bandar-e Lengeh) | *H. scabra* | ไม่พบข้อมูล | การทดลอง | 2011 |
| Japan | *A. japonicus* | > 3,000,000 | รวบรวมสายพันธุ์ | 1977–ปัจจุบัน |
| Kiribati | *H. fuscogilva* | 500–8000 | รวบรวมสายพันธุ์ | 1997–2009 |
| Madagascar | *H. scabra* | 200,000 | เลี้ยงในทะเล (คอก) | 2007–ปัจจุบัน |
| Maldives | *H. scabra* | 5,000,000 | เลี้ยงในทะเล | 1997–ปัจจุบัน |
| Mexico | *I. fuscus* | 300,000 | ฟาร์มบ่อดิน | 2008–ปัจจุบัน |

**ที่มา:** Purcell *et al.* (2012)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

138252

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| ประเทศ | *ชนิด* | ผลผลิตปลิงทะเล ขนาด 1 กรัม (ต่อปี) | การใช้ประโยชน์ | ปี |
|---|---|---|---|---|
| New Caledonia | *H. scabra* | 18,000 | การทดลอง | 2000–2006 |
| New Caledonia | *H. scabra* | 450,000 + | เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน | 2011–ปัจจุบัน |
| New Zealand | *Australostichopus mollis* | ไม่พบข้อมูล | การทดลอง | 2007–ปัจจุบัน |
| Palau | *Actinopyga mauritiana* | 500,000 | รวบรวมสายพันธุ์ | 2009–2011 |
| Palau | *Actinopyga miliaris* | 50,000 | รวบรวมสายพันธุ์ | 2009–2011 |
| Philippines (Bolinao) | *H. scabra* | 32,000 | เลี้ยงในทะเล | 2001–ปัจจุบัน |
| Philippines (Mindanao) | *H. scabra* | 15,000 | เลี้ยงในทะเล ฟาร์มบ่อดิน | 2009–ปัจจุบัน |
| Philippines (Bolinao) | *S. horrens* | 500 | การทดลอง | 2009–ปัจจุบัน |
| Philippines (Dagupan) | *H. scabra* | 20,000 | การทดลอง | 2009–2011 |
| Philippines (Iloilo) | *H. scabra* | 11,000 | การทดลอง | 2010–ปัจจุบัน |
| Saudi Arabia | *H. scabra* | ไม่พบข้อมูล | การเลี้ยงในทะเล | ไม่พบข้อมูล |
| Solomon Islands | *H. scabra* | ไม่พบข้อมูล | การทดลอง | 1996–2000 |
| USA (Alaska) | *P. californicus* | ไม่พบข้อมูล | การทดลอง | 2010–ปัจจุบัน |
| Vietnam | *H. scabra* | 200,000 + | ฟาร์มบ่อดิน | 2001–ปัจจุบัน |

**ที่มา:** Purcell *et al.* (2012)

### 6.2. การเพาะฟัก

#### 6.2.1 ข้อจำกัดและความก้าวหน้าทางเทคนิค

ปลิงขาว (sandfish, *H. scabra*) เป็นชนิดที่นิยมเพาะเลี้ยงทั่วไปในเขตร้อน (Raison, 2008) ปลิงสีทอง (golden sandfish, *H. lesson*) มีราคาที่ดีกว่าแต่มีปริมาณการเพาะเลี้ยงน้อย (Ivy and Giraspy, 2006) ในประเทศเอกวาดอร์มีการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลชนิด *Isostichopus fuscus* แต่ปริมาณการผลิตไม่เพียงพอสำหรับการจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ (Mercier *et al.*, 2004) งานวิจัยที่เพิ่งได้รับการตีพิมพ์เมื่อไม่นานมานี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการเพิ่มปริมาณการผลิตปลิงญี่ปุ่น (Japanese sea cucumber, *A. japonicas*) (เช่น Choi *et al.*, 2009; Li and Li, 2010; Xia *et al.*, 2012; Yuan *et al.*, 2010) ซึ่งเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงปลิงทะเลในเขตร้อนมีความล้าหลัง การศึกษาปลิงขาวที่เกาะ Solomon Islands ในช่วงปลายปี 1990 เป็นการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเลี้ยง การฟัก การคัดแยก และการปล่อยปลิงวัยรุ่น (Battaglene, 1999, Battaglene and Seymour, 1998; Battaglene *et al.*, 1999)

### 6.2.2 พ่อแม่พันธุ์และการวางไข่

ปกติแล้วพ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลจะถูกนำมาปรับสภาพในบ่อหรือถังก่อนนำไปกระตุ้นให้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ หรือนำไปกระตุ้นทันทีเมื่อจับมาจากธรรมชาติ (Agudo, 2006; Morgan, 2000) พบว่าพ่อแม่พันธุ์สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ภายในบ่อพักหรือบ่อเลี้ยง แต่ต้องใช้ความหนาแน่นต่ำเนื่องจากปลิงอาจสูญเสียน้ำหนักไปในระหว่างเลี้ยงไว้ในบ่อพัก (Duy, 2012) การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์สามารถทำได้ภายในถังขนาดเล็ก โดยการทำให้พ่อแม่พันธุ์เกิดความเครียด ได้แก่ การผึ่งแห้ง การช็อคด้วยอุณหภูมิ การเหนี่ยวนำโดยใช้สาหร่ายผง การเปลี่ยนแปลงระดับความลึกของน้ำภายในถังอย่างรวดเร็ว และการฉีดน้ำ (Agudo, 2006; Duy, 2010) ถึงแม้ปลิงทะเลที่อาศัยในเขตร้อนจะมีการวางไข่ตามฤดูกาลเป็นหลัก (Battaglene *et al.*, 2002; Conand, 1993; Muthiga and Kawaka, 2009) แต่เป็นที่ทราบกันว่า *I. fuscus* ในประเทศเอกวาดอร์จะมีการวางไข่ตลอดทั้งปี ทำให้โรงเพาะฟักมั่นใจได้ว่าจะมีไข่ปลิงทะเลสำหรับขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี (Mercier *et al.*, 2012)

Renbo and Yuan (2004) รายงานว่าการเพาะฟักปลิงทะเลอาศัยการนำพ่อแม่พันธุ์จากธรรมชาติ มากระตุ้นให้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ มีวิธีหลัก 2 คือ วิธีการผึ่งแห้งสลับกับการฉีดน้ำ และการปรับอุณหภูมิ (temperature shock) สำหรับการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำนั้น แขวลี (2554) ได้ทำการทดลองกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำ โดยอาศัยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมบางประการ พบว่าการช็อคด้วยอุณหภูมิต่ำเป็นวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้มีการปล่อยไข่และอสุจิจำนวนมากที่สุด ไข่ที่ได้มีอัตราการฟักสูงที่สุด และมีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุดทั้งระยะ blastula และ gastrula รวมถึงตัวอ่อน auricularia นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ auricularia หรือฟักออกเป็นตัวได้เร็วที่สุด แต่พบว่าการผึ่งแห้งสลับกับการฉีดน้ำ กลับเป็นวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้พ่อแม่พันธุ์ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้เร็วที่สุด ไข่ที่ได้สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ blastula และมีการปฏิสนธิได้เร็วที่สุดด้วย พ่อพันธุ์จะปล่อยน้ำเชื้อที่มีลักษณะเหมือนหมอกควันสีขาวขุ่น และแม่พันธุ์จะปล่อยไข่ที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กละเอียดสีขาวอมชมพูหรือสีส้ม เป็นไข่จม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 ไมครอน แม่พันธุ์หนึ่งตัวจะปล่อยไข่ประมาณ 800,000 ฟอง ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะฟักออกเป็นตัวอ่อนระยะแรกที่สามารถว่ายน้ำได้ เรียกว่า auricularia ใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมง โดยปกติอัตราการฟัก (hatching rate) ประมาณ 93.8% (Laxminarayana, 2005) ตัวอ่อนของปลิงดำมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) เหมือนกับปลิงทะเลทั่วไป คือ 4 ระยะ ได้แก่ ระย auricularia ขนาดประมาณ 400 ไมครอน ระยะ doliolaria ขนาดประมาณ 500 ไมครอน ระยะ pentactula ขนาดประมาณ 550 ไมครอน และระยะลงเกาะ (settlement) ขนาดโตกว่า 550 ไมครอน การพัฒนาตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะจะใช้เวลามากกว่า 30 วัน และจากการศึกษาของ Ramofafia *et al.* (1995) พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำตั้งแต่ไข่ได้รับการปฏิสนธิจนถึงระยะ doliolaria จะใช้เวลาประมาณ 20 วัน

Gamboa *et al.* (2012) กล่าว การปรับปรุงคุณสมบัติให้เหมาะสมกับพ่อแม่พันธุ์ปลิงขาวจะมีผลต่อความสำเร็จในการวางไข่ แต่ Morgan (2000) พบว่าความดกไข่และอัตราการฟักจะแปรผกผันกับระยะเวลาที่พ่อแม่พันธุ์ถูกเลี้ยงไว้ในถังพัก และปัจจุบันเงื่อนไขเกี่ยวกับการดูแลพ่อแม่พันธุ์ให้มีสุขภาพดีในโรงเพาะฟักยังเป็นปัญหาที่สำคัญ การวิจัยเกี่ยวกับเทคนิคการเลี้ยงเพื่อให้พ่อแม่พันธุ์สามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ในเวลาที่จำเป็นจึงเป็นเรื่องที่จำเป็น

### 6.2.3 ตัวอ่อนและการเลี้ยงปลิงทะเลวัยอ่อนถึงระยะวัยรุ่น

การเลี้ยงปลิงทะเลวัยอ่อนหรือการอนุบาลมีอุปสรรคที่สำคัญคืออัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะที่เป็นแพลงก์ตอนและระยะวัยรุ่น อัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะแรกค่อนข้างต่ำ โดยทั่วไปจะมีอัตราการรอดตายเพียง 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเข้าสู่ระยะวัยรุ่น ซึ่งตามปกติจะเป็นช่วงเวลาที่ย้ายจากถังอนุบาลไปยังถังที่มีน้ำไหล (raceway) หรือกระชังในบ่อ รายงานอัตราการรอดตายเฉลี่ยสำหรับการเลี้ยงปลิงขาวแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ซึ่งอาจสะท้อนถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์มากพอๆ กับวิธีการปฏิบัติในโรงเพาะฟัก (Purcell *et al.*, 2012)

สำหรับความหนาแน่นของตัวอ่อนในถังอนุบาลมักอยู่ระหว่าง 0.3-1 ตัวต่อมิลลิลิตร (Agudo, 2006) ผลจากการทดลองพบว่าการอยู่รอดของตัวอ่อนจะแปรผกผันกับความหนาแน่น (Battaglene *et al.*, 1999; Duy, 2012) ซึ่งจะต้องเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของตัวอ่อนในระยะที่เป็นแพลงก์ตอน (เช่น gastrula, auricularia, doliolaria) กับอัตราการรอดตาย การเจริญเติบโตขึ้นอยู่กับความหนาแน่น และการรอดตายอาจแตกต่างกันระหว่างตัวอ่อนแต่ละระยะ นอกจากนี้อัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะ pentactula ยังเกี่ยวข้องกับวิธีการในการย้ายตัวอ่อนไปยังถังเลี้ยงหรือถังอนุบาล ซึ่งอาจต้องมีการเปรียบวิธีการในการย้ายตัวอ่อนระยะ pentactula (Purcell *et al.*, 2012)

วิธีการเพิ่มการเจริญเติบโตและการให้อาหารปลิงทะเลในปัจจุบันเป็นการพัฒนาเทคนิคและวิธีการมาจากการเลี้ยงหอยที่กินพืชเป็นอาหาร เช่น หอยเป๋าฮื้อ (Battaglene, 1999) โดยพบว่าไดอะตอมที่อาศัยอยู่ที่ผิวดินซึ่งใช้สำหรับหอยเป๋าฮื้อ สามารถให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่ดีที่สุดสำหรับปลิงทะเลระยะวัยรุ่น แต่ยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบของอนุภาคอาหารสำหรับปลิงทะเลวัยรุ่นขนาดเล็ก แต่จากรายงานของ Watanabe *et al.* (2012) พบว่าปลิงขาวระยะวัยรุ่นขนาดประมาณ 2 กรัม สามารถเจริญเติบโตในถังที่มีเศษเหลือจากกุ้งหรือถังที่มีขี้กุ้งได้ดีกว่าถังที่มีไดอะตอมหน้าดิน (benthic diatom, *Navicula ramosissima*) Purcell *et al.* (2012) จึงเสนอให้ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอาหารและการให้อาหารที่มี biofilm ลักษณะต่างกัน รวมถึงชนิดของอาหารและบทบาทของแบคทีเรีย ในอาหารสำหรับเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่น Watanabe *et al.* (2012) ยังพบว่าการเติมทรายในถังสามารถเร่งการเจริญเติบโตของปลิงขาววัยอ่อนและปลิงขาววัยรุ่น และยังสัมพันธ์กับระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 7.2.4 อาหาร

Purcell *et al.* (2012) กล่าวว่าการวิจัยทางด้านโภชนาการและการให้อาหาร สำหรับตัวอ่อนระยะ auricularia ของปลิงทะเลชนิดที่อาศัยในเขตร้อนยังขาดช่วง ปัจจุบันมีการนำสาหร่าย 4 ชนิด มาใช้เป็นอาหารสำหรับปลิงขาว (sandfish, *H. scraba*) ที่ความหนาแน่น 20,000 – 40,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Battaglene, 1999) สอดคล้องกับการใช้ *Chaetoceros muelleri, Rhodomonas salina* และ *Isochrysis galbana* ร่วมกัน ซึ่งได้รับการยอมรับและใช้เป็นคู่มือสำหรับการเลี้ยงปลิงขาว (Agudo, 2006; Duy, 2010) นอกจากนี้ยังมีการให้อาหารที่เป็นอาหารผสมสาหร่ายในปลิงสีทอง (golden sandfish, *H. lesson*) (Ivy and Giraspy, 2006) และ *Isostichopus fuscus* ( Mercier *et al.*, 2012) แต่จากรายงานของ Knauer (2011) พบว่าตัวอ่อนปลิงขาวที่เลี้ยงในประเทศออสเตรเลียที่เลี้ยงด้วย *C. muelleri* เพียงอย่างเดียว มีการรอดตายที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารผสมสาหร่าย สอดคล้องกับการอนุบาลตัวอ่อนปลิงขาวในประเทศเวียดนามและฟิลิปปินส์ ที่ประสบความสำเร็จจากการอนุบาลด้วย *Chaetoceros* เพียงอย่างเดียว (Duy, 2012; Gamboa *et al.*, 2012) ในขณะที่ดูเหมือนว่าความสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการทดลองต้องการชี้ให้เห็นว่าการใช้สาหร่ายที่เป็นสากลเพียงชนิดเดียว มีประสิทธิภาพต่อตัวอ่อนเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อาหารหลายชนิด โดยภาพรวมพบว่าการทดลองศึกษายังมีความจำเป็นต้องศึกษาความหนาแน่นของอาหารหรือสาหร่ายที่เหมาะสมสำหรับตัวอ่อนปลิงทะเลชนิดต่าง ๆ ในแต่ละระยะ (Purcell *et al.*, 2012)

Hair *et al.* (2011) ประสบความสำเร็จในการให้อาหารปลิงขาวระยะวัยรุ่น โดยการใช้อาหารเปียกที่ผสม *Isochrysis* sp. (30%), *Tetraselmis* sp. (20%), *Pavlova* sp. (20%) และ *Thalassiosira weissflogii* (30%) สาหร่ายเปียกนี้จำเป็นต้องเก็บในตู้เย็น แต่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย เหมาะสำหรับประเทศที่มีรายได้ต่ำและรัฐที่เป็นเกาะเล็กๆ อย่างไรก็ตามสาหร่ายเปียกนี้สามารถถูกกำจัดออกจากมวลน้ำได้รวดเร็ว ดังนั้นจึงต้องมีกรรมวิธีการให้อาหารที่เหมาะสม นอกจากนี้ตัวอ่อนปลิงขาวยังไม่สามารถดูดซึมสาหร่ายเปียกบางชนิดได้ เช่น *T. weissflogii* (แต่สามารถแทนด้วย *Chaetoceros*)

อาหารสำหรับการอนุบาลปลิงดำวัยอ่อนมีลักษณะเหมือนกับในปลิงทะเลทั่วไป โดยอาหารที่ใช้ในการอนุบาลตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะ จะเป็นสาหร่ายเซลล์เดียว ได้แก่ พวกไดอะตอม เช่น *Rhodomonas salina, Chaetoceros calcitrans, C. mulleri, T. chuii, I. galbana* และ *P. lutheri* (Ivy and Giraspy, 2006) *P. salina* (Battaglene *et al.*, 1999) และ *Dunaliella* sp. เป็นต้น การให้จะให้ในสัดส่วนที่แตกต่างกันออกไป จำนวนครั้งที่ให้มีตั้งแต่ 2-4 ครั้งต่อวัน แล้วแต่เทคนิคของแต่ละแหล่ง

### 7.2.5 การอนุบาลปลิงทะเลระยะวัยรุ่น

การอนุบาลปลิงทะเลในโรงเพาะฟักจนมีขนาดที่เหมาะสม สำหรับการปล่อยลงเลี้ยงในทะเลจำเป็นต้องใช้พื้นที่มาก ดังนั้นในการอนุบาลปลิงทะเลบางชนิดเพื่อให้ได้ขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าว จึงอาศัยการอนุบาลในกระชังที่อยู่ในบ่อดิน เทคนิคการอนุบาลในลักษณะนี้ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ การอนุบาลลูกปลิงวัยรุ่นขนาดเล็กความยาว 3-5 มิลลิเมตร โดยการเลี้ยงในกระชังตาถี่ (hapas) ขนาดช่องตา 400-700 ไมครอน จนมีน้ำหนักประมาณ 1 กรัม จึงเปลี่ยนมาเลี้ยงในกระชังที่มีขนาดช่องตาใหญ่ขึ้น เช่น 1 มิลลิเมตร ที่เรียกว่า ถุงตาข่าย (bag nets) (Pitt and Duy, 2004) และเมื่อโตขึ้นจนมีน้ำหนักประมาณ 3-10 กรัม จะปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดินหรือในทะเล (Purcell *et al*., 2012) การอนุบาลในกระชังตาถี่มีโอกาสที่จะมีการอุดตันของตะกอนได้ง่าย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดกระชัง (Pitt and Duy, 2004) สำหรับในประเทศเวียดนามพบว่าจะทำการอนุบาลปลิงทะเลในกระชังตาถี่เพียงอย่างเดียว (Duy, 2012) ในขณะที่การอนุบาลในขั้นตอนที่สองอาจลดความจำเป็นในการทำความสะอาดกระชัง แต่กระชังที่มีตาห่างมากขึ้นอาจทำให้ลูกปลิงทะเลหลุดรอดออกจากตาข่ายได้ และยังเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนวัสดุอุปกรณ์และการย้ายลูกปลิงทะเล (Purcell *et al*., 2012)

นอกจากนี้ยังสามารถอนุบาลลูกปลิงทะเลระยะวัยรุ่นได้ในบ่อคอนกรีต แต่ Lavitra *et al*. (2010) พบว่าการอนุบาลในบ่อคอนกรีตจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดเมื่อมีความหนาแน่นต่ำ นอกจากนี้ลูกปลิงยังได้รับผลกระทบจากคุณภาพของตะกอน การพัฒนาวิธีการอนุบาลในบ่อดินส่วนใหญ่เป็นการทดลองแบบไม่มีจำนวนซ้ำ ในส่วนของบ่อดินพบว่าควรมีการศึกษาเกี่ยวค่าใช้จ่ายในการล้อมคอกที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเป็นส่วนสำคัญสำหรับการเลี้ยงปลิงทะเลวัยรุ่นในเชิงพาณิชย์ต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถย้ายปลิงทะเลระยะวัยรุ่นจากวัสดุเกาะที่เป็นแผ่นพลาสติกลงบ่อดินได้โดยตรง (Hair and Johnston, 2008) การเจริญเติบโตที่ค่อนข้างแปรปรวนของปลิงทะเลระยะวัยรุ่น (Gamboa *et al*., 2012; Juinio-Meñez *et al*., 2012; Pitt and Duy, 2004) เป็นปัญหาสำคัญสำหรับการอนุบาลปลิงทะเล การแยกปลิงทะเลที่มีขนาดใหญ่ออกอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ปลิงทะเลที่มีขนาดเล็กกว่าเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น แต่จะต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม (Battaglene and Seymour, 1998)

การให้อาหารปลิงทะเลระยะวัยรุ่นยังมีข้อมูลน้อยมาก Pitt and Duy (2004) กล่าวว่าการให้อาหารกุ้งที่มีคุณภาพดีอาจช่วยส่งเสริมให้ปลิงขาวมีการเจริญเติบโตดีกว่าการให้อาหารอื่นๆที่มีราคาถูกกว่า อย่างไรก็ตามการให้อาหารอาจไม่จำเป็นหากเป็นการเลี้ยงในบ่อดินที่มีกำลังการผลิตตามธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้มีสารอินทรีย์เกาะอยู่ตามตาข่ายและเป็นอาหารสำหรับปลิงทะเลอย่างสม่ำเสมอ

### 6.3. การทำฟาร์มในทะเล

#### 6.3.1 การเลี้ยงปลิงทะเลในบ่อ

อัตราการรอดตายของปลิงขาว (sandfish) ระยะวัยรุ่นถึงตัวเต็มวัยที่เลี้ยงในบ่อดินมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงในทะเล โดยทั่วไปอยู่ในช่วง 50-80 เปอร์เซ็นต์ (Agudo, 2012; Bell *et al*., 2007; Duy, 2012; Gamboa *et al*., 2012) ปลิงขาวมีแหล่งอาศัยในบริเวณชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นทรายแป้ง ดังนั้นจึงสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพของบ่อดิน (Agudo,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2012; Hamel *et al.*, 2001; Raison, 2008) ซึ่งแตกต่างจากปลิงทะเลเขตร้อนที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจชนิดอื่น ที่มักอาศัยเป็นในสภาพแวดล้อมที่เป็นแนวปะการัง (Conand, 1990) และไม่ชอบปรับตัวต่อสภาพพื้นบ่อที่เป็นโคลนหรือบ่อในทะเล เช่น พ่อแม่พันธุ์ปลิงทะเลชนิด *H. whitmaei* (Pacific black teatfish) ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.8 กิโลกรัม มีน้ำหนักหายไปเฉลี่ย 180 กรัม ในช่วงเวลา 6 เดือน เมื่อเลี้ยงในบ่อเดียวกับปลิงขาว ในขณะที่ปลิง *H. fuscogilva* (white teatfish) อาจตายหรือเจริญเติบโตได้ดีในบ่อที่เลี้ยงปลานวลจันทร์ทะเล ปลิงทะเลจะกินอนุภาคอินทรีย์สารภายในบ่อและบางชนิด (เช่น *H. scraba*) จะกินตะกอนสิ่งมีชีวิตในบ่อ (Purcell, 2004) ปลิงขาวที่อาศัยในบ่อดินมีความสามารถดึงสารอาหารจากตะกอน ที่มีอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยในนิวแคลิโดเนียมีการเจริญเติบโตของปลิงขาวที่เลี้ยงในบ่อดินเป็นเวลา 1 เดือน ซึ่งมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 20-72 กรัมต่อเดือน (Agudo, 2012; Bell *et al.*, 2007) ในขณะที่การเลี้ยงในแหล่งหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งทะเล ต้องใช้เวลามากกว่า 12 เดือน ปลิงทะเลจึงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 14-22 กรัมต่อเดือน (Purcell and Simutoga, 2008) สอดคล้องกับการเลี้ยงปลิงขาวในบ่อดินในประเทศเวียดนามและออสเตรเลีย อัตราการเจริญเติบโตที่แน่นอนของปลิงขาวขนาดเล็ก (ขนาด 5-50 กรัม) มีแนวโน้มชะลอตัวในช่วงไม่กี่เดือนแรกเมื่อลงเลี้ยงในบ่อดิน (0.1-0.9 กรัมต่อตัวต่อวัน) จากนั้นจะเพิ่มขึ้น 1.0-1.7 กรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อมีขนาดที่สามารถกินอาหารได้ในปริมาณมาก (Agudo, 2012; Pitt and Duy, 2004; Purcell and Kirby, 2006; Raison, 2008) การลดลงของอุณภูมิน้ำตามฤดูกาล จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของปลิงขาวที่อาศัยในเขตละติจูดสูง (Agudo, 2012; Bell *et al.*, 2007) แต่จะไม่มีผลต่อปลิงขาวที่อาศัยในเขตละติจูดต่ำ (Pitt and Duy, 2004) พบว่าการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายหน้าดินที่มีลักษณะเป็นเส้นใยภายในบ่ออาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตหรือการตายของปลิงขาว (Agudo, 2012; Hair and Johnston, 2008)

### 6.3.2. การเลี้ยงปลิงทะเลร่วมกับสัตว์ชนิดอื่น

การเลี้ยงปลิงทะเลร่วมกับสัตว์ชนิดอื่นเป็นที่น่าสนใจมากกว่าเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปลิงทะเลเพียงอย่างเดียว เนื่องจากการเลี้ยงปลิงทะเลต้องการความหนาแน่นต่ำ (Battaglene *et al.*, 1999) และใช้เวลานานในแต่ละรอบของการเลี้ยงเพื่อให้ได้ขนาดตลาดที่มีมูลค่าต่อหน่วยน้ำหนักสูง ปลิงทะเลจะอาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน กินอุจจาระและเศษอาหารที่ตกลงมาบริเวณหน้าดินเป็นอาหาร (Raison, 2008; Slater and Carton, 2007) ทั้งยังมีโอกาสน้อยมากที่จะอพยพจากแหล่งเลี้ยง (Slater and Carton, 2010) เทคโนโลยีการเลี้ยงปลิงทะเลร่วมกับสัตว์ทะเลสายพันธุ์อื่นมีการพัฒนาอย่างสูงสำหรับชนิดที่อาศัยในเขตอบอุ่น (Zamora and Jeffs, 2011; Zhou *et al.*, 2006) แต่กลับไม่ประสบความสำเร็จในสายพันธุ์ที่อาศัยในเขตร้อน โดยมีการทดลองเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับหอยหวาน (babylon snail, *Babylonia areolata*) ในเวียดนาม ผลการทดลองพบว่ามีอัตราการรอดตายต่ำมาก (Pitt and Duy, 2004) เช่นเดียวกับการทดลองเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับกุ้งกุลาดำ (tiger prawns, *Penaeus monodon*) ที่ให้อัตราการรอดตายต่ำ (Pitt *et al.*, 2004) ในการเลี้ยงร่วมกับกุ้งขาว (*P. vannamei*) ระยะโพสต์ลาวา พบว่าเมื่อกุ้งเจริญเติบโตถึงระยะหนึ่ง จะสร้างความเสียหายให้กับปลิงขาว (Mills *et al.*, 2012) ในนิวแคลิโดเนียสามารถเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับกุ้งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงินตะวันตก (blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris*) ระยะโพสต์ลาวา แต่กุ้งมีขนาดไม่ใหญ่ (Purcell *et al.*, 2006) อย่างไรก็ตามการศึกษาตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงร่วมกับปลิงทะเลสมควรได้รับการสนับสนุน โดยเฉพาะการเลี้ยงร่วมกับปลาทะเล หอย หรือสาหร่ายทะเล (Purcell *et al.*, 2012) โดย Mills *et al.* (2012) ประสบความสำเร็จในการเลี้ยงปลิงขาวร่วมกับปลากะพงขาว (sea bass, *Lates calcarifer*) ในประเทศเวียดนาม ในขณะเดียวกันข้อมูลเบื้องต้นจากการเลี้ยงร่วมกับปลานวลจันทร์ทะเล (milkfish, *Chanos chanos*) ปลาจะละเม็ดทอง(pompano, *Trachinotus blochii*) พบว่ามีแนวโน้มที่ดี แต่ให้ผลตรงกันข้ามเมื่อเลี้ยงร่วมกับปลาสลิดหิน (rabbitfish, *Siganus guttatus*) และปลาเก๋า (grouper, *Epinephelus coioides*)

### 6.3.3. การทำฟาร์มในทะเล

การทำฟาร์มลักษณะนี้ เป็นการเลี้ยงปลิงทะเลในคอกที่สร้างขึ้นในทะเล (sea pens) โดยคอกจะเป็นตัวจำกัดพื้นที่สำหรับปลิงทะเลในช่วงน้ำขึ้นน้ำลงและการไหลเวียนของกระแสน้ำ มีการถ่ายเทน้ำ มีการพัดพาของตะกอน ซากอินทรีย์วัตถุ และการเจริญของหญ้าทะเลตามธรรมชาติ ในกรณีที่ผนังของคอกต่ำกว่าระดับน้ำทะเลอาจมีผู้ล่าเข้าไปทำอันตรายกับปลิงทะเลที่เลี้ยงได้ วัสดุที่เหมาะสมสำหรับทำคอกในทะเลคือตาข่ายพลาสติก โดยขอบด้านล่างจะถูกฝังไว้ในดินเพื่อป้องกันไม่ให้ปลิงหลุดรอดออกทางด้านล่าง (Purcell and Simutoga, 2008; Robinson and Pascal, 2012) Purcell *et al.* (2012) กล่าวถึงการเลี้ยงปลิงทะเลในคอกไว้ 3 ลักษณะ ได้แก่

- *การเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่นที่รวบรวมจากธรรมชาติ*: คอกที่ใช้จะจำกัดพื้นที่อาศัยของปลิงทะเล ถูกออกแบบมาเพื่อรวบรวมปลิงทะเลจากธรรมชาติและป้องกันไม่ให้ศัตรูเข้ามาทำอันตรายได้ โดยคอกที่มีขนาดใหญ่และมีการล้อมรั้วสูง มักนิยมใช้ในประเทศอินเดีย (James, 1996) ฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย (Bell *et al.*, 2008; Tuwo, 2004) เนื่องจากเป็นการรวบรวมปลิงทะเลจากธรรมชาติ ดังนั้นการเลี้ยงในลักษณะนี้จึงต้องพิจารณาถึงการทดแทนที่ประชากรปลิงทะเลในธรรมชาติ ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากชาวประมงให้เลี้ยงปลิงทะเลจนถึงขนาดที่มีความสมบูรณ์เพศและมีการสืบพันธุ์ก่อนการจับจำหน่าย (Bell *et al.*, 2008)

- *การเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่นที่ผลิตจากโรงเพาะฟัก:* คอกที่ใช้จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ 156–900 ตารางเมตร แต่มีความสูงไม่มาก ประมาณ 1 เมตร ฝังในทรายประมาณ 25 เซนติเมตร ซึ่งง่ายสำหรับการเลี้ยงปลิงทะเล แต่มีปัญหาในการแยกผู้ล่า เช่น ปู ออกจากคอก (Lavitra *et al.*, 2009; Robinson and Pascal, 2009; 2012) เจ้าของคอกอาจเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มครอบครัวในชุมชน และอาจใช้ผนังคอกร่วมกัน

- *การทดลองเลี้ยงปลิงทะเลระยะวัยรุ่นเพื่อประเมินอัตรารอด*: คอกที่ใช้มีขนาดเล็ก ประมาณ 1-500 ตารางเมตร ซึ่งสามารถนำมาใช้ในช่วงเวลาสั้น หลังจากปลิงทะเลระยะวัยรุ่นออกจากโรงเพาะฟักและนำลงเลี้ยงในทะเล (Purcell, 2012) ลักษณะแหล่งอาศัยภายในคอกเป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งไม่ได้รับผลกระทบจากศัตรู ความแปรปรวนของคุณภาพน้ำ ทั้งยังมีอาหารที่เพียงพอ (Purcell and Simutoga, 2008) ในการทดลองที่เป็นแบบนำร่องมักใช้คอกที่มีขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่น้อยกว่า 100 ตารางเมตร (Purcell and Simutoga, 2008; Robinson and Pascal, 2009) ส่วนการทดลองขนาดใหญ่มักใช้คอกที่มีพื้นที่ 100-500 ตารางเมตร (Hair, 2012; Juinio-Meñez *et al*., 2012b; Purcell and Simutoga, 2008)

การเจริญเติบโตของปลิงทะเลเมื่อเลี้ยงในคอกจะค่อนข้างช้ากว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงในบ่อดิน ทั้งนี้อาจเนื่องจากตะกอนดินในธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่าและมีสัตว์ชนิดอื่นที่แย่งอาหาร โดยมีรายงานว่าการเลี้ยงปลิงทะเลในคอกในมาดากัสการ์และนิวคาลิโดเนียมีการเจริญเติบโตช้าที่สุด แต่การปล่อยปลิงทะเลที่ความหนาแน่นต่ำในมาดากัสการ์ให้ผลที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการปล่อยปลิงขาวขนาด 15 กรัม ลงเลี้ยงพบว่ามีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 420 กรัม ในช่วงเวลา 7 เดือน (Robinson and Pascal, 2012) ซึ่งตามปกติปลิงขาวที่มีขนาด 1-10 กรัม จะมีขนาดเพิ่มเป็น 150-250 กรัม ต้องใช้เวลาถึง 12 เดือน ในบางพื้นที่ปลิงขาวจะมีการเจริญเติบโตช้าเมื่ออุณหภูมิน้ำลดลง (Purcell and Simutoga, 2008) แต่ในบางพื้นที่การเจริญเติบโตจะช้าเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นในช่วงหน้าร้อน (Hair, 2012) กำลังการผลิตในแง่มวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่สามารถระบุได้ยาก เนื่องจากมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลและพื้นที่ แต่มีรายงานว่าในนิวแคลิโดเนียมีกำลังการผลิต 200-250 กรัมต่อตารางเมตร (Purcell and Simutoga, 2008) และ 100-771 กรัมต่อตารางเมตรในมาดากัสการ์ (Lavitra *et al*., 2010; Robinson and Pascal, 2012)

อัตราการรอดตายของการเลี้ยงปลิงขาวในคอก มีตัวแปรเข้ามาเกี่ยวข้องหลายปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 1 เดือนแรก ของการปล่อย ซึ่งลูกปลิงยังมีขนาดเล็กและอยู่ในช่วงของการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม โดยการทดลองส่วนใหญ่พบว่ามีอัตราการตายสูง และมีส่วนน้อยมากที่รายงานว่าประสบความสำเร็จและมีอัตราการตายต่ำ (Pitt and Duy, 2004) ในมาดากัสการ์มีรายงานอัตรารอดที่ 48 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงเป็นเวลา 2-11 เดือน (Robinson and Pascal, 2012) ในประเทศฟิจิมีรายงานอัตราการตายสูงถึง 72 เปอร์เซ็นต์ ในช่วง 6 เดือนแรก ของการเลี้ยง (Hair, 2012) ประมาณการว่าอัตราการรอดตายของปลิงขาวที่เลี้ยงในคอกเป็นเวลา 12 เดือน มักไม่เกิน 30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีการ

## อุปกรณ์

### วัสดุ

1. พ่อแม่พันธุ์ปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 250 กรัมขึ้นไป มีความยาวลำตัวประมาณ 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 5)
2. ตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia
3. อาหารมีชีวิตสำหรับการอนุบาลตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึง pentactular (ระยะลงเกาะ) ได้แก่ *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis* galbana และ *Skeletonema costatum*

**ภาพที่ 5** พ่อแม่พันธุ์ปลิงดำ

### เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. **สำหรับการเตรียมน้ำ**
   - ปั๊มน้ำแบบแช่พร้อมสายยาง
   - หลอด UV สำหรับฆ่าเชื้อน้ำ
   - ถุงกรองขนาดช่องตา 69 ไมครอน
   - ถังกรองทราย
   - ถังพลาสติกความจุ 500 ลิตร
   - ถังไฟเบอร์กลาสความจุ 1,000 ลิตร
   - ชุดอุปกรณ์ให้อากาศพร้อมสายยางและหัวทราย
   - เครื่องมือวัดความเค็ม (refracto-salinometer) ยี่ห้อ Atago รุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องมือวัดอุณหภูมิ ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท ช่วงอุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส

**2. สำหรับการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์**

- กระบะพลาสติกสี่เหลี่ยมความจุ 160 ลิตร (กว้าง x ยาว x สูง = 88 x 160 x 53 เซนติเมตร)
- ตู้แช่แข็ง
- ปั๊มน้ำพร้อมสายยาง
- อุปกรณ์ให้อากาศ

**3. สำหรับการอนุบาลตัวอ่อน**

- ถังพลาสติกทรงกลม ขนาดบรรจุ 200 ลิตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง 78 เซนติเมตร สูง 64 เซนติเมตร)
- วัสดุสำหรับการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำ
- อุปกรณ์ให้อากาศ

**3. สำหรับการตรวจสอบความหนาแน่นและความสมบูรณ์ของตัวอ่อน**

- กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ (compound microscope)
- กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope)
- กล้องถ่ายรูปแบบดิจิตอล
- เครื่องนับจำนวนชนิดมือกด (hand tally counter)
- สไลด์นับเม็ดเลือด (hemacytometer) พร้อมแผ่นปิดสไลด์
- สไลด์นับแพลงก์ตอน (sedgewick-rafer slide) พร้อมแผ่นปิดสไลด์
- สไลด์หลุมพร้อมแผ่นปิดสไลด์
- หลอดหยด (dropper) พร้อมจุกยาง
- บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
- บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร

**4. สำหรับวัดขนาด-ชั่งน้ำหนัก**

**4.1 สำหรับวัดขนาด**

- เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์ (vernier caliper) ชนิดพลาสติก ยี่ห้อ sonic ขนาด 15 เซนติเมตร x 1 มิลลิเมตร
- อุปกรณ์วัดขนาดผ่านกล้องจุลทรรศน์ ได้แก่ ocular micrometer และ stage micrometer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.2 สำหรับชั่งน้ำหนัก**

- เครื่องชั่งสปริงขนาด 1 กิโลกรัม x 5 กรัม ยี่ห้อ CAMRY
- เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Metter Toledo รุ่น PL -303

## วิธีการ

ทำการศึกษาระดับความเค็มในการฟักไข่ปลิงดำ และปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำตั้งแต่ระยะแรกฟัก (auricularia) จนถึงระยะลงเกาะ (pentactular) ปัจจัยที่เลือกนำมาศึกษาประกอบด้วย สัดส่วนชนิดอาหาร ระดับความเค็ม และการให้แสง โดยมีขั้นตอนวิธีการคือ การเตรียมการทดลอง (การเตรียมน้ำทะเลและอุปกรณ์การทดลอง การรวบรวมพ่อแม่พันธุ์ การเพาะพันธุ์ และการเตรียมตัวอ่อนระยะ auricularia) การทดลอง (การอนุบาลตัวอ่อนระยะ auricularia จนกระทั่งลงเกาะโดยอาศัยปัจจัยที่กำหนด) และการเก็บข้อมูล รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

**1. การเตรียมการทดลอง**

**1.1. การเตรียมน้ำทะเลและวัสดุอุปกรณ์การทดลอง**

**1.1.1 การเตรียมน้ำทะเล:** โดยการสูบน้ำทะเลมาพักไว้ให้ตกตะกอน จากนั้นนำไปผ่านระบบกรองทรายตามวิธีการของ Xiyin *et al.* (2004) และฆ่าเชื้อด้วยแสงยูวีตามวิธีการของธเนศ (2551) จากนั้นกรองโดยใช้ถุงกรองละเอียดอีกครั้งเพื่อกำจัดสิ่งแขวนลอยในน้ำ และปรับความเค็มตามที่กำหนด (Laxminarayana, 2005) พักไว้เพื่อนำไปใช้ในการทดลอง

**1.1.2 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์:** จัดหาวัสดุและอุปกรณ์ให้เพียงพอสำหรับการทดลอง นำมาล้างทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยฟอร์มาลีนความเข้มข้น 300 ส่วนในล้าน จากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้งก่อนนำไปใช้ในการทดลอง ส่วนอุปกรณ์สำหรับการเตรียมอาหารมีชีวิตจะมีวิธีการเตรียมตาม โชคชัย (2554) และ Lavens and Sorgeloos (1996)

**1.2. การรวบรวมพ่อแม่พันธุ์**

ทำการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์ปลิงดำจากธรรมชาติ บริเวณชายฝั่งทะเลในช่วงเวลาน้ำลง แหล่งรวบรวมพ่อแม่พันธุ์คือชายฝั่งอำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร วิธีการรวบรวมอาศัยการดำผิวน้ำ (snorkeling) และใช้มือเก็บ โดยคัดเลือกเฉพาะปลิงดำที่มีขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 250 กรัมขึ้นไป มีความยาวลำตัวประมาณ 20 เซนติเมตร (ภาพที่ 6) นำมาพักเป็นเวลา 1 คืน เพื่อรอการเพาะพันธุ์ น้ำทะเลที่ใช้มีระดับความเค็มใกล้เคียงกับแหล่งอาศัยเดิมของพ่อแม่พันธุ์ (ประมาณ 30 ส่วนในพัน) เพื่อให้พ่อแม่พันธุ์ขับทรายบางส่วนในระบบทางเดินอาหาร แต่จะไม่พักนานเกิน 1 คืน เนื่องจากจะทำให้เกิดความเครียดทำให้พ่อแม่พันธุ์ไม่ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 6** พ่อแม่พันธุ์ปลิงดำจากธรรมชาติ

**1.3. การเพาะพันธุ์**

การเพาะพันธุ์อาศัยการกระตุ้นให้พ่อแม่พันธุ์ปล่อยอสุจิและไข่ ออกมาผสมกันในน้ำทะเลที่เตรียมไว้ วิธีการกระตุ้นเป็นการช๊อคด้วยอุณหภูมิต่ำ โดยการเตรียมน้ำทะเลที่มีระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน (ระดับเดียวกับน้ำที่ใช้สำหรับพักพ่อแม่พันธุ์) การกระตุ้นใช้ถังพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาดบรรจุ 160 ลิตร จำนวน 2 ถัง เติมน้ำทะเลสูงประมาณ 30 เซนติเมตร ถังที่ 1 สำหรับการช๊อคด้วยอุณหภูมิต่ำ ในถังนี้จะปรับอุณหภูมิน้ำให้ต่ำกว่าในถังพักพ่อแม่พันธุ์ประมาณ 5 องศาเซลเซียส โดยการใช้น้ำแข็งบรรจุถุงพลาสติก ส่วนถังที่ 2 สำหรับการปล่อยไข่และอสุจิ อุณหภูมิน้ำจะเท่ากับในถังพักพ่อแม่พันธุ์

กระตุ้นโดยการนำพ่อแม่พันธุ์ในถังพักจำนวน 20 ตัว ใส่ลงในถังที่ 1 ซึ่งทำการปรับอุณหภูมิแล้ว ทิ้งไว้ 30 นาที และให้อากาศตลอดเวลา จากนั้นนำพ่อแม่พันธุ์ทั้งหมดไปใส่ในถังที่ 2 เพื่อให้ปล่อยอสุจิและไข่ ในถังนี้จะให้อากาศตลอดเวลาเช่นกัน ซึ่งตามปกติพ่อพันธุ์จะปล่อยอสุจิออกมาก่อนจากนั้นแม่พันธุ์จะปล่อยไข่ออกมาภายหลัง โดยพ่อพันธุ์จะปล่อยอสุจิในช่วงเวลา 15-30 นาที (ภาพที่ 7) ส่วนแม่พันธุ์จะปล่อยไข่หลังจากนั้นประมาณ 5-30 นาที (ภาพที่ 7) ระยะเวลาในการปล่อยจะแตกต่างกันตามความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์ที่นำมากระตุ้น ไข่ปลิงดำมีสีแดงอมส้มหรือสีชมพูอมส้ม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในช่วง 140-150 ไมครอน (ภาพที่ 8) หลังจากปลิงทะเลปล่อยอสุจิและไข่เสร็จสิ้นแล้วจะนำพ่อแม่พันธุ์ออกจากถัง รอให้ไข่ได้รับการผสมกับอสุจิประมาณ 30 นาที จากนั้นย้ายไข่ไปใส่ในถังฟักไข่เพื่อผลิตตัวอ่อนระยะ auricularia ต่อไป

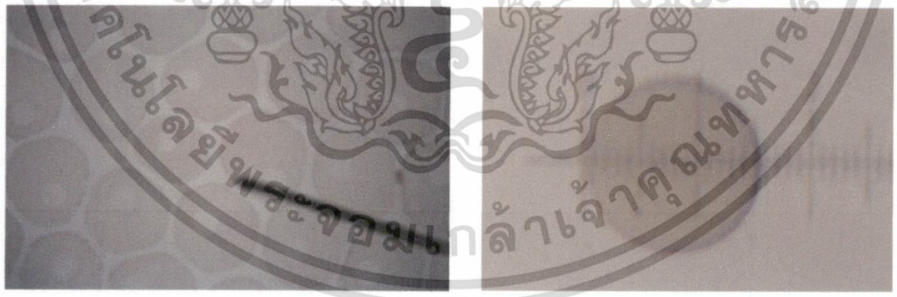
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.4. การเตรียมอ่อนระยะ auricularia

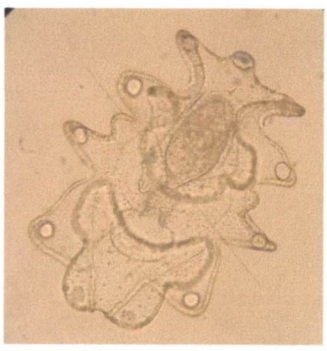
เตรียมตัวอ่อนระยะ auricularia (ภาพที่ 9) โดยการนำไข่ที่ได้รับการผสมแล้วไปใส่ในถังฟัก โดยใช้ถังพลาสติกกลมขนาดบรรจุ 200 ลิตร ที่ระดับความเค็มน้ำ 30 ส่วนในพัน ให้อากาศตลอดเวลา ในระหว่างฟักไข่จะตรวจสอบการพัฒนาการของของตัวอ่อนจนกระทั่งฟักออกเป็นตัวอ่อนระยะแรกหรือระยะ auricularia ระยะเวลาการฟักประมาณ 45-48 ชั่วโมง ขนาดความยาวของตัวอ่อนประมาณ 400-450 ไมครอน ตรวจสอบความหนาแน่นและสุ่มนับจำนวนของตัวอ่อนนำไปอนุบาลตามตามปัจจัยที่กำหนดต่อไป

ลักษณะการปล่อยอสุจิของพ่อพันธุ์ ลักษณะการปล่อยไข่ของแม่พันธุ์

**ภาพที่ 7** ลักษณะการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำ



**ภาพที่ 8** ลักษณะไข่ของปลิงดำ



**ภาพที่ 9** ลักษณะตัวอ่อนระยะ auricularia ของปลิงดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1.5. การเตรียมแพลงก์ตอนพืช**

สำหรับการเตรียมแพลงก์ตอนพืชที่จะนำมาใช้เป็นอาหารของตัวอ่อนปลิงดำนั้น มีวิธีการเตรียมโดยอ้างตาม โชคชัย (2554) และ Lavens and Sorgeloos (1996)

**1.6. การเตรียมวัสดุเกาะ**

วัสดุที่นำมาใช้เป็นวัสดุเกาะคือแผ่นพลาสติกใสขนาด 20x30 เซนติเมตร เตรียมโดยการนำมาแช่ในในน้ำทะเลเพื่อให้ปราศจากพิษเนื่องจากเป็นวัสดุสังเคราะห์ จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อ ตามวิธีการของ Li and Kong (2010) โดยการแช่ในด่างทับทิม (potassium permanganate) ความเข้มข้น 20 ส่วนในล้าน นาน 30 นาที ล้างด้วยน้ำจืด และตากให้แห้งก่อนนำไปใช้ และก่อนนำไปให้ตัวอ่อนปลิงดำลงเกาะจะนำมาแช่น้ำทะเล พร้อมใส่อาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน ก่อนเข้าระยะ pentactular ประมาณ 3-5 วัน เพื่อให้เกิดการเคลือบผิวของอาหารบนวัสดุเกาะหรือเกิด biofilm แล้วจึงนำไปใส่ในถังทดลอง

**2. การทดลอง**

ทำการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาล 3 ปัจจัย ได้แก่ สัดส่วนชนิดอาหาร ระดับความเค็ม และการได้รับแสง โดยความเค็มน้ำมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับสรีรวิทยาของร่างกายสัตว์ทะเล จึงกำหนดให้การศึกษาเกี่ยวกับระดับความเค็มเป็นปัจจัยเริ่มต้นในการทดลอง และเพิ่มเติมการศึกษาระดับความเค็มที่ใช้ในการฟักไข่ปลิงดำ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ครอบคลุมและเกี่ยวข้องกับพัฒนาการของตัวอ่อนมากยิ่งขึ้น โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลอง ดังต่อไปนี้

**2.1. การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเค็มในการฟักไข่ปลิงดำ**

**2.1.1 แผนการทดลอง**

ศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการฟักไข่ปลิงดำ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) กำหนดให้ระดับความเค็มเป็นสิ่งทดลอง (treatments) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (ชุดการทดลอง) แต่ละชุดการทดลองหรือแต่ละระดับความเค็มแบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ (replications) รวมทั้งสิ้น 15 หน่วยการทดลอง (experimental units) ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 ฟักไข่ปลิงดำที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน
- ชุดการทดลองที่ 2 ฟักไข่ปลิงดำที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน
- ชุดการทดลองที่ 3 ฟักไข่ปลิงดำที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 4 ฟักไข่ปลิงดำที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน
- ชุดการทดลองที่ 5 ฟักไข่ปลิงดำที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.2 วิธีการทดลอง

ทดลองฟักไข่ปลิงดำในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 15 ใบ โดยมีระดับความเค็มน้ำตามหน่วยการทดลองที่กำหนด ความหนาแน่นของไข่ประมาณ 50 ฟองต่อมิลลิลิตร ในระหว่างฟักจะให้อากาศตลอดเวลา ในระหว่างฟักจะทำการตรวจสอบพัฒนาการของคัพภะจนกระทั่งตัวอ่อนฟักออกจากไข่ บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลความระดับเค็มที่เหมาะสมในการฟักจะนำไปใช้ในการอนุบาลตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

## 2.2. การทดลองที่ 2 การศึกษาระดับความเค็มในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน

### 2.2.1 แผนการทดลอง

การศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการอนุบาล โดยการคัดเลือกระดับความเค็มน้ำจากการเปลี่ยนแปลงระดับความเค็มของน้ำตามแนวชายฝั่ง ที่เป็นแหล่งเลี้ยงตัวของปลิงดำในธรรมชาติ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ กำหนดให้ระดับความเค็มเป็นสิ่งทดลอง แบ่งออกเป็น 5 ระดับ (ชุดการทดลอง) แต่ละชุดการทดลองหรือแต่ละระดับความเค็มแบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 15 หน่วยการทดลอง ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลที่ระดับความเค็มน้ำ 20 ส่วนในพัน
- ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลที่ระดับความเค็มน้ำ 25 ส่วนในพัน
- ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลที่ระดับความเค็มน้ำ 30 ส่วนในพัน (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 4 อนุบาลที่ระดับความเค็มน้ำ 35 ส่วนในพัน
- ชุดการทดลองที่ 5 อนุบาลที่ระดับความเค็มน้ำ 40 ส่วนในพัน

### 2.2.2 วิธีการทดลอง

ทดลองการโดยการเตรียมถังอนุบาลขนาด 200 ลิตร จำนวน 15 ถัง ตามหน่วยการทดลอง บรรจุน้ำที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อแล้ว โดยมีระดับความเค็มตามชุดการทดลอง อุณหภูมิน้ำประมาณ 28 องศาเซลเซียส ปริมาตรน้ำ 100 ลิตร ปล่อยตัวอ่อนระยะ auricularia ลงเลี้ยงความหนาแน่น 200 ตัวต่อลิตร (Laxminarayana, 2005) หรือ 20,000 ตัวต่อหน่วยการทดลอง ให้ *Chaetoceros* เป็นอาหาร อัตราความหนาแน่น 20,000-25,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร (Laxminarayana, 2005) วันละ 2 ครั้ง เวลา 06.00 และ 18.00 น. อนุบาลจนกระทั่งลูกปลิงดำลงเกาะ ในระหว่างการอนุบาลไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะมีการเติมน้ำทะเลเพิ่ม และใส่วัสดุเกาะเมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ late doliolaria

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3. การทดลองที่ 3 การศึกษาสัดส่วนชนิดอาหารในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน

#### 2.3.1 แผนการทดลอง

การศึกษาสัดส่วนชนิดอาหารเป็นการหาสัดส่วนที่เหมาะสมของแพลงก์ตอน 4 ชนิด ได้แก่ *Chaetoceros calcitrans*, *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis galbana* และ *Skeletonema costatum* แผนการทดลองเป็นแบบสุ่มสมบูรณ์ ปัจจัยการทดลองคือสัดส่วนของแพลงก์ตอน แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 16 หน่วยทดลอง คือ

- ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงชนิดเดียว (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1
- ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* สัดส่วน 1:1
- ชุดการทดลองที่ 4 อนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1

#### 2.3.2 วิธีการทดลอง

ทดลองโดยการเตรียมถังอนุบาลขนาด 200 ลิตร จำนวน 16 ถัง ตามหน่วยการทดลอง บรรจุน้ำที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อแล้ว ความเค็มน้ำคัดเลือกจากระดับที่เหมาะสมในการทดลองที่ 2 อุณหภูมิน้ำประมาณ 28 องศาเซลเซียส ปริมาตรน้ำ 100 ลิตร ปล่อยตัวอ่อนระยะ auricularia ลงเลี้ยงที่ความหนาแน่น 200 ตัวต่อลิตร อนุบาลด้วยแพลงก์ตอนตามสัดส่วนในแต่ละชุดการทดลองที่กำหนด อัตราความหนาแน่น 20,000-25,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร วันละ 2 ครั้ง เวลา 06.00 และ 18.00 น. อนุบาลจนกระทั่งลูกปลิงดำลงเกาะหรือพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactular ในระหว่างการอนุบาลไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเนื่องจากตัวอ่อนมีขนาดเล็กมาก แต่จะมีการเติมน้ำทะเลเพิ่ม และใส่วัสดุเกาะเมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ late doliolaria เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองทำการคัดเลือกสัดส่วนอาหารที่เหมาะสมนำไปใช้ในการทดลองที่ 4

### 2.4. การทดลองที่ 4 การศึกษาการให้แสงในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน

#### 2.4.1 แผนการทดลอง

เป็นการศึกษาผลของการได้รับแสงและไม่ได้รับแสง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมีปัจจัยการทดลองเป็นช่วงเวลาการได้รับแสงและไม่ได้รับแสง แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ๆ ละ 4 ซ้ำ รวมทั้งสิ้น 16 หน่วยทดลอง คือ

- ชุดการทดลองที่ 1 อนุบาลโดยไม่ให้แสงตลอดเวลา
- ชุดการทดลองที่ 2 อนุบาลโดยการให้แสงตลอดเวลา
- ชุดการทดลองที่ 3 อนุบาลโดยการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง
- ชุดการทดลองที่ 4 อนุบาลโดยการให้แสงตามธรรมชาติ (ชุดควบคุม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 วิธีการทดลอง

ทดลองโดยการเตรียมถังอนุบาลขนาด 200 ลิตร จำนวน 16 ถัง ตามหน่วยการทดลอง บรรจุน้ำที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อแล้ว โดยมีระดับความเค็มที่เหมาะสมตามการทดลองที่ 2 อุณหภูมิน้ำประมาณ 28 องศาเซลเซียส ปริมาตรน้ำ 100 ลิตร ปล่อยตัวอ่อนระยะ auricularia ลงเลี้ยงความหนาแน่น 200 ตัวต่อลิตร ให้อาหารที่เหมาะสมโดยการคัดเลือกจากการทดลองที่ 1 อัตราความหนาแน่น 20,000-25,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร วันละ 2 ครั้ง เวลา 06.00 และ 18.00 น. โดยชุดการทดลองที่ 1 คลุมถังด้วยผ้าใบทึบแสงสีดำเพื่อไม่ให้แสงส่องผ่าน ชุดการทดลองที่ 2 ให้แสงตลอดเวลาด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชุดการทดลองที่ 3 ให้แสง 12 ชั่วโมง ด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์สลับกับการคลุมผ้าใบทึบแสงสีดำ และชุดการทดลองที่ 4 ให้แสงและไม่ให้แสงตามธรรมชาติ อนุบาลจนกระทั่งลูกปลิงดำลงเกาะ ในระหว่างการอนุบาลไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะมีการเติมน้ำทะเลเพิ่มและใส่วัสดุเกาะเมื่อตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ late doliolaria

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล:

การทดลองฟักไข่ปลิงดำในน้ำทะเลที่ระดับความเค็มต่าง ๆ จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อัตราการปฏิสนธิ อัตราการฟัก ระยะเวลาการฟัก รวมถึงพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของคัภพะ สำหรับการทดลองศึกษาระดับความเค็ม สัดส่วนชนิดอาหาร และการให้แสงในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อนนั้น จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลขนาดความยาว อัตราการรอดตาย (survival rate) อัตราการลงเกาะ (settlement rate) และระยะเวลาการพัฒนาและลงเกาะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- อัตราการปฏิสนธิ (fertilization rate) โดยการนำไข่ที่ปล่อยออกมาและผสมกับเสปิร์มแล้วมาฟักในน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน รอจนกระทั่งตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ gastrula นับจำนวน และคำนวณอัตราการปฏิสนธิจาก

$$\text{อัตราการปฏิสนธิ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนระยะ gastrula}}{\text{จำนวนไข่ดีทั้งหมด}} \times 100$$

- อัตราฟัก (hatching rate) คำนวณจาก

$$\text{อัตราฟัก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อน gastrula ที่ฟักออกจากไข่}}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}} \times 100$$

- ระยะเวลาการฟัก คิดจากระยะเวลาที่เริ่มทำการทดลองจนกระทั่งตัวอ่อนฟักออกจากไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงของคัพภะ โดยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของคัพภะตั้งแต่ไข่ได้รับการผสมจนกระทั่งพัฒนาเข้าสู่ระยะ auricularia โดยทำการตรวจสอบทุก 1 ชั่วโมง บันทึกการเปลี่ยนแปลง และวัดขนาดของแต่ละระยะผ่านกล้องจุลทรรศน์พร้อมบันทึกภาพประกอบ

- ขนาดของตัวอ่อน การวัดขนาดของตัวอ่อนอาศัยวิธีการวัดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยมีอุปกรณ์สำหรับวัดคือ eyepiece micrometer และ stage micrometer ซึ่งเป็นการวัดขนาดความยาวและรายงานผลในหน่วยไมครอน ประกอบด้วยขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia เมื่อพัฒนาสมบูรณ์ (fully auricularia) และขนาดของตัวอ่อนระยะ doliolaria แต่จะไม่วัดขนาดของ pentactula เนื่องจากตัวอ่อนมีการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้วัดความยาวได้ยากและผลที่ได้อาจไม่สะท้อนขนาดที่แท้จริงของตัวอ่อนระยะนี้

- อัตราการรอดตาย (survival rate) พิจารณาจากจำนวนตัวอ่อนที่เหลือรอดในแต่ระยะ ได้แก่ ระยะ auricularia, doliolaria และ pentactula แล้วนำมาคำนวณอัตราการรอดตายในแต่ระยะ ดังนี้

$$\text{อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนที่เหลือแต่ระยะ X100}}{\text{จำนวน auricularia เมื่อเริ่มทดลอง}}$$

- อัตราการลงเกาะ (settlement rate) พิจารณาจากจำนวนตัวอ่อนระยะ pentactula ที่ลงเกาะบนวัสดุ แล้วนำมาคำนวณหาอัตราการลงเกาะ ดังนี้

$$\text{อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวน pentactula ที่ลงเกาะ X100}}{\text{จำนวน auricularia เมื่อเริ่มทดลอง}}$$

- ระยะเวลาการพัฒนาและลงเกาะ พิจารณาจากช่วงเวลาที่ตัวอ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะต่าง ๆ จนกระทั่งลงเกาะกับวัสดุ

**3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล:**

นำข้อมูลที่รวบรวมได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างโดยหาค่าความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการวิจัย

## ผล

การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะ แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 การทดลอง การทดลองที่ 1 เป็นการศึกษาระดับความเค็มในการฟักไข่ปลิงดำ ซึ่งทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาระดับความเค็มน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการฟักไข่ โดยจะเกี่ยวข้องกับการผลิตตัวอ่อนระยะ auricularia สำหรับการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลต่อไป การอนุบาลตัวอ่อนตั้งแต่ระยะแรกฟัก (auricularia) จนถึงระยะลงเกาะ (pentactula) นั้น จะทำการทดลองศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 3 ประการ ได้แก่ สัดส่วนชนิดอาหาร ระดับความเค็ม และการให้แสง แบ่งได้เป็น 3 การทดลอง มีรายละเอียดผลการทดลองดังนี้

### 1. การศึกษาระดับความเค็มในการฟักไข่ปลิงดำ

การศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ของปลิงดำ โดยการทดลองนำไข่ที่ได้จากการกระตุ้นและได้รับการผสมกับอสุจิแล้วไปทำการฟักในน้ำทะเลที่ระดับความเค็มต่างกัน 5 ระดับ คือ 25, 30, 35, 40 และ 45 ส่วนในพัน ผลการทดลองพบว่าไข่ปลิงดำมีการปฏิสนธิ การฟักขนาดของไข่และตัวอ่อน รวมถึงพัฒนาการของคัพภะ (embryo) ดังต่อไปนี้

#### 1.1. การปฏิสนธิและอัตราการปฏิสนธิ

การทดลองนำไข่ปลิงดำที่ได้รับการผสมแล้วไปฟักในน้ำทะเลที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 25, 30, 35, 40 และ 45 ส่วนในพัน โดยมีจำนวนไข่เริ่มต้นเฉลี่ย 52,000.33±2,349.733 ฟอง พบว่าที่ระดับความเค็ม 40 และ 45 ส่วนในพัน ไข่ทั้งหมดไม่สามารถพัฒนาถึงระยะ gastrula ได้ แสดงว่าที่ระดับความเค็มดังกล่าวทำให้พัฒนาการของคัพภะไม่สมบูรณ์หรือไข่ไม่ได้รับการปฏิสนธิ โดยที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน คัพภะมีการพัฒนาถึงระยะ 32 เซลล์ แต่ไม่สามารถพัฒนาต่อไปได้ เช่นเดียวกับที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน ที่คัพภะมีการพัฒนาถึงระยะ 16 เซลล์ เท่านั้น

ระดับความเค็มที่ทำให้ไข่ปลิงดำมีพัฒนาการจนถึงระยะ gastrula และถือว่าไข่ได้รับการปฏิสนธิ คือ 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน มีจำนวนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิเฉลี่ย 25,388.67±2,002.325; 36,499.67±2,920.062 และ 16,944.00±3,351.250 ฟอง ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการปฏิสนธิเฉลี่ย 50.776±4.006; 72.998±5.840 และ 33.887±6.702 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน เป็นระดับที่ไข่ปลิงดำมีการปฏิสนธิและอัตราการปฏิสนธิสูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่ความเค็ม 25 และ 35 ส่วนในพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน พบว่าที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีการปฏิสนธิและอัตราการปฏิสนธิสูงกว่าที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน (ตารางที่ 4)

**ตารางที่ 4** การปฏิสนธิของไข่ปลิงดำในน้ำทะเลที่มีความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | จำนวนไข่ที่ได้รับปฏิสนธิ** (ฟอง) | อัตราการปฏิสนธิ** (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|
| 25 | 25,388.67±2,002.325$^{b}$ | 50.776±4.006$^{b}$ |
| 30 | 36,499.67±2,920.062$^{a}$ | 72.998±5.840$^{a}$ |
| 35 | 16,944.00±3,351.250$^{c}$ | 33.887±6.702$^{c}$ |
| 40 | - | - |
| 45 | - | - |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในสดมภ์เดียวกัน

**1.2. การฟักและอัตราการฟัก**

จากจำนวนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิเมื่อทดลองฟักที่ระดับความเค็ม 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน 25,388.67±2,002.32; 36,499.67±2,920.06 และ 16,944.00±3,351.25 ฟอง ตามลำดับ พบว่าไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิสามารถพัฒนาจนกระทั่งฟักเป็นตัวอ่อน auricularia ทั้งสิ้น 19,888.33±3,276.02; 32,944.00±1,575.39 และ 9,444.33±2,916.90 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการฟัก 78.100±9.166, 90.420±3.191 และ 54.978±7.877 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าทั้งจำนวนตัวอ่อนที่ฟักและอัตราการฟักในแต่ละระดับความเค็มมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยจำนวนตัวอ่อนที่ฟักในระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับที่ความเค็ม 25 และ 35 ส่วนในพัน สอดคล้องกับอัตราการฟัก ซึ่งพบว่าที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเช่นเดียวกันแต่ไม่แตกต่างกับที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน ในขณะที่อัตราการฟักที่ระดับความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน (ตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 5** อัตราการฟักของไข่ปลิงดำในน้ำทะเลที่มีความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | จำนวนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิ** (ฟอง) | จำนวนไข่ที่ฟัก** (ฟอง) | อัตราการฟัก** (เปอร์เซ็นต์) |
|---|---|---|---|
| 25 | 25,388.67±2,002.32$^{b}$ | 19,888.33±3,276.02$^{b}$ | 78.100±9.166$^{a}$ |
| 30 | 36,499.67±2,920.06$^{a}$ | 32,944.00±1,575.39$^{a}$ | 90.420±3.191$^{a}$ |
| 35 | 16,944.00±3,351.25$^{c}$ | 9,444.33±2,916.90$^{c}$ | 54.978±7.877$^{b}$ |
| 40 | - | - | - |
| 45 | - | - | - |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในสดมภ์เดียวกัน

### 3. ระยะเวลาการพัฒนา

พัฒนาการของคัพภะปลิงดำที่ความเค็ม 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน มีระยะเวลาการปฏิสนธิเฉลี่ย 34.000±4.582; 27.333±2.886 และ 38.000±0.000 ชั่วโมง ตามลำดับ ระยะเวลาในการฟักเฉลี่ย 63.333±1.527; 46.333±2.081 และ 59.333±1.527 ชั่วโมง ตามลำดับ ระยะเวลาการปฏิสนธิจนถึงระยะฟักเท่ากับ 29.333±3.214; 19.000±1.000 และ 21.333±1.527 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งทุกระดับความเค็มมีระยะเวลาการปฏิสนธิและระยะเวลาการฟักแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง จะเห็นได้ว่าที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน ไข่ปลิงดำสามารถพัฒนาจนถึงระยะปฏิสนธิสมบูรณ์และฟักออกเป็นตัวได้ในระยะเวลาสั้นกว่าที่ระดับความเค็ม 25 และ 35 ส่วนในพัน (ตารางที่ 6)

**ตารางที่ 6** ระยะเวลาการพัฒนาของคัพภะปลิงดำเมื่อทำการฟักที่ความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | ระยะเวลาการปฏิสนธิ** (ชั่วโมง) | ระยะเวลาการฟัก** (ชั่วโมง) | ระยะเวลาการปฏิสนธิ (gastrula)- ฟัก** (ชั่วโมง) |
|---|---|---|---|
| 25 | 34.000±4.582$^{ab}$ | 63.333±1.527$^{a}$ | 29.333±3.214$^{a}$ |
| 30 | 27.333±2.886$^{b}$ | 46.333±2.081$^{b}$ | 19.000±1.000$^{b}$ |
| 35 | 38.000±0.000$^{a}$ | 59.333±1.527$^{a}$ | 21.333±1.527$^{b}$ |
| 40 | - | - | - |
| 45 | - | - | - |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในสดมภ์เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1. 4. การพัฒนาของคัพภะ**

**1.4.1. ขนาดของคัพภะ** (ตารางที่ 7)

- ระยะ 2 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะที่ใกล้เคียงกัน คือ 156.666±11.547, 156.666±5.773 และ 153.333±5.773 ไมครอน ตามลำดับ ต่างจากระดับความเค็ม 40 และ 45 ส่วนในพัน ที่มีขนาด 133.333±5.773 และ 123.333±5.773 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า

- ระยะ 4 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุด 173.333±25.166 ไมครอน รองลงมาคือระดับความเค็ม 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะ 166.666±20.816, 156.666±5.773 และ 140.000±17.320 ไมครอน ตามลำดับ และที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน มีขนาดเล็กที่สุด 123.333±5.773 ไมครอน

- ระยะ 8 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุด 156.666±11.547 ไมครอน รองลงมาคือระดับความเค็ม 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะ146.666±32.145, 136.666±32.145 และ 140.000±10.000 ไมครอน ตามลำดับ และที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน มีขนาดเล็กที่สุด 130.000±10.000 ไมครอน

- ระยะ 16 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุด 160.000±10.000 ไมครอน รองลงมาคือระดับความเค็ม 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะ150.000±0.000, 150.000±0.000 และ 143.333±5.773 ไมครอน ตามลำดับ และที่ระดับความเค็ม 45 มีขนาดของคัพภะเล็กที่สุด 110.000±10.000 ไมครอน

- ระยะ 32 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน คัพภะไม่สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะนี้ได้ โดยหลังจากระยะ 16 เซลล์ พบว่าคัพภะไม่สามารถแบ่งเซลล์ต่อได้และเสื่อมไปในที่สุด ที่ความเค็ม 40 ส่วนในพัน คัพภะมีขนาดเล็กที่สุด คือ 130.000±10.000 ไมครอน ส่วนที่ความเค็ม 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน มีขนาด 153.333±5.773, 153.333±5.773 และ 146.666±5.773 ไมครอน ตามลำดับ

- ระยะ 64 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน คัพภะไม่สามารถพัฒนาจากระยะ 32 เซลล์ เข้าสู่ระยะนี้ได้ ดังนั้นระดับความเค็มที่คัพภะสามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ 64 เซลล์ ได้ มี 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน ซึ่งมีขนาดของคัพภะ 163.333±5.773, 150.000±0.000 และ 146.666±5.773 ไมครอน ตามลำดับ

- ระยะ 128 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุด 160.000±10.000 ไมครอน รองลงมาคือความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีขนาด 153.333±5.773 ไมครอน และ 25 ส่วนในพัน มีขนาดเล็กที่สุด 146.666±5.773 ไมครอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะ Blastula: คัพภะของปลิงดำที่มีการพัฒนาเข้าสู่ระยะ blastula และมีขนาดใหญ่ที่สุดคือที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีขนาด 156.666±5.773 ไมครอน รองมาคือความเค็ม 35 ส่วนในพัน ขนาด 150.000±10.000 ไมครอน และ 25 ส่วนในพัน ขนาดเล็กที่สุด 146.666±5.773 ไมครอน

- ระยะ Gastrula: คัพภะที่พัฒนาเข้าสู่ระยะนี้ถือว่าได้รับการปฏิสนธิสมบูรณ์ โดยที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีขนาดของคัพภะใหญ่ที่สุดคือ 223.333±5.773 ไมครอน ในขณะที่ความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีขนาดเล็กที่สุด 163.333±5.773 ไมครอน ส่วนความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีขนาด 203.333±15.275 ไมครอน

- ตัวอ่อนระยะ Auricularia: ระยะ auricularia เป็นตัวอ่อนระยะแรกของปลิงดำ ดังนั้นจึงถือว่าเป็นระยะแรกฟัก ซึ่งพบว่าความเค็มที่มีขนาดตัวอ่อนใหญ่ที่สุดคือ 30 ส่วนในพัน มีขนาด 403.333±17.275 ไมครอน รองลงมาคือความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีขนาด 286.666±23.094 ไมครอน ในขณะที่ 35 ส่วนในพัน มีขนาดเล็กที่สุด 166.666±15.275 ไมครอน

**ตารางที่** 7 ขนาดคัพภะและตัวอ่อนปลิงดำเมื่อทำการฟักที่ความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ

| ระยะ | ขนาดคัพภะและตัวอ่อน (ไมครอน) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 2-cell | 156.666±11.547 | 153.333±5.773 | 153.333±5.773 | 133.333±5.773 | 123.333±5.773 |
| 4-cell | 173.333±25.166 | 156.666±5.773 | 156.666±5.773 | 140.000±17.320 | 123.333±5.773 |
| 8-cell | 156.666±11.547 | 146.666±32.145 | 136.666±32.145 | 140.000±10.000 | 130.000±10.000 |
| 16-cell | 160.000±0.000 | 150.000±0.000 | 150.000±0.000 | 143.333±5.773 | 110.000±10.000 |
| 32-cell | 153.333±5.773 | 146.666±5.773 | 146.666±5.773 | 130.000±10.000 | - |
| 64-cell | 163.333±5.773 | 146.666±5.773 | 146.666±5.773 | - | - |
| 128-cell | 160.000±10.000 | 146.666±5.773 | 146.666±5.773 | - | - |
| blastrula | 146.666±5.773 | 150.000±10.000 | 150.000±10.000 | - | - |
| gastrula | 203.333±15.275 | 223.333±5.773 | 163.333±5.773 | - | - |
| auricularia | 286.666±23.094 | 403.333±17.275 | 166.666±15.275 | - | - |

4.2. ระยะเวลาการพัฒนาของคัพภะ (ภาพที่ 10)

- ระยะ 2 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 20, 25 และ 30 ส่วนในพัน ไข่ของปลิงดำใช้ระยะเท่ากันในการแบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์ เป็น 2 เซลล์ คือ 1 ชั่วโมง ในขณะที่ความเค็ม 40 และ 45 ส่วนในพัน ใช้ระยะเวลานานกว่าคือช่วงระหว่าง 1 ถึง 2 ชั่วโมง

- ระยะ 4 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน คัพภะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเข้าสู่ระยะ 4 เซลล์ 2 ชั่วโมง ที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน ใช้ระยะเวลาในช่วงระหว่าง 2-3 ชั่วโมง ส่วนที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน ใช้ระยะเวลานานที่สุดคือ 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ระยะ 8 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 และ 30 ส่วนในพัน คัพภะใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากันในการพัฒนาเข้าสู่ระยะ 8 เซลล์ ในขณะที่ความเค็ม 35 ใช้ระยะเวลาระหว่าง 4-5 ชั่วโมง ความเค็ม 40 ส่วนในพัน ใช้เวลาระหว่าง 5-6 ชั่วโมง ในขณะที่ความเค็ม 45 ส่วนในพัน ใช้เวลานานที่สุดคือ 6 ชั่วโมง

- ระยะ 16 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 และ 35 ส่วนในพัน คัพภะใช้ระยะเวลาเท่ากันในการพัฒนาเข้าสู่ระยะ 16 เซลล์ คือ ช่วงระหว่าง 5-6 ชั่วโมง ความเค็ม 40 ส่วนในพัน ใช้เวลา 8 ชั่วโมง ในขณะที่ความเค็ม 45 ส่วนในพัน ใช้เวลานานที่สุดคือช่วงระหว่าง 8-9 ชั่วโมง ส่วนระดับความเค็มที่คัพภะใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดในการพัฒนาเข้าสู่ระยะนี้คือ 30 ส่วนในพัน

- ระยะ 32 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 45 ส่วนในพัน คัพภะไม่สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะนี้ได้ โดยหลังจากระยะ 16 เซลล์ พบว่าคัพภะไม่สามารถแบ่งเซลล์ต่อได้และเสื่อมไปในที่สุด ที่ความเค็ม 40 ส่วนในพัน คัพภะใช้ระยะเวลาในการพัฒนาเข้าสู่ระยะ 32 เซลล์ นานที่สุดคือ 12 ชั่วโมง ส่วนที่ความเค็ม 30 ส่วนในพันใช้เวลาสั้นที่สุดคือระหว่าง 7-8 ชั่วโมง ส่วนที่ความเค็ม 25 และ 35 ส่วนในพัน ใช้ระยะเวลา 8 และ 8-9 ชั่วโมง ตามลำดับ

- ระยะ 64 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน คัพภะไม่สามารถพัฒนาจากระยะ 32 เซลล์ เข้าสู่ระยะนี้ได้ ดังนั้นระดับความเค็มที่คัพภะสามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ 64 เซลล์ได้ มี 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน โดย 30 ส่วนในพันใช้เวลาสั้นที่สุดคือช่วงระหว่าง 9-10 ชั่วโมง ความเค็ม 35 ส่วนในพัน ใช้เวลา 10 ชั่วโมง และ 25 ส่วนในพันใช้เวลานานที่สุดคือ 11 ชั่วโมง

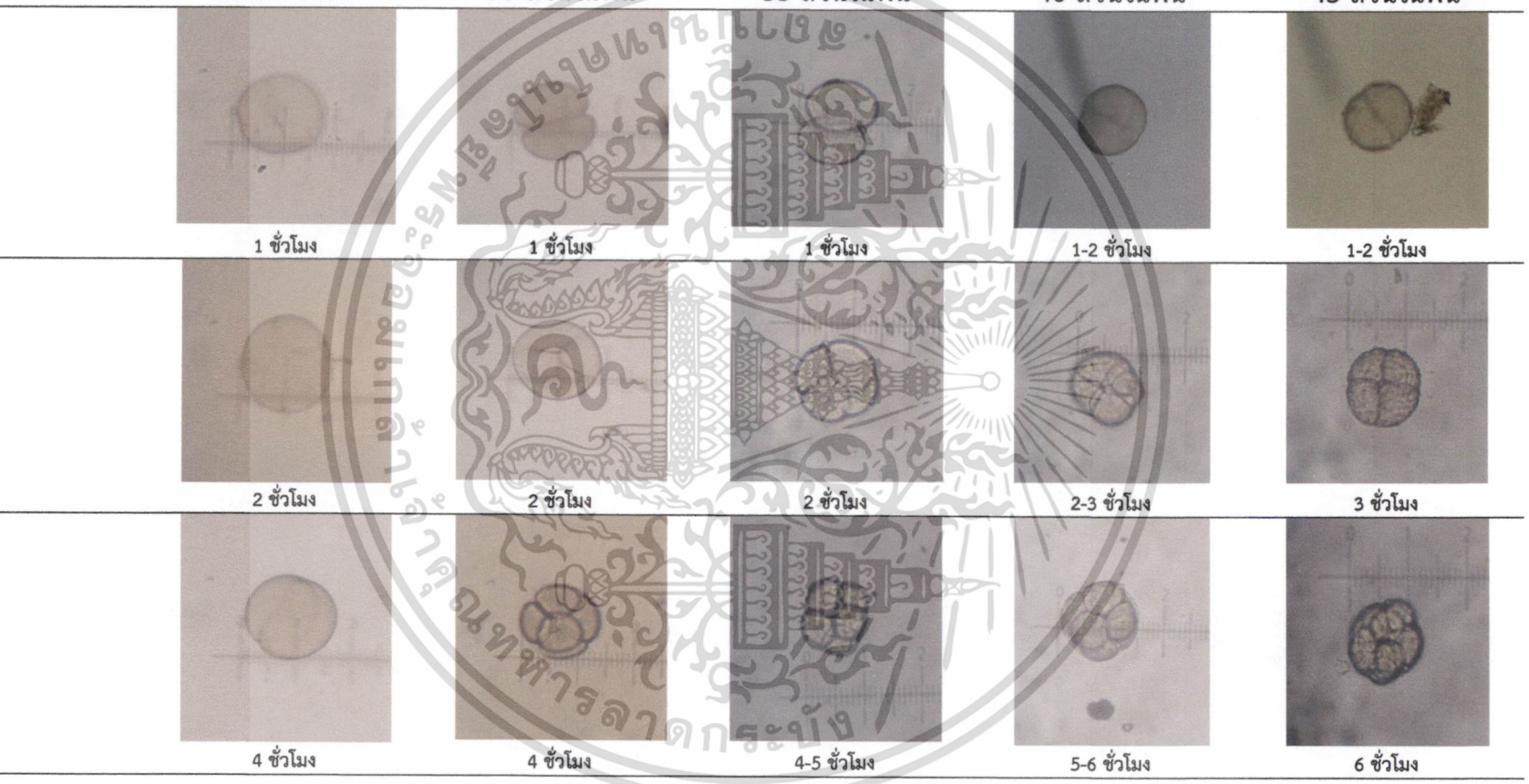
- ระยะ 128 เซลล์: ที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน มีการพัฒนาเข้าสู่ระยะ 128 เซลล์สั้นที่สุดที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน คือ 13-14 ชั่วโมง ถัดมาคือความเค็ม 35 ส่วนในพัน นาน 15-16 ชั่วโมง และ 25 ส่วนในพัน นานที่สุด 17-18 ชั่วโมง

- ระยะ Blastula: คัพภะของปลิงดำมีการพัฒนาเข้าสู่ระยะ blastula สั้นที่สุดที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน คือ 19 ชั่วโมง ถัดมาคือความเค็ม 35 ส่วนในพัน นาน 20 ชั่วโมง และ 25 ส่วนในพัน นานที่สุด 23 ชั่วโมง

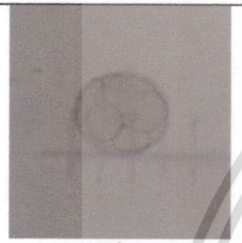
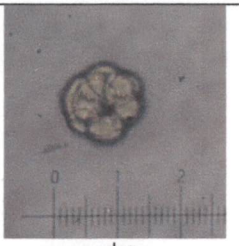
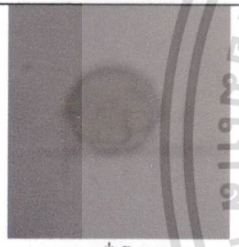
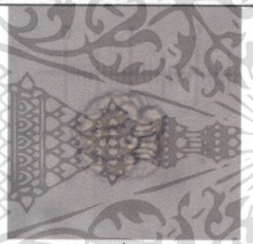
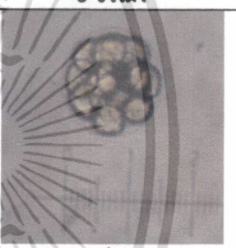
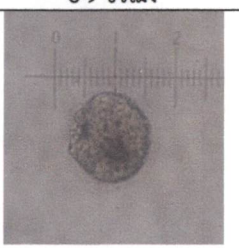
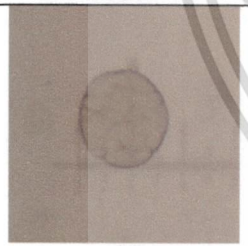
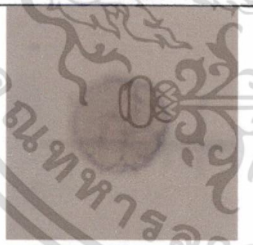
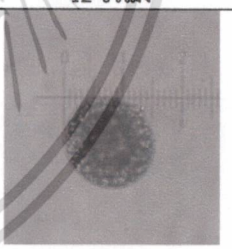
- ระยะ Gastrula: คัพภะที่พัฒนาเข้าสู่ระยะนี้ถือว่าได้รับการปฏิสนธิสมบูรณ์ โดยที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน ใช้เวลาสั้นที่สุดคือ 27 ชั่วโมง ในขณะที่ความเค็ม 35 ส่วนในพัน ใช้เวลานานที่สุด 38 ชั่วโมง ส่วนความเค็ม 25 ส่วนในพันใช้ระยะเวลา 34 ชั่วโมง

- ตัวอ่อนระยะ Auricularia: ระยะ auricularia เป็นตัวอ่อนระยะแรกของปลิงดำ ดังนั้นจึงถือว่าเป็นระยะแรกฟัก ซึ่งพบว่าที่ความเค็มที่ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุดในการฟักไข่ปลิงดำคือ 30 ส่วนในพัน โดยใช้เวลา 46 ชั่วโมง ในขณะที่ความเค็ม 35 ส่วนในพัน ใช้เวลา 59 ชั่วโมง ในขณะที่ 25 ส่วนในพันใช้เวลานานที่สุดคือ 25 ส่วนในพัน นาน 63 ชั่วโมง

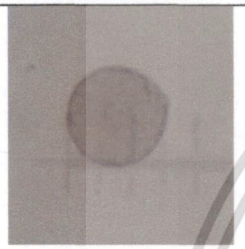
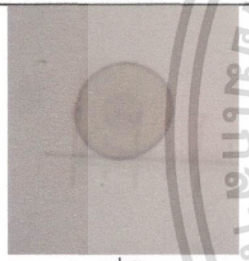
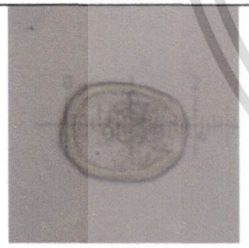
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



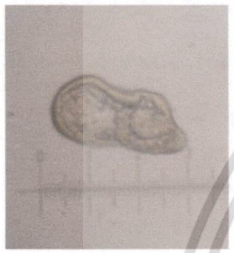

**ภาพที่ 10** การพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของคัพภะปลิงดำเมื่อทำการฟักที่ความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ

| ระยะ | พัฒนาการของคัพภะ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 25 ส่วนในพัน | 30 ส่วนในพัน | 35 ส่วนในพัน | 40 ส่วนในพัน | 45 ส่วนในพัน |
| 16-cell |  5-6 ชั่วโมง | 4-5 ชั่วโมง | 5-6 ชั่วโมง | 8 ชั่วโมง |  8-9 ชั่วโมง |
| 32-cell |  8 ชั่วโมง | 7-8 ชั่วโมง |  8-9 ชั่วโมง |  12 ชั่วโมง |  ไข่เสีย |
| 64-cell |  11 ชั่วโมง |  9-10 ชั่วโมง | 10 ชั่วโมง |  ไข่เสีย | - |

**ภาพที่ 10** (ต่อ)

| ระยะ | พัฒนาการของคัพภะ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 25 ส่วนในพัน | 30 ส่วนในพัน | 35 ส่วนในพัน | 40 ส่วนในพัน | 45 ส่วนในพัน |
| 128-cell |  17-18 ชั่วโมง | 13-14 ชั่วโมง | 15-16 ชั่วโมง | - | - |
| Blastula |  23 ชั่วโมง | 19 ชั่วโมง | 21 ชั่วโมง | - | - |
| Gastrula |  34 ชั่วโมง | 27 ชั่วโมง | 38 ชั่วโมง | - | - |

**ภาพที่ 10** (ต่อ)

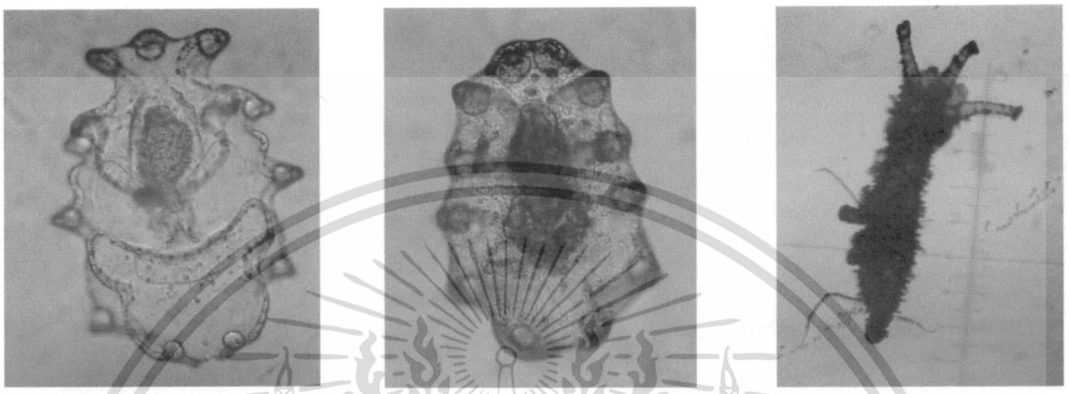
| ระยะ | พัฒนาการของคัพภะ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 25 ส่วนในพัน | 30 ส่วนในพัน | 35 ส่วนในพัน | 40 ส่วนในพัน | 45 ส่วนในพัน |
| Auricularia |  63 ชั่วโมง | 46 ชั่วโมง | 59 ชั่วโมง | - | - |

**ภาพที่ 10** (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

**2. ลักษณะของตัวอ่อน**

ตัวอ่อนของปลิงดำในช่วงที่ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะ auricularia, doliolaria และ pentactula โดยทั้งสามระยะจะมีลักษณะและขนาดแตกต่างกัน ดังภาพที่ 11



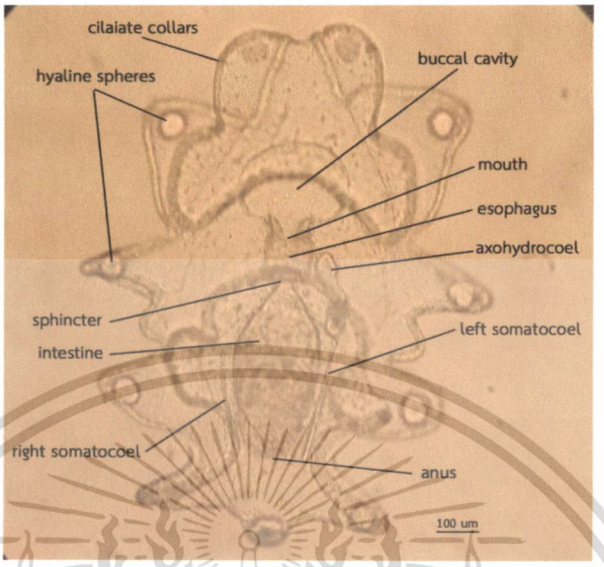
ระยะ auricularia ระยะ doliolaria ระยะ pentactula

**ภาพที่ 11** ตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia, doliolaria และ pentactula

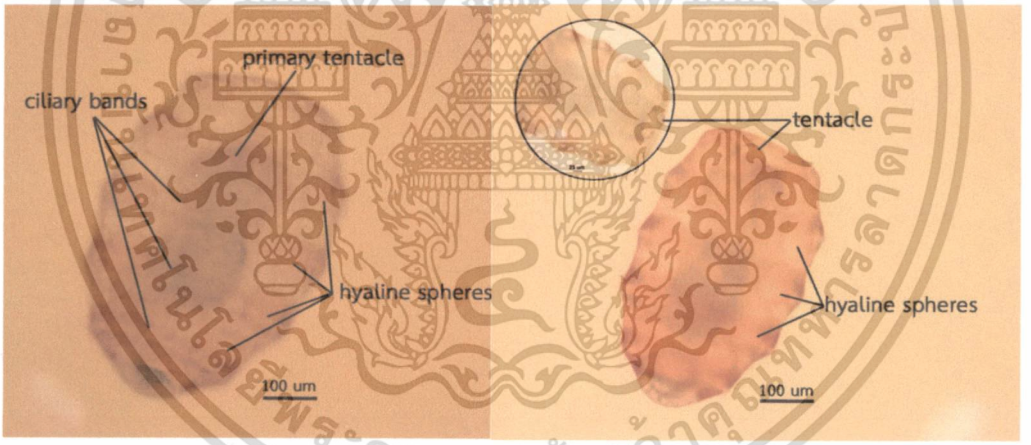
***2.1. ระยะ auricularia:*** เป็นตัวอ่อนระยะแรกฟัก มีขนาดอยู่ในช่วง 240-650 ไมครอน หรือเฉลี่ย 363.333±85.554 ไมครอน โดยระยะ early auricularia นั้น โครงสร้างหลักของร่างกายประกอบด้วย ciliary bands, hyaline spheres, อุ้งปาก (buccal cavity), หลอดอาหาร (esophagus), ลำไส้ (intestine) ทวารร่วม (cloaca) ทวารหนัก (anus) เมื่อ auricularia พัฒนาสมบูรณ์แล้ว จะปรากฏส่วน somatocoel ทางด้านซ้ายและขวา, axohydrocoel, และกล้ามเนื้อหูรูด (sphincter) ระหว่างหลอดอาหารและลำไส้ และมีโครงสร้างอื่นเหมือนกับระยะ early auricularia ในขณะที่ระยะ late auricularia จะมีโครงสร้างทั้ง hyaline spheres, esophagus, intestine, somatocoel และ axohydrocoel เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในขณะที่ส่วนของ ciliary bands และ buccal cavity ลดรูปลง (ภาพที่ 12)

***2.2. ระยะ doliolaria:*** ระยะ doliolaria ที่สมบูรณ์จะมีโครงสร้างประกอบด้วย hyaline spheres, primary tentacle (ส่วนของหนวดที่เริ่มพัฒนา), ciliary bands และ somatocoel ในระยะ doliolaria นี้ ตัวอ่อนจะมีลักษณะเป็นทรงรีคล้ายถังเบียร์ ส่วนของ hyaline sphere ขยายขนาดจนเห็นได้ชัดเจน ลำตัวมีสีขาวขุ่นถึงน้ำตาลออกเหลือง ในช่วงแรกของระยะนี้ส่วนของหนวดจะยังอยู่ภายในลำตัว และยื่นออกมาภายนอกให้เห็นเมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula (ภาพที่ 13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



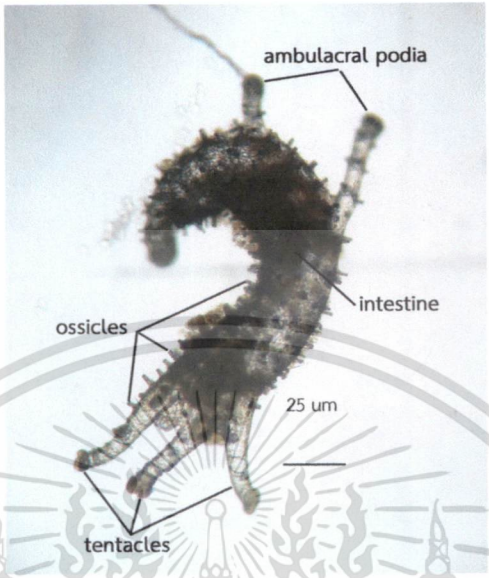

**ภาพที่ 12** รายละเอียดลักษณะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia




**ภาพที่ 13** รายละเอียดลักษณะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ doliolaria (ซ้าย) และระยะ early pentactula (ขวา)

***2.3. ระยะ pentactula:*** ระยะนี้เป็นตัวอ่อนระยะสุดท้าย การดำรงชีวิตจะเปลี่ยนจากการล่องลอยอยู่ในมวลน้ำในลักษณะของแพลงก์ตอนมาเป็นยึดเกาะกับพื้น ดังนั้นเมื่อเข้าสู่ระยะนี้หนวดจะยื่นออกมาภายนอกให้เห็นได้ชัดเจน โดยในระยะ early pentactula จะมีหนวดยื่นออกมา 5 เส้น ciliary bands ยังสามารถมองเห็นได้ ซึ่งระยะนี้จะยังไม่ลงเกาะสมบูรณ์ การลงเกาะของตัวอ่อนระยะนี้จะเห็นได้ชัดเมื่อส่วนของ ambulacral podia เริ่มปรากฏทางด้านท้อง ในขณะที่ด้านหลังยังคงมองเห็น hyaline sphere ได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 14) ตัวอ่อนระยะนี้สังเกตได้ยากที่สุด เนื่องจากมีลำตัวค่อนข้างใสอาจมีสีขาวขุ่นบ้าง ประกอบการลงเกาะกับวัสดุเมื่อยังมีขนาดเล็กมาก ทำให้การนับจำนวนจึงต้องใช้ความละเอียดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 14** รายละเอียดลักษณะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ juvenile

**3. การศึกษาระดับความเค็มในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน**

การทดลองอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula ในน้ำทะเลที่ระดับความเค็มแตกต่างกัน 5 ระดับ คือ 20, 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน ที่ความหนาแน่นประมาณ 200 ตัวต่อลิตร มีการรอดตาย ขนาด ระยะเวลาการพัฒนา และการลงเกาะของตัวอ่อนแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

**3.1. การรอดตายและอัตราการรอดตาย**

การรอดตายของตัวอ่อนแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือการรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึง doliolaria และจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula สำหรับผลการรอดตายในช่วงแรกคือจากระยะ auricularia จนถึง doliolaria เมื่ออนุบาลในระดับความเค็ม 20, 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน พบว่ามีตัวอ่อน auricularia พัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria จำนวน 6,666.667±666.665, 7,333.337±1,154.701, 8,222.222±1,018.350, 12,222.222±2,036.701 และ 8,000.003±1,154.701 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตรารอด 33.333±3.333, 36.667±5.774, 41.111±5.092, 41.111±5.092, 61.111±10.184 และ 40.000±5.774 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าจำนวนและอัตราการรอดตายของตัวอ่อนที่พัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลในระดับความเค็มต่างกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการอนุบาลที่ระดับความเค็มอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขณะที่การอนุบาลในระดับความเค็ม 20, 25, 30 และ 40 ส่วนในพัน มีจำนวนและอัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 8)

**ตารางที่ 8** การรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึงระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | การรอดตาย | |
|---|---|---|
| | จำนวน (ตัว)* | อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)* |
| 20 | 6,666.667±666.665[b] | 33.333±3.333[b] |
| 25 | 7,333.337±1,154.701[b] | 36.667±5.774[b] |
| 30 | 8,222.222±1,018.350[b] | 41.111±5.092[b] |
| 35 | 12,222.222±2,036.701[a] | 61.111±10.184[a] |
| 40 | 8,000.003±1,154.701[b] | 40.000±5.774[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

ผลการรอดตายของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula พบว่าที่ความเค็มทั้ง 5 ระดับมีจำนวนตัวอ่อนที่พัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula ทั้งสิ้น 858.444±222.494, 1,239.444±144.206, 1,888.889±81.944, 2,403.333±147.120 และ 1,708.000±89.052 ตัว ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีจำนวนตัวอ่อนที่พัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula มากที่สุด รองลงมาเป็นการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน ในขณะที่การอนุบาลในระดับความเค็ม 20 ส่วนพัน มีจำนวนตัวอ่อนที่พัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula น้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาอัตราการรอดตายจากระยะ doliolaria ถึง pentactula พบว่าที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดคือ 23.217±3.071 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น 40, 35, 25 และ 20 ส่วนในพัน ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 21.797±4.645, 19.947±2.622, 17.157±3.256 และ 12.853±3.037 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าอัตราการรอดตายของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula เมื่ออนุบาลที่ระดับความเค็มต่าง ๆ มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีอัตราการรอดตายของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 25, 35 และ 40 ส่วนในพัน ในขณะที่การอนุบาลที่ระดับความเค็ม 25 ส่วนในพัน นั้น มีอัตราการรอดตายของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 20, 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน (ตารางที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 9** การรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria ถึงระยะ pentactula เมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | การรอดตาย | | |
|---|---|---|---|
| | ระยะ doliolaria (ตัว) | ระยะ pentactula (ตัว) | อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)* |
| 20 | 6,666.667±666.665 | 858.444±222.494 | 12.853±3.037[b] |
| 25 | 7,333.337±1,154.701 | 1,239.444±144.206 | 17.157±3.256[ab] |
| 30 | 8,222.222±1,018.350 | 1,888.889±81.944 | 23.217±3.071[a] |
| 35 | 12,222.222±2,036.701 | 2,403.333±147.120 | 19.947±2.622[a] |
| 40 | 8,000.003±1,154.701 | 1,708.000±89.052 | 21.797±4.645[a] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

### 3.2. ขนาดของตัวอ่อน

การอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อนในน้ำทะเลที่ระดับความเค็ม 20, 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน พบว่าตัวอ่อนระยะ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ (fully auricularia) มีขนาดความยาวเฉลี่ย 905.555±45.897, 1,074.444±99.168, 1,027.778±47.386, 1,122.222±92.170 และ 978.333±165.890 ไมครอน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน จะให้ตัวอ่อนระยะ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 25, 30 และ 40 ส่วนในพัน ในขณะที่ขนาดของ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ เมื่ออนุบาลในระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการอนุบาลในระดับความเค็ม 25, 30 และ 40 ส่วนในพัน

สำหรับขนาดของตัวอ่อนระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลที่ระดับความเค็มแตกต่างกันทั้ง 5 ระดับ พบว่ามีความยาวเฉลี่ย 490.000±43.333, 498.889±26.736, 507.778±19.245, 567.778±35.642 และ 561.111±70.264 ไมครอน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าตัวอ่อนระยะ doliolaria ที่อนุบาลในระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาเป็นการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 40, 30, 25 และ 20 ส่วนในพัน ตามลำดับ แต่จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าขนาดของตัวอ่อนระยะ doliolaria ดังกล่าว มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 10** ขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia และ doliolariaเมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | ขนาด (ไมครอน) | |
|---|---|---|
| | ระยะ Auricularia* | ระยะ Doliolaria$^{ns}$ |
| 20 | 905.555±45.897$^{b}$ | 490.000±43.333 |
| 25 | 1,074.444±99.168$^{ab}$ | 498.889±26.736 |
| 30 | 1,027.778±47.386$^{ab}$ | 507.778±19.245 |
| 35 | 1,122.222±92.170$^{a}$ | 567.778±35.642 |
| 40 | 978.333±165.890$^{ab}$ | 561.111±70.264 |

หมายเหตุ 1. ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

2. ns คือ non-significant หมายถึง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในสดมภ์เดียวกัน

**3.3. ระยะเวลาการพัฒนา**

ผลของระดับความเค็มต่อระยะเวลาในการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในที่นี้ แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงแรกตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะ doliolaria และช่วงหลังตั้งแต่ระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula โดยเมื่ออนุบาลตัวอ่อนในระดับความเค็ม 20, 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน ตัวอ่อน auricularia ใช้เวลาพัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria เฉลี่ย 23.667±0.577, 21.000±1.732, 20.333±0.577, 20.000±1.000 และ 19.333±0.577 วัน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการอนุบาลตัวอ่อนที่ระดับความเค็มสูง 40 ส่วนในพัน จะส่งผลให้ตัวอ่อนระยะ auricularia พัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria ได้เร็วที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 25, 30 และ 35 ส่วนในพัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน และจากผลของระยะเวลาการพัฒนาในช่วงระดับความเค็มที่กำหนดดังกล่าวนั้น ยังแสดงให้เห็นว่าตัวอ่อน auricularia สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria ได้เร็วขึ้นเมื่อระดับความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 11)

สำหรับการพัฒนาของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula ใช้เวลาเฉลี่ย 7.667±0.577, 7.333±0.577, 5.667±0.577, 5.000±1.000 และ 4.333±0.577 วัน ตามลำดับ การวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการพัฒนาในแต่ละระดับความเค็ม มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างระดับความเค็มพบว่า ที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน มีระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะ doliolaria ถึงระยะ pentactula สั้นที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันกับที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน ในขณะที่ที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน กลับมีระยะเวลาการพัฒนาไม่แตกต่างกันกับที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน ส่วนระดับความเค็มที่มีระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนนานที่สุดคือ 20 ส่วนในพัน ซึ่งมีค่าแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันทางสถิติกับที่ระดับความเค็ม 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน แต่ไม่แตกต่างกันกับที่ 25 ส่วนในพัน (ตารางที่ 11)

**ตารางที่ 11** ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในแต่ละระยะเมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | ระยะเวลา (วัน) | |
|---|---|---|
| | Auricularia – Doliolaria* | Doliolaria – Pentactula* |
| 20 | 23.667±0.577[a] | 7.667±0.577[a] |
| 25 | 21.000±1.732[b] | 7.333±0.577[a] |
| 30 | 20.333±0.577[b] | 5.667±0.577[b] |
| 35 | 20.000±1.000[b] | 5.000±1.000[bc] |
| 40 | 19.333±0.577[b] | 4.333±0.577[c] |

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

การพัฒนาจากระยะ auricularia จนถึง pentactula พบว่า การอนุบาลที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน นั้น ตัวอ่อนใช้ระยะเวลาในการพัฒนาสั้นที่สุด รองลงมาเป็น 35, 30, 25 และ 20 ส่วนในพัน ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาการพัฒนา 23.667±0.577, 25.000±1.732, 26.000±0.000, 28.333±1.528 และ 31.333±1.155 วัน ตามลำดับ การวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าตัวอ่อนที่อนุบาลในระดับความเค็มต่างกันมีระยะเวลาในการพัฒนาแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ แต่การพัฒนาของตัวอ่อนที่ความเค็ม 40 ส่วนในพัน ซึ่งใช้ระยะเวลาพัฒนาสั้นที่สุดนั้น มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการพัฒนาที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน และการพัฒนาที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน ยังใช้เวลาในการพัฒนาไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน (ตารางที่ 12)

### 3.4. การลงเกาะและอัตราการลงเกาะ

ตัวอ่อนของปลิงดำที่เป็นระยะลงเกาะคือระยะ pentactular โดยการลงเกาะจะเห็นได้ชัดเมื่อหนวดยื่นออกมาภายนอกและปรากฏส่วนของ ambulacral podia อันแรก ในการศึกษาครั้งนี้จึงถือเอาระยะ pentactula เป็นระยะลงเกาะ (settlement stage) ซึ่งจากการอนุบาลตัวอ่อนที่ระดับความเค็ม 20, 25, 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน มีตัวอ่อนที่ลงเกาะเป็นจำนวน 858.444±222.494, 1,239.444±144.206, 1,888.889±81.944, 2,403.333±147.120 และ 1,708.000±89.052 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการลงเกาะ 4.292±1.112, 6.197±0.721, 9.444±0.410, 12.017±0.736 และ 8.540±0.445 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าทั้งจำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่ออนุบาลในระดับความเค็มแตกต่างกัน โดยจำนวนและอัตราการลงเกาะเมื่ออนุบาลที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีค่าสูงที่สุด ในขณะที่การอนุบาลที่ระดับความเค็ม 20 ส่วนในพัน มีค่าต่ำที่สุด ส่วนการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 30 และ 40 ส่วนในพัน มีจำนวนและอัตราการลงเกาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 13)

**ตารางที่ 12** ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึง pentactula เมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | ระยะเวลาการพัฒนา (วัน)* |
|---|---|
| 20 | $31.333\pm1.155^{a}$ |
| 25 | $28.333\pm1.528^{b}$ |
| 30 | $26.000\pm0.000^{c}$ |
| 35 | $25.000\pm1.732^{cd}$ |
| 40 | $23.667\pm0.577^{d}$ |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

**ตารางที่ 13** จำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำเมื่ออนุบาลในน้ำทะเลที่มีระดับความเค็มแตกต่างกัน

| ระดับความเค็ม (ส่วนในพัน) | การลงเกาะ | |
|---|---|---|
| | จำนวน (ตัว)* | อัตราการลงเกาะ (เปอร์เซ็นต์)* |
| 20 | $858.444\pm222.494^{d}$ | $4.292\pm1.112^{d}$ |
| 25 | $1{,}239.444\pm144.206^{c}$ | $6.197\pm0.721^{c}$ |
| 30 | $1{,}888.889\pm81.944^{b}$ | $9.444\pm0.410^{b}$ |
| 35 | $2{,}403.333\pm147.120^{a}$ | $12.017\pm0.736^{a}$ |
| 40 | $1{,}708.000\pm89.052^{b}$ | $8.540\pm0.445^{b}$ |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

**4. การศึกษาสัดส่วนชนิดอาหารในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน**

การศึกษาสัดส่วนชนิดอาหาร โดยเลือกใช้แพลงก์ตอนพืช 4 ชนิด คือ *Chaetoceros calcitrans, Tetraselmis chuii, Isochrysis galbana* และ *Skeletonema costatum* กำหนดสัดส่วนอาหารเป็น 4 ชุดการทดลองคือ *C. calcitrans, C. calcitrans* + *T. chuii* ในสัดส่วน 1:1, *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 และ *C. calcitrans* + *S. costatum* ในสัดส่วน 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใช้เป็นอาหารในการอนุบาลปลิงดำระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula ความหนาแน่น 20,000-25,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร วันละ 2 ครั้ง พบว่าผลที่ได้มีดังนี้

**4.1. การรอดตายและอัตราการรอดตาย**

การรอดตายของตัวอ่อนปลิงดำสามารถรายงานผลได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรก ตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึง doliolaria และช่วงหลัง ตั้งแต่ระยะ doliolaria จนถึง pentactula ผลการรอดตายและอัตราการรอดตายในช่วงแรกแสดงไว้ในตารางที่ 14 โดยการอนุบาลด้วยอาหารที่เป็น *C. calcitrans*, *C. calcitrans* + *T. chuii*, *C. calcitrans* + *I. galbana* และ *C. calcitrans* + *S. costatum* มีการรอดตายของตัวอ่อน doliolaria จำนวน 6,500.003±1,374.367, 11,166.668±1,478.239, 13,666.665±1,924.502 และ 8,083.336±687.186 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการรอดตาย 32.500±6.872, 55.833±7.391, 68.333±9.623 และ 40.417±3.436 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าทั้งจำนวนและอัตราการรอดตายในแต่ละชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยจะเห็นได้ว่าการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 มีจำนวนและอัตราการรอดตายของตัวอ่อน doliolaria สูงที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดการทดลองอื่น ในขณะที่การอนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงอย่างเดียว กับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 ให้จำนวนและอัตราการรอดตายของตัวอ่อน doliolaria ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

**ตารางที่ 14** การรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน

| สัดส่วนชนิดอาหาร | การรอดตาย | |
|---|---|---|
| | จำนวน (ตัว)* | อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)* |
| *C. calcitrans* (ชุดควบคุม) | 6,500.003±1,374.367$^{c}$ | 32.500±6.872$^{c}$ |
| *C. calcitrans* + *T. chuii* (1:1) | 11,166.668±1,478.239$^{b}$ | 55.833±7.391$^{b}$ |
| *C. calcitrans* + *I. galbana* (1:1) | 13,666.665±1,924.502$^{a}$ | 68.333±9.623$^{a}$ |
| *C. calcitrans* + *S. costatum* (1:1) | 8,083.336±687.186$^{c}$ | 40.417±3.436$^{c}$ |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

การรอดตายและอัตราการรอดตายของตัวอ่อนปลิงดำในช่วงหลังตั้งแต่ระยะ doliolaria จนถึง pentactula แสดงไว้ในตารางที่ 15 พบว่าการอนุบาลด้วยอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีตัวอ่อนที่พัฒนาถึงระยะ pentactula จำนวน 2,000.000±215.269, 3,304.667±358.654, 5,109.333±531.410 และ 2,460.333±151.145 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการรอดตายของตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนปลิงดำจากระยะ doliolaria ถึงระยะ pentactula เท่ากับ 31.586±5.502, 29.854±3.850, 38.228±8.170 และ 30.693±4.185 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะเห็นได้ว่าการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดซึ่งสอดคล้องกับการรอดตายในช่วงแรก

**ตารางที่ 15** การรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน

| สัดส่วนชนิดอาหาร | การรอดตาย | | |
|---|---|---|---|
| | ระยะ doliolaria (ตัว) | ระยะ pentactula (ตัว) | อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)$^{ns}$ |
| *C. calcitrans* (ชุดควบคุม) | 6,500.003±1,374.367 | 2,000.000±215.269 | 31.586±5.502 |
| *C. calcitrans* + *T. chuii* (1:1) | 11,166.668±1,478.239 | 3,304.667±358.654 | 29.854±3.850 |
| *C. calcitrans* + *I. galbana* (1:1) | 13,666.665±1,924.502 | 5,109.333±531.410 | 38.228±8.170 |
| *C. calcitrans* + *S. costatum* (1:1) | 8,083.336±687.186 | 2,460.333±151.145 | 30.693±4.185 |

หมายเหตุ ns คือ non-significant หมายถึง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในสดมภ์เดียวกัน

**4.2. ขนาดของตัวอ่อน**

การอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกันคือ *C. calcitrans*, *C. calcitrans* + *T. chuii*, *C. calcitrans* + *I. galbana* และ *C. calcitrans* + *S. costatum* พบว่าตัวอ่อนระยะ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ มีขนาดความยาวเฉลี่ย 1,039.167±16.130, 1,091.667±49.065, 1,112.500±25.909 และ 1,065.000±19.100 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นได้ว่าการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงเดียวนั้นให้ตัวอ่อนที่มีขนาดเล็กที่สุด ส่วนการให้ *C. calcitrans* + *I. galbana* สัดส่วน 1:1, *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 และ *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 นั้นมีขนาดของ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16)

สำหรับขนาดของตัวอ่อนระยะ doliolaria พบว่ามีขนาดความยาวเฉลี่ย 555.000±12.323, 580.833±13.437, 592.500±28.723 และ 557.500±11.980 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 ให้ตัวอ่อน doliolaria ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *T. chuii* ในสัดส่วน 1:1 ในขณะที่การอนุบาลด้วย *C. calcitrans*, *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 และ *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 ให้ตัวอ่อนที่มีขนาดไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 16** ขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia และ doliolaria เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน

| สัดส่วนชนิดอาหาร | ขนาด (ไมครอน) | |
|---|---|---|
| | ระยะ Auricularia* | ระยะ Doliolaria* |
| *C. calcitrans* (ชุดควบคุม) | 1,039.167±16.130[b] | 555.000±12.323[b] |
| *C. calcitrans* + *T. chuii* (1:1) | 1,091.667±49.065[a] | 580.833±13.437[ab] |
| *C. calcitrans* + *I. galbana* (1:1) | 1,112.500±25.909[a] | 592.500±28.723[a] |
| *C. calcitrans* + *S. costatum* (1:1) | 1,065.000±19.100[ab] | 557.500±11.980[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

**4.3. ระยะเวลาการพัฒนา**

ตัวอ่อนปลิงดำที่อนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกันคือ *C. calcitrans*, *C. calcitrans* + *T. chuii*, *C. calcitrans* + *I. galbana* และ *C. calcitrans* + *S. costatum* มีระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะ auricularia จนถึง doliolaria เฉลี่ย 20.000±0.816, 18.750±0.500, 18.250±0.957 และ 19.750±0.500 วัน ตามลำดับ เมื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าระยะเวลาในการพัฒนาดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* สัดส่วน 1:1 ตัวอ่อนสามารถพัฒนาจากระยะ auricularia ไปเป็น doliolaria ได้เร็วที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงอย่างเดียว และการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 ในขณะที่การอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 และ *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 มีระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะ auricularia ไปเป็นระยะ doliolaria ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงอย่างเดียว และการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 ที่มีระยะเวลาในการพัฒนาไม่แตกต่างกันทางสถิติเช่นกัน

สำหรับพัฒนาการของตัวอ่อนตั้งแต่ระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula นั้น ใช้เวลาเฉลี่ย 5.750±0.500, 5.000±0.000, 4.750±0.500 และ 5.500±0.577 วัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าการอนุบาลด้วยอาหารทั้ง 4 ชุดการทดลอง มีระยะเวลาในการพัฒนาจากระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยการให้อาหารที่เป็น *C. calcitrans* + *I. galbana* สัดส่วน 1:1 มีระยะเวลาสั้นที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับการให้อาหารที่เป็น *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 ในขณะที่การให้อาหารที่เป็น *C. calcitrans* เพียงอย่างเดียวมีระยะเวลาในการพัฒนานานที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันกับการให้อาหารที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 อย่างไรก็ตามการให้อาหารที่เป็น *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 นี้กลับมีความระยะเวลาการพัฒนาไม่แตกต่างกันกับการให้ *C. calcitrans* + *T. chuii* ในสัดส่วน 1:1 (ตารางที่ 17)

**ตารางที่ 17** ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในแต่ละระยะเมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน

| สัดส่วนชนิดอาหาร | ระยะเวลา (วัน) | |
|---|---|---|
| | Auricularia – Doliolaria | Doliolaria - Pentactula |
| *C. calcitrans* (ชุดควบคุม) | 20.000±0.816$^{a}$ | 5.750±0.500$^{a}$ |
| *C. calcitrans* + *T. chuii* (1:1) | 18.750±0.500$^{bc}$ | 5.000±0.000$^{bc}$ |
| *C. calcitrans* + *I. galbana* (1:1) | 18.250±0.957$^{c}$ | 4.750±0.500$^{c}$ |
| *C. calcitrans* + *S. costatum* (1:1) | 19.750±0.500$^{ab}$ | 5.500±0.577$^{ab}$ |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

การพัฒนาของตัวอ่อนจากระยะ auricularia จนถึง pentactula พบว่าการให้อาหารที่เป็น *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 ทำให้ตัวอ่อนปลิงดำใช้ระยะเวลาในการพัฒนาสั้นที่สุด รองลงมาเป็นการอนุบาลด้วยอาหารที่เป็น *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1, *C. calcitrans* + *S. costatum* สัดส่วน 1:1 และ *C. calcitrans* ตามลำดับ โดยใช้เวลาในการพัฒนา 23.000±1.414, 23.750±0.500, 25.250±0.500 และ 25.750±0.957 วัน ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าการอนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน ทำให้ตัวอ่อนปลิงดำมีการพัฒนาในระยะเวลาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบว่าการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 ใช้ระยะเวลาพัฒนาไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 และการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงอย่างดียวก็ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาไม่แตกต่างกันกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *S. costatum* ในสัดส่วน 1:1 (ตารางที่ 18)

### 4.4. การลงเกาะและอัตราการลงเกาะ

การอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ *C. calcitrans*, *C. calcitrans* + *T. chuii*, *C. calcitrans* + *I. galbana* และ *C. calcitrans* + *S. costatum* พบว่าตัวอ่อนสามารถพัฒนาจนถึงระยะลงเกาะจำนวน 2,000.000±215.269, 3,304.667±358.654, 5,109.333±531.410 และ 2,460.333±151.145 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการลงเกาะ 10.000±1.076, 16.523±1.793, 25.547±2.657 และ 12.302±0.756 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะและอัตราการลงเกาะของตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อน ในแต่ละชุดการทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยตัวอ่อนที่อนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *I. galbana* สัดส่วน 1:1 มีจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะและอัตราการลงเกาะสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการอนุบาลด้วยอาหารในชุดการทดลองอื่น ในขณะที่การอนุบาลด้วย *C. calcitrans* เพียงอย่างเดียว มีจำนวนและอัตราการลงเกาะต่ำที่สุด (ตารางที่ 19)

**ตารางที่ 18** ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึง pentactula เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน

| สัดส่วนชนิดอาหาร | ระยะเวลาการพัฒนา (วัน)* |
|---|---|
| *C. calcitrans* (ชุดควบคุม) | 25.750±0.957[a] |
| *C. calcitrans* + *T. chuii* (1:1) | 23.750±0.500[b] |
| *C. calcitrans* + *I. galbana* (1:1) | 23.000±1.414[b] |
| *C. calcitrans* + *S. costatum* (1:1) | 25.250±0.500[a] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

**ตารางที่ 19** จำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ pentactula เมื่ออนุบาลด้วยอาหารที่มีสัดส่วนชนิดแตกต่างกัน

| สัดส่วนชนิดอาหาร | การลงเกาะ | |
|---|---|---|
| | จำนวน (ตัว) | อัตราการลงเกาะ (เปอร์เซ็นต์)* |
| *C. calcitrans* (ชุดควบคุม) | 2,000.000±215.269[c] | 10.000±1.076[c] |
| *C. calcitrans* + *T. chuii* (1:1) | 3,304.667±358.654[b] | 16.523±1.793[b] |
| *C. calcitrans* + *I. galbana* (1:1) | 5,109.333±531.410[a] | 25.547±2.657[a] |
| *C. calcitrans* + *S. costatum* (1:1) | 2,460.333±151.145[c] | 12.302±0.756[c] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

**5. การศึกษาการให้แสงในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน**

การอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำโดยการให้แสงแตกต่างกัน 4 ลักษณะ คือ ไม่ให้แสงตลอดเวลา การให้แสงตลอดเวลา การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ พบว่าผลที่ได้มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.1. การรอดตายและอัตราการรอดตาย

การศึกษาการให้แสงกับตัวอ่อนปลิงดำระยะ auricularia จนถึงระยะลงเกาะหรือ pentactula ทั้ง 4 ลักษณะ พบว่ามีตัวอ่อนที่รอดตายและพัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria จำนวน 16,171.500±1,812.425, 8,257.750±1,081.485, 12,635.083±1,744.805 และ 13,100.500±1,959.552 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการรอดตาย 80.858±9.062, 41.289±5.407, 63.175±8.724 และ 65.503±9.798 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบว่าจำนวนและอัตราการรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria ที่ได้รับแสงทั้ง 4 ลักษณะ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทั้งจำนวนและอัตราการรอดตาย พบว่าการอนุบาลโดยไม่ให้แสงตลอดเวลามีจำนวนและอัตราการรอดตายสูงที่สุด ส่วนการให้แสงตลอดเวลานั้นมีจำนวนและอัตราการรอดตายต่ำที่สุด และแตกต่างกันทางสถิติกับการให้แสงอีก 3 ลักษณะ ในขณะที่การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง กับการให้แสงตามธรรมชาติมีจำนวนและอัตราการรอดตายของตัวอ่อน doliolaria ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 20)

**ตารางที่ 20** การรอดตายของตัวอ่อนระยะ auricularia จนถึงระยะ doliolaria เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน

| การให้แสง | การรอดตาย | |
|---|---|---|
| | จำนวน (ตัว)* | อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)* |
| ไม่ให้แสงตลอดเวลา | 16,171.500±1,812.425[a] | 80.858±9.062[a] |
| ให้แสงตลอดเวลา | 8,257.750±1,081.485[c] | 41.289±5.407[c] |
| ให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง | 12,635.083±1,744.805[b] | 63.175±8.724[b] |
| ให้แสงตามธรรมชาติ | 13,100.500±1,959.552[b] | 65.503±9.798[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

เมื่อพิจารณาการรอดตายจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula พบว่ามีตัวอ่อนที่รอดตายจำนวน 9,261.167±1,509.797; 2,992.917±294.506; 4,996.417±840.220 และ 5,557.833±831.175 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการรอดตายจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula เฉลี่ยเท่ากับ 57.147±4.652, 36.546±4.661, 39.432±1.682 และ 43.209±9.108 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าตัวอ่อน pentactula ที่อนุบาลภายใต้การได้รับแสงที่แตกต่างกันมีอัตราการรอดตายแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างการให้แสงในลักษณะต่างๆ จะเห็นได้ว่าการไม่ให้แสงตลอดเวลามีอัตราการรอดตายของตัวอ่อน pentactula สูงที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้แสงในลักษณะอื่น ในขณะที่การให้แสงตลอดเวลา การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ มีอัตราการรอดของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 21)

**ตารางที่ 21** การรอดตายของตัวอ่อนระยะ doliolaria จนถึงระยะ pentactula เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน

| การให้แสง | การรอดตาย | | |
|---|---|---|---|
| | ระยะ doliolaria (ตัว) | ระยะ pentactula (ตัว) | อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)* |
| ไม่ให้แสงตลอดเวลา | 16,171.500±1,812.425 | 9,261.167±1,509.797 | 57.147±4.652[a] |
| ให้แสงตลอดเวลา | 8,257.750±1,081.485 | 2,992.917±294.506 | 36.546±4.661[b] |
| ให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง | 12,635.083±1,744.805 | 4,996.417±840.220 | 39.432±1.682[b] |
| ให้แสงตามธรรมชาติ | 13,100.500±1,959.552 | 5,557.833±831.175 | 43.209±9.108[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

### 5.2. ขนาดของตัวอ่อน

การอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำภายใต้การให้แสงแตกต่างกัน 4 ลักษณะ ได้แก่ การไม่ให้แสงตลอดเวลา การให้แสงตลอดเวลา การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ พบว่าตัวอ่อนระยะ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ มีขนาดความยาว 945.417±48.042, 664.167±16.415, 1,066.667±41.388 และ 1,118.750±24.884 ไมครอน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการให้แสงในแต่ละลักษณะ พบว่าตัวอ่อน auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ ซึ่งอนุบาลภายใต้การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง กับการให้แสงตามธรรมชาติ มีขนาดใหญ่ที่สุดและมีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าผลจากการให้แสงทั้งสองลักษณะมีค่าแตกต่างกันทางสถิติกับการไม่ให้แสงตลอดเวลา และการให้แสงตลอดเวลา (ตารางที่ 22)

สำหรับขนาดของตัวอ่อนระยะ doliolaria พบว่าให้ผลสอดคล้องกับตัวอ่อนระยะ auricularia ที่พัฒนาสมบูรณ์ โดมีความยาวเฉลี่ย 565.000±11.706, 515.000±4.303, 592.500±9.179 และ 601.667±6.939 ไมครอน ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าตัวอ่อน doliolaria ที่อนุบาลภายใต้การให้แสงทั้ง 4 ลักษณะ มีขนาดความยาวแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการได้รับแสงแต่ละลักษณะจะเห็นได้ว่าการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง กับให้แสงตามธรรมชาติ มีความยาวของตัวอ่อน doliolaria มากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง กับให้แสงตามธรรมชาติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการไม่ให้แสงตลอดเวลาและการให้แสงตลอดเวลา (ตารางที่ 22)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 22** ขนาดของตัวอ่อนระยะ auricularia และ doliolaria เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน

| การให้แสง | ขนาด (ไมครอน) | |
|---|---|---|
| | ระยะ Auricularia* | ระยะ Doliolaria* |
| ไม่ให้แสงตลอดเวลา | 945.417±48.042[b] | 565.000±11.706[b] |
| ให้แสงตลอดเวลา | 664.167±16.415[c] | 515.000±4.303[c] |
| ให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง | 1,066.667±41.388[a] | 592.500±9.179[a] |
| ให้แสงตามธรรมชาติ | 1,118.750±24.884[a] | 601.667±6.939[a] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

### 5.3. ระยะเวลาการพัฒนา

การศึกษาผลของการให้แสงต่อพัฒนาการของตัวอ่อนจากระยะ auricularia ถึง pentactula พบว่าการไม่ให้แสงตลอดเวลา การให้แสงตลอดเวลา การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ ส่งผลให้ตัวอ่อนพัฒนาจากระยะ auricularia จนถึง doliolaria ได้ภายในระยะเวลา 18.500±0.577, 20.250±0.500, 19.000±0.816 และ 18.500±1.291 วัน ตามลำดับ การวิเคราะห์ผลทางสถิติแสดงให้เห็นความแตกต่างของระยะเวลาการพัฒนาระหว่างการให้แสงที่แตกต่างกัน โดยการไม่ให้แสงตลอดเวลามีผลให้ตัวอ่อนมีพัฒนาการเร็วที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้แสงตามธรรมชาติและการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง ในขณะที่การให้แสงตลอดเวลามีผลให้ตัวอ่อนมีพัฒนาการช้าที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง (ตารางที่ 23)

การพัฒนาของตัวอ่อนจากระยะ doliolaria จนถึง pentactula พบว่าการให้แสงที่แตกต่างกัน 4 ลักษณะ ส่งผลให้ตัวอ่อนมีระยะเวลาการพัฒนา 4.500±0.577, 6.250±0.500, 5.250±0.500 และ 4.750±0.500 วัน ตามลำดับ ซึ่งตัวอ่อนที่ไม่ได้รับแสงตลอดเวลาจะมีพัฒนาการในระยะเวลาสั้นที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ ส่วนการให้แสงตลอดเวลานั้นมีการพัฒนาการของตัวอ่อนนานที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้แสงอีก 3 ลักษณะ (ตารางที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 23** ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนปลิงดำในแต่ละระยะเมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน

| การให้แสง | ระยะเวลา (วัน) | |
|---|---|---|
| | Auricularia – Doliolaria* | Doliolaria – Pentactula* |
| ไม่ให้แสงตลอดเวลา | 18.500±0.577[b] | 4.500±0.577[b] |
| ให้แสงตลอดเวลา | 20.250±0.500[a] | 6.250±0.500[a] |
| ให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง | 19.000±0.816[ab] | 5.250±0.500[b] |
| ให้แสงตามธรรมชาติ | 18.500±1.291[b] | 4.750±0.500[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

การให้แสงที่แตกต่างกันมีผลต่อระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนจากระยะ auricularia จนถึง pentactula พบว่าการไม่ให้แสงตลอดเวลามีผลทำให้ต่ออ่อนพัฒนาเข้าสู่ระยะ pentactula ในระยะเวลาสั้นที่สุด รองลงมาเป็นการให้แสงตามธรรมชาติ การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตลอดเวลา ตามลำดับ โดยมีระยะเวลาในการพัฒนา 23.000±0.816, 23.250±1.708, 24.250±0.957 และ 26.500±0.577 วัน ตามลำดับ การวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าระยะเวลาการพัฒนาดังกล่าวมีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตัวอ่อนที่อนุบาลภายใต้การไม่ให้แสงตลอดเวลา การให้แสงตามธรรมชาติ และการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง มีระยะเวลาการพัฒนาไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการอนุบาลภายใต้การให้แสงตลอดเวลา (ตารางที่ 24)

**ตารางที่ 24** ระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อนระยะ auricularia ถึง pentactula เมื่ออนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน

| การให้แสง | ระยะเวลาการพัฒนา (วัน)* |
|---|---|
| ไม่ให้แสงตลอดเวลา | 23.000±0.816[b] |
| ให้แสงตลอดเวลา | 26.500±0.577[a] |
| ให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง | 24.250±0.957[b] |
| ให้แสงตามธรรมชาติ | 23.250±1.708[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.4. การลงเกาะและอัตราการลงเกาะ

ผลการลงเกาะพิจารณาจากจำนวนตัวอ่อนระยะ auricularia ที่ปล่อยลงเลี้ยงกับจำนวนตัวอ่อนระยะ pentactula ที่ลงเกาะบนวัสดุเกาะ ส่วนระยะเวลาการลงเกาะรายงานไว้ในส่วนของระยะเวลาการพัฒนา โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าการอนุบาลภายใต้ การไม่ให้แสงตลอดเวลา การให้แสงตลอดเวลา การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ มีจำนวนตัวอ่อน pentactula ลงเกาะ 9,261.167±1,509.797; 2,992.917±294.506; 4,996.417±840.220 และ 5,557.833±831.175 ตัว ตามลำดับ คิดเป็นอัตราการลงเกาะ 46.306±7.549, 14.965±1.473, 24.982±4.201 และ 27.789±4.156 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าทั้งจำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนภายใต้การให้แสงในแต่ละลักษณะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการอนุบาลภายใต้การไม่ให้แสงตลอดเวลามีจำนวนและอัตราการลงเกาะสูงที่สุด และแตกต่างกันกับการให้แสงในอีกสามลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่การอนุบาลภายใต้การให้แสงตามธรรมชาติกับการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยรองลงมาตามลำดับ แต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 25)

**ตารางที่ 25** จำนวนและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปลิงดำระยะ pentactula ที่อนุบาลภายใต้การให้แสงที่แตกต่างกัน

| การให้แสง | การลงเกาะ | |
|---|---|---|
| | จำนวน (ตัว)* | อัตราการลงเกาะ (เปอร์เซ็นต์)* |
| ไม่ให้แสงตลอดเวลา | 9,261.167±1,509.797[a] | 46.306±7.549[a] |
| ให้แสงตลอดเวลา | 2,992.917±294.506[c] | 14.965±1.473[c] |
| ให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง | 4,996.417±840.220[b] | 24.982±4.201[b] |
| ให้แสงตามธรรมชาติ | 5,557.833±831.175[b] | 27.789±4.156[b] |

**หมายเหตุ** ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันกำกับ แสดงความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญในสดมภ์เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# วิจารณ์ผล

## การศึกษาระดับความเค็มในการฟักไข่ปลิงดำ

จากการทดลองที่ระดับความเค็ม 40 และ 45 ส่วนในพัน ไข่ทั้งหมดไม่สามารถพัฒนาถึงระยะ gastrula ได้ แสดงว่าที่ระดับความเค็มดังกล่าวทำให้พัฒนาการของคัพภะไม่สมบูรณ์หรือไข่ไม่ได้รับการปฏิสนธิ สอดคล้องกับ อารมณ์ (2545) ที่รายงานว่าปลิงทะเลเป็นสัตว์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงแคบ เนื่องจากมีระบบควบคุมสมดุลเกลือแร่ (osmoregulation) ที่ยังพัฒนาไม่มากนัก ความเค็มมีผลต่อการควบคุมสมดุลเกลือแร่ระหว่างของเหลวภายในเซลล์และช่องลำตัวของปลิงทะเลจะมีปริมาณใกล้เคียงกับน้ำทะเล (อารมณ์ 2545 อ้างตาม Binyon, 1972) ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตจะมีคุณสมบัติในการเป็นเยื่อเลือกผ่าน คือยอมให้น้ำผ่านเข้าและออกเซลล์ได้ แต่ไม่ยอมให้สารโมเลกุลผ่านเข้าออก ดังนั้นเมื่อความเค็มของน้ำทะเลสูงขึ้น น้ำจากภายในเซลล์ผ่านออกไปภายนอกเซลล์มากจึงทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลงหรือเหี่ยวและตายในที่สุด (อารมณ์ 2545 อ้างตาม Milne, 1995) และสอดคล้องกับ Yellow Sea Fisheries Research Institute in Qingdao (1991) ที่รายงานว่าระดับความเค็มที่สูงมากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อพัฒนาการของตัวอ่อน อาจทำให้ตัวอ่อนพิการหรือตายได้

ผลจากการฟักพบว่าที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีอัตราการฟักสูงที่สุด คือ 90.420± 3.191 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีอัตราการฟัก 54.978±7.877 เปอร์เซ็นต์ แต่จากรายงานของ Laxminarayana (2005) ซึ่งทดลองในปลิงดำ (*H. atra*) จากเกาะ Mauritius พบว่าอัตราการฟักที่ระดับความเค็ม 34-35 ส่วนในพัน มีค่าสูงถึง 98.3 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้อาจเป็นเนื่องจากการที่ฝั่งอ่าวไทยและเกาะ Mauritius ในมหาสมุทรอินเดีย มีระดับความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลแตกต่างกัน ปลิงดำจะมีการปรับตัวและตอบสนองต่อระดับความเค็มที่แตกต่างกัน ระดับความเค็มเฉลี่ยบริเวณหาดสถาบัน (อ่าวไทย) คือ 30 ส่วนในพัน ส่วนเกาะ Mauritius มีระดับความเค็มเฉลี่ย 35 ส่วนในพัน (Goorah *et al.*, 1998)

ระยะเวลาการพัฒนาการของไข่ปลิงดำที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน ใช้ระยะเวลาการฟักเป็นตัวอ่อน auricularia สั้นที่สุดเฉลี่ย 46.333±2.081 ชั่วโมง พบว่าปลิงทะเลแต่ละชนิดจะมีระยะเวลาในการฟักที่ระดับความแตกต่างกัน เช่น ปลิงทะเล *A. japonicas* ใช้ระยะเวลา 34 ชั่วโมง ในการฟักที่ระดับความเค็ม 36 ส่วนในพัน (Xiyin *et al.*, 2004) ปลิงทะเล *Stichopus* sp. ใช้ระยะเวลา 35 ชั่วโมง (Hu *et al.* , 2010) ปลิงทะเล *H. spinifera* ใช้ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ในการฟักที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน (Asha and Muthiah, 2005)

ขนาดของตัวอ่อนที่สมบูรณ์และขนาดใหญ่สุดที่ระดับความเค็ม 30 ส่วนในพัน คือ 403.333±17.275 ไมครอน ใกล้เคียงกับ Gerris *at al.* (1995) ที่รายงานขนาดตัวอ่อนระยะ auricularia ของปลิงดำ *H. atra* เฉลี่ย 431±41.70 ไมครอน ที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน จากการทดลองมีขนาดของ auricularia 166.666±15.275 ไมครอน ซึ่งมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับ 440 ไมครอน ซึ่งรายงานโดย Laxminarayana (2005) และยังเป็นขนาดที่ใกล้เคียงกับทดลองที่ 30 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพัน ดังนั้นจึงเป็นส่วนที่สามารถส่งเสริมข้อมูลที่กล่าวในข้างต้นคือการพัฒนาการของปลิงดำจะสอดคล้องกับระดับความเค็มปกติในแหล่งอาศัยเดิม ขนาดของตัวอ่อนของปลิงทะเลแต่ละชนิดจะแตกต่างกันถึงแม้จะทำการเพาะฟักในระดับความเค็มเดียวกัน เช่น auricularia ของปลิงทะเล *A. japonicas* ที่ฟักในน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพัน มีขนาด 320-600 ไมครอน (Renbo and Yuan, 2004) ปลิงทะเล *B. marmorata* ที่ทำการฟักในน้ำทะเลความเค็ม 35 ส่วนในพัน มีขนาด 370 ไมครอน (Laxminarayana, 2005)

**การศึกษาระดับความเค็มในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน**

จากการศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมในการอนุบาลปลิงดำตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula พบว่าระดับความเค็มที่เหมาะสมคือ 35 ส่วนในพัน เนื่องจากมีอัตราการรอดตายและอัตราการลงเกาะสูงที่สุด และตัวอ่อนที่ได้ยังมีขนาดใหญ่ที่สุด Verween *et al.* (2007) กล่าวว่าความเค็มเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อม ที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของตัวอ่อนในลักษณะจำเพาะชนิด (species-specific) โดยการศึกษาผลของระดับความเค็มต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและพัฒนาการของตัวอ่อนปลิงทะเลชนิด *H. spinifera* โดย Asha and Muthiah (2005) ซึ่งพบว่าที่ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน นั้น ตัวอ่อนมีอัตราการรอดตายและอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด และมีพัฒนาการเร็วที่สุด และระดับความเค็มที่ลดลงจะทำให้เกิดความผิดปกติของตัวอ่อน Al Rashdi *et al.* (2012) รายงานความเค็มที่เหมาะสมสำหรับปลิงขาว (*H. scabra*) อยู่ในช่วง 32-36 ส่วนในพัน แตกต่างกับ Giraspy and Ivy (2010) ที่รายงานไว้ 37.5-38.0 ส่วนในพัน ระดับความเค็มที่ปลิงชนิด *Apostichopus japonicus* มีอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดคือ 30 ส่วนในพัน (Li and Li, 2010) จากผลการทดลองยังพบว่าระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อน มีค่าไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความเค็ม 30, 35 และ 40 ส่วนในพัน ทั้งนี้อาจเกิดจากความสามารถในการปรับตัวของปลิงดำวัยอ่อน โดยในปลิงขาวมีรายงานว่าปลิงทะเลวัยรุ่นสามารถรับมือต่อการลดลงของความเค็มจนถึง 25 ส่วนในพัน (Mercier *et al.*, 1999)

**การศึกษาสัดส่วนชนิดอาหารในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน**

ปลิงทะเลในระยะวัยอ่อนจะกินอาหารที่มีลักษณะแขวนลอยในมวลน้ำ (suspension feeding) ดังนั้นอาหารที่เหมาะสมจึงเป็นพวกแพลงก์ตอนพืช แต่ขนาดของอาหารจะต้องสัมพันธ์กับขนาดของปาก โดยกลไกการทำงานของ ciliated bands อาหารจะถูกส่งไปยังเส้นกึ่งกลางลำตัว และต่อไปยังปาก จากผลการศึกษาพบว่าการอนุบาลด้วย *Chaetoceros calcitrans* + *Isochrysis galbana* ในสัดส่วน 1:1 ให้ผลดีที่สุดทั้งในแง่ของอัตราการรอดตาย อัตราการลงเกาะ ระยะเวลาการพัฒนา และขนาดของตัวอ่อน ทั้งนี้อาจเนื่องจากขนาดของแพลงก์ตอนที่เหมาะสมกับขนาดของปาก ซึ่งพบว่า *I. galbana* นั้น เป็นแพลงก์ตอนเซลล์เดี่ยว ไม่มีผนังเซลล์ มีขนาดเล็กมากเพียง 5-6 ไมครอน (ลัดดา, 2544) การที่มีเซลล์เดี่ยวนี้อาจทำให้ปลิงจับกินได้สะดวก และการที่ไม่มีผนังเซลล์จึงสามารถย่อยได้ง่าย ประกอบกับการที่มีขนาดเล็กจึงเหมาะสมสำหรับตัวอ่อนในระยะแรกคือ auricularia ที่มีขนาดของปากเล็กมาก *I. galbana* จึงอาจมีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับตัวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะ auricularia ถึง doliolaria แต่เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะ doliolaria จนถึง pentactula อาจใช้ประโยชน์จาก *C. calcitrans* ได้ดีกว่า เนื่องจากมีขนาดใหญ่ขึ้นประกอบกับเป็นเส้นสาย (โชคชัย, 2548) ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับขนาดของปากปลิงดำในช่วงระยะดังกล่าว *I. galbana* เป็นแพลงก์ตอนที่นำมาใช้เป็นอาหารในระยะ auricularia และเมื่อเข้าสู่ระยะ pentactula จะเปลี่ยนเป็นแพลงก์ตอนผสมระหว่าง *C. calcitrans* กับ *Tetraselmis chuii* (Jame, 2004) แต่การทดลองครั้งเป็นการให้อาหารผสมระหว่างแพลงก์ตอน 2 ชนิด ตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึง pentactula ซึ่งเป็นได้ว่าอาหารที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลปลิงดำอาจเป็นส่วนผสมของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 3 ชนิด คือ *I. galbana* , *C. calcitrans* และ *T. chuii* เนื่องจากผลการทดลองพบว่าขนาดของตัวอ่อนและระยะการพัฒนา ในชุดการทดลองที่เป็นอาหารผสมระหว่าง *C. calcitrans* + *I. galbana* ในสัดส่วน 1:1 กับ *C. calcitrans* + *T. chuii* มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการให้อาหารผสมระหว่างแพลงก์ตอน 2 ชนิด มีความเหมาะสมต่อการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ มากกว่าการให้อาหารที่เป็นแพลงก์ตอนเพียงชนิดเดียว นอกจากกลุ่มของแพลงก์ตอนที่กล่าวไปข้างต้นแล้ว ยังมีแพลงก์ตอนอีกหลายชนิดที่นำมาใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลปลิงทะเล เช่น *Isochrysis* sp., *C. muelleri*, *C. calcitrans*, *Pavlova lutheri*, Dunaliella salina, *Dicrateria* spp., *Nanochloropsis occulata*, *Platymonas* sp., *Rhodomonas salina* (Jame, 2004; Pitt and Duy, 2004; Duy, 2012; Gamboa *et al.*, 2012; Mills *et al.*, 2012) เป็นต้น

จากการอนุบาลปลิงขาว *H. scraba* นั้น Jame (2004) แนะนำว่าการอนุบาลที่การเจริญเติบโตดีที่สุดและมีอัตราการตายต่ำที่สุด ควรให้ *I. galbana* ในช่วงแรกของการอนุบาล และหลังจากนั้นประมาณ 4-5 วัน จึงให้อาหารผสมโดยมี *Chaetoceros* spp. เป็นชนิดหลัก แต่หากจะนำข้อแนะนำดังกล่าวมาปรับใช้กับปลิงดำอาจต้องพิจารณาในเรื่องของพัฒนาการเนื่องจากปลิงดำมีพัฒนาการช้ากว่าปลิงขาว ที่เห็นได้ชัดเจนคือระยะ auricularia มีระยะเวลานานประมาณ 20 วัน ในขณะที่ปลิงขาวใช้เวลาในระยะนี้เพียง 8-10 วัน เท่านั้น

**การศึกษาการให้แสงในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน**

ผลการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula ภายใต้การได้รับแสงที่แตกต่างกัน พบว่าการได้รับแสงมีผลต่ออัตราการรอดตาย อัตราการลงเกาะ ขนาด และระยะเวลาการพัฒนาของตัวอ่อน สอดคล้องกับ Mercier *et al.* (1999) ที่กล่าวว่า การดำเนินกิจกรรมการดำรงชีวิตของปลิงทะเลที่มีขนาดเล็กกว่า 10-40 มิลลิเมตร จะเกี่ยวข้องกับการได้รับแสงในรอบวัน แต่ขนาดใหญ่มากกว่า 40-140 มิลลิเมตร จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ You et al. (2004) รายงานไว้ว่า เม่นทะเลชนิด *Hemicentrotus pulcherrimus* ซึ่งเป็น echinoderm เช่นเดียวกับปลิงทะเล จะมีการกินอาหาร การดูดซึม และจังหวะการให้อาหาร ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงเวลาการได้รับแสง พบว่าการอนุบาลภายใต้การไม่ให้แสงตลอดเวลานั้น มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดทั้งระยะ auricularia, doliolaria และ pentactula มีอัตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลงเกาะสูงที่สุด มีระยะเวลาในการพัฒนาสั้นที่สุด แต่กลับมีขนาดของตัวอ่อนเล็กกว่าการอนุบาลภายใต้แสงธรรมชาติ และการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปลิงดำตอบสนองต่อสภาพแสงน้อยได้ดีกว่า ซึ่งอาจสอดคล้องกับพฤติกรรมการดำรงชีวิตตามธรรมชาติของปลิงทะเลเกือบทุกชนิด โดย Guancang *et al.* (2011) กล่าวว่าปลิงทะเลชนิด *Apostichopus japonicus* ที่อาศัยในธรรมชาติ จะมีพฤติกรรมการดำรงชีวิตตามปกติในช่วงเวลากลางคืน และพักผ่อนในช่วงเวลากลางวัน ดังนั้นการที่ปลิงดำต้องอาศัยอยู่ภายใต้การไม่ได้รับแสงตลอดเวลา จึงมีพฤติกรรมการดำรงชีวิต เช่น การกินอาหาร และเคลื่อนที่ ได้ในช่วงเวลาที่ยาวนานขึ้น จึงส่งผลให้มีอัตราการรอดตายและอัตราการลงเกาะสูง และมีพัฒนาการที่ดี พฤติกรรมการออกหากินในเวลากลางคืนนี้ เกิดขึ้นกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยในทะเลหลายชนิดและอาจเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพ (Mercier *et al.*, 1999; Dance *et al.*, 2003) แต่ในบางชนิดอาจไม่เกี่ยวข้องกับกับปัจจัยดังกล่าวทั้งที่เป็นสภาพธรรมชาติและสภาพการเพาะเลี้ยง (Guancang *et al.*, 2011)

อย่างไรก็ตามภายใต้สภาพไม่มีแสงดังกล่าวอาจส่งผลต่ออาหารซึ่งเป็นกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช ที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และอาจตายลง ในบางช่วงเวลาจึงอาจมีผลต่อปริมาณอาหารที่ไม่เพียง จึงทำให้ขนาดของตัวอ่อนเล็กกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพแสงธรรมชาติ เมื่อมองในแง่ของขนาดจะสอดคล้องกับ Chen *et al.* (2007) ที่กล่าวว่าปลิง *A. japonicus* ที่ได้รับแสงอย่างต่อเนื่องและไม่ได้รับแสงอย่างต่อเนื่องจะมีการเจริญเติบโตช้ากว่าการได้รับแสงธรรมชาติ และการได้รับแสงและไม่ได้รับแสงอย่างละ 12 ชั่วโมง แต่ต่างกันตรงที่การทดลองครั้งนี้กลับพบว่าปลิงดำที่ไม่ได้รับแสงอย่างต่อเนื่องกลับมีระยะเวลาการพัฒนาที่สั้นกว่า Guancang *et al.* (2011) ได้รายงานไว้ว่าการได้รับแสงในช่วง 6-15 ชั่วโมงต่อวัน เป็นช่วงที่ใกล้เคียงกับสภาพแสงตามธรรมชาติ และสัมพันธ์กับพฤติกรรมการกินอาหารและกิจกรรม จึงอาจเป็นช่วงแสงที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลิงทะเลชนิด *A. japonicas* แต่การทดลองครั้งนี้ไม่ได้กระจายช่วงเวลาการได้รับแสงดังเช่นการทดลองดังกล่าว อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองก็แสดงให้ว่าตัวอ่อนของปลิงดำชอบสภาพไม่มีแสงมากกว่าสภาพมีแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปและข้อเสนอแนะ

## สรุป

การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ ตั้งแต่ระยะ auricularia จนถึงระยะ pentactula หรือระยะลงเกาะ (settlement stage) โดยกำหนดปัจจัยที่ทำการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ ความเค็ม อาหาร และแสง แบ่งออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย 1) การศึกษาระดับความเค็มในการฟักไข่ปลิงดำ 2) การศึกษาระดับความเค็มในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน 3) การศึกษาสัดส่วนชนิดอาหารในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน และ 4) การศึกษาการให้แสงในการอนุบาลปลิงดำระยะวัยอ่อน สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ระดับความเค็มที่เหมาะสมในการฟักไข่ปลิงดำคือ 30 ส่วนในพัน เนื่องจากมีอัตราการปฏิสนธิและอัตราการฟักสูงที่สุด (72.998±5.840 และ 90.420±3.191 เปอร์เซ็นต์) มีระยะเวลาการปฏิสนธิและระยะเวลาฟัก (27.333±2.886 และ 46.333±2.081 ชั่วโมง) และระยะเวลาการพัฒนาของคัพภะสั้นที่สุด มีขนาดของตัวอ่อน auricularia ใหญ่ที่สุด (403.333±17.275 ไมครอน)

2. ระดับความเค็มที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำจากระยะ auricalaria ถึง pentactula คือ 35 ส่วนในพัน เนื่องจากมีจำนวนตัวอ่อนที่พัฒนาจนถึงระยะ pentactula หรือลงเกาะได้มากที่สุด 2,403.333±147.120 ตัว ซึ่งมีอัตราการรอดตายจากระยะ auricularia–doliolaria เท่ากับ 61.111±10.184 เปอร์เซ็นต์ และ doliolaria- pentactula เท่ากับ 19.947±2.622 เปอร์เซ็นต์ อัตราการลงเกาะสูงที่สุด 12.017±0.736 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระดับความเค็มอื่น มีขนาดของระยะ fully auricularia (1,122.222±92.170 ไมครอน) และ doliolaria (567.778±35.642) ใหญ่ที่สุด แต่ขนาดของ doliolaria ไม่แตกต่างกับที่ระดับความเค็มอื่น การพัฒนาตั้งแต่ระยะ auricalaria ถึง pentactula ใช้ระยะเวลา 25.000±1.732 วัน ซึ่งนานกว่าการอนุบาลที่ระดับความเค็ม 40 ส่วนในพัน (23.667±0.577 วัน) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยระยะ auricularia–doliolaria ใช้เวลา 20.000±1.000 วัน และ doliolaria- pentactula ใช้เวลา 5.000±1.000 วัน

3. สัดส่วนชนิดอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำจากระยะ auricalaria ถึง pentactula คือ การอนุบาลด้วย *Chaetoceros calcitrans* + *Isochrysis galbana* ในสัดส่วน 1:1 เนื่องจากมีจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะมากที่สุด 5,109.333±531.410 ตัว โดยมีอัตราการรอดตายจากระยะ auricularia–doliolaria เท่ากับ 68.333±9.623 เปอร์เซ็นต์ และ doliolaria- pentactula เท่ากับ 38.228±8.170 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการลงเกาะ 25.547±2.657 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการการอนุบาลด้วยอาหารในชุดการทดลองอื่น มีขนาดของตัวอ่อนใหญ่ที่สุด ทั้งระยะ fully auricularia (1,112.500±25.909 ไมครอน) และ doliolaria (592.500±28.723 ไมครอน) แต่ไม่แตกต่างกับการอนุบาลด้วย *C. calcitrans* + *Tetraselmis chuii* ในสัดส่วน 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาจาก auricalaria ถึง pentactula ในระยะเวลาสั้นที่สุด 23.000±1.414 วัน โดยระยะ auricularia–doliolaria ใช้เวลา 18.250±0.957 วัน และ doliolaria- pentactula ใช้เวลา 4.750±0.500 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้ *C. calcitrans* + *T. chuii* สัดส่วน 1:1 เป็นอาหาร

4. การให้แสงที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำจากระยะ auricalaria ถึง pentactula คือ การไม่ให้แสงตลอดเวลาหรือการอนุบาลที่ในมืด เนื่องจากมีจำนวนตัวอ่อนที่ลงเกาะมากที่สุด 9,261.167±1,509.797 ตัว โดยมีอัตราการรอดตายจาก auricularia–doliolaria เท่ากับ 80.858±9.062 เปอร์เซ็นต์ และ doliolaria- pentactula เท่ากับ 57.147±4.652 มีอัตราการลงเกาะ 46.306±7.549 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการให้แสงในลักษณะอื่น การพัฒนาการจาก auricalaria ถึง pentactula ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด 23.000±0.816 วัน (auricularia–doliolaria ใช้เวลา 18.500±0.577 วัน และ doliolaria- pentactula ใช้เวลา 4.500±0.577 วัน) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง และการให้แสงตามธรรมชาติ อย่างไรก็ตามตัวอ่อน fully auricularia และ doliolaria ที่ได้จากการอนุบาลภายใต้การไม่ให้แสงตลอดเวลา (945.417±48.042 และ 565.000±11.706 ไมครอน) มีขนาดเล็กกว่าการอนุบาลภายใต้การให้แสงและไม่ให้แสงอย่างละ 12 ชั่วโมง (1,066.667±41.388 และ 592.500±9.179 ไมครอน) และการให้แสงตามธรรมชาติ (1,118.750±24.884 และ 601.667±6.939 ไมครอน)

5. จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าระดับความเค็มที่เหมาะสมในการฟักไข่ปลิงดำคือ 30 ส่วนในพัน การอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำจากระยะ auricularia ถึง pentactula หรือระยะลงเกาะ มีปัจจัยที่เหมาะสมคือ ระดับความเค็ม 35 ส่วนในพัน อาหารที่เป็น *Chaetoceros* + *Isochrysis* ในสัดส่วน 1:1 และอนุบาลภายใต้การไม่ให้แสงตลอดเวลา

## ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงแนวทางในการวิจัยเกี่ยวกับการเพาะขยายพันธุ์ปลิงดำในอนาคต ซึ่งยังมีสิ่งที่น่าสนใจอีกหลายด้าน เช่น เทคนิคการนับจำนวนตัวอ่อนระยะ doliolaria วัสดุเกาะ อาหารสำหรับลูกปลิงหลังลงเกาะ วัสดุปูพื้นสำหรับรองรับลูกปลิง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# เอกสารอ้างอิง

แขวลี วิบูลย์กิจ. 2554. การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำ *Holothuria atra* Jaeger, 1833 (Echinodermata: Holothuroidea) โดยอาศัยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมบางประการ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์, จังหวัดชุมพร.

จรัสศรี อ่างตันญา, สันติสุข ไทยปาล, วัชราภรณ์ ไตรพาณิชย์กุล, วัลลภา เกื้อด้วง, ศิรินทิพย์ สังข์จีน, ทัศนี จันทร์ดนตรี และไผทรัตน์ สิงห์ดำ. 2551. พิพิธภัณฑ์สัตว์และพืชทะเล สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน เอกสารเผยแพร่ กลุ่มพิพิธภัณฑ์และสถานแสดงพันธุ์สัตว์และพืชทะเล ลำดับที่ 6 น. 47

จำนง ถีราวุฒิ. 2551. ปลิงทะเลสัตว์เศรษฐกิจจากท้องทะเลสู่การเพาะเลี้ยง, แหล่งที่มาของข้อมูล http://www.nicaonline.com/

จิตติมา อายุตตะกะ. 2544. การศึกษาเบื้องต้นประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. น. 328.

ชรินทร์ แสงรุ่งเรือง. 2535. การศึกษาฤดูกาลสืบพันธุ์ของปลิงทะเลที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพหน้าในหน้าดินในบ่อดินบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน. เอกสารวิชาการ. กรมประมง. น.12.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. โฟร์เพซ, กรุงเทพมหานคร.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. 2554. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ธเนศ พุ่มทอง. 2551. การเพาะเลี้ยงปลิงในประเทศจีน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งเพชรบุรี.

บพิธ จารุพันธ์ และ นันทพร จารุพันธ์. 2546. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. น. 698.

ปราณี วัฒนาวรสกุล. 2545. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปลิงทะเลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มและองค์ประกอบตะกอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาชีววิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มัทนา แสงจินดาวงศ์. 2516. การศึกษาชนิดและคุณค่าทางอาหารของปลิงทะเล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. แพลงก์ตอนพืช. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ. 2548. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลทรัพยากรชายฝั่งและชุมชนเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี. สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมชัย บุศราวิช และ นลินี ทองแถม. 2543. การประมงและการค้าปลิงทะเลในประเทศไทย. วารสารการประมง. 53(2): 161–167.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุเมตต์ ปุจฉาการ, ธนิษฐา ทรรพนันทน์ สุรพล ชุณหบัณฑิต และกรกฎ หงษ์ทอง. 2541. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของเอคไคโนเดิร์ม บริเวณสถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดระนอง, น. 92-100. *ใน* รายงานการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 36 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

สุเมตต์ ปุจฉาการ, อารมณ์ มุจรินทร์ และ พิชัย สนแจ้ง. 2543. ปลิงทะเล อันดับ Aspidochirotida ที่อาศัยอยู่ในบริเวณแนวปะการังของหมู่เกาะล้านและหมู่เกาะไผ่ จังหวัดชลบุรี, น. 92-100. *ใน* การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 กรุงเทพมหานคร.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2541. การศึกษาอนุกรมวิธานของเอไคโนเดิร์มบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพมหานคร. น. 109.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2542. ปลิงทะเล: ผู้พิทักษ์ความสะอาดแห่งท้องทะเล. จุลสารสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

อารมณ์ มุจรินทร์. 2545. ปลิงทะลบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

Abdel-Razek, F.A., S.H. Abdel-Rahman, N.A. El-Shimy and H.A. Omar. 2005. Reproductive biology of the tropical sea cucumber *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Red sea coast of Egypt. Egyptian Journal of Aquatic Research. 31 (2): 383-402.

Agudo, N.S., 2012. Pond grow-out trials for sandfish (*Holothuria scabra*) in New Caledonia, p. 104–112. *In* Asia-Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. C.A. Hair, T.D. Pickering and D.J. Mills (Eds.). ACIAR Proceedings, 136. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

Alwi, W. 1995. Some Aspects of Biological Reproduction and Habitat Quality of Economic sand Fish (*Holothuria scabra*) Exploited in Lampung Bay. Skipsi Bogor Agricultural Institute (IPB) Bogor.

Asha, P.S. and P. Muthiah. 2005. Effects of temperature, salinity and pH on larval growth, survival and development of the sea cucumber *Holothuria spinifera* Theel. Aquaculture. 250 Issues 3-4:823– 829.

Basri, D.F. and K.A. Wahab. 2003. Fatty acid composition of five species of holothurians from tropical waters. Malaysian Journal of Science. 22 (2): 49-54.

Battaglene, S.C., J.E. Seymour and C. Ramofafia. 1999. Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. Aquaculture. 178: 293–322.

Bell, J.D., N.S. Agudo, S.W. Purcell, P. Blazer, M. Simutoga, D. Pham and L. Della Patrona. 2007. Grow-out of sandfish *Holothuria scabra* in ponds shows that co-culture with *shrimp Litopenaeus stylirostris* is not viable. Aquaculture. 273: 509–519.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bruckner, A. 2005. Management and conservation strategies and practices for sea cucumber. *In* The Proceedings of the Technical Workshop on the Conservation of Sea Cucumbers in the Families Holothuridae and Stichopodidae. Bruckner, A. (ed.). NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 44.

Bruckner, A.W. 2006. The Proceedings of the Technical Workshop on the Conservation of Sea Sucumbers in the Families Holothuridae and Stichopodidae. NOAA Technical Memorandum 44.

Bussarawit, S. and N. Thongtham. 1999. Sea cucumber fisheries and trade in Thailand, p. 26-36. *In* International Conference on the Conservation of Sea Cucumber in Malaysia: 25 February 1999, Kaula Lumpur, Malaysia.

Chen, J. 2004. Present status and prospects of sea cucumber industry in China, p. 25–38.Session I - Aquaculture advances. *In* Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463. FAO. Rome, Italy.

Clark, A.M. and F.W.E. Rowe. 1971. Monograph of Shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms. Trustees of the British Museun (Natural History), London.

Conand, C. 1990. The fishery resources of Pacific island countries, Part 2: holothurians. FAO Fisheries Technical Paper 272.2. FAO, Rome.

Conand, C. 1998. Holothurians (Sea cucumber, Class Holothuroidea), p. 1158–1190. *In* FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes: The Living Marine Resources of the Western Central Pacific, Volume 2 Cephalopods, Crustaceans, Holothurians and Sharks. K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds). FAO, Rome.

Conand, C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview, p. 13-24. *In* A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel and A. Mercier (eds.). Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper 463. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Costelloe, J. 1985. The annual reproductive cycle of the Holothurians *Aslia lefevrei* (Dendrochirota: Echinodermata). Marine Biology. 88:155-165.

Dance, S.K., I. Lane and J.D. Bell. 2003. Variation in short-term survival of cultured sandfish (*Holothuria scabra*) released in mangrove-seagrass and coral reef flat habitats in Solomon Islands. Aquaculture. 220: 495–505.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duy, N.D.Q. 2012. Large-scale sandfish production from pond culture in Vietnam, p. 34-39. *In* Asia–Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. Proceedings of an International Symposium Held in Noumea, New Caledonia, 15–17 February 2011. C.A. Hair, T.D. Pickering and D.J. Mills (eds.). ACIAR Proceedings No. 136. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.

Fell, F. J. 1982. Echinodermata, p 785–813 .*In* Synopsis and Classification of Living Organisms. S.P. Parker (eds.). McGraw-Hill, New York, New York, USA.

Gamboa, R.U., R.M. Aurelio, D.A. Ganad, L.B. Concepcion and N.A.S. Abreo. 2012. Small-scale hatcheries and simple technologies for sandfish (*Holothuria scabra*) production, p. 63-74. *In* Asia–Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. Proceedings of an International Symposium Held in Noumea, New Caledonia, 15–17 February 2011. C.A. Hair, T.D. Pickering and D.J. Mills (eds.). ACIAR Proceedings No. 136. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.

Giraspy D.A.B and W. Ivy. 2005. Australia's first commercial sea cucumber culture and sea ranching project in Hervey Bay, Queensland, Australia. SPC Beche-de-Mer Information Bulletin. 21:29–31.

Gardiner, M.S. 1972. Excretion: ionic and osmotic regulation, p. 499-595. *In* The Biology of Invertebrates. McGraw-Hill, New York.

Goorah, B., B.D. Rathacharen and D. Kulputeea. 1998. Occurrence of coral bleaching in the marine parks in Mauritius. Food and Agricultural Research Council AMAS. 98:134-141.

Hair, C.A. and A. Johnston. 2008. Sea cucumber aquaculture in far North Queensland. Austasia Aquaculture. 22(1): 55–59.

Hamel, J.-F., C. Conand, D.L. Pawson and A. Mercier. 2001. The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): its biology and exploitation as bechede-mer. Advances in Marine Biology. 41: 129–223.

Hamel, J.F., R.Y. Hidalgo and A. Mercier. 2003. Larval development and juvenile growth of the Galapagos sea cucumber *Isostichopus fuscus*. SPC Beche-de-mer Information Bulletin. 18: 3-8.

Harriott, V. 1985. Reproductive biology of three congeneric sea cucumber species, *Holothuia atra, H. impatiens* and *H. edulis*, at Heron Reef, Great Barrier Reef. Australian Journal of Marine and Freshwater Research. 36: 51–57.

Hu, C., Y. Xu, J. Wen, L. Zhang, S. Fan and T. Su. 2009. Larval development and juvenile growth of the sea cucumber *Stichopus sp.* (Curry fish). Aquaculture. 300: 73-79.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hu, M., Q. Li and L. Li. 2010. Effect of salinity and temperature on salinity tolerance of the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. Fishery Sciences. 76:267–273.

Hung, N.Q. 2008. Sea cucumber fisheries, utilization and trade in Vietnam, pp. 113-125. *In* Report of the Regional Study on Sea Cucumber Fisheries, Utilization and Trade in Southeast Asia 2007-2008. The Secretariat Southeast Asian Fisheries Development center, Philippines.

James, D.B. 1965. *Phyllophorus (Phyllophorella) parvipedes* Clark (Holothuroidea) a new record to the Indian Seas. Journal Marine Biological Associative of Indea. 7(2): 325–327.

James, D.B. 1996. Culture of sea-cucumber. Bulletin of the Central Marine Fisheries Research Institute. 48: 120–126.

James, D.B. 2001. Twenty Sea Cucumbers from Seas Around India. Naga, ICLARM Quan. 24(1-2): 4-8.

James, D.B., A.D. Gandhi, N. Palaniswamy and J. X. Rodrigo. 1994. Hatchery Techniques and Culture of The sea-cucumber *Holothuria Scabra*. Indian Council of Agricultural Research. CMFRI Spec. Publ. 57: 1– 40.

James, D.B. 2004. Captive breeding of the sea cucumber, *Holothuria scabra*, from India, p. 385-395. *In* Advanced in Sea Cucumber Aquaculture and Management Session III Aquaculture Advances. C. Conand, S. Purrcell, S. Uthicke, J.F. Hamel and A. Mercier (eds.). FAO Fisheries Technical Paper 463.

Juinio-Meñez, M.A., M.A. Paña, G.M. de Peralta, R.D. Olavides, T.O. Catbagan, C.M. Edullantes and B.D. Rodriguez. 2012. Establishment and management of communal sandfish (*Holothuria scabra*) sea ranching in the Philippines, p. 121–127. *In* Asia–Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. C.A. Hair, T.D. Pickering and D.J. Mills. (eds.). ACIAR Proceedings 136. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.

Lavens, P and P. Sorgeloos. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO.

Lavitra, T., R. Rasolofonirina and I. Eeckhaut. 2010. The effect of sediment quality and stocking density on survival and growth of the sea cucumber *Holothuria scabra* reared in nursery ponds and sea pens. Western Indian Ocean Journal of Marine Science. 9(2): 153–164.

Laxminarayana, A. 2005. Induced spawning and larval rearing of the sea cucumbers, *Bohadschia marmorata* and *Holothuria atra* in Mauritius. SPC Beche-De -Mer Information Bulletin. 22: 48-51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Li, L., Q. Li and L. Kong. 2010. The effect of different substrates on larvae settlement in sea cucumber, *Apostichopus japonicus* Selenka. Journal of the World Aquaculture Society. 41: 123-130.

Li, L. and Q. Li. 2010. Effects of stocking density, temperature, and salinity on larval survival and growth of the red race of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka). Aquaculture International. 18: 447-460

Liao, Y.L. 1997. Fauna Sinica, Phylum Echinodermata, Class Holothuroidea. Science Press. Beijing, China.

Mackey, A. 2001. Factors that Influence the reproduction of sea cucumbers, p. 95-115.

Mercier, A., S. Battaglene and J.-F. Hamel. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 239: 125–156.

Mills, D.J., N.D.Q. Duy, M. A. Juinio-Meñez, C.M. Raison and J.M. Zarate. 2012. Overview of sea cucumber aquaculture and sea-ranching research in the South-East Asian region, p. 22-33. *In* Asia–Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. Proceedings of an International Symposium Held in Noumea, New Caledonia, 15–17 February 2011. C.A. Hair, T.D. Pickering and D.J. Mills (eds.). ACIAR Proceedings No. 136. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra.

Muthiah, P. and P.S. Asha. 2005. Effects of temperature, salinity and pH on larval growth, survival and development of the sea cucumber *Holothuria spinifera* Theel. Aquaculture. 250(3–4): 823–829

Munprasit, R. 2008. Sea Cucumber Fisheries, Utilization and Trade in Thailand, p. 95-112. *In* Report of the Regional Study on Sea Cucumber Fisheries, Utilization and Trade in Southeast Asia 2007-2008. The Secretariat Southeast Asian Fisheries Development center, Philippines.

Pitt, R. and N.D.Q. Duy. 2004. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scraba* in Viet Nam, p 333-346. *In* Advanced in Sea Cucumber Aquaculture and Management Session III Aquaculture Advances. C. Conand, S. Purrcell, S. Uthicke, J.F. Hamel and A. Mercier (eds.). FAO Fisheries Technical Paper 463.

Pitt, R., N.D.Q. Duy, T.V. Duy and H.T.C. Long. 2004. Sandfish (*Holothuria scabra*) with shrimp (*Penaeus monodon*) co-culture tank trials. SPC Beche-de-mer Information Bulletin. 20: 12–22.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Purcell, S.W. 2004. Rapid growth and bioturbation activity of the sea cucumber *Holothuria scabra* in earthen ponds. Proceedings of Australasian Aquaculture 2004.

Purcell, S.W. 2010. Managing sea cucumber fisheries with an ecosystem approach. FAO Fisheries and AquacultureTechnical Paper 520. FAO, Rome.

Purcell, S.W., Kirby, D.S., 2006. Restocking the sea cucumber *Holothuria scabra*: sizing no-take zones through individual-based movement modeling. Fisheries Research (Amsterdam). 80 (1): 53–61.

Purcell, S.W. and M. Simutoga. 2008. Spatio-temporal and size-dependent variation in the success of releasing cultured sea cucumbers in the wild. Reviews in Fisheries Science. 16: 204–214.

Purcell, S.W., Patrois, J. and N. Fraisse. 2006. Experimental evaluation of co-culture of juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra* (Jaeger), with juvenile blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). Aquaculture Research. 37 (5): 515–522.

Purcell, S.W., A.C. Hair and D.J. Mills. 2012. Sea cucumber culture, farming and sea ranching in the tropics: progress, problems and opportunities. Aquaculture. 368–369: 68–81

Putchagarn, S. and P. Sonchaeng. 2004. Echinoderm fauna of Thailand: history and inventory review. Science Asia. 30: 417-428.

Raison, C.M., 2008. Advances in sea cucumber aquaculture and prospects for commercial culture of *Holothuria scabra*. CAB Reviews. 3(82): 1–15.

Robinson, G. and B. Pascal. 2012. Sea cucumber farming experiences in south-west Madagascar, p. 142–155. *In* Asia–Pacific Tropical Sea Cucumber Aquaculture. C.A. Hair, T.D. Pickering and D.J. Mills (eds.). ACIAR Proceedings 136. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra

Rowe, F.W.E. and J. Gates, 1995. Echinodermata, p. 1–510. *In* Zoological Catalogue of Australia, vol. 33: i–xiii. A. Wells (ed.). CSIRO Australia, Melbourne,.

Rowe, F.W.E. 1969. A review of the family Holothuriidae (Holothuroidea: Aspidochirotida). Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology. 18(4): 119–170.

Ramofafia C., M. Gervis and J. Bell. 1995. Spawning and early larval rearing of *Holothuria atra*, SPC Beche-de-mer Information Bulletin #7. ICLARM Coastal Aquaculture Centre P.O. Box 438, Honiara, Solomon Islands.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Renbo, W. and C. Yuan. 2004. Breeding and culture of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*, Liao. p. 277-288 Session III - Aquaculture advances. *In* Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463. FAO. Rome, Italy.

Slater, M.J. and A.G. Carton. 2010. Sea cucumber habitat differentiation and site retention as determined by intraspecific stable isotope variation. Aquaculture Research. 41: e695–e702.

Smiley, S., F. Mceuen, S. Chaffee and S. Krishen. 1991. Echinodermata: Holothuroidea. p. 613-750. *In* Reproduction of Marine Invertebrates Echinoderms and Lophophorats. Boxwood Press, California Pacific, USA.

Soltani, M., K. Radkhah, M.S. Mortazavi and M. Gharibniya. 2010. Early Development of the Sea Cucumber *Holothuria leucospilota*. Research Journal of Animal Sciences 4(2): 72-76.

Tehranifard, A. and M.R. Rahimibashar. 2012. Description a sea cucumber species *Holothuria atra* Jaeger, 1833 from Kish Island Iran (Echinodermata: Holothuroidea). Journal of Basic and Applied Scientific Research. 2(12): 12660-12664.

Toral-Granda, V., A. Lovatelli and M. Vasconcellos. 2008. Sea cucumbers: a global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 516. FAO, Rome.

Tuwo, A., 2004. Status of sea cucumber fisheries and farming in Indonesia, p. 49–55. *In* Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. A. Lovatelli, C. Conand, S.W. Purcell, S. Uthicke, J.-F. Hamel and A. Mercier (eds.). FAO Fisheries Technical Paper 463. FAO, Rome

Uthicke, S. 1997. Seasonality of asexual reproduction in *Holothuria (holodeima) atra*, *H. edulis* and *Stichopus chloronotus* (Holothuroidea : Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef. Marine Biology. 129 : 435-441.

Verween, A,, M. Vincx and S. Degraer. 2007. The effect of temperature and salinity on the survival of *Mytilopsis leucophaeata* larvae (Mollusca, Bivalvia): the search for environmental limits. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 348:111–120.

Wiadnyana, N. 2008. Sea cucumber fisheries, utilization and trade in Indonesia, p. 30-37. *In* Report of the Regional Study on Sea Cucumber Fisheries, Utilization and Trade in Southeast Asia 2007-2008. The Secretariat Southeast Asian Fisheries Development center, Philippines.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xiyin, L., Z. Guanghui, Z. Qiang, W. Liang and G. Benxue. 2004. Studies on hatchery techniques of the sea cucumber, *Apostichopus japonicas*, p. 287-296 Session III - Aquaculture advances. *In* Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management. FAO Fisheries Technical Paper. No. 463. FAO. Rome, Italy.

Yellow Sea Fisheries Research Institute in Qingdao. 1991. Training manual on Breeding and Culture of Scallop and Sea Cucumber in China. Training Manual 9. Regional Seafarming Development and Demonstration Project (RAS/90/002).

Zamora, L.N. and A.G. Jeffs. 2011. Feeding, selection, digestion and absorption of the organic matter from mussel waste by juveniles of the deposit-feeding sea cucumber, *Australostichopus mollis*. Aquaculture. 317: 223–228.

Zhou, Y., H. Yang. S. Liu, X. Yuan, Y. Mao, Y. Liu, X. Xu and F. Zhang. 2006. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Stichopus japonicus* Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. Aquaculture. 256: 510–520.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2554A11802051

**แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2554

☑ แหล่งงบประมาณแผนดิน (แบบปกติ) ☐ แหล่งเงินรายได้

**ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)** การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia จนถึงระยะลงเกาะ

**(ภาษาอังกฤษ)** Study on Optimal Factors for Nursing of Lolly Fish (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) Larvae from Auricularia to Settlement Stage.

**ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.)** อ. แขวลี วิบูลย์กิจ

**รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่** 01/10/ 53 ถึงวันที่ 30/09/54

**ระยะเวลาดำเนินการ** 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 01/10/ 53 ถึงวันที่ 30/09/54

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ

งวดที่ 1 12,000.00 บาท 2.71 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/1/54

งวดที่ 2 8,000.00 บาท 1.81 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/2/54

งวดที่ 3 1,5429.64 บาท 3.49 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/3/54

งวดที่ 4 8,000.00 บาท 1.81 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/4/54

งวดที่ 5 37,990.00 บาท 8.59 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/6/54

งวดที่ 6 81,081.65 บาท 18.32 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/7/54

งวดที่ 7 163,375.39 บาท 36.92 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/8/54

งวดที่ 8 113,343.32 บาท 25.61 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) -/9/54

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

| หมวดค่าใช้จ่าย | งบประมาณรวมทั้งโครงการ | ค่าใช้จ่าย (บาท) | คงเหลือ (หรือเกิน) |
|---|---|---|---|
| **งบบุคลากร** :ค่าจ้างชั่วคราว | 95,280 | 92,000 | 3,280 |
| **งบดำเนินงาน** | | | |
| ค่าตอบแทน | - | - | - |
| ค่าใช้สอย | 29,500 | 16,000 | 13,500 (เหลือ) |
| ค่าวัสดุ | 316,220 | 329,720 | 13,500 (เกิน) |
| ค่าสาธารณูปโภค | 1,500 | 1,500 | - |
| **งบลงทุน**: ค่าครุภัณฑ์ | - | - | - |
| **รวม** | 442,500 | 439,220 | 3,280 (เหลือ) |

(น.ส. แขวลี วิบูลย์กิจ)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
5 มี.ค. 2557

(น.ส. จีระนัย แก้วบังตุ)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
5 มี.ค. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

**หัวหน้าโครงการ**

**ประวัติส่วนตัว**

ชื่อ-สกุล นางสาวแขวลี วิบูลย์กิจ

เพศ ☐ ชาย ☑ หญิง วันเดือนปีเกิด 11 ธันวาคม 2517 อายุ 39 ปี

สถานภาพ ☑ โสด ☐ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

**ประวัติการศึกษา**

| อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม | สาขา | สถาบันที่จบ | ปีที่จบ |
|---|---|---|---|
| วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต | วิทยาศาสตร์ทางทะเล | มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ | 2545 |
| วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต | การประมง | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ | 2540 |

สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ชีววิทยา สรีรวิทยา และการเพาะเลี้ยงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกปลิงทะเล ดอกไม้ทะเล และกุ้ง สมุทรศาสตร์

**รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ)ที่ได้รับ**

| ปี พ.ศ. | ชื่อรางวัล | สถาบันที่ให้ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

**ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ**

| ปี พ.ศ. | ทุนการศึกษาและทุนวิจัย | สถาบันที่ให้ |
|---|---|---|
| 2553 | ปริมาณโลหะหนักในสัตว์ทะเลเศรษฐกิจที่จับได้ในจังหวัดชุมพร (เงินรายได้วิทยาเขตชุมพร) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2554 | การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปลิงดำ *Holothuria atra* Jaeger, 1833 (Echinodermata: Holothuroidea) โดยอาศัยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมบางประการ (เงินรายได้วิทยาเขตชุมพร) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| | การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia จนถึงระยะลงเกาะ (เงินงบประมาณแผ่นดิน) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2555 | เทคนิคการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia ถึงระยะ Pentactular ด้วยวัสดุเกาะต่างกัน (เงินงบประมาณแผ่นดิน) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์**

**ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)**

จักรพงษ์ ศรีพนมยม แขวลี วิบูลย์กิจ ธนากร เหมะสถล และ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ. 2549. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมท์ (*Litopeneaus vanamei*) ไซด์ใหญ่และสีเข้มด้วยการเสริมสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) ตามแนวเกษตรอินทรีย์.

จักรพงษ์ ศรีพนมยม แขวลี วิบูลย์กิจ สุธิดา ศรีภักดี และ สมพร ตึกปากเกล็ด. 2550. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม *(Litopeneaus vannamei)* ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่เสริมสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) สด. ใน: บทคัดย่อการประชุมวิชาการกรมประมงประจำปี 2550. 3-5 กรกฎาคม 2550. ณ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน, กรุงเทพฯ. น. 99.

**การนำเสนอผลงานวิชาการ**.....

.....

.....

**ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)**

.....

.....

.....

อื่นๆ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ผู้ร่วมโครงการ**

**ประวัติส่วนตัว**

ชื่อ-สกุล นายจักรพงษ์ ศรีพนมยม

เพศ ☑ ชาย ☐ หญิง วันเดือนปีเกิด 01 กันยายน 2515 อายุ 41 ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

**ประวัติการศึกษา**

| อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม | สาขา | สถาบันที่จบ | ปีที่จบ |
|---|---|---|---|
| วท.ม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต | วาริชศาสตร์ | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2543 |
| วท.บ. วิทยาศาสตรบัณฑิต | การประมง | มหาวิทยาลัยแม่โจ้ | 2538 |

สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) การเพาะเลี้ยง (แพลงก์ตอน ปลาน้ำจืด และปลาสวยงาม) การเลี้ยงกุ้งทะเล การผลิตปลาสวยงามและพรรณไม้น้ำ

**รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ)ที่ได้รับ**

| ปี พ.ศ. | ชื่อรางวัล | สถาบันที่ให้ |
|---|---|---|
| | | |
| | | |

**ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ**

| ปี พ.ศ. | ทุนการศึกษาและทุนวิจัย | สถาบันที่ให้ |
|---|---|---|
| 2554 | การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมในการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia จนถึงระยะลงเกาะ (เงินงบประมาณแผ่นดิน) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2555 | เทคนิคการอนุบาลตัวอ่อนปลิงดำ (*Holothuria atra* Jaeger, 1833) ระยะ Auricularia ถึงระยะ Pentactular ด้วยวัสดุเกาะต่างกัน (เงินงบประมาณแผ่นดิน) | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

**ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์**

**ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)**

จักรพงษ์ ศรีพนมยม อมรรัตน์ สุวรรณอินทร์ สกาวทิพย์ คภะสุถวรรณ์ และ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ. 2548. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) เพื่อการกินสดของมนุษย์และเพื่อใช้เสริมในอาหารสัตว์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จักรพงษ์ ศรีพนมยม แขวลี วิบูลย์กิจ ธนากร เหมะสถล และ อภิชาติ ครุฑสุวรรณ. 2549. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมท์ (*Litopeneaus vanamei*) ไซต์ใหญ่และสีเข้มด้วยการเสริมสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) ตามแนวเกษตรอินทรีย์.

จักรพงษ์ ศรีพนมยม แขวลี วิบูลย์กิจ สุธิดา ศรีภักดี และ สมพร ตึกปากเกล็ด. 2550. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopeneaus vannamei*) ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่เสริมสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) สด. ใน: บทคัดย่อการประชุมวิชาการกรมประมงประจำปี 2550. 3-5 กรกฎาคม 2550. ณ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน, กรุงเทพฯ. น. 99.

จักรพงษ์ ศรีพนมยม. การเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) ด้วยอาหารสำเร็จรูปที่เสริมสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina platensis*) สด. ใน: บทคัดย่อการประชุมวิชาการกรมประมงประจำปี 2550. 3-5 กรกฎาคม 2550. ณ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ บางเขน, กรุงเทพฯ. น. 147.

**การนำเสนอผลงานวิชาการ**.....
.....
.....

**ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)**
.....
.....
.....

อื่นๆ
.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้