

ผลของอุณหภูมิและโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอถึงตัวอ่อน  
ระยะพญูเทียสของหอยเม่น (Temnopleurus toreumaticus)



นางสาว วัฒนา ไวยनिया

004562

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2523

EFFECTS OF TEMPERATURE AND HEAVY METALS ON THE  
EMBRYONIC DEVELOPMENT OF SEA-URCHIN (TEMNOPLEURUS  
TOREUMATICUS) TO PLUTEUS STAGE

MISS WATHANA WAINIYA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF MARINE SCIENCE  
GRADUATE SCHOOL  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1980

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของอุณหภูมิและโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อการเจริญของ  
เอมบริโอถึงตัวอ่อนระยะปลูเทียสของหอยเม่น  
(Temnopleurus toreumaticus)

โดย

นางสาวรัชณา ไวยनिया

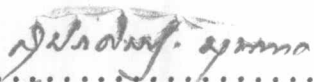
ภาควิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

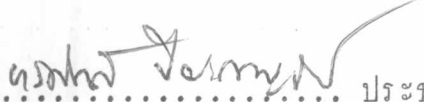
อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประสิทธิ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. วิศักดิ์ ปิยะกาอุจน์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีรารัตน์ ปภาวสิทธิ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของอุณหภูมิและโลหะหนักบางชนิดที่มีต่อการเจริญของ  
เอมบริโอของตัวอ่อนระยะพู่เทียนสดของหอยเม่น (Temnopleurus  
toreumaticus)

ชื่อนิสิต

นางสาว วัฒนา ไวยनिया

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต

ภาควิชา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา

2523



บทคัดย่อ

ได้มีการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความเป็นพิษของโลหะหนัก 5 ชนิด คือปรอท, ทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว และแคดเมียม ต่อการเจริญของเอมบริโอของตัวอ่อนระยะพู่เทียนสดของหอยเม่น (Temnopleurus toreumaticus)

การทดลองขั้นแรก ศึกษาความเป็นพิษของโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด ต่อการปฏิสนธิของหอยเม่นที่สามอุณหภูมิ ผลปรากฏว่า ที่อุณหภูมิ (28 องศาเซลเซียส) ความเป็นพิษเริ่มแรก (Threshold toxicity) ของปรอท, ทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว และ แคดเมียม มีค่า 0.31, 0.33, 0.35, 4.69 และ 24.11 ppm ตามลำดับ อุณหภูมิที่สูงกว่าปกติ (33 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้ความเป็นพิษเริ่มแรกของโลหะหนักทั้ง 5 เพิ่มขึ้น และที่อุณหภูมิต่ำกว่าปกติ (23 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้ความเป็นพิษเริ่มแรกของโลหะทั้ง 5 ต่ำลง

การทดลองขั้นที่สอง ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความเป็นพิษของโลหะหนักทั้ง 5 ต่อการเจริญของหอยเม่น ทั้งแต่ก่อนและหลังการปฏิสนธิจนถึงระยะพู่เทียนสด ผลปรากฏว่า

ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิในน้ำทะเลปกติ และเอมบริโอถูกนำมาเลี้ยงต่อในน้ำทะเลปกติ โดยไม่มีโลหะหนัก (ปรอท, ทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว และแคดเมียม) มาเกี่ยวข้อง สามารถเจริญได้ถึงระยะพู่เทียนสด ที่อุณหภูมิ 23 และ 28 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิ

33 องศาเซลเซียส เอมบริโอจะเจริญได้ถึงระยะ blastula เท่านั้น

ส่วนไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิในน้ำทะเลปกติ และเอมบริโอถูกนำมาเลี้ยงค่อในน้ำทะเลที่มีโลหะหนัก (ปรอท, ทองแดง, สังกะสี, ตะกั่ว และแคดเมียม) กับไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิในน้ำทะเลที่มีโลหะหนัก และเอมบริโอถูกนำมาเลี้ยงค่อในน้ำทะเลที่มีโลหะหนัก ให้ผลไม่แตกต่างกัน เพื่อใช้ความเข้มข้นของปรอท 0.36 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส พบว่าเอมบริโอเจริญได้ถึงระยะ blastula เท่านั้น แล้วตายหมดภายในเวลา 15, 12 และ 9 ชั่วโมง ตามลำดับ การทดลองที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส โดยใช้ความเข้มข้นของทองแดง 0.38 ppm สังกะสี 0.40 ppm ตะกั่ว 5.44 ppm และแคดเมียม 27.56 ppm ตัวอ่อนสามารถเจริญถึงระยะพดูเทียบได้ โดยมีตัวอ่อนที่ผิดปกติโดยเฉลี่ยร้อยละ 22.57, 20.89, 18.30 และ 18.00 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าปกติ (23 องศาเซลเซียส) พบว่าระยะพดูเทียบที่ผิดปกติ มีจำนวนน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ส่วนที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติ (33 องศาเซลเซียส) พบว่าเอมบริโอเจริญถึงระยะ blastula เท่านั้น

ผลการทดลองครั้งนี้ สรุปได้ว่าความเป็นพิษของโลหะเรียงจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้คือ ปรอท > ทองแดง > สังกะสี > ตะกั่ว > แคดเมียม และอันดับความเป็นพิษของโลหะหนักเหล่านี้ยังคงเป็นเช่นนี้ต่อไป เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ความเป็นพิษของโลหะหนักมากขึ้น และเมื่ออุณหภูมิต่ำลง มีผลทำให้ความเป็นพิษของโลหะหนักน้อยลง

n

Thesis Title            Effects of Temperature and Heavy Metals  
                                 on the Embryonic Development of Sea -  
                                 urchin (Temnopleurus toreumaticus) to  
                                 Pluteus Stage.

Name                      Miss Wathana Wainiya

Thesis Advisor        Associated Professor Piamsak Menasveta Ph.D.

Department            Marine Science

Academic Year        1980

#### Abstract

This investigation was undertaken to determine the effect of temperatures on the toxicity of five heavy metals namely, Hg, Cu, Zn, Pb and Cd on the embryonic development (from fertilization to pluteus stage) of sea urchin (Temnopleurus toreumaticus)

Firstly, the investigation aimed at determining the toxicity of the five metals on fertilization of sea urchin eggs at three levels of temperature. It was found that at the ambient temperature (28°C), the threshold toxicity of Hg, Cu, Zn, Pb and Cd were 0.31, 0.33, 0.35, 4.69 and 24.11 ppm, respectively. The toxicity of the five metals increased at higher temperature (33°C), and decreased at the lower temperature (28°C).

Secondly, the investigation aimed at determining the effect of three levels of temperature, and the combined effects of temperature and heavy metals on the embryonic development before and after fertilization. It was found that sea urchin egg fertilized in uncontaminated sea water could develop to the pluteus stage at 23 °c and 28°c, but at 33 °c the embryo could merely developed to the blastula stage. The results also showed that sea urchin eggs fertilized in the heavy metal contaminated sea water and those that were fertilized in the uncontaminated sea water did not show significant difference on the following treatments by temperature and metal toxicity. When treated with 0.36 ppm Hg at 23, 28 and 33 °c the embryo could merely develop to blastula stage and all died within 15, 12 and 9 hours, respectively. For the other four metals, i.e, 0.38 ppm Cu, 0.40 ppm Zn, 5.44 ppm Pb, and 27.56 ppm Cd, the embryos could develop to the pluteus stages but having the abnormal plutei on the average of 22.57 %, 20.89 %, 18.30 % and 18.00 %, respectively. The lower temperature (23 °c) caused lesser percentage of abnormality of the pluteus stage. At the higher temperature (33 °c) the embryo could merely developed to blastula stage.

In conclusion, this experiment showed that the relative toxicity of the five metals could be ranked from high to low toxicity in the following orders. Hg > Cu > Zn > Pb > Cd

Such arrangement of toxicity of these metals was remained the same whatever the temperature is changed. The toxicity of these metals was higher at the higher temperature and lower at the lower temperature.





กิติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณต่อ รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ รองศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชรรมนนุญ โรจนะบุรานนท์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ นิภูธรรัตน์ ปภาวสิทธิ์ ที่ได้ช่วยกรุณาตรวจแก้ไขเพิ่มเติมวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณ ดร. อนันต์ สาระยา, คุณวัฒนา ภูเจริญ และคุณปรียานฎ สุชะวิสิษฎ์ ที่ได้ให้การสนับสนุนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้, คุณนิพนธ์ เหมะประสิทธิ์ ที่ช่วยแนะนำวิธีการทำสถิติ คุณณิฏฐา จงพีร์เพียร ที่ช่วยให้คำแนะนำด้วยดี คุณจำนงค์ เกษร ที่ช่วยหาหอยม่นไขททดลอง คุณสาโรจน์ ปัญญามหานนท์ ที่ช่วยแนะนำเทคนิคการถ่ายภาพ, คุณสมนึก สติยศสุนทร ที่อำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์, คุณสุนนทิพย์ บุญนาค และ คุณสว่างจิตต์ กิจสวัสดิ์โอสธ ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ช่วยเหลือเงิน ในการทำวิจัย

สารบัญ

หน้า

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....                 | ก   |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....              | ค   |
| กิตติกรรมประกาศ .....                 | ฉ   |
| รายการตารางประกอบ .....               | ช   |
| รายการภาพประกอบ .....                 | ณ   |
| บทที่                                 |     |
| 1. บทนำ .....                         | 1   |
| 2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย ..... | 22  |
| 3. ผลการทดลอง .....                   | 33  |
| 4. วิเคราะห์ผลการทดลอง .....          | 74  |
| 5. สรุปผลการทดลองและขอเสนอแนะ .....   | 78  |
| เอกสารอ้างอิง .....                   | 83  |
| ภาคผนวก .....                         | 90  |
| ประวัติ .....                         | 110 |



รายการตารางประกอบ

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 1. แสดงความเป็นพิษของปรอทที่มีคอัสต์วาน้ำ .....   | 12   |
| 2. แสดงความเป็นพิษของทองแดงที่มีคอัสต์วาน้ำ .....   | 14   |
| 3. แสดงความเป็นพิษของสังกะสี ที่มีคอัสต์วาน้ำ .....   | 16   |
| 4. แสดงความเป็นพิษของตะกั่วที่มีคอัสต์วาน้ำ .....   | 18   |
| 5. แสดงความเป็นพิษของแคดเมียมที่มีคอัสต์วาน้ำ .....   | 20   |
| 6. แสดงผลของปรอทที่ความเข้มข้น 0.36 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอถึงตัวอ่อนระยะพู่เทียสของหอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> ) .....     | 52   |
| 7. แสดงผลของทองแดงที่ความเข้มข้น 0.38 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอ ถึงตัวอ่อนระยะพู่เทียสของหอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> ) .....  | 55   |
| 8. แสดงผลของสังกะสีที่ความเข้มข้น 0.40 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอ ถึงตัวอ่อนระยะพู่เทียสของหอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> ) ..... | 58   |
| 9. แสดงผลของตะกั่วที่ความเข้มข้น 5.44 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอถึงตัวอ่อนระยะพู่เทียสของหอยเม่น( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> ) .61      |      |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 10. | แสดงผลของแคคเมียมที่ความเข้มข้น 27.56 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ที่มีต่อการเจริญของเอมบริโอถึงตัวอ่อนระยะพู่เทียดของหอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> ) ..... | 63 |
| 11. | การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเล ที่มีปรอทที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่มีผลกระทบ เมื่อเทียบกับการปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....              | 91 |
| 12. | การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีทองแดง ที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่มีผลกระทบ เมื่อเทียบกับการปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....            | 92 |
| 13. | การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีสังกะสี ที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่มีผลกระทบเมื่อเทียบกับการปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....           | 93 |
| 14. | การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีตะกั่ว ที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่มีผลกระทบ เมื่อเทียบกับการปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....           | 94 |
| 15. | การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีแคคเมียม ที่ระดับความเข้มข้นที่ไม่มีผลกระทบ เมื่อเทียบกับการปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส.....          | 95 |
| 16. | การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ของเปอร์เซ็นต์การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติ การปฏิสนธิของไข่หอยเม่นในน้ำทะเลปกติแล้วเอมบริโอถูกนำไปเลี้ยงใน             |    |

น้ำทะเลที่มีปรอทความเข้มข้น 0.36 ppm และการปฏิสนธิ  
ของไขหอยเม่นในน้ำทะเลที่มีปรอท ที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน.... 96

17. การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส  
ของการปฏิสนธิของไขหอยเม่นในน้ำทะเลปกติ, การปฏิสนธิของไข  
หอยเม่นในน้ำทะเลปกติแล้วเอมบริโอถูกนำไปเลี้ยงในน้ำทะเลที่มี  
ทองแดงความเข้มข้น 0.38 ppm และการปฏิสนธิของไขหอยเม่น  
ในน้ำทะเลที่มีทองแดง ที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน ..... 97

18. การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส  
ของการปฏิสนธิของไขหอยเม่นในน้ำทะเลปกติ, การปฏิสนธิของไข  
หอยเม่นในน้ำทะเลปกติ แล้วเอมบริโอถูกนำไปเลี้ยงในน้ำทะเลที่มี  
สังกะสีความเข้มข้น 0.40 ppm และการปฏิสนธิของไขหอยเม่น  
ในน้ำทะเลที่มีสังกะสี ที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน..... 98

19. การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส  
ของการปฏิสนธิของไขหอยเม่นในน้ำทะเลปกติ, การปฏิสนธิของ  
ไขหอยเม่นในน้ำทะเลปกติแล้วเอมบริโอถูกนำไปเลี้ยงในน้ำทะเลที่มี  
ตะกั่วความเข้มข้น 5.44 ppm และการปฏิสนธิของไขหอยเม่นในน้ำ  
ทะเลที่มีตะกั่ว ที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน ..... 99

20. การเปรียบเทียบระหว่างอุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส  
ของการปฏิสนธิของไขหอยเม่นในน้ำทะเลปกติ, การปฏิสนธิของไข  
หอยเม่นในน้ำทะเลปกติแล้วเอมบริโอถูกนำไปเลี้ยงในน้ำทะเลที่มี  
แคดเมียมความเข้มข้น 27.56 ppm และการปฏิสนธิของไขหอยเม่น  
ในน้ำทะเลที่มีตะกั่ว ที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน ..... 100

ตารางที่

- 21. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ 64 เซล (มอรูลลา) ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีปรอท ความเข้มข้น 0.36 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 101
- 22. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ blastula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีปรอท ความเข้มข้น 0.36 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 102
- 23. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ 64 เซล (มอรูลลา) ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีทองแดงความเข้มข้น 0.38 ppm ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 103
- 24. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ gastrula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีทองแดงความเข้มข้น 0.38ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 104
- 25. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีทองแดงความเข้มข้น 0.38ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....105

26. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ตัวอ่อนพลูเทียสของ  
เอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ  
ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีทองแดงความเข้มข้น 0.38 ppm  
ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 106
27. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ 64 เซลล์  
(มอรูลลา) ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ)  
ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีสังกะสีความเข้มข้น  
0.40 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 107
28. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ  
blastula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ)  
ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีสังกะสีความเข้มข้น  
0.40 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส..... 108
29. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ  
gastrula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ)  
ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีสังกะสีความเข้มข้น  
0.40 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส)..... 109
30. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของตัวอ่อนพลูเทียส  
ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีสังกะสีความเข้มข้น  
0.40 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 100
31. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ 64 เซลล์  
มอรูลลา) ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ), ชนิด  
ที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีตะกั่วความเข้มข้น 5.44 ppm)

|     |  |     |
|-----|--|-----|
|     | ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....   | 110 |
| 32. | การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ blastula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีตะกั่วความเข้มข้น 5.44ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....               | 112 |
| 33. | การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ gastrula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีตะกั่วความเข้มข้น 5.44ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....               | 113 |
| 34. | การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของตัวอ่อนพลูเทียสของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ) ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีตะกั่วความเข้มข้น 5.44 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส .....                  | 114 |
| 35. | การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ 64 เซล (มอรูลล่า) ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ), ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีแคดเมียมความเข้มข้น 27.56 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... | 115 |



ตารางที่

หน้า

36. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ blastula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ), ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีแคดเมียมความเข้มข้น 27.50 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 116
37. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของเซลล์ระยะ gastrula ของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ), ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีแคดเมียมความเข้มข้น 27.56 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 117
38. การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนเปอร์เซ็นต์ของตัวอ่อนระยะ พลูเทียสของเอมบริโอชนิดที่ 1 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลปกติ), ชนิดที่ 2 และ ชนิดที่ 3 (ถูกเลี้ยงในน้ำทะเลที่มีแคดเมียมความเข้มข้น 27.56 ppm) ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 องศาเซลเซียส ..... 118

รายการภาพประกอบ

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 1. ลักษณะหอยเม่นชนิด <u>Temnopleurus toreumaticus</u><br>ทางคานบน (aboral) .....   | 6    |
| 2. ลักษณะหอยเม่นชนิด <u>Temnopleurus toreumaticus</u><br>ทางคานล่าง (oral) .....   | 6    |
| 3. ลักษณะ ambulacral และ interambulacral<br>ทางคานบน (aboral) ของ <u>Temnopleurus</u><br><u>toreumaticus</u> .....   | 6    |
| 4. ลักษณะ ambulacral และ interambulacral<br>ทางคานล่าง (oral) ของ <u>Temnopleurus</u><br><u>toreumaticus</u> .....   | 6    |
| 5. หอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> )<br>ถูกเลี้ยงไว้ในอ่างแก้วขนาด 100 ลิตร เพื่อไว้ใช้ในการทดลอง.....  | 30   |
| 6. หอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> ) ที่ได้รับการกระตุ้น<br>ด้วย 0.5M.KCL จะนำจุ่มลงบีกเกอร์ขนาด 30 มิลลิลิตร ที่บรรจุ<br>น้ำทะเลไว้เต็มแล้ว เพื่อให้ปล่อยไข่หรือตัวอสุจิ .....                   | 30   |
| 7. อ่างแก้วขนาด 25 ลิตร พร้อมด้วยขวดทดลองและเครื่องปรับ<br>อุณหภูมิ (thermostat) เพื่อใช้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะ<br>หนักที่มีผลต่อการปฏิสนธิของไข่หอยเม่น <u>Temnopleurus</u><br><u>toreumaticus</u> ) ..... | 30   |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 8.  | อ่างแกวขนาด 25 ลิตร พร้อมควยขาคที่ไซ่เลี้ยงตัวอ่อนซึ่งมีเครื่อง<br>พ่นอากาศ (aeration) เพื่อใช้ศึกษาการเจริญของเอมบริโอ<br>ถึงตัวอ่อนระยะพดูเทียบสของหอยเม่น ( <u>Temnopleurus</u><br><u>toreumaticus</u> ) ..... | 30 |
| 9.  | แสดงการปฏิสนธิของไซ่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีปรอทที่ความเข้มข้น<br>ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 °c.....   | 47 |
| 10. | แสดงการปฏิสนธิของไซ่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีทองแดงที่ความเข้มข้น<br>ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 °c.....   | 48 |
| 11. | แสดงการปฏิสนธิของไซ่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีสังกะสีที่ความเข้มข้น<br>ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 °c.....  | 49 |
| 12. | แสดงการปฏิสนธิของไซ่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีตะกั่วที่ความเข้มข้น<br>ต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 °c.....   | 50 |
| 13. | แสดงการปฏิสนธิของไซ่หอยเม่นในน้ำทะเลที่มีแคดเมียมที่ความ<br>เข้มข้นต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 23, 28 และ 33 °c .....  | 51 |
| 14. | ตัวอ่อนสุดิจของหอยเม่น ( <u>Temnopleurus toreumaticus</u> )...  | 67 |
| 15. | ไซ่หอยเม่นที่ถูกปล่อยครั้งแรกจะมีลักษณะไม่กลม .....   | 67 |
| 16. | ไซ่หอยเม่นที่ถูกปล่อยออกมาจะกลมในระยะเวลา 5 นาที .....  | 67 |
| 17. | ไซ่หอยเม่นที่ได้รับการปฏิสนธิจะเกิด fertilization<br>membrane เกิดขึ้น .....  | 67 |
| 18. | ระยะ 2 เซล .....  | 69 |

| ภาพที่ |   | หน้า |
|--------|---|------|
| 19.    | ระยะ 4 เซลล์ .....  | 69   |
| 20.    | ระยะ 8 เซลล์ .....  | 69   |
| 21.    | ระยะ 16 เซลล์ .....   | 69   |
| 22.    | ระยะ 32 เซลล์ .....   | 71   |
| 23.    | ระยะ 64 เซลล์ (มอรูลลา) .....                                       | 71   |
| 24.    | ระยะ blastula .....   | 71   |
| 25.    | ระยะ blastula (ขณะกำลังฟักตัวออกจาก<br>fertilization membrane ..... | 71   |
| 26.    | ระยะ mesenchyme blastula .....                                      | 73   |
| 27.    | ระยะ gastrula .....   | 73   |
| 28.    | ระยะ pyramid (prism) .....  | 73   |
| 29.    | ตัวอ่อนพญูเหียด .....   | 73   |