

ขนาดและรูปร่างของชิ้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายต่อการเกิดไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด

Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus และ Pseudodon vondembuschianus ellipticus

นายเต็มศักดิ์ ยี่มิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-049-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



BRT 599006

Am 36



โครงการพัฒนาศักยภาพและศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

c/o ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400



ขนาดและรูปร่างของจีนแมนเทิลที่ปลูกถ่ายต่อการเกิดไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด  
*Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus*

นายเพิ่มศักดิ์ ยี่มิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-049-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



SIZES AND SHAPES OF TRANSPLANTED MANTLE PIECES FOR PEARL  
FORMATION IN FRESHWATER PEARL MUSSELS *Hyriopsis*  
(*Hyriopsis*) *bialatus* AND *Pseudodon vondembuschianus ellipticus*

Mr. Permsak Yeemin

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Zoology

Department of Biology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1997

ISBN 974-637-049-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ขนาดและรูปร่างของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายต่อการเกิดไข่มุก ในหอย  
มุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon*  
*vondembuschianus ellipticus*

โดย นายเพิ่มศักดิ์ ยี่มิน

ภาควิชา ชีววิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา

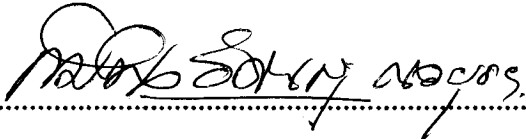
บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ชัยยิ่งยวด)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญหา)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา)

  
.....กรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ไพบุลย์ นัยเนตร)



เพิ่มศักดิ์ ยิมิน: ขนาดและรูปร่างของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายต่อการเกิดไข่มุกใน  
หอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon*

*vondembuschianus ellipticus* (SIZES AND SHAPES OF TRANSPLANTED  
MANTLE PIECES FOR PEARL FORMATION IN FRESHWATER PEARL

MUSSELS *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* AND *Pseudodon*

*vondembuschianus ellipticus*) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.สมศักดิ์ ปัญหา, 104 หน้า

ISBN 974-637-049-9

ศึกษาการสร้างไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon*  
*vondembuschianus ellipticus* เมื่อใช้ชิ้นแมนเทิลซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน พบว่ากระบวนการ  
การสร้างไข่มุกในหอยมุกทั้งสองชนิดจะถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์ใช้เวลาน้อยกว่า 15 วัน ในหอย  
*H. (H) bialatus* พบว่าการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดรัศมี 4 มม. (C4) จะมีเปอร์  
เซ็นต์การเกิดไข่มุกสูงสุด (81%) และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า  
ขนาด 2 มม. (T1) และรูปร่างวงกลมขนาดรัศมี 2 มม. (C2) จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดไข่มุกต่ำสุด  
(71%) ในหอย *P. vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาด  
รัศมี 4 มม. (C4) และรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 8 มม. (S4) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดไข่มุกสูงสุด  
(86%) และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม. (T1) มีเปอร์เซ็นต์  
การเกิดไข่มุกต่ำสุด (74%) ไข่มุกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นโดยจะขึ้นอยู่กับ  
ขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย สรุปผลจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูก  
ถ่ายจะมีผลต่อการเกิดไข่มุกส่วนรูปร่างที่ต่าง ๆ กันของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายนั้นอาจจะมีผลต่อ  
รูปร่างของไข่มุกเนื่องจากรูปร่างของไข่มุกที่ได้มีความหลากหลายมาก ผิวของไข่มุกและผลึก  
แคลเซียมคาร์บอเนตในหอยทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันโดยผิวของไข่มุกในหอยมุก *P.*  
*vondembuschianus ellipticus* จะมีลักษณะเป็นเม็ดกลม ๆ จำนวนมากติดอยู่อย่างชัดเจนส่วน  
*H. (H) bialatus* จะมีลักษณะเป็นร่างแหและผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ในหอยมุก *P.*  
*vondembuschianus ellipticus* จะมีแท่งผลึกที่ใหญ่กว่าในหอย *H. (H) bialatus*

ภาควิชา.....ชีววิทยา  
สาขาวิชา.....สัตววิทยา  
ปีการศึกษา.....2540

ลายมือชื่อนิติ.....เพิ่มศักดิ์ ยิมิน  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## C725610 : MAJOR ZOOLOGY

KEY WORD:

TRANSPLANTED MANTLE PIECES/PEARL FORMATION /  
FRESHWATER PEARL MUSSEL

PERMSAK YEEMIN: SIZES AND SHAPES OF TRANSPLANTED  
MANTLE PIECES FOR PEARL FORMATION IN FRESHWATER  
PEARL MUSSELS *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* AND *Pseudodon  
vondembuschianus ellipticus*, THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF.  
SOMSAK PANHA, Ph.D. 104 pp. ISBN 974-637-049-9

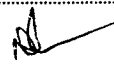
The formation of pearls by the freshwater mussels, *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* and *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* by transplanting various sizes and shapes of the mantle pieces were studied. The pearl sacs of the two species completely formed within less than 15 days. For the *H.(H.) bialatus*, transplanted circle mantle piece (4mm. radius, C4) yielded the highest percentage of forming a pearl sac (81%) while transplanted triangle mantle piece (2mm. for each side, T1) and circle transplanted mantle piece yielded the lowest percentage. (71%) For the *P. vondembuschianus ellipticus*, transplanted circle mantle piece (4mm. radius, C4) and transplanted square mantle piece (8mm., S4) yielded the highest percentage of forming a pearl sac (86%) while transplanted triangle mantle piece (2mm. for each side, T1) yielded the lowest percentage. (74%) The pearl sac growth depended on sizes of transplanted mantle piece. In conclusion sizes of transplanted mantle piece effect the pearl formation. Shapes of transplanted mantle piece may influence on the pearl shapes because the pearl shapes have high diversity. Surface of the pearl sac and calcium carbonate crystals of the two species are different. A lot of small balls are seen on the surface of pearl sac of *P. vondembuschianus ellipticus* while the net-like was seen on the surface of pearl sac of *H.(H.) bialatus*. Calcite calcium carbonate crystals at the same stage of *P. vondembuschianus ellipticus* are bigger than one of *H.(H.) bialatus*.

ภาควิชา.....ชีววิทยา.....

สาขาวิชา.....สัตววิทยา.....

ปีการศึกษา.....2540.....

ลายมือชื่อนิสิต.....พิมพ์ศุภกิจ.....ยี่ฉิน.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..........

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ ปัญหา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือสนับสนุน และให้ข้อคิดต่าง ๆ ของการวิจัยทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนช่วยตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยศยิ่งยวด ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา และศาสตราจารย์ไพบุลย์ นัยเนตร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณ คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา ทุก ๆ ท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ และข้อคิดต่าง ๆ ตลอดการศึกษา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ/สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(รหัสโครงการ BRT539006) ที่ได้ร่วมให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ ผู้ใหญ่ กมล คุณแม่สมหมาย เลิศพานิช และครอบครัวที่ให้ความสะดวกด้วยดีในด้านสถานที่พักและช่วยเหลือสถานที่เลี้ยงหอยของงานวิจัยตลอดการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณสัมพันธ์ สุวรรณรัตน์ และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาชีววิทยาทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและความสะดวกระหว่างการวิจัยในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ คุณวรวิมล วงศ์นัย คุณสุทริยา วงศ์นัย คุณสมัทนา ยิมิน คุณสุภาวดี ยิมิน คุณนฤตล มัธยัสถ์สุข คุณรังสิมันต์ บัวทอง คุณพวงผกา แก้วกรมคุณัญญา สตังดี คุณประชา สตังดี คุณฤเดช ศิริสมานจิตติกุล คุณขจรศักดิ์ วงศ์ชีวีรัตน์ คุณวาริ ชายี คุณวัชรินทร์ ทันวงศ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณพ่อและคุณแม่ตลอดจนพี่ ๆ ทุกท่านของข้าพเจ้า ที่ช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนทางด้านการศึกษาค้นคว้าด้วยดีเสมอมา

## สารบัญ

|                                     | หน้า |
|-------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....             | จ    |
| กิตติกรรมประกาศ.....                | ฉ    |
| สารบัญ.....                         | ช    |
| สารบัญตาราง.....                    | ซ    |
| สารบัญแผนภูมิ.....                  | ฅ    |
| สารบัญรูปภาพ.....                   | ฉ    |
| บทที่                               |      |
| 1. บทนำ.....                        | 1    |
| 2. บทสอบสวนเอกสาร.....              | 4    |
| 3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....      | 12   |
| 4. ผลการทดลอง.....                  | 19   |
| 5. อภิปรายผลการทดลอง.....           | 81   |
| 6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... | 87   |
| รายการอ้างอิง.....                  | 89   |
| ภาคผนวก.....                        | 97   |
| ประวัติผู้เขียน.....                | 104  |



# สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                            | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. มูลค่าการนำเข้าและอัตราการขยายตัวการนำเข้าไข่มุกของประเทศไทย<br>จากต่างประเทศ.....                                                               | 2    |
| 2. แสดงจำนวนหอยในแต่ละวิธีการทดลอง.....                                                                                                             | 12   |
| 3. แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกและเปอร์เซ็นต์การตายในหอยมุก<br><i>H.(H.) bialatus</i> .....                                                      | 20   |
| 4. แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกและเปอร์เซ็นต์การตายในหอยมุก<br><i>P. vondembuschianus ellipticus</i> .....                                       | 21   |
| 1-ก แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่าย<br>ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ.....               | 98   |
| 2-ก แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่าย<br>ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางวงกลมขนาดต่าง ๆ.....                            | 99   |
| 3-ก แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่าย<br>ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ.....                 | 100  |
| 4-ก แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i><br>เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ..... | 101  |
| 5-ก แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i><br>เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางวงกลมขนาดต่าง ๆ.....              | 102  |
| 6-ก แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i><br>เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ.....   | 103  |

## สารบัญแผนภูมิ

| แผนภูมิที่                                                                                                                                                                | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มูกในหอยมูก <i>H.(H.) bialatus</i> และ <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่าง ๆ ..... | 22   |
| 2. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายในหอยมูก <i>H.(H.) bialatus</i> และ <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่าง ๆ .....           | 22   |
| 3. แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ .....                                        | 23   |
| 4. แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....                                                     | 24   |
| 5. แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ .....                                          | 25   |
| 6. แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ .....                         | 26   |
| 7. แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....                                      | 27   |
| 8. แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ .....                           | 28   |
| 9. เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของไข่มูก <i>H.(H.) bialatus</i> กับ <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ .....  | 29   |
| 10. เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของไข่มูก <i>H.(H.) bialatus</i> กับ <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....              | 30   |

| แผนภูมิที่                                                                                                                                                              | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 11. เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของไข่มุก <i>H.(H.) bialatus</i> กับ <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ..... | 31   |
| 12. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ .....                        | 39   |
| 13. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....                                     | 40   |
| 14. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ .....                          | 41   |
| 15. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ               | 42   |
| 16. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....                      | 43   |
| 17. แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ ....            | 44   |

## สารบัญรูปภาพ

| รูปที่                                                                                                                                                                                                   | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1. แสดงเครื่องมือที่ใช้ในการตัดชิ้นแมนเทิลเป็นรูปต่าง ๆ.....                                                                                                                                             | 13   |
| 2. แสดงชิ้นแมนเทิลที่ใช้ในการปลูกถ่ายขนาดและรูปร่างต่าง ๆ.....                                                                                                                                           | 13   |
| 3. แสดงชนิดหอยที่ใช้ในการทดลอง.....                                                                                                                                                                      | 17   |
| 4. แสดงกระชังที่ใช้ในการเลี้ยงหอยของการทดลอง.....                                                                                                                                                        | 18   |
| 5. แสดงบริเวณสถานที่เลี้ยงหอยของงานวิจัยการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืด.....                                                                                                                                       | 18   |
| 6. แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ .....                                                                     | 33   |
| 7. แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....                                                                                  | 34   |
| 8. แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ .....                                                                       | 35   |
| 9. แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ .....                                                      | 36   |
| 10. แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ .....                                                                  | 37   |
| 11. แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ .....                                                       | 38   |
| 12. ลักษณะทั่วไปของถุงไข่มุกเมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin .....                                                                                                                                     | 46   |
| 13. แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน..... | 47   |
| 14. แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T4 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน..... | 48   |

| รูปที่                                                                                                                                                                                                                            | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 15. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล<br>รูปร่างวงกลม C1 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S<br>(A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน.....                               | 49   |
| 16. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล<br>รูปร่างวงกลม C4 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S<br>(A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน.....                               | 50   |
| 17. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล<br>รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S1 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin<br>Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน.....                    | 51   |
| 18. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล<br>รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S4 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin<br>Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน.....                    | 52   |
| 19. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-<br>Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน..... | 53   |
| 20. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T4 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-<br>Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A) 15,45,75 และ 105 วัน.....      | 54   |
| 21. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างวงกลม C1 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE)<br>และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน.....               | 55   |
| 22. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างวงกลม C4 ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE)<br>และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน.....               | 56   |

| รูปที่                                                                                                                                                                                                                | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 23. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S1ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน..... | 57   |
| 24. แสดงลักษณะถุงไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S4ย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A) อายุ 15,45,75 และ 105 วัน..... | 58   |
| 25. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1,T2 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                        | 60   |
| 26. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T3,T4 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                        | 61   |
| 27. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างวงกลม C1,C2 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                                     | 62   |
| 28. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างวงกลม C3,C4 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                                     | 63   |
| 29. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S1,S2 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                          | 64   |
| 30. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S3,S4 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                          | 65   |
| 31. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1,T2 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน                                                               | 66   |
| 32. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T3,T4 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน                                                               | 67   |
| 33. แสดงลักษณะไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชินแมนเทิลรูปร่างวงกลม C1,C2 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                                                                       | 68   |



| รูปที่                                                                                                                                                                       | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 34. แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่าย<br>ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม C3,C4 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....                          | 69   |
| 35. แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่าย<br>ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S1,S2 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....               | 70   |
| 36. แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่าย<br>ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S3,S4 อายุ 6,8,10 และ 12 เดือน.....               | 71   |
| 37. แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า อายุ 6 และ 8 เดือน.....                   | 75   |
| 38. แสดงลักษณะผิวไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้น<br>แมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า อายุ 10 และ 12 เดือน.....                                   | 75   |
| 39. แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม อายุ 6 และ 8 เดือน.....                                | 76   |
| 40. แสดงลักษณะผิวไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้น<br>แมนเทิลรูปร่างวงกลม อายุ 10 และ 12 เดือน.....                                                | 76   |
| 41. แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุก<br>ถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสอายุ 6 และ 8 เดือน.....                      | 77   |
| 42. แสดงลักษณะผิวไข่มุกในหอยมุก <i>H.(H.) bialatus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้น<br>แมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส อายุ 10 และ 12 เดือน.....                                     | 77   |
| 43. แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus<br/>ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า อายุ 6 และ 8<br>เดือน..... | 78   |
| 44.แสดงลักษณะผิวไข่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่าย<br>ด้วย ชิ้นแมนเทิลรูป ร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า อายุ 10 และ 12 เดือน.....                   | 78   |

| รูปที่                                                                                                                                                           | หน้า |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 45. แสดงลักษณะของผิวถุงไข่่มุกและผิวไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลม อายุ 6 และ 8 เดือน .....     | 79   |
| 46. แสดงลักษณะผิวไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลม อายุ 10 และ 12 เดือน.....                       | 79   |
| 47. แสดงลักษณะของผิวถุงไข่่มุกและผิวไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสอายุ 6 และ 8 เดือน | 80   |
| 48. แสดงลักษณะผิวไข่่มุกในหอยมุก <i>P. vondembuschianus ellipticus</i> เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส อายุ 10 และ 12 เดือน.....            | 80   |

## บทที่ 1

### บทนำ

ไข่มุกเป็นอัญมณีชนิดเดียวที่ถือกำเนิดมาจากสิ่งมีชีวิต ไข่มุกมีความผูกพันกับคนเรามาเนิ่นนานและได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มาจนถึงปัจจุบัน การเกิดไข่มุกในหอยมุกนั้นเกิดจากเนื้อเยื่อส่วนที่เรียกว่า แมนเทิล ( mantle ) ซึ่งแมนเทิลของหอยจะห่อหุ้มส่วนของร่างกายทั้งหมดทำหน้าที่สำคัญคือการสร้างเปลือก ในธรรมชาตินั้นการเกิดไข่มุกจะเกิดจากการที่มีสิ่งแปลกปลอมเช่นทราย หิน พยาธิ เป็นต้น เข้าไปอยู่ระหว่างชั้นแมนเทิลกับชั้นนาครีซ (nacreous layer) หรืออาจจะเกิดอยู่ระหว่างชั้นแมนเทิล ทำให้หอยสร้างสารมุกขึ้นมาห่อหุ้มสิ่งแปลกปลอมนั้น ในอดีตประเทศจีนเป็นประเทศแรกที่อยู่จักการผลิตไข่มุก โดยใช้งาช้าง ไม้ หิน หรือโลหะรูปต่าง ๆ ใส่เข้าไปในตัวหอยกาน้ำจืด เพื่อให้หอยสร้างสารมุกมาเคลือบ แต่การศึกษาวิจัยการเพาะเลี้ยงและการผลิตไข่มุกน้ำจืดอย่างจริงจังเริ่มในปีค.ศ.1970 และสามารถให้ผลผลิตได้ในปี 1980 เป็นต้นมา (Gervis and Sims, 1972 ; Neff, 1992; Petit et al., 1979; Sin, 1993) ปัจจุบันมีการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดกันอย่างกว้างขวางในประเทศญี่ปุ่น สาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอเมริกา รัสเซีย และ ไทย สำหรับประเทศไทยพบว่า มีหอยกาน้ำจืดอยู่ถึง 46 ชนิด และอย่างน้อย 4 ชนิด ที่มีขนาดใหญ่ใช้ในการผลิตไข่มุกน้ำจืดได้คือ *Chamberlainia hainesiana*, *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana*, *Hyriopsis (Limnoscapha) desorwitzi* และ *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* (สมศักดิ์ ปัญหา,2534) หอยกาน้ำจืดทั้ง 4 ชนิด มีการกระจายอยู่ทั้งในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันตกของประเทศไทย (Brandt,1974) ปัจจุบันมีหน่วยงานที่ศึกษาวิจัยในเรื่องของการผลิตหอยมุกและไข่มุกน้ำจืดอยู่ 2 หน่วยงานคือสถานีวิจัยน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรี และ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สมศักดิ์ ปัญหา,2536)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าหอยกาบน้ำจืด 2 ชนิดคือ *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* ซึ่งมีการกระจายอยู่อย่างกว้างขวางในแม่น้ำมูล แม่น้ำชี (Brandt, 1974) และพบว่าหอยทั้งสองชนิดมีคุณสมบัติที่น่าจะนำมาใช้ในการผลิตไข่มุกได้ เป็นต้นว่าสีสันของชั้นนาเคลียสที่สวยงาม ความหนาของเปลือกและปริมาณที่มีอยู่อย่างมหาศาล ดังนั้นจึงเกิดความคิดที่น่าจะนำหอยดังกล่าวมาใช้ให้เหมาะสมและให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ประเทศไทยมีการนำเข้าไข่มุกจากต่างประเทศในปีหนึ่ง ๆ มีมูลค่าค่อนข้างสูง และพบว่ามีอัตราการขยายตัวการนำเข้าที่สูงเช่นเดียวกันดังตาราง

| การนำเข้าไข่มุกประจำปี | มูลค่า : ล้านบาท | อัตราการขยายตัว : ร้อยละ |
|------------------------|------------------|--------------------------|
| 2537                   | 56.3             | -                        |
| 2538                   | 279.4            | 396.3                    |
| 2539                   | 640.1            | 129.1                    |

ตารางที่ 1 มูลค่าการนำเข้าและอัตราการขยายตัวการนำเข้าไข่มุกของประเทศไทยจากต่างประเทศ

ที่มา กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ (2539)

การผลิตไข่มุกน้ำจืดที่ผ่านมาจะใช้วิธีการที่เรียกว่า การปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิล (mantle transplantation) โดยการนำชิ้นแมนเทิลของหอยตัวหนึ่งซึ่งเป็นตัวให้ (donor) มาปลูกถ่ายไว้ในชิ้นแมนเทิลของหอยอีกตัวหนึ่งคือตัวรับ (recipient) เพื่อให้ชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายนั้นสร้างไข่มุกขึ้นมา ซึ่งพบว่ามุกที่เกิดขึ้นมีรูปแบบและขนาดที่มีความหลากหลาย จึงเกิดแนวความคิดว่า ความแตกต่างดังกล่าวของไข่มุกน่าจะเกิดจากขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกันของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย การศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้หอยมุกน้ำจืดทั้ง 2 ชนิดคือ *H.(H.) bialatus* และ *P. vondembuschianus ellipticus* มาทำการศึกษา

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเกิดไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* เมื่อใช้ชิ้นแมนเทิล ซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยเทคนิคการปลูกถ่ายเนื้อเยื่อ

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดให้ดียิ่งขึ้น และเป็นการวางแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

## บทที่ 2

### บทสอบสวนเอกสาร

แมนเทิลของหอยมุกเป็นอวัยวะที่ห่อหุ้มตัวหอยไว้ทำหน้าที่หลักในการสร้างเปลือก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อบุผิว 2 ชั้นคือ เนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอก (outer mantle epithelium) และเนื้อเยื่อบุผิวชั้นใน (inner mantle epithelium) ระหว่างเนื้อเยื่อบุผิวทั้งสองเป็นส่วนของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เส้นเลือด กล้ามเนื้อเรียบและเส้นประสาท รวมเรียกส่วนนี้ว่า mesodermal tissue (Neff,1972; Petit et al.,1978; Shi et al.,1985; Panha and Phansuwan,1996) เนื้อเยื่อบุผิวชั้นในของแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุผิว (epithelium cells) ชั้นเดียว เซลล์สร้างน้ำเมือก (mucous cells) และเซลล์ต่อม (gland cells) ที่ประกอบเซลล์เพียงเซลล์เดียว (unicellular) เซลล์เยื่อบุผิวจะมีขนาดความยาวประมาณ 10  $\mu\text{m}$  กว้างประมาณ 3  $\mu\text{m}$  มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ ไม่มีนิวคลีโอลัส มีไมโครวิลไล (microvilli) และซีเลีย (cilia) กระจายเป็นหย่อม ๆ แทรกอยู่กับไมโครวิลไล เซลล์สร้างน้ำเมือกมีหลายรูปร่างทำหน้าที่ผลิตน้ำเมือกที่มีความเข้มข้นสูงเพื่อคลุมผิวหน้าของเซลล์เยื่อบุผิวและพบว่า mucous substance ที่อยู่ในเซลล์สร้างน้ำเมือกประกอบด้วย mucopolysaccharide ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดมีบทบาทช่วยควบคุมกลไกในการสร้างสารมุก นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ในการดูดซับแคลเซียมจากแหล่งน้ำเข้าสู่ตัวหอย โดยสารเมือกจะรวมตัวกับแคลเซียมและกลายเป็นส่วนหนึ่งของชั้นมุกที่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบ เซลล์ต่อมที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวจะกระจายอยู่ด้านล่างของเซลล์เยื่อบุผิวมีรูปร่างไม่แน่นอน ภายในบรรจุแกรนูล (granules) จำนวนมาก (Nakahara,1961; Wada,1966; Tsujii,1968; Wilbur and Saleuddin,1983; Shi et al.,1985) เนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกของแมนเทิลประกอบด้วยเซลล์บาง ๆ ชั้นเดียว รูปร่างมีหลายเหลี่ยม (polygonal columnar) มีความสูงประมาณ 30  $\mu\text{m}$  ผิวด้านอิสระจะมีไมโครวิลไลขนาดเล็กจำนวนมากปกคลุมอยู่ แต่ละเส้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1  $\mu\text{m}$  ยาวประมาณ 2-3  $\mu\text{m}$  ภายในเซลล์จะพบไมโทคอนเดรีย เอนโด

พลาสมิเกรติคูลัม และโพลีโซม จำนวนมากกระจายอยู่ด้านบนและด้านล่างของเซลล์ (Neff,1972; Li et al.,1988; Si et al.,1990) กระบวนการสร้างเปลือกเกิดจากการที่เซลล์สร้างน้ำเมือกจับน้ำเมือกมารวมกับ extrapallial fluid ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนและ mucopolysaccharide acid โดยอยู่ในช่องว่างที่เรียกว่า extrapallial space ซึ่งอยู่ระหว่างแมนเทิลชั้นนอกกับชั้นนาครีซ (Bevelander and Nakahara,1966; Wilbur and Saleuddin,1983)

กระบวนการเกิดไข่มุกในธรรมชาติเป็นกระบวนการทำความสะอาดส่วนของเปลือกชั้นนาครีซกับแมนเทิล หรือส่วนของ extrapallial space เพื่อลดความระคายเคืองและป้องกันอันตรายต่าง ๆ ให้กับตัวหอย (McLean,1980) จากสมบัติของแมนเทิลในการสะสมและเป็นบริเวณที่เกิดปฏิกิริยาเคมีจนได้สารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเปลือกหอย ในกระบวนการสร้างเปลือกหอยพบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตของเปลือกหอยนั้นมาจาก haemolymph และ extrapallial fluid โดยที่แคลเซียมคาร์บอเนต เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์ ในกระบวนการเมแทบอลิซึม และแคลเซียมที่ได้จะมาจากน้ำ โดยจะถูกนำมาสะสมอยู่รอบ ๆ ขอบของแมนเทิล จากนั้นจะเกิดกระบวนการทางฟิสิกส์-เคมี (physico-chemical processes) ทำให้เกิดเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต และเกิดการรวมตัวกับโปรตีนตกผลึกเป็นเปลือกหอยในที่สุด (Bevelander,1952) Coimbra และคณะ(1993) พบว่าค่า electrical potential ของ ionic calcium ใน extrapallial fluid และ haemolymph มีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะมีค่าสูงกว่าใน mantle cavity และสภาพแวดล้อม นอกจากนี้ pH และคาร์บอนไดออกไซด์ จะเป็นตัวควบคุมการสะสมของแคลเซียมใน extrapallial fluid โดยค่า pH ที่สูงและปริมาณ  $\text{CO}_2$  ที่ต่ำของสภาพแวดล้อมจะทำให้การสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตนั้นดีกว่าปกติ Hatano และคณะ (1955)พบว่าแคลเซียมจะถูกดึงจากน้ำเข้าสู่เหงือกได้อย่างรวดเร็วและสะสมในเปลือกและไข่มุกเป็น calcium-protein complex นอกจากนั้น Wada (1968) พบว่าแคลเซียมที่ใช้สำหรับกระบวนการสร้างเปลือกจะถูกขับออกจากแมนเทิลในรูปแบบ inorganic ion ปนออกมากับสารประกอบ acid mucoprotein โปรตีนจะทำหน้าที่คล้ายกับซีเมนต์ ที่จะเชื่อมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตเข้าด้วยกัน จากการศึกษาของ Yano และ

Machii ในปี 1975 พบว่ากรดอะมิโนที่ได้จากการสกัดชิ้นแมนเทิลที่เลี้ยงไว้ใน culture medium ส่วนใหญ่เป็น valine, glutamic acid, aspartic acid, histidine, leucine และ glycine ซึ่งเหมือนกับส่วนประกอบของโปรตีน conchiolin ของเปลือก Wada (1976) พบว่ากรดอะมิโนที่ใช้ในการสร้างเปลือกในชั้นนาเรียสและชั้นปริสมาติกในหอยมุก กัลปังหา *Pinctada fucata* มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่คล้ายคลึงกัน และ Yano (1978) พบว่ากรดอะมิโนที่พบในของเหลวในร่างกายของหอยมุก 2 ชนิดคือ หอยมุก กัลปังหา *P. fucata* และหอยนางรม *Crassostrea gigas* มีอยู่ 16-17 ชนิด โดยของเหลวที่มาจากหัวใจและเท้าในหอยมุก 2 ชนิดนี้จะมีปริมาณของ aspartic acid และ glutamic acid อยู่สูง

จากข้อมูลดังกล่าวจึงได้มีการนำชิ้นแมนเทิลปลูกถ่ายเข้าไปในบริเวณ mesodermal tissue ของแมนเทิลและ gonad ของหอยมุก เพื่อให้เกิดการสร้างไข่มุกขึ้นมา รวมทั้งพบว่าเนื้อเยื่อชั้นในของแมนเทิลจะสลายไปก่อนถุงไข่มุกจะถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์และเป็นการสนับสนุนให้ใช้เนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกของแมนเทิล สำหรับการปลูกถ่ายเพื่อสร้างถุงไข่มุกและไข่มุก (Aoki, 1959; Tsujii, 1968; Wada, 1968; Zahab et al., 1992)

การศึกษาผลของการปลูกถ่ายชิ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลเข้าไปจะมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงเกิดเป็นถุงไข่มุกและหลังจากที่สร้างถุงไข่มุกเสร็จสมบูรณ์แล้วเซลล์เยื่อบุผิวของถุงไข่มุกจะเริ่มมีการสะสมของสารมุก (pearl substance) และผลของสภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ที่มีผลต่อกระบวนการสร้างถุงไข่มุก ไข่มุก และคุณภาพของไข่มุกตามที่นักวิจัยกลุ่มต่าง ๆ ได้รายงานไว้ดังนี้

Kawakami (1952) ได้ปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลเข้าไปใน gonad ของหอยมุกพบว่าชิ้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกจะเจริญเป็นถุงไข่มุก โดยจะกระจายไปบนผิวด้านในของบาดแผล และเจริญเป็นแผ่นบาง ๆ คลุมนิวเคลียส หลังจากปลูกถ่ายเข้าไป 7 วัน โดยถุงไข่มุกจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 1 ชั้น ซึ่งมีความหนากว่าเยื่อบุผิวชั้นนอกของแมนเทิลของหอยปกติเล็กน้อย และหลังจากปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิล 15 วัน ถุงไข่มุกจะหลั่งสารประกอบ



โปรตีนเป็นชั้นเพอริออสตราคัม จากนั้นจะมีการสร้างเป็นชั้นพริสมาติก และชั้นนาเครียส ตามลำดับ และ Kawakami (1953) ศึกษาการสร้างถุงไข่่มุกและไข่่มุกในหอยมุกกัลปังหา *Pinctada martensii* พบว่าจะมีความแตกต่างกันเมื่ออุณหภูมิต่างกันโดยที่อุณหภูมิสูง ( $26^{\circ}\text{C}$ ) จะมีการเจริญเป็นถุงไข่่มุกได้เร็วกว่าที่อุณหภูมิต่ำ ( $15^{\circ}\text{C}$ )

Ojima และ Watanabe (1953) ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการสร้างถุงไข่่มุกในหอยมุกน้ำจืด *H. schlegelii* โดยใช้เนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอก ปลุกถ่ายเข้าไปในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของแมนเทิลของหอยตัวรับ พบว่าสามารถเกิดถุงไข่่มุกได้ในเวลา 14 วัน หลังจากปลุกถ่าย และพบว่าถ้ามีการติดเชื้อเกิดขึ้น จากการปลุกถ่ายจะไม่มีการสร้างเป็นถุงไข่่มุก

Kawakami (1954) ได้ศึกษาการเกิดถุงไข่่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* และ *Anodonta woodiana lauta* พบว่าชั้นเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกของหอยทั้งสองชนิด สามารถสร้างถุงไข่่มุกล้อมรอบนิวเคลียสได้ภายใน 14 วัน หลังจากปลุกถ่ายเนื้อเยื่อแมนเทิลลงใน gonad ของหอยแต่ละชนิด

Kawakami (1957) ศึกษาผลของอุณหภูมิที่ต่ำต่อการสร้างถุงไข่่มุกและคุณภาพของไข่่มุกที่ได้ โดยใช้วิธี cold-shocked โดยการปลุกถ่ายชิ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลที่อยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำ ( $5^{\circ}\text{C}$ ) เป็นเวลา 5-40 ชั่วโมง พบว่าระยะเวลาในการสร้างถุงไข่่มุกและคุณภาพของไข่่มุกที่ได้จะไม่แตกต่างจากการปลุกถ่ายโดยชิ้นแมนเทิลที่อุณหภูมิปกติแต่การเสื่อมสลายของ mesodermal tissue จะช้ากว่าปกติและชิ้นแมนเทิลที่เก็บรักษาไว้ ภายใต้อุณหภูมิต่ำเป็นเวลา 5-40 ชั่วโมง สามารถนำไปใช้ในการปลุกถ่ายเพื่อผลิตไข่่มุกได้

Machii และ Nakahara (1957) พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างถุงไข่่มุกและไข่่มุก โดยในช่วงฤดูร้อนหอยจะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าในช่วงฤดูหนาว

Nakahara และ Machii (1957) ได้ศึกษาการเกิดถุงไข่มุก พบว่าหลังจากปลุกถ่ายเนื้อเยื่อแมนเทิลชั้นนอกเข้าไป 1-6 วัน ชั้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายจะเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป มีลักษณะคล้ายกับเท้าเทียม (pseudopodia) จะเคลื่อนที่และแผ่ไปตามผิวของนิวเคลียส จากนั้นจะยึดเกาะกับเซลล์รอบบาดแผลของหอยตัวรับและห่อหุ้มนิวเคลียส เกิดเป็นถุงไข่มุกขึ้นมา

Machii (1958) ศึกษาผลของขนาดของชั้นแมนเทิลและนิวเคลียสที่ปลุกถ่ายในการสร้างถุงไข่มุก พบว่าถ้าใส่นิวเคลียสที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ได้ถุงไข่มุกที่ใหญ่กว่าใส่นิวเคลียสขนาดเล็ก เมื่อชั้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายมีขนาดเท่ากัน และถ้านิวเคลียสขนาดเท่ากันการปลุกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลขนาดใหญ่จะได้ถุงไข่มุกที่ใหญ่กว่าปลุกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลขนาดเล็ก

Ota (1958) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับลักษณะของผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนตในหอยมุกกัลปังหา *Pinctada martensii* พบว่าอุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์กับลักษณะของผลึกของไข่มุกที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อน ผลึกที่เกิดขึ้นจะมีความยาวมากกว่าฤดูหนาวและจะไม่มีการสร้างผลึกของไข่มุกเกิดขึ้นที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 13°C

Wada(1958 a,b) การสะสมสารมุกบนผิวของนิวเคลียสในระยะแรกของกระบวนการสร้างไข่มุกจะพบชั้นหนาของโปรตีน conchiolin ต่อมาจึงจะพบชั้นปริสมาติคสะสมกระจัดกระจายบนผิวของ conchiolin และพบว่าที่ชั้นปริสมาติคจะมีผลึกแคลเซียมเป็นแบบแคลไซต์(calcite)หลังจากนั้นชั้นนาครี ยสซึ่งมีผลึกเป็นแบบอาราโกไนต์(aragonite) ก็จะมาคลุมชั้นปริสมาติคอีกทีหนึ่ง

Machii (1959) ทำการศึกษาโดยใช้ชั้นถุงไข่มุก (pearl sac) ปลุกถ่ายแทนการใช้ชั้นแมนเทิล พบว่าจะเกิดการสร้างถุงไข่มุกคล้ายกับการปลุกถ่ายโดยใช้ชั้นแมนเทิลปกติ

Wada (1959a,b) รายงานว่าการเจริญของผลึกอาราโกไนต์ในชั้นนาครี ยสจะเจริญเป็นชั้น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากสภาวะทางกายภาพและทางเคมีของถุงไข่มุกและการ

สะสมของผลึกแคลเซียมบนผิวของไข่มุกจะหยุดชะงักลงเมื่อมีความผิดปกติของตัวหอย อันเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

Uyeno และ Inouye (1961) พบว่าวิธีการควบคุมคุณภาพของไข่มุกทำได้โดยการเคลื่อนย้ายสถานที่เลี้ยงหอย โดยครั้งแรกจะเลี้ยงหอยมุกในที่ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยก่อน แล้วจึงย้ายไปยังที่ที่ทำให้มีการเจริญอย่างช้า ๆ เพื่อให้ได้ไข่มุกที่สวยงามภายหลังเนื่องจากการเจริญอย่างช้า ๆ ของหอยจะทำให้การตกผลึกของสารมุกมีการตกผลึกอย่างเป็นระเบียบและมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ต่ำ

Aoki (1961) ศึกษาการเกิดถุงไข่มุก พบว่าหลังจากปลูกถ่ายชิ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลเข้าไปในช่องว่างระหว่างนิวเคลียสและเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยตัวรับในระยะเวลา 2-3 วัน จะพบว่ามี wandering cells จำนวนมากมีการเปลี่ยนรูปร่างเป็นเท้าเทียมของ wandering cells ขึ้นเป็นตาข่ายคลุมผิวในของบาดแผลเกิดเป็นเซลล์ใกล้เคียงขึ้นมา

Machii (1962) ศึกษาการเกิดถุงไข่มุก เมื่อปลูกถ่ายโดยเยื่อบุผิวชั้นนอก และเยื่อบุผิวชั้นในของชิ้นแมนเทิล พบว่าถุงไข่มุกที่เกิดจากการปลูกถ่าย โดยเนื้อเยื่อบุผิวชั้นนอกของชิ้นแมนเทิลจะเจริญและสร้างเป็นถุงไข่มุกได้เสร็จสมบูรณ์ภายในเวลา 7-10 วัน ส่วนเยื่อบุผิวชั้นในของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายพบว่าการม้วนตัวและสร้างเป็นถุงไข่มุก แต่ไม่มีการสร้างสารมุกและจะสลายตัวหมดไปภายในเวลา 1 เดือนหลังจากปลูกถ่าย

Machii (1968) ศึกษาการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อแมนเทิลในการเกิดถุงไข่มุกของหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* พบว่า wandering cells มีจุดกำเนิดจากการรวมตัวกันของเนื้อเยื่อแมนเทิลที่ปลูกถ่ายเข้าไปและเนื้อเยื่อจากบาดแผลของหอยเอง จากนั้น wandering cells จะเจริญคลุมผิวด้านในบาดแผลและสร้างเป็นถุงไข่มุก

Uemoto (1968) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของน้ำกับออกซิเจนในกระบวนการเมแทบอลิซึมของหอยมุกกัลปังหา *Pinctada fucata* พบว่าอุณหภูมิของน้ำกับออกซิเจนจะแปรผันตามช่วงของอุณหภูมิ และถ้าอุณหภูมิของน้ำบริเวณนั้นสูงเกิน

27 °C จะมีผลทำให้กระบวนการ oxidation-reduction ภายในร่างกายของหอยทำงานผิดปกติ

Wada (1972) พบว่าปริมาณ Ca metabolism จะมีค่าสูงสุดในช่วงคืนหลังจากที่มีการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลเข้าไปและอัตราการเจริญของไข่มุกหรือมุกบนนิวเคลียสขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญของหอยโดยหอยที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงจะทำให้ได้ไข่มุกที่มีความมันแวววาวน้อยกว่าหอยที่เจริญอย่างช้าๆ และพบว่าจะมีช่วงที่หอยมีการพักตัวหรือมีกิจกรรมน้อยในช่วงฤดูหนาว

Machii (1974) ทำการศึกษาโดยการนำเอาชิ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยมุกกัลปังหา *Pinctada fucata* มาเลี้ยงใน culture medium ที่อุณหภูมิ 23 °C ซึ่งมีการรับอนไดออกไซด์ 10% พบว่าประมาณ 4-7 วัน จะมีลักษณะเป็นตุ่มเกิดขึ้นที่ชิ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลนั้น และตั้งแต่ 12 วันขึ้นไป พบว่ามีการสร้างสารอินทรีย์เกิดขึ้นมาจากชั้น epithelium ได้อย่างชัดเจน

Shi และคณะ (1985) ศึกษาการเกิดถุงไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis cumingii* โดยใช้ชิ้นของแมนเทิลและนิวเคลียสใส่เข้าไประหว่างชั้นของแมนเทิลของหอยตัวรับ พบว่าจะสามารถสร้างถุงไข่มุกได้เสร็จสมบูรณ์ในเวลา 30 วัน ที่อุณหภูมิ 20 °C และการเกิดถุงไข่มุกจะเกิดได้ดีเมื่อปลูกถ่ายเข้าไปในบริเวณแมนเทิลด้านท้าย (posterior)

Li และคณะ (1988) พบว่าถุงไข่มุกจะประกอบด้วยเซลล์ที่มีลักษณะเป็นทรงสูงรูปหลายเหลี่ยม (polygonal columnar) มีไมโครวิลไลอยู่บนผิวสัมผัสนิวเคลียส ไมโครวิลไล จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 100  $\mu\text{m}$  ภายในเซลล์ประกอบด้วยไมโทคอนเดรีย เอนโดพลาสมิกเรติคูลัมจำนวนมาก มีลักษณะคล้ายถุง เยื่อหุ้มของถุงไข่มุก จะทำหน้าที่ขับสารและสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่สำคัญในการสร้างถุงไข่มุก

ประสุข (2538) พบว่าการเกิดถุงไข่มุกเมื่อปลูกถ่ายโดยชิ้นแมนเทิลทั้งชิ้นและเนื้อเยื่อหุ้มแมนเทิลชั้นนอกจะสามารถสร้างไข่มุกได้เช่นเดียวกันแต่เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกจะแตกต่างกันประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

Wada (1995) พบว่าชิ้นแมนเทิลชั้นนอกที่ปลูกถ่ายแบบอัลโลกราฟ (allograft) เข้าไปในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันของแมนเทิลของหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis schlegelii* จะยึดติดกับ plasma membrane ใน hemocyte capsule รอบ ๆ เนื้อเยื่อของหอยตัวรับและมีการแผ่ตัว ออกเป็นเนื้อเยื่อชั้นเดียวเป็นแผ่นแบนต่อเนื่องกันและจะยื่นส่วนที่มีลักษณะคล้ายขาเทียม (filopodia) ทำให้กลายเป็นถุงไข่มุกขึ้นมา

Panha และ Phansuwan (1996) พบว่า neurosecretory cells ที่อยู่บริเวณ anterior adductor muscle มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างไข่มุก หลังจากมีการใส่นิวเคลียสและปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลเข้าไป

Panha และ Kosavittikul (1997) ศึกษาการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลโดยวิธีอัลโลกราฟ(allograft) และซีโนกราฟ (xenograft) ในหอยมุกน้ำจืด 3 ชนิดคือ *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana*, *Hyriopsis (Limnoscapha) desowitzi* และ *Chamberlainia hainesiana* พบว่าการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลโดยวิธีอัลโลกราฟถุงไข่มุกจะถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์ภายใน 15 วัน ส่วนการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลโดยวิธีซีโนกราฟ โดยนำชิ้นแมนเทิลของหอย *C. hainesiana* ไปปลูกถ่ายให้กับหอย *H. (L.) myersiana* พบว่าการสร้างถุงไข่มุกจะใช้เวลา 13 วัน และในทางกลับกันจะใช้เวลา 15 วัน ส่วนการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลของหอย *H. (L.) desowitzi* ไปสู่หอย *C. hainesiana* และ *H. (L.) myersiana* จะใช้เวลาในการสร้างถุงไข่มุก 21 วันและ 27 วันตามลำดับ และถ้าให้ *H. (L.) desowitzi* เป็นหอยตัวรับ พบว่าจะไม่มีการสร้างถุงไข่มุกเกิดขึ้น

### บทที่ 3

#### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

##### 1. การทดลอง

1.1 เก็บตัวอย่างหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* จากคลองลำตะคอง ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ขนาดความยาวเปลือกจากด้านหน้า (anterior) ถึงด้านหลัง (posterior) ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ใน *H. (H.) bialatus* และตั้งแต่ 8 เซนติเมตร ใน *P. vondembuschianus ellipticus*

1.2 นำหอยมุกที่ได้มาปลุกถ่ายเนื้อเยื่อ โดยใช้เนื้อเยื่อชั้นแมนเทิล ซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยใช้จำนวนหอยในการทดลองดังรายละเอียดตามตารางที่ 2

| ชนิด<br>รูปร่างและ<br>ขนาด           | สามเหลี่ยมด้านเท่า |     |     |     | วงกลม (รัศมี) |     |     |     | สี่เหลี่ยมจตุรัส |     |     |     | กลุ่ม<br>ควบคุม | รวม  |
|--------------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|------------------|-----|-----|-----|-----------------|------|
|                                      | 2                  | 4   | 6   | 8   | 1             | 2   | 3   | 4   | 2                | 4   | 6   | 8   |                 |      |
|                                      | มม.                | มม. | มม. | มม. | มม.           | มม. | มม. | มม. | มม.              | มม. | มม. | มม. |                 |      |
| <i>H. (L.) bialatus</i>              | 100                | 100 | 100 | 100 | 100           | 100 | 100 | 100 | 100              | 100 | 100 | 100 | 100             | 1300 |
| <i>P.vondembuschianus ellipticus</i> | 100                | 100 | 100 | 100 | 100           | 100 | 100 | 100 | 100              | 100 | 100 | 100 | 100             | 1300 |

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนหอยในแต่ละวิธีการทดลอง

โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแมนเทิลให้เป็นชิ้นที่มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กันจะทำด้วยโลหะ ซึ่งมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 1 และชิ้นแมนเทิลที่ตัดได้จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 โดยชิ้นแมนเทิลที่ตัดแล้วจะแช่อยู่ใน normal saline การปลุกถ่ายชิ้นแมนเทิลจะปลุกถ่ายไว้ในชิ้นแมนเทิลของหอยตัวรับและบริเวณที่ปลุกถ่ายจะอยู่บริเวณด้านหลังของหอยตัวรับ

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. การทดลอง

1.1 เก็บตัวอย่างหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* จากคลองลำตะคอง ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ขนาดความยาวเปลือกจากด้านหน้า (anterior) ถึงด้านหลัง (posterior) ตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ใน *H. (H.) bialatus* และตั้งแต่ 8 เซนติเมตร ใน *P. vondembuschianus ellipticus*

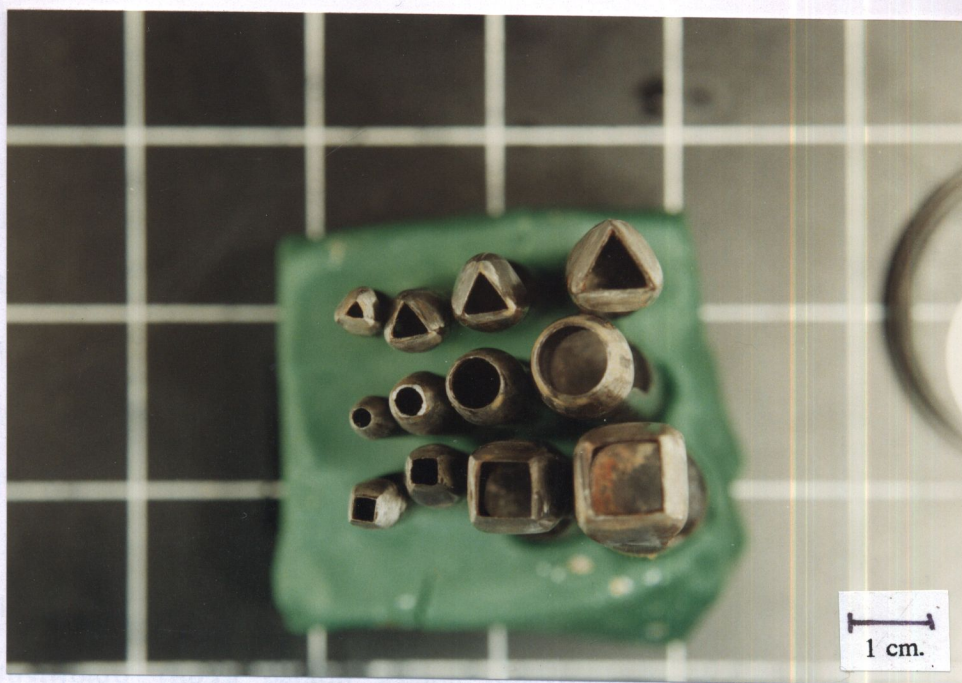
1.2 นำหอยมุกที่ได้มาปลุกถ่ายเนื้อเยื่อ โดยใช้เนื้อเยื่อชั้นแมนเทิล ซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน โดยใช้จำนวนหอยในการทดลองดังรายละเอียดตามตารางที่ 2

| <div>รูปร่างและ<br/>ขนาด</div> <div>ชนิด</div> | สามเหลี่ยมด้านเท่า |     |     |     | วงกลม (รัศมี) |     |     |     | สี่เหลี่ยมจัตุรัส |     |     |     | กลุ่ม | รวม  |
|------------------------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-------|------|
|                                                | 2                  | 4   | 6   | 8   | 1             | 2   | 3   | 4   | 2                 | 4   | 6   | 8   |       |      |
|                                                | มม.                | มม. | มม. | มม. | มม.           | มม. | มม. | มม. | มม.               | มม. | มม. | มม. |       |      |
| <i>H. (L.) bialatus</i>                        | 100                | 100 | 100 | 100 | 100           | 100 | 100 | 100 | 100               | 100 | 100 | 100 | 100   | 1300 |
| <i>P.vondembuschianus ellipticus</i>           | 100                | 100 | 100 | 100 | 100           | 100 | 100 | 100 | 100               | 100 | 100 | 100 | 100   | 1300 |

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนหอยในแต่ละวิธีการทดลอง

โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแมนเทิลให้เป็นชิ้นที่มีรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กันจะทำด้วยโลหะ ซึ่งมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 1 และชิ้นแมนเทิลที่ตัดได้จะมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 โดยชิ้นแมนเทิลที่ตัดแล้วจะแช่อยู่ใน normal saline การปลุกถ่ายชิ้นแมนเทิลจะปลุกถ่ายไว้ในชิ้นแมนเทิลของหอยตัวรับและบริเวณที่ปลุกถ่ายจะอยู่บริเวณด้านหลังของหอยตัวรับ





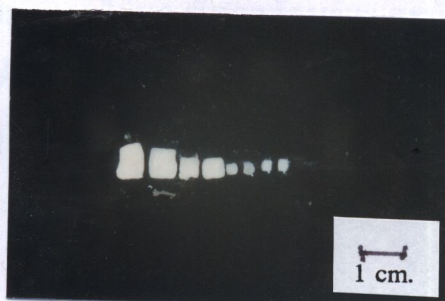
รูปที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการตัดชิ้นแมนเทิลเป็นรูปต่าง ๆ



A



B



C

รูปที่ 2 ชิ้นแมนเทิลที่ใช้ในการปลูกถ่ายรูปร่างต่างๆ

A สามเหลี่ยมด้านเท่า

B วงกลม

C สี่เหลี่ยมจัตุรัส



1.3 นำหอยที่ผ่านขั้นตอนการปลูกถ่ายเนื้อเยื่อมาใส่กระชังซึ่งมีขนาด 90 ซม.X 120 ซม. กระชังละ 300 ตัวแล้วนำไปเลี้ยงในบริเวณสถานที่เลี้ยงหอยของงานวิจัยการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืด ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คลองลำตะคองอำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา คลองนี้มีความกว้างประมาณ 6 เมตร โดยกระชังจะวางอยู่บนพื้นคลองที่มีความลึกประมาณ 2.5 เมตร ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมและลึกประมาณ 1 เมตร ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน

1.4 สุ่มตัวอย่างหอยมาตรวจสอบการเกิดถุงไข่มุก (pearl sac) และไข่มุกในระยะเวลา 4 เดือนแรกจะเก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้งทุก 2 สัปดาห์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อ โดยวิธี parafin section และวัดขนาดของถุงไข่มุก การสุ่มตัวอย่างหอยจะสุ่มครั้งละ 10 ตัว ต่อ 1 การทดลองและคัดเลือกหอย 2 ตัวต่อ 1 การทดลองมาทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อชั้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายหลังจากนั้นเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้งเพื่อนำไปศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไข่มุก ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope) การเก็บตัวอย่างทุกครั้งจะวัดขนาดของถุงไข่มุก จะทำวัดขนาดของถุงไข่มุกตามความยาวของเปลือกหอย

## 2. การตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ

หลังจากที่สุ่มตัวอย่างหอยจากบริเวณสถานที่เลี้ยงหอย โดยทำการตรวจสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ปลูกถ่ายเข้าไปดังนี้

2.1 การตรวจสอบด้วยตาเปล่า โดยดูการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อบริเวณที่ปลูกถ่าย ที่มีการสร้างเป็นถุงไข่มุกและไข่มุก สังเกตลักษณะและบันทึกภาพ

2.2 การตรวจสอบด้วยวิธี parafin section โดยการย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin และ Alizarin Red S เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของถุงไข่มุก โดยมีขั้นตอนดังนี้

### 2.2.1 Fixation

ตัดเนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นถุงไข่มุกแช่ลงใน Bouin's fluid 18-24 ชั่วโมง ถ่ายเนื้อเยื่อจาก Bouin's fluid ลงใน 70% ethyl alcohol

### 2.2.2 Dehydration

ถ่ายเนื้อเยื่อจาก 70% ethyl alcohol ลงใน 90% ethyl alcohol 6 ชั่วโมง 95% ethyl alcohol 3 ชั่วโมง และ n-butyl alcohol 1 ชั่วโมง

### 2.2.3 Clearing

ล้างเนื้อเยื่อใน xylene 1 ชั่วโมง

### 2.2.4 Impregnation

ถ่ายเนื้อเยื่อที่ล้างด้วย xylene แล้วลงใน xylene+molten wax อัตราส่วน 1:1 เป็นเวลา 30 นาที ถ่ายลง wax<sub>1</sub> ที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส 30 นาที จากนั้นถ่ายลง wax<sub>2</sub> ที่อุณหภูมิ 58 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง

### 2.2.5 Embedding

embed เนื้อเยื่อลงใน parafin ทิ้งไว้ให้เย็น

### 2.2.6 Section

นำเนื้อเยื่อที่ผ่านขั้นตอน embedding แล้วมาตัดด้วยเครื่อง microtome ที่ความหนา 7 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปติดบนแผ่นสไลด์

### 2.2.7 Hydration

นำเนื้อเยื่อที่ติดบนแผ่นสไลด์มาล้าง parafin ด้วย xylene 2 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที จากนั้นถ่ายลงใน n-butyl alcohol, 95%, 90%, 70% ethyl alcohol, น้ำประปาตามลำดับขั้นตอนละ 3 นาที

### 2.2.8 Staining

การย้อมด้วย Haematoxylin-Eosin

นำสไลด์จากขั้นตอน 2.2.7 มาย้อมด้วยสีย้อม Haematoxylin 10-20 นาที differentiate (70% ethyl alcohol 100 ml.+ 2-3 หยด HCl (conc.)) 5-10 วินาที จากนั้นล้างในน้ำประปา 5-10 นาที ถ่ายลงใน 70%, 90% ethyl alcohol ตามลำดับ ขั้นตอนละ 3 นาที จากนั้นย้อมด้วยสีย้อม Eosin (ใน 95% ethyl alcohol) 3-5 นาที ล้างสีย้อมด้วย 95% ethyl alcohol 15-30 วินาที จากนั้นถ่ายลง n-butyl alcohol, xylene<sub>1</sub>, xylene<sub>2</sub> ตามลำดับขั้นตอนละ 5 นาที แล้ว mount ด้วย Canada balsam

### การย้อมด้วย Alizarin Red S

นำสไลด์จากขั้นตอน 2.2.7 มาย้อมด้วยสี Alizarin Red S (2% aqueous) 3 นาที ล้างสีด้วย acetone 30 วินาที acetone+xylene อัตราส่วน 1:1 15 วินาที ถ่ายลงใน xylene<sub>1</sub> และ xylene<sub>2</sub> ตามลำดับ ขั้นตอนละ 5 นาที แล้ว mount ด้วย Canada balsam

นำสไลด์ที่ได้มาตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและบันทึกภาพ

### 2.3 การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของถุงไข่เมือกและไข่เมือกด้วยกล้องจุลทรรศน์

อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope)

2.3.1 ตัดเนื้อเยื่อบริเวณที่เป็นถุงไข่เมือกแช่ลงใน 3% paraformaldehyde ผสมกับ 2% glutaraldehyde ในสารละลายบัฟเฟอร์ 0.1 M sodium phosphate เป็นเวลา 15-20 ชั่วโมง

2.3.2 ล้างตัวอย่างด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ 0.1 M sodium phosphate 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที

2.3.3 แช่ตัวอย่างด้วย ethyl alcohol ที่ความเข้มข้น 35%, 50%, 70% และ 95% ตามลำดับ ขั้นตอนละ 10 นาที จากนั้นแช่ลงใน butanol 2 ครั้งๆ ละ 15 นาที

2.3.4 ทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤต โดยใช้เครื่องตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤต (critical point dryer) และใช้ butanol หรือ acetone เป็นสารละลายตัวกลาง (intermediate fluid) ระหว่างสารละลายลดน้ำ (dehydrant) กับสารละลายตัวเปลี่ยน (transitional fluid) คือ คาร์บอนไดออกไซด์เหลว ซึ่งเปลี่ยนจากสถานะของเหลวเป็นก๊าซ

2.3.5 นำตัวอย่างที่แห้งวางบนแท่นทองเหลืองนำไฟฟ้า (stub) ติดด้วยกาวนำไฟฟ้า (electroconductive paint) เช่น กาว silver หรือ carbon colloidal

2.3.6 ออบผิวตัวอย่างด้วยทองโดยใช้เครื่องทำโลหะให้เป็นไอออน (ion sputter) เมื่อตัวอย่างสามารถเป็นสื่อไฟฟ้า แล้วจึงนำเข้าศึกษาในกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่ก่ำลังไฟฟ้า 10-20 กิโลโวลต์

### 2.3.7 บันทึกภาพ

หมายเหตุ สำหรับตัวอย่างที่เป็นของแข็ง (ไข่เมือก) จะเริ่มจากขั้นตอนที่ 2.3.4

### 3. วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของซินแนมเทิลที่ปลูกถ่ายเข้าไปที่ระยะเวลาต่าง ๆ จากเนื้อเยื่อที่ผ่านการทำ parafin section

3.2 ตรวจนับจำนวนถุงไข่มูกที่เกิดขึ้นแล้วนำไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าทางสถิติโดยใช้ ANOVA เพื่อเปรียบเทียบหอยที่นำมาทดลองทั้งหมดทุกวิธีการทดลอง

3.3 วัดขนาดถุงไข่มูกที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนแต่ละวิธีเขียนกราฟขนาดถุงไข่มูกที่เกิดขึ้นจนได้ไข่มูก

3.4 เปรียบเทียบระยะเวลาที่เกิดผลึกสารมูกในแต่ละวิธีด้วยภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)

3.5 เปรียบเทียบลักษณะไข่มูกที่เกิดขึ้นในแต่ละวิธีการทดลอง



รูปที่ 3 ชนิดหอยที่ใช้ในการทดลอง

(บน) *H. (H.) bialatus* (ล่าง) *P. vondembuschianus ellipticus*





รูปที่ 4 กระชังที่ใช้ในการเลี้ยงหอยของการทดลอง



รูปที่ 5 แสดงบริเวณสถานที่เลี้ยงหอยของงานวิจัยการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดภาควิชาชีววิทยา  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งตั้งอยู่ที่คลองลำตะคอง อ. สีคิ้ว  
จ. นครราชสีมา

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

การศึกษาการสร้างถุงไข่มุกและไข่มุกของหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชั้นแมนเทิลซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่างๆ กัน พบว่าชั้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นถุงไข่มุกและหลังจากนั้นจะเริ่มมีการสะสมสารมุกจนได้เป็นไข่มุกในที่สุด

#### เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกและเปอร์เซ็นต์การตาย

หลังจากที่ปลุกถ่ายชั้นแมนเทิลซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่างๆ กันเข้าไประหว่างชั้นเนื้อเยื่อแมนเทิล พบว่าจะมีการสร้างถุงไข่มุกขึ้นมาในบริเวณที่มีการปลุกถ่าย เนื้อเยื่อชั้นแมนเทิล ซึ่งจะสังเกตเห็นว่ามีลักษณะเป็นตุ่มเกิดขึ้น เมื่อนับจำนวนถุงไข่มุกที่เกิดขึ้นทุกวิธีการทดลองในหอยมุก *H.(H.) bialatus* โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ผลตามตารางที่ 3 ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกสูงที่สุดได้แก่วิธีการปลุกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม ขนาดรัศมี 4 มม. (C4) 81 % และต่ำที่สุดได้แก่วิธีการปลุกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า ขนาด 2 มม. (T1) และวงกลมขนาดรัศมี 2 มม. (C2) ซึ่งเท่ากันคือ 71 % และเปอร์เซ็นต์การตายพบว่า การปลุกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 8 มม. (S4) มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงสุด 15 % และที่ปลุกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม. (T1) มีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำสุด 6 %

- เมื่อ
- T1 : ชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม.
  - T2 : ชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 4 มม.
  - T3 : ชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 6 มม.
  - T4 : ชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 8 มม.
  - C1 : ชั้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดรัศมี 1 มม.
  - C2 : ชั้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดรัศมี 2 มม.

C3 : ชิ้นแมนเทิลรูปรางวงกลมขนาดรัศมี 3 มม.

C4 : ชิ้นแมนเทิลรูปรางวงกลมขนาดรัศมี 4 มม.

S1 : ชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 2 มม.

S2 : ชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 4 มม.

S3 : ชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 6 มม.

S4 : ชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 8 มม.

H : *H.(H.)bialatus*

P : *P.vondembuschianus ellipticus*

PW : น้ำหนักของไข่มุก

PSW : น้ำหนักของถุงไข่มุก

ตารางที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกและเปอร์เซ็นต์การตายในหอยมุก *H.(H.) bialatus*

| รูปรางและ<br>ขนาด<br>เปอร์เซ็นต์ | สามเหลี่ยมด้านเท่า |    |    |    | วงกลม (รัศมี) |    |    |    | สี่เหลี่ยมจตุรัส |    |    |    |
|----------------------------------|--------------------|----|----|----|---------------|----|----|----|------------------|----|----|----|
|                                  | T1                 | T2 | T3 | T4 | C1            | C2 | C3 | C4 | S1               | S2 | S3 | S4 |
| การติด                           | 71                 | 74 | 76 | 78 | 74            | 71 | 77 | 81 | 72               | 76 | 74 | 78 |
| การตาย                           | 6                  | 4  | 8  | 9  | 7             | 7  | 10 | 11 | 9                | 12 | 14 | 15 |

เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* จากทุกวิธีการทดลองได้ผลดังตารางที่ 4 ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกสูงสุดได้แก่การปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิล C4 และ S4 ซึ่งเท่ากับ 86 % และเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกต่ำสุดได้แก่ วิธีการปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิล C1 ซึ่งเท่ากับ 74 % สำหรับเปอร์เซ็นต์การตายพบว่า การปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 มีเปอร์เซ็นต์การตายสูงสุด 17 % และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T2 มีเปอร์เซ็นต์การตายต่ำสุด 7 %



ตารางที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มูกและเปอร์เซ็นต์การตายในหอยมูก

*P. vondembuschianus ellipticus*

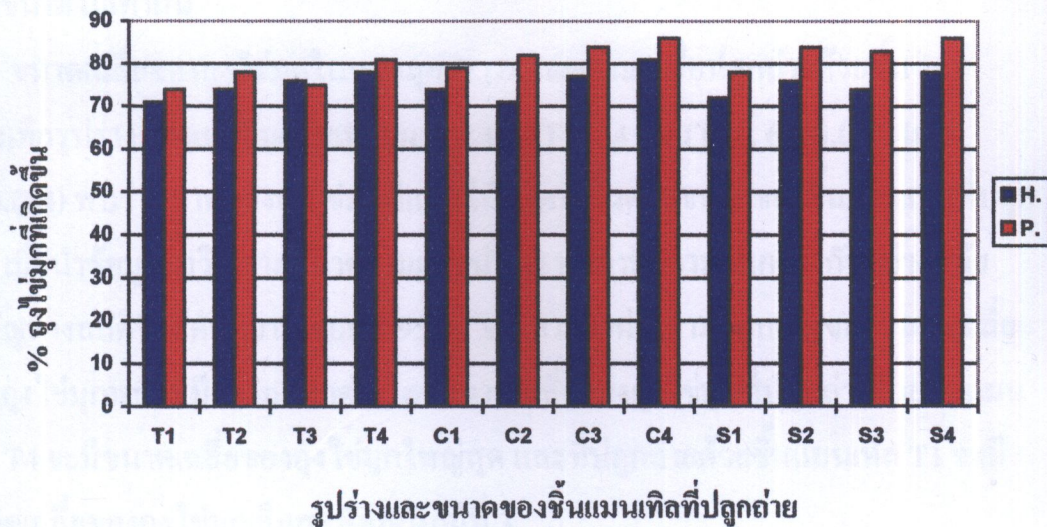
| รูปร่างและ<br>ขนาด<br>เปอร์เซ็นต์ | สามเหลี่ยมด้านเท่า |    |    |    | วงกลม (รัศมี) |    |    |    | สี่เหลี่ยมจัตุรัส |    |    |    |
|-----------------------------------|--------------------|----|----|----|---------------|----|----|----|-------------------|----|----|----|
|                                   | T1                 | T2 | T3 | T4 | C1            | C2 | C3 | C4 | S1                | S2 | S3 | S4 |
| การติด                            | 74                 | 78 | 75 | 81 | 79            | 82 | 84 | 86 | 78                | 84 | 83 | 86 |
| การตาย                            | 8                  | 7  | 10 | 11 | 10            | 9  | 12 | 14 | 10                | 12 | 15 | 17 |

เมื่อนำข้อมูลการเกิดถุงไข่มูกของหอยมูกทั้งสองชนิดมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มูกสูงกว่าในหอยมูก *H.(H.) bialatus* และเมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของการตายของหอยมูกทั้งสองชนิดพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

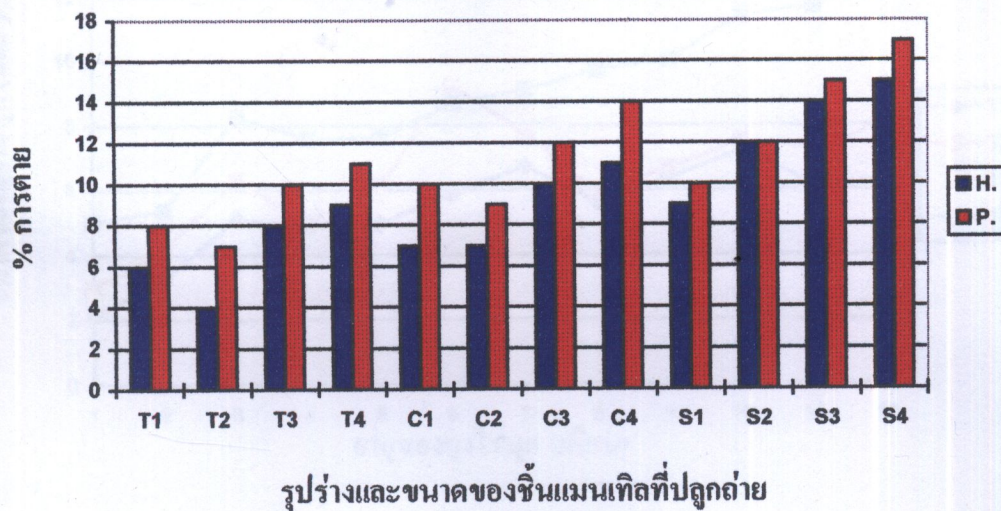
เมื่อนำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มูกและเปอร์เซ็นต์การตายของหอยมูก *H.(H.) bialatus* และ *P.vondembuschianus ellipticus* มาเปรียบเทียบดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 และแผนภูมิที่ 2 ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* (H) และ *P.vondembuschianus ellipticus* (P) เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างและขนาดต่างๆ



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายในหอยมูก *H.(H.) bialatus* (H) และ *P.vondembuschianus ellipticus* (P) เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างและขนาดต่างๆ



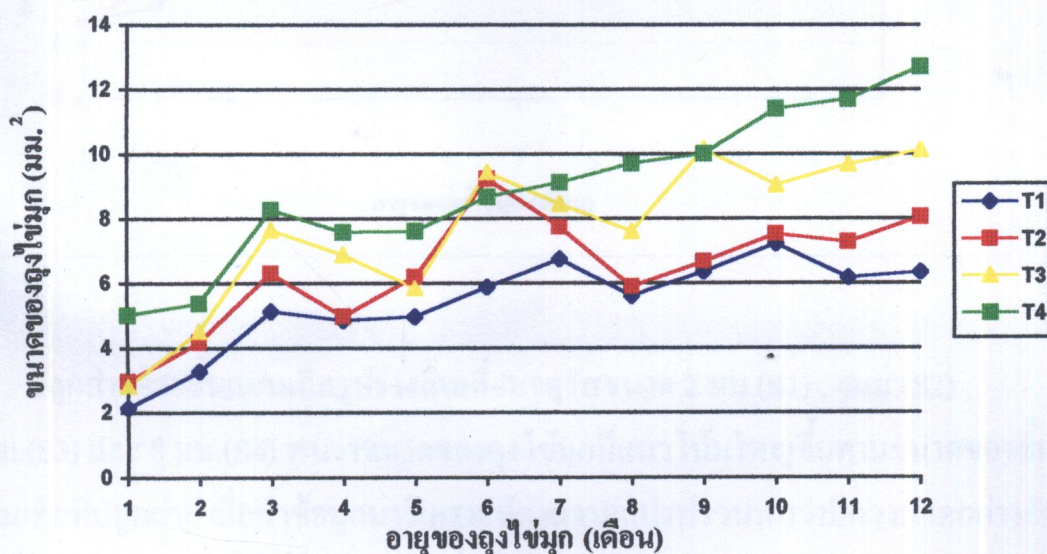


### ขนาดของถุงไข่มูก

หลังจากปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิลซึ่งมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน ในหอยมูกทั้งสองชนิดพบว่า มีการสร้างถุงไข่มูกขึ้นมาโดยขนาดของถุงไข่มูกที่ได้ในแต่ละวิธีการทดลองจะมีขนาดไม่เท่ากัน

ขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม.(T1) , 4 มม.(T2) , 6 มม.(T3) และ 8 มม.(T4) พบว่าขนาดของถุงไข่มูกมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นตามขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกพบว่า มีความแตกต่างโดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T4 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกใหญ่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกเล็กสุดดังแผนภูมิที่ 3

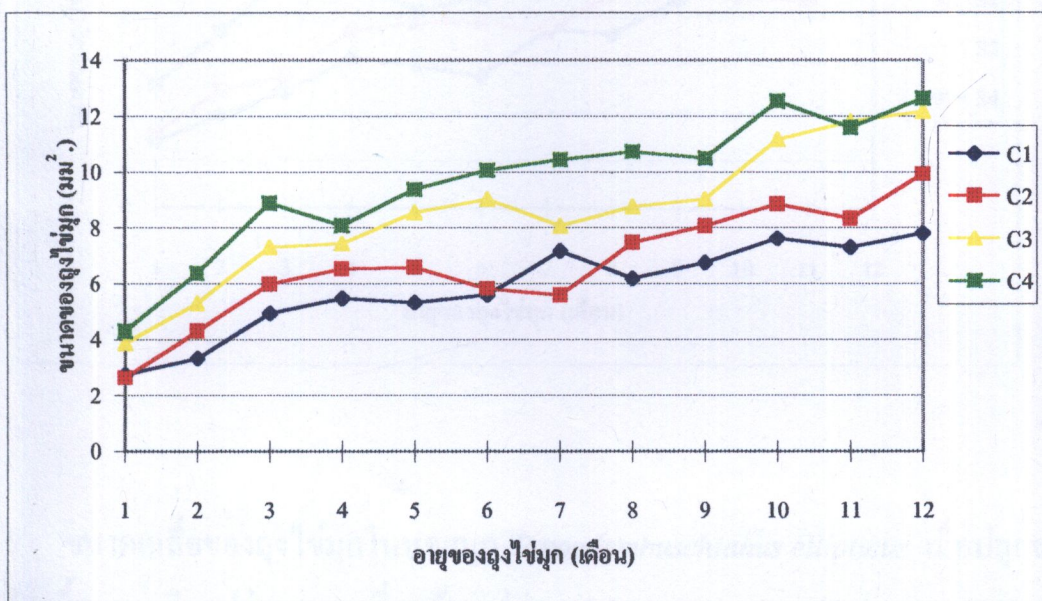
แผนภูมิที่ 3 แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ โดยมีค่า  $n = 10$





ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางวงกลมขนาด 1 มม.(C1) , 2 มม.(C2) , 3 มม.(C3) และ 4 มม.(C4) พบว่าขนาดของถุงไข่มูกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่ออายุของถุงไข่มูกมากขึ้น เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูก พบว่า มีความแตกต่างโดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 จะมีขนาดใหญ่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C1 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกเล็กสุด ดังแผนภูมิที่ 4

แผนภูมิที่ 4 แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วย ชิ้นแมนเทิลรูปรางวงกลมขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 10$

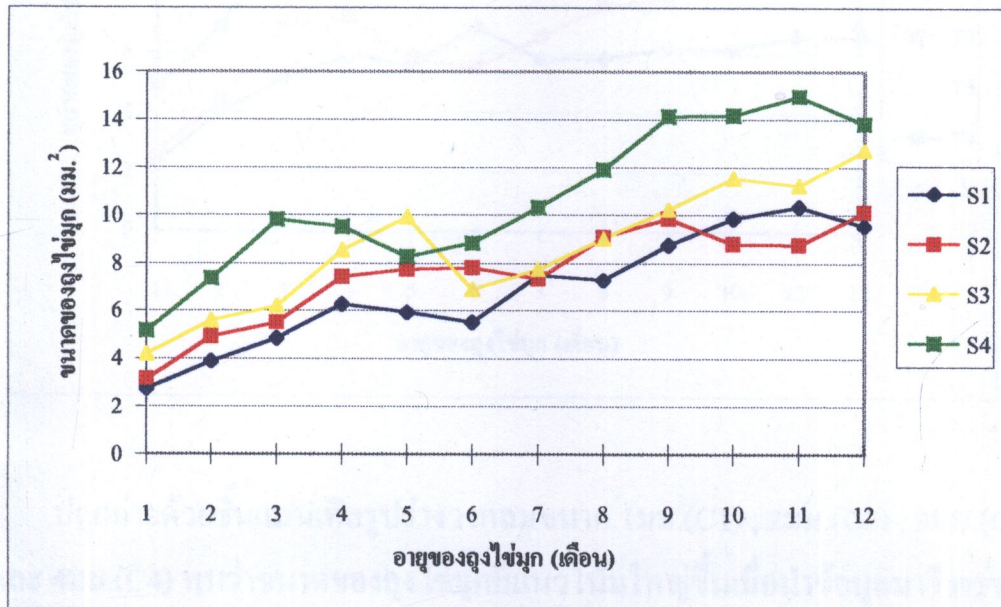


ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปรางสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 มม.(S1) , 4 มม.(S2) , 6 มม.(S3) และ 8 มม.(S4) พบว่าขนาดของถุงไข่มูกมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นตามขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของ



ขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกพบว่ามีความแตกต่างโดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วย  
 ชี้นแมนเทิล S4 จะมีขนาดเฉลี่ยใหญ่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชี้นแมนเทิล S1 จะมีขนาด  
 เฉลี่ยของถุงไข่มูกเล็กสุดดังแผนภูมิที่ 5

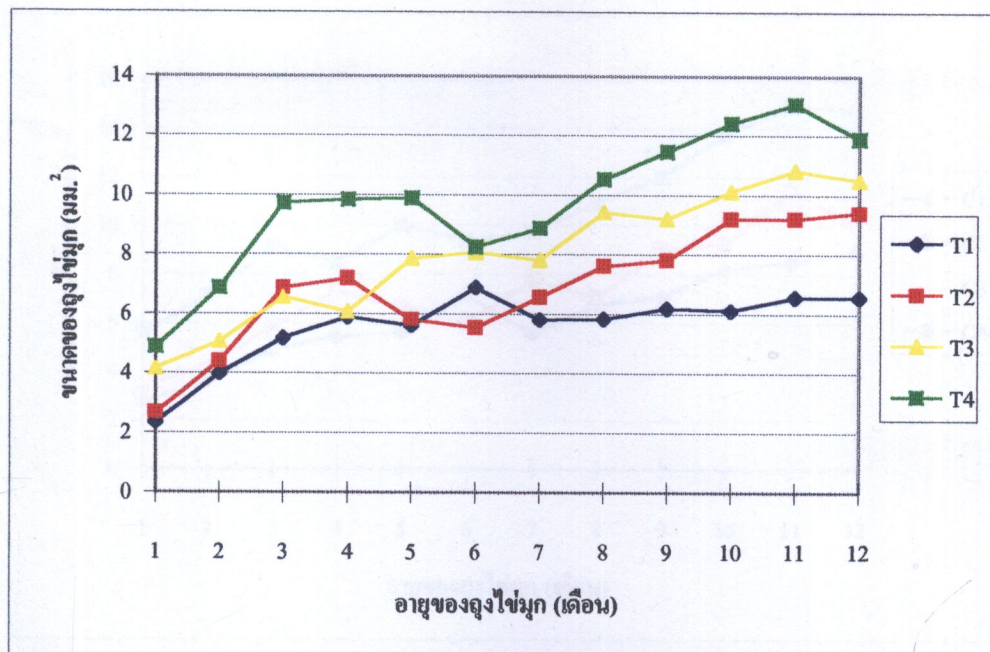
แผนภูมิที่ 5 แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วย  
 ชี้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 10$



ขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่าย  
 ด้วยชี้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม.(T1) , 4 มม.(T2) , 6 มม.(T3) และ  
 8 มม.(T4) พบว่าขนาดของถุงไข่มูกจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความ  
 แปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %  
 จากการหาค่าความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกพบว่ามีความแตกต่างโดยขนาด  
 เฉลี่ยของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชี้นแมนเทิล T4 จะมีขนาดเฉลี่ยใหญ่สุดและที่ปลูกถ่าย  
 ด้วยชี้นแมนเทิล T1 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกเล็กสุด ดังแผนภูมิที่ 6



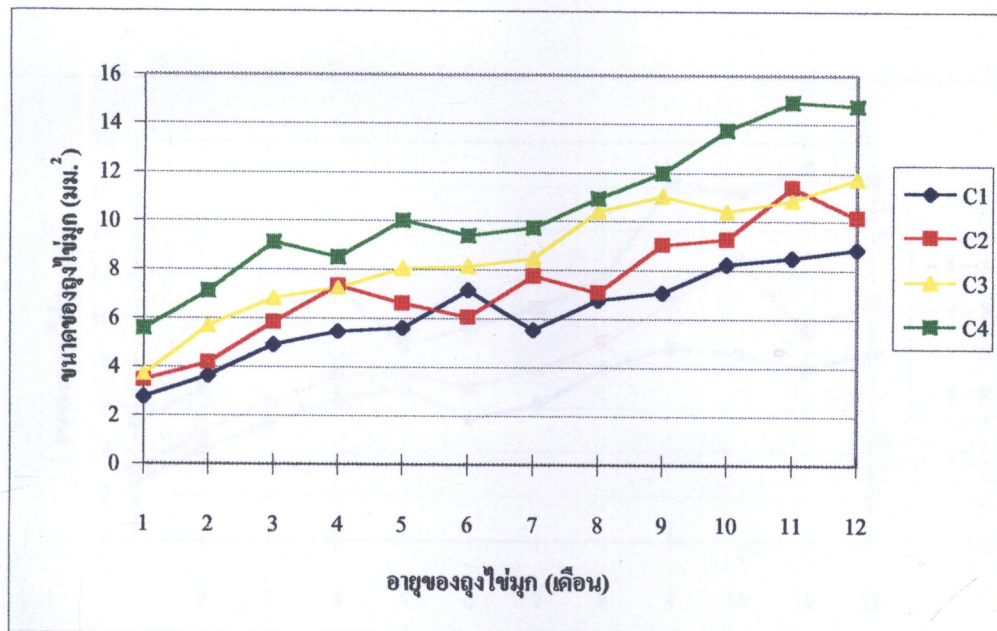
แผนภูมิที่ 6 แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 10$



ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาด 1 มม.(C1) , 2 มม.(C2) , 3 มม.(C3) และ 4 มม.(C4) พบว่าขนาดของถุงไข่มูกมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกพบว่ามีความแตกต่างโดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกใหญ่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C1 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกเล็กสุด ดังแผนภูมิที่



แผนภูมิที่ 7 แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลมขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 10$

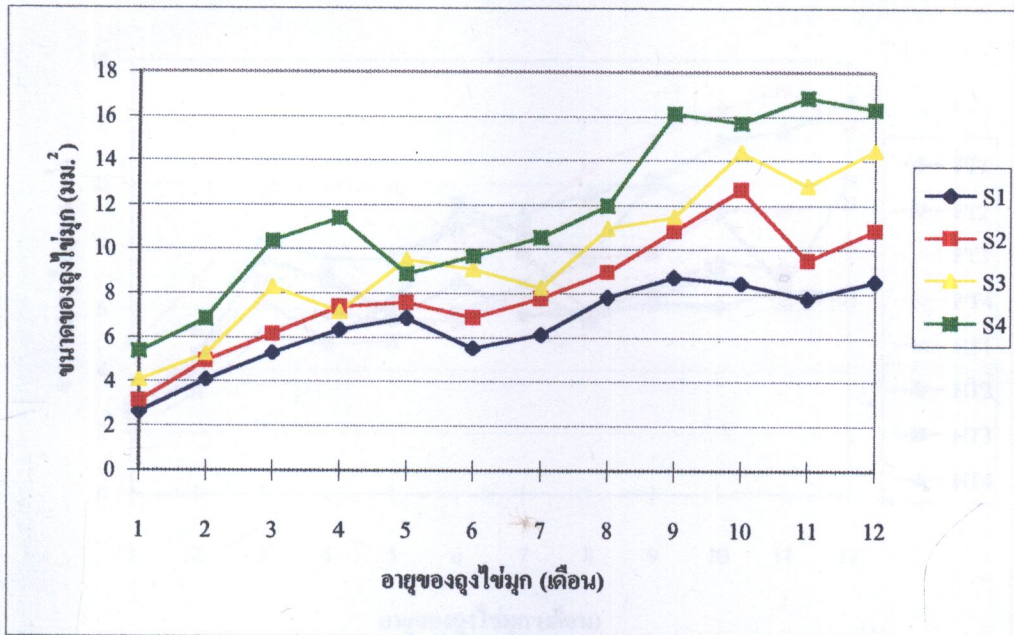


ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 มม.(S1) , 4 มม.(S2) , 6 มม.(S3) และ 8 มม.(S4) พบว่าขนาดของถุงไข่มูกมีแนวโน้มใหญ่ขึ้นเมื่ออายุของถุงไข่มูกมากขึ้น เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกพบว่ามีความแตกต่างโดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 จะมีขนาดใหญ่ที่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S1 จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกเล็กสุด ดังแผนภูมิที่ 8



แผนภูมิที่ 8 แสดงขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ โดยมีค่า

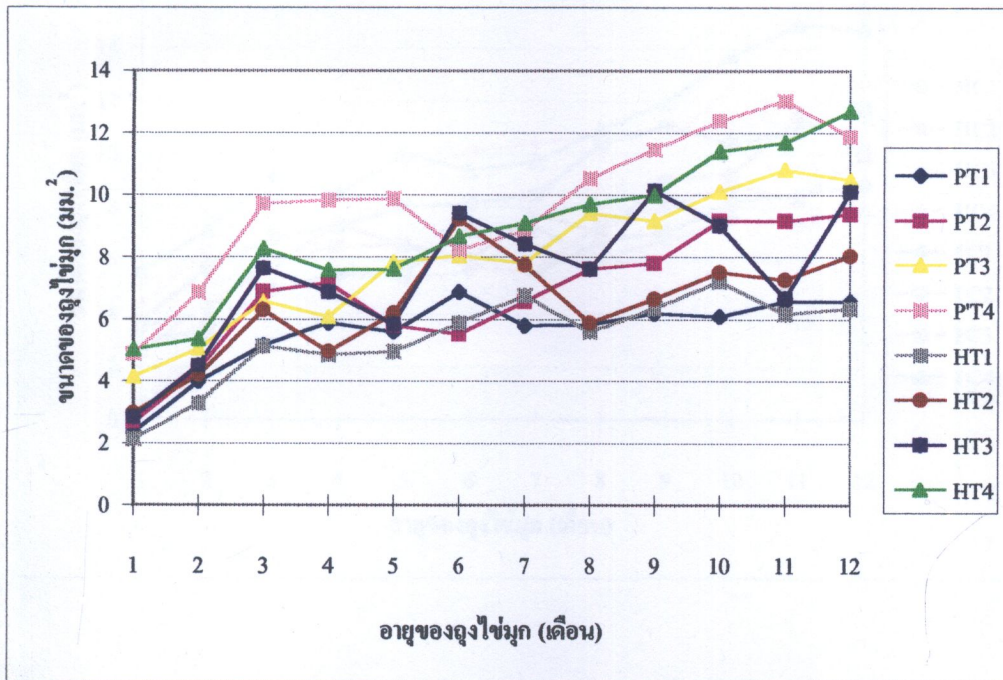
$n = 10$



เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูกน้ำจืดทั้งสองชนิดเมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม.(T1) , 4 มม.(T2) , 6 มม.(T3) และ 8 มม.(T4) โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* จะมีขนาดเฉลี่ยใกล้เคียงกับขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* ดังแผนภูมิที่ 9



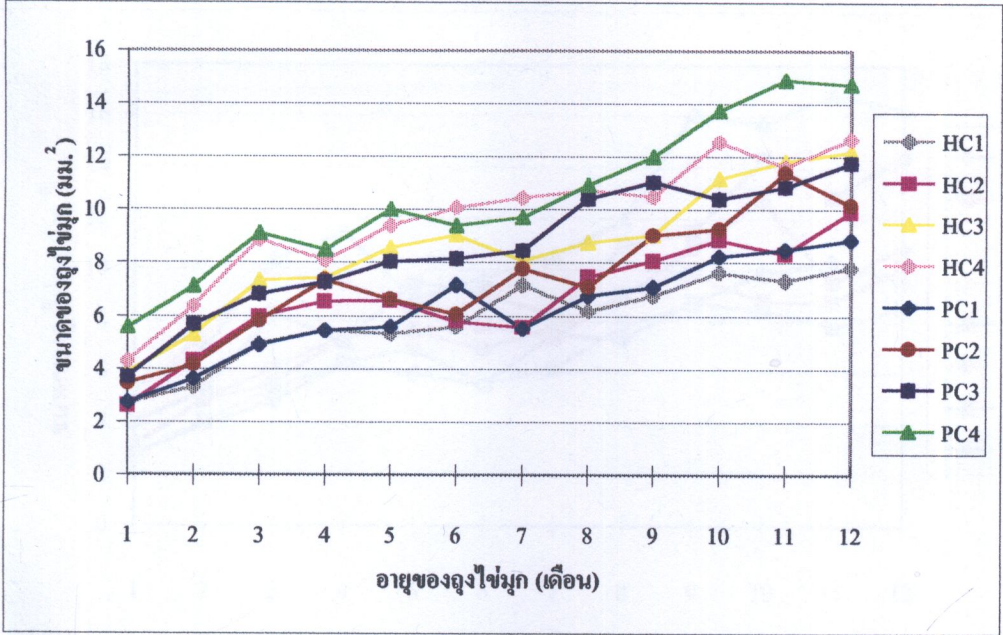
แผนภูมิที่ 9 เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูก *H.(H.) bialatus* (H) กับ *P. vondembuschianus ellipticus* (P) เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 10$



เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูกทั้งสองชนิดเมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลมขนาด 1 มม.(C1) , 2 มม.(C2) , 3 มม.(C3) และ 4 มม.(C4) เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.) bialatus* จะมีขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกใกล้เคียงกับขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* ดังแผนภูมิที่ 10



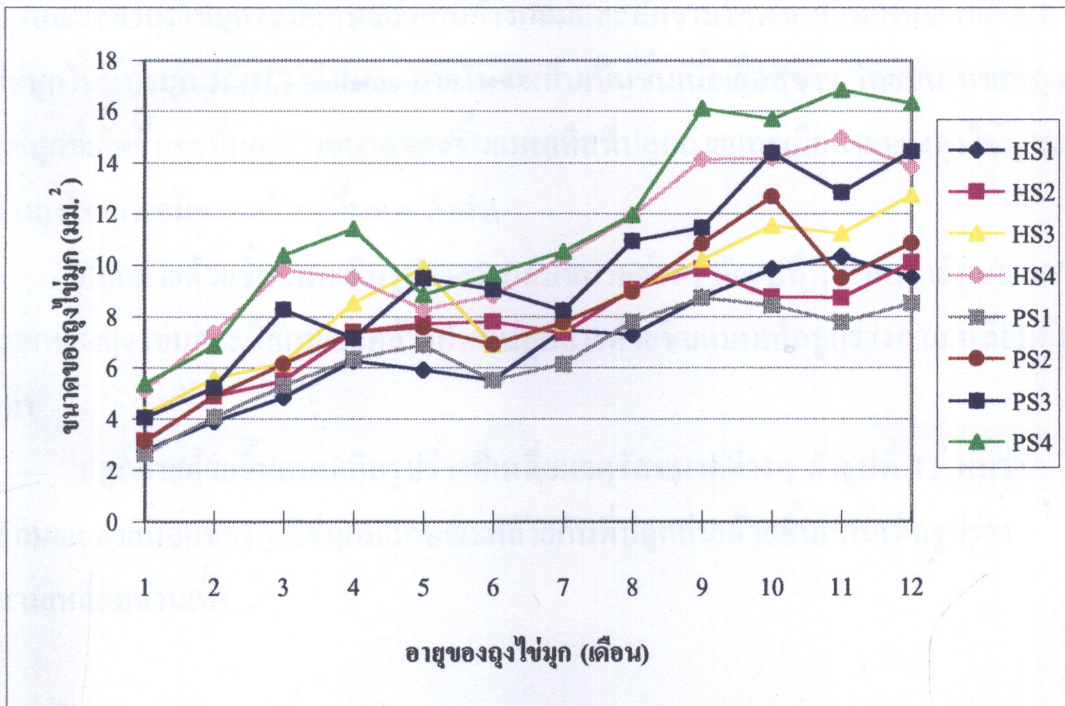
แผนภูมิที่ 10 เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูก*H.(H.) bialatus* (H) กับ *P.vondembuschianus ellipticus* (P) เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่าง  
วงกลมขนาดต่างๆ โดยมีค่า n = 10



เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูกน้ำจืดทั้งสองชนิดเมื่อปลูกถ่ายด้วย  
ชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 มม.(S1) , 4 มม.(S2) , 6 มม.(S3) และ 8 มม.(S4)  
เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก *H.(H.)*  
*bialatus* จะมีขนาดเฉลี่ยใกล้เคียงกับขนาดเฉลี่ยของถุงไข่มูกในหอยมูก  
*P.vondembuschianus ellipticus* ดังแผนภูมิที่ 11



แผนภูมิที่ 11 เปรียบเทียบขนาดเฉลี่ยของงูไข่มุก *H.(H.) bialatus* (H) กับ *P. vondembuschianus ellipticus* (P) เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 10$



ลักษณะภายนอกของงูไข่มุกของหอยมุก *H.(H.) bialatus*

เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 6 พบว่าหลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อแมนเทิลเข้าไป 15 วัน จะเห็นว่าเป็นตุ่มเกิดขึ้นบริเวณที่ปลูกถ่าย ลักษณะของงูไข่มุกมีลักษณะค่อนข้างกลมภายในจะเห็นเป็นชิ้นเนื้อเยื่อสีขาว โดยขนาดของงูไข่มุกที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายและเมื่ออายุของงูไข่มุกมากขึ้นงูไข่มุกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ

ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 7 พบว่าลักษณะภายนอกของงูไข่มุกมีลักษณะคล้ายกับที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 8 พบว่าลักษณะภายนอกของงูไข่มุกมีลักษณะคล้ายกับที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

ลักษณะภายนอกของถุงไข่่มุกของหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus*

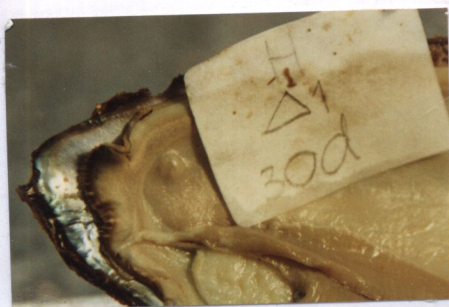
เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 9

พบว่าหลังจากปลุกถ่ายเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิลเข้าไปจะเห็นเป็นตุ่มเกิดขึ้นบริเวณที่ปลุกถ่าย ลักษณะของถุงไข่่มุกจะมีลักษณะค่อนข้างกลมและมีความใสมากกว่าลักษณะของถุงไข่่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ภายในจะเห็นเป็นชิ้นเนื้อเยื่อสีขาว โดยขนาดของถุงไข่่มุกที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายและเมื่ออายุของถุงไข่่มุกมากขึ้นถุงไข่่มุกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ

ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 10 พบว่าลักษณะภายนอกของถุงไข่่มุกจะมีลักษณะคล้ายกับที่ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ ดังรูปที่ 11 พบว่าลักษณะภายนอกของถุงไข่่มุกมีลักษณะคล้ายกับที่ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

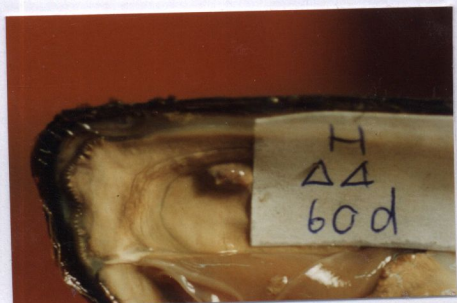




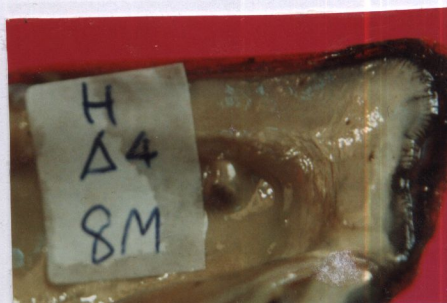
A



E



B



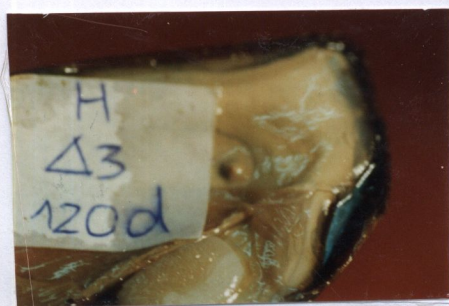
F



C



G



D



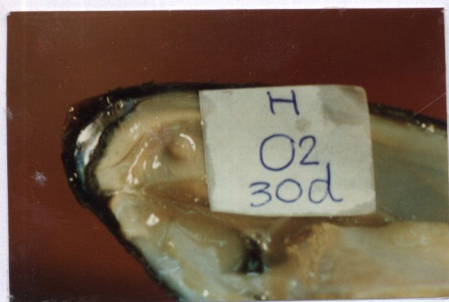
H

รูปที่ 6 แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วย  
ชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ

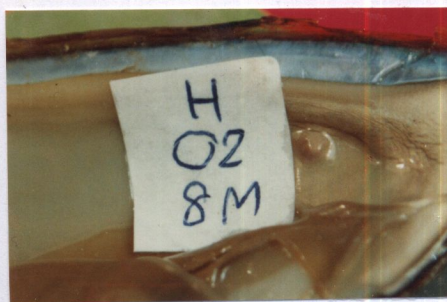
A = 1 เดือน (T1) B = 2 เดือน (T4) C = 3 เดือน (T4) D = 4 เดือน (T3)

E = 6 เดือน (T3) F = 8 เดือน (T4) G = 11 เดือน (T3) H = 12 เดือน (T2)

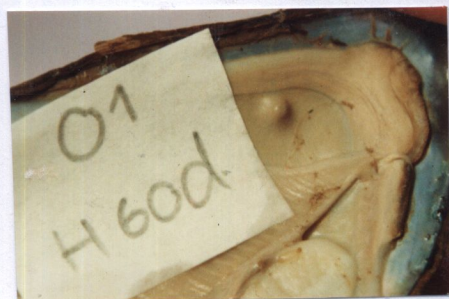




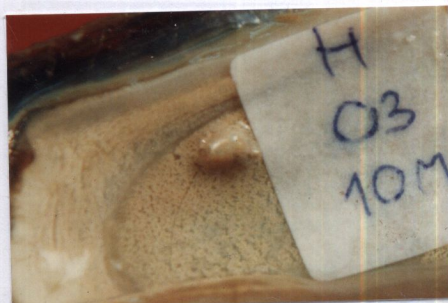
A



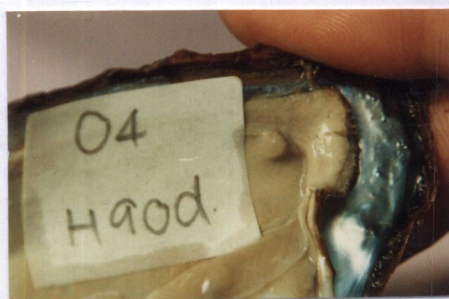
E



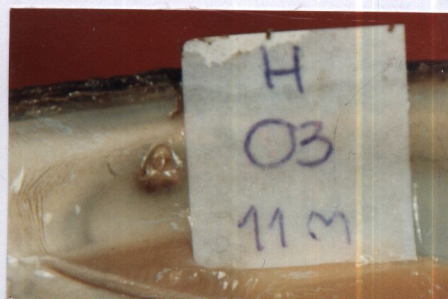
B



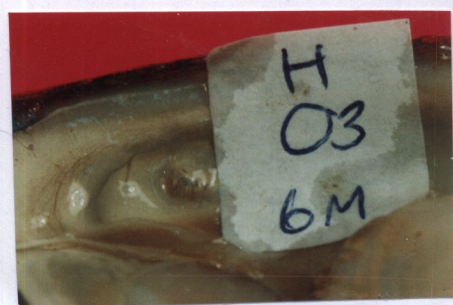
F



C



G



D



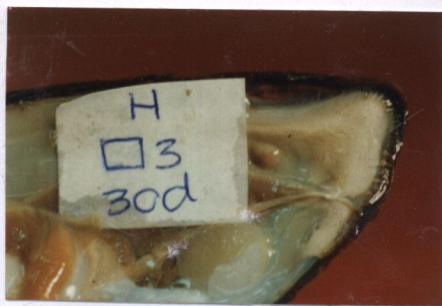
H

รูปที่ 7 แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วย  
ชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่างๆ

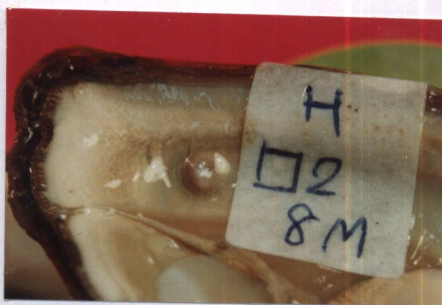
A = 1 เดือน (C2) B = 2 เดือน (C1) C = 3 เดือน (C4) D = 6 เดือน (C3)

E = 8 เดือน (C2) F = 10 เดือน (C3) G = 11 เดือน (C3) H = 12 เดือน (C2)

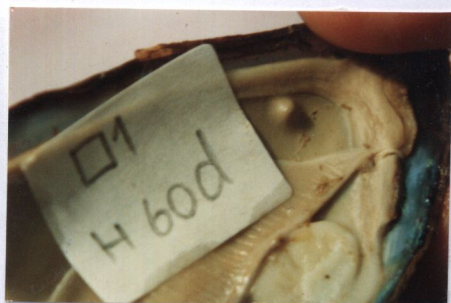




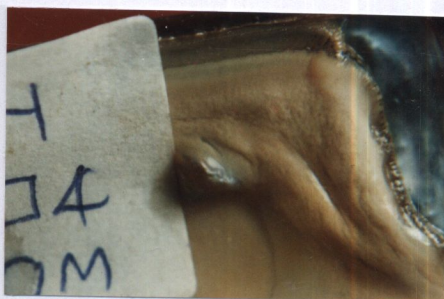
A



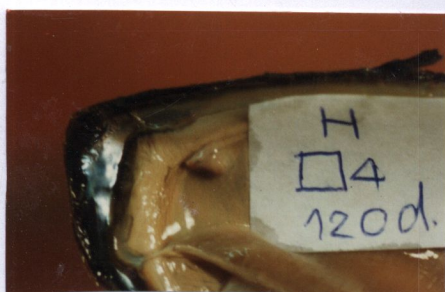
E



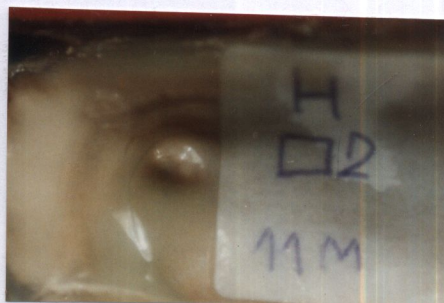
B



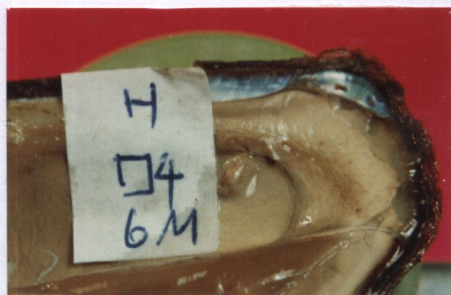
F



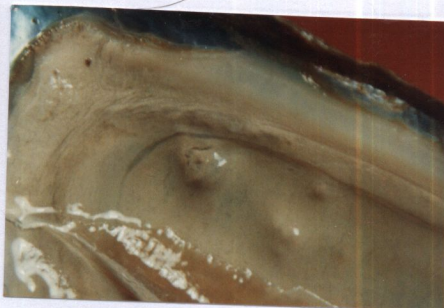
C



G



D



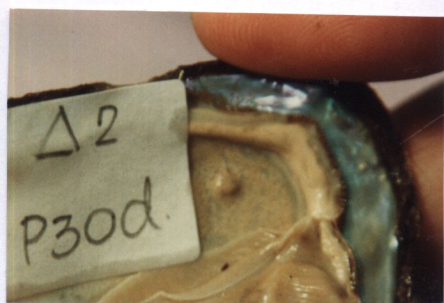
H

รูปที่ 8 แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ

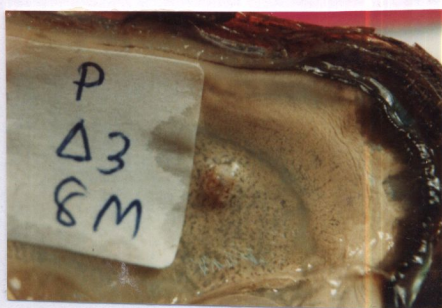
A = 1 เดือน (S3) B = 2 เดือน (S1) C = 4 เดือน (S4) D = 6 เดือน (S4)

E = 8 เดือน (S2) F = 10 เดือน (S4) G = 11 เดือน (S2) H = 12 เดือน (S4)

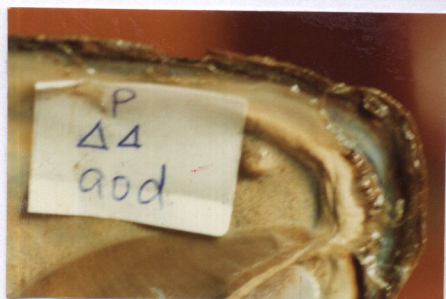




A



E



B



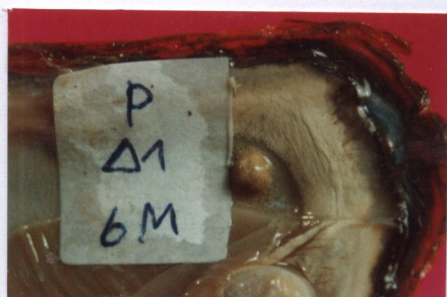
F



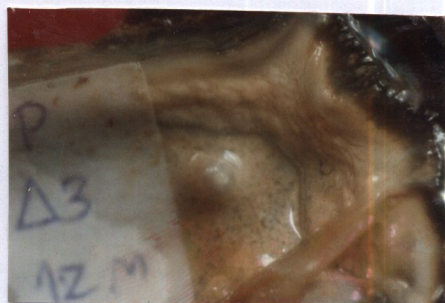
C



G



D



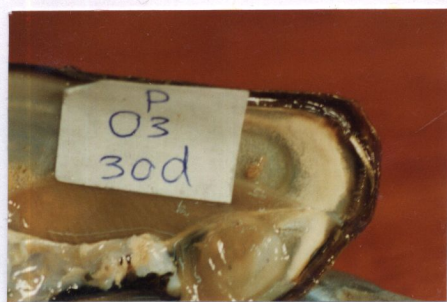
H

รูปที่ 9 แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus*  
เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ

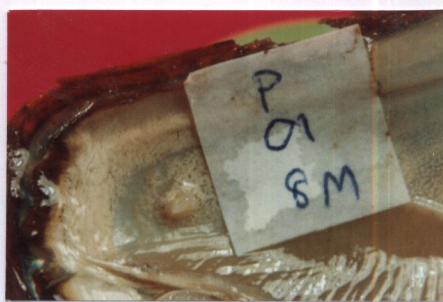
A = 1 เดือน (T2) B = 3 เดือน (T4) C = 4 เดือน (T4) D = 6 เดือน (T1)

E = 8 เดือน (T3) F = 10 เดือน (T2) G = 11 เดือน (T2) H = 12 เดือน (T3)

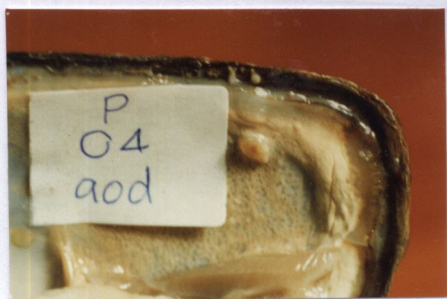




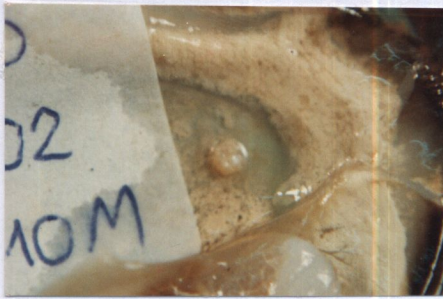
A



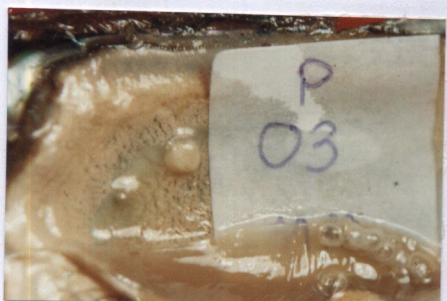
E



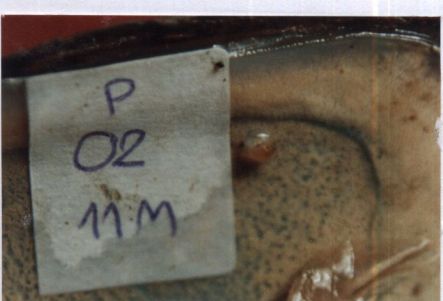
B



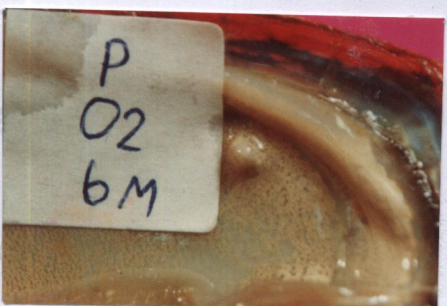
F



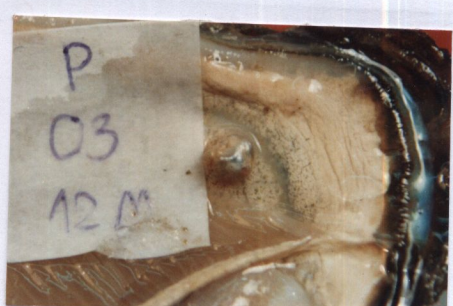
C



G



D



H

รูปที่ 10 แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่างๆ

A = 1 เดือน (C3) B = 3 เดือน (C4) C = 4 เดือน (C3) D = 6 เดือน (C2)

E = 8 เดือน (C1) F = 10 เดือน (C2) G = 11 เดือน (C2) H = 12 เดือน (C2)





รูปที่ 11 แสดงลักษณะภายนอกของถุงไข่มูกในหอยมูก *P.vondembuschianus*

*ellipticus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ

A = 1 เดือน (S1) B = 4 เดือน (S3) C = 5 เดือน (S3) D = 6 เดือน (S3)

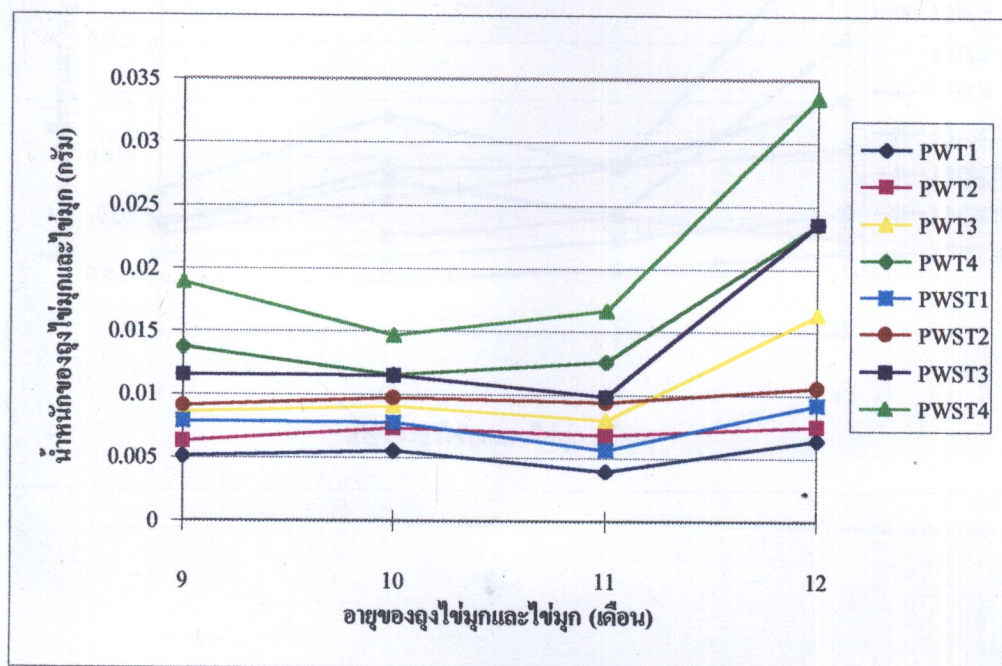
E = 8 เดือน (S4) F = 10 เดือน (S4) G = 11 เดือน (S2) H = 12 เดือน (S3)



### น้ำหนักของไข่มุกและถุงไข่มุก

น้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในช่วง 4 เดือนสุดท้ายของการทดลอง คือ ตั้งแต่เดือนที่ 9 ถึงเดือนที่ 12 ในหอยมุกทั้ง 2 ชนิด พบว่าเมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม.(T1) , 4 มม.(T2) , 6 มม.(T3) และ 8 มม.(T4) พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกพบว่ามีสามแตกต่างโดยน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกที่ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T4 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดและที่ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยสุดดังแผนภูมิที่ 12

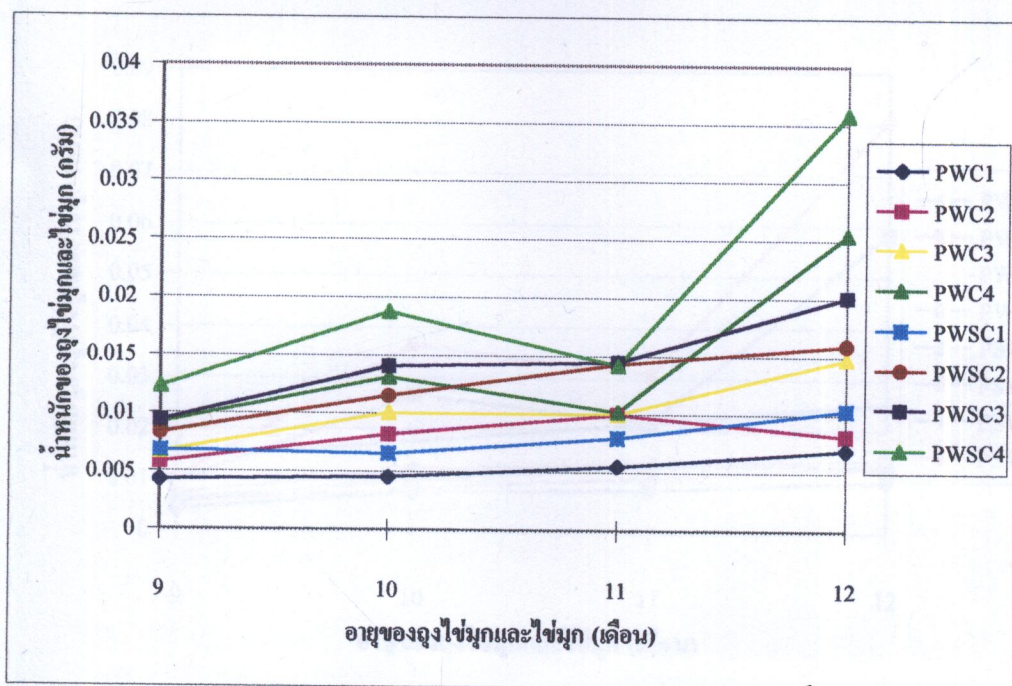
แผนภูมิที่ 12 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 5$  (PW= น้ำหนักของไข่มุก, PSW= น้ำหนักของถุงไข่มุก)





เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาด 1 มม.(C1) , 2 มม.(C2) , 3 มม.(C3) และ 4 มม.(C4) พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกมีแนวโน้มน้ำหนักมากขึ้นตามขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกพบว่ามีความแตกต่างโดยน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยสุดดังแผนภูมิที่ 13

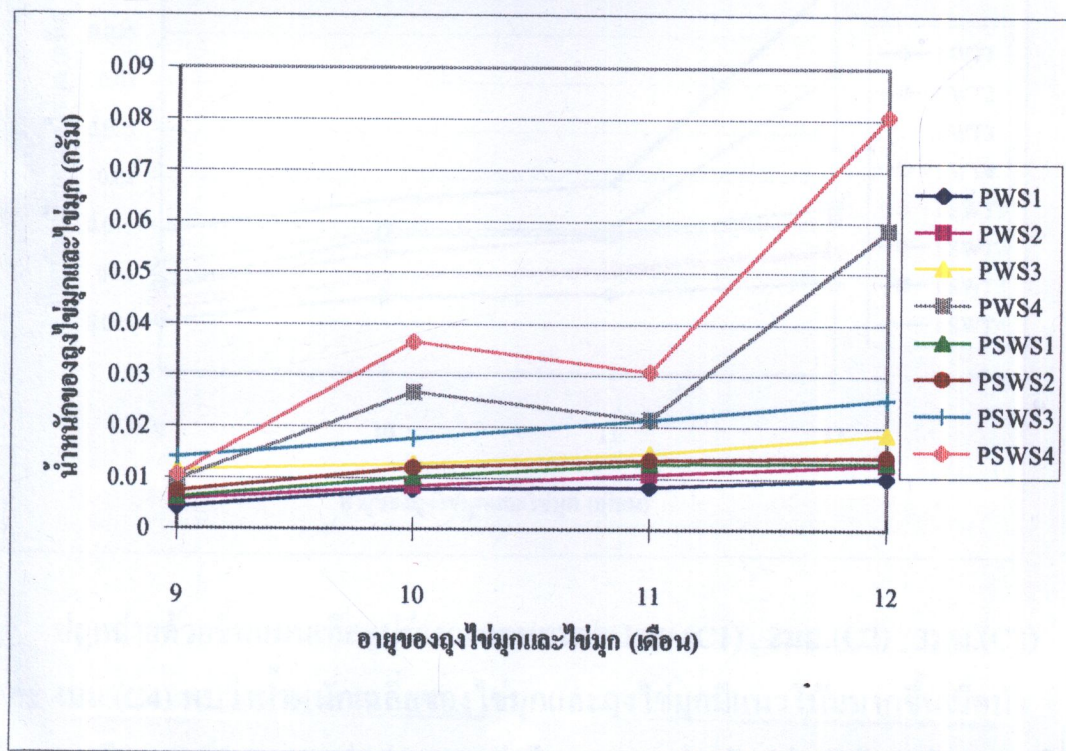
แผนภูมิที่ 13 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 5$   
(PW= น้ำหนักของไข่มุก, PSW= น้ำหนักของถุงไข่มุก)





เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 2 มม.(S1) , 4 มม.(S2) , 6 มม.(S3) และ 8 มม.(S4) พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกมีแนวโน้มมากขึ้นตามขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยสุดดังแผนภูมิที่ 14

แผนภูมิที่ 14 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 5$  (PW= น้ำหนักของไข่มุก, PSW= น้ำหนักของถุงไข่มุก)



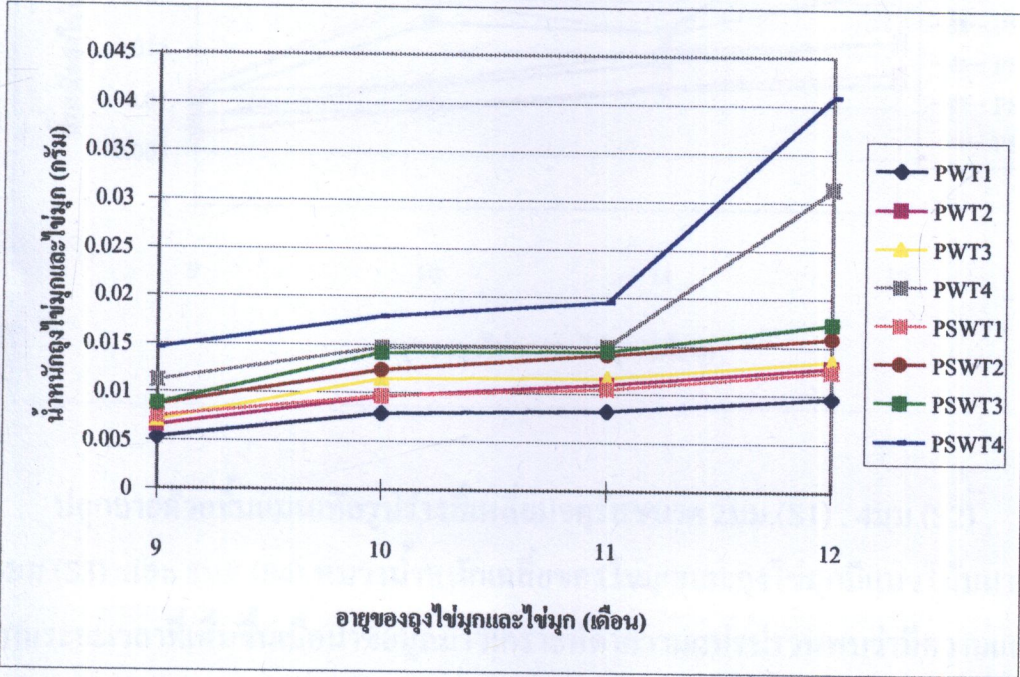
น้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด 2 มม.(T1) , 4 มม.(T2) , 6 มม.(T3) และ 8 มม.(T4) พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกจะมีน้ำหนักมากขึ้นตามขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่า



มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกพบว่ามีความแตกต่างโดยน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T4 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยสุดดังแผนภูมิที่ 15

แผนภูมิที่ 15 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *P.*

*vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 5$  (PW= น้ำหนักของไข่มุก, PSW= น้ำหนักของถุงไข่มุก)

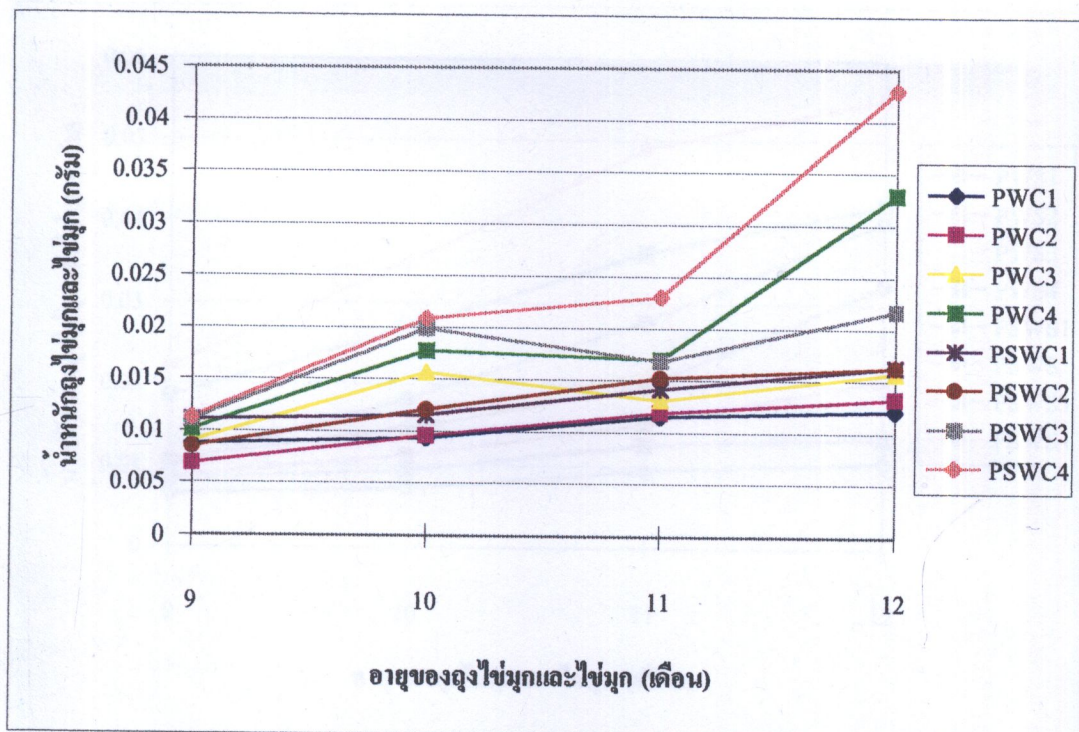


ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาด 1 มม.(C1) , 2 มม.(C2) , 3 มม.(C3) และ 4 มม.(C4) พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกมีแนวโน้มมากขึ้นเมื่อ นำข้อมูลวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกพบว่ามีความแตกต่างโดยน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยสุดดังแผนภูมิที่ 16



แผนภูมิที่ 16 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *P.*

*vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างวงกลม  
ขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 5$  (PW= น้ำหนักของไข่มุก, PSW= น้ำหนักของ  
ถุงไข่มุก)

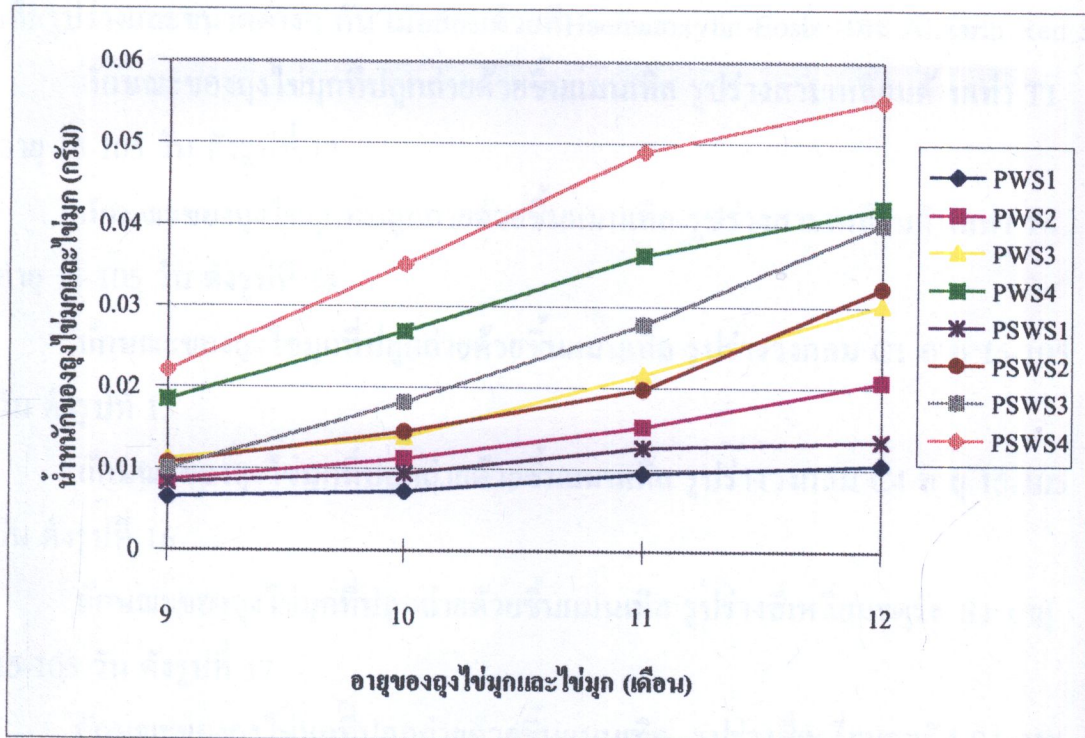


ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 2 มม.(S1) , 4 มม.(S2) ,  
6 มม.(S3) และ 8 มม.(S4) พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกมีแนวโน้มมากขึ้น  
ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่าง  
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % จากการหาค่าความแตกต่างของ  
น้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกพบว่ามีความแตกต่างโดยน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุก  
และถุงไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วย  
ชิ้นแมนเทิล S1 จะมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยสุดดังแผนภูมิที่ 17



แผนภูมิที่ 17 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยของไข่มุกและถุงไข่มุกในหอยมุก *P.*

*vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปปร่าง  
สี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่างๆ โดยมีค่า  $n = 5$  (PW= น้ำหนักของไข่มุก, PSW=  
น้ำหนักของถุงไข่มุก)



### การเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของถุงไข่มุก

หลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิลเข้าไป 15 วัน บริเวณที่ปลูกถ่ายชิ้นเนื้อเยื่อในหอยมุกทั้งสองชนิดจะพบถุงไข่มุกถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์และเริ่มมีการสะสมสารไข่มุกภายในถุงไข่มุกแสดงว่ากระบวนการสร้างถุงไข่มุกจนเสร็จสมบูรณ์จะใช้เวลาน้อยกว่า 15 วัน ถุงไข่มุกประกอบขึ้นจากเซลล์ของเนื้อเยื่อบุผิวแมนเทิลชั้นนอกเรียงตัวเป็นเนื้อเยื่อชั้นเดียวส่วนเนื้อเยื่อแมนเทิลชั้นอื่นจะสลายไป ลักษณะของถุงไข่มุกเมื่อย้อมสีด้วย Haematoxylin-Eosin จะเห็นเป็นเนื้อเยื่อชั้นเดียวติดสีน้ำเงินเข้ม เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงขึ้นไปพบว่าเซลล์มีนิวเคลียสขนาดใหญ่ติดสีน้ำเงิน ส่วนไซโทพลาซึมติดสีแดง บางเซลล์จะมี vacuole ขนาดใหญ่ติดสีน้ำเงินเข้มบางเซลล์พบ vacuole ว่างเปล่าดังแสดงในรูปที่ 12 และเมื่อย้อมด้วยสี Alizarin Red S บริเวณที่มีแคลเซียมสะสมอยู่เซลล์จะติดสีแดง ภายในถุงไข่มุกจะมีของเหลวที่เรียกว่าสารไข่มุก

(pearl sac fluid) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการสะสมของสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งแคลเซียมคาร์บอเนตจะจับตัวกันแน่นขึ้นและสะสมมากขึ้นเมื่ออายุของถุงไข่่มุกมากขึ้น โดยสังเกตได้จากการติดสีแดงของ Alizarin Red S ที่ย้อมติดแคลเซียม

รูปแสดงลักษณะของถุงไข่่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin และ Alizarin Red S

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 13

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T4 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 14

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างวงกลม C1 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 15

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างวงกลม C4 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 16

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส S1 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 17

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส S4 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 18

รูปแสดงลักษณะของถุงไข่่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่างๆ กัน เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin และ Alizarin Red S

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 19

ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T4 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 20

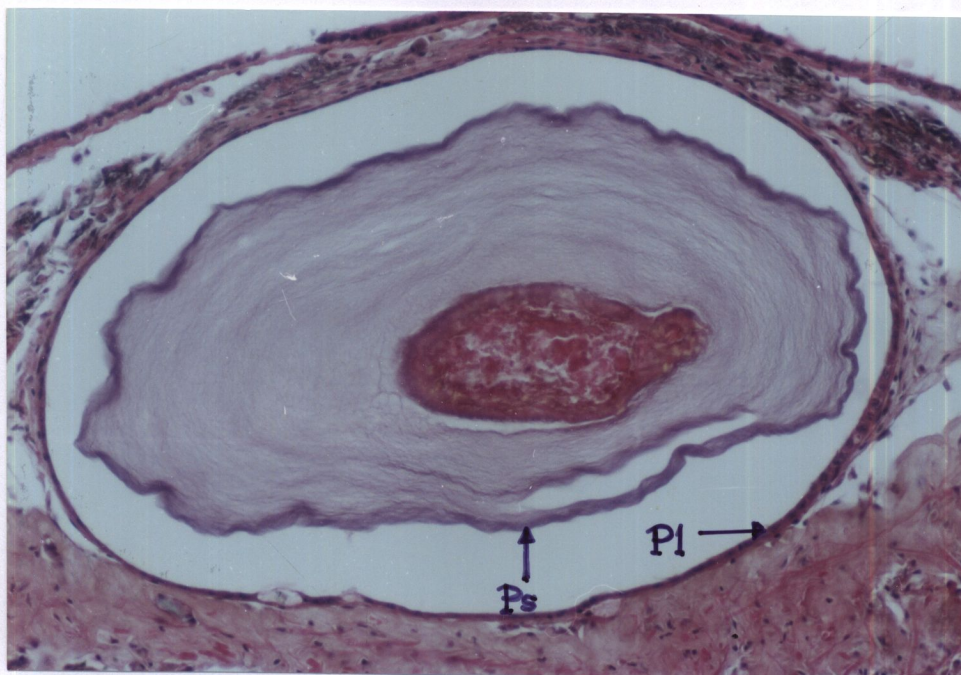
ลักษณะของถุงไข่่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างวงกลม C1 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 21



ลักษณะของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างวงกลม C4 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 22

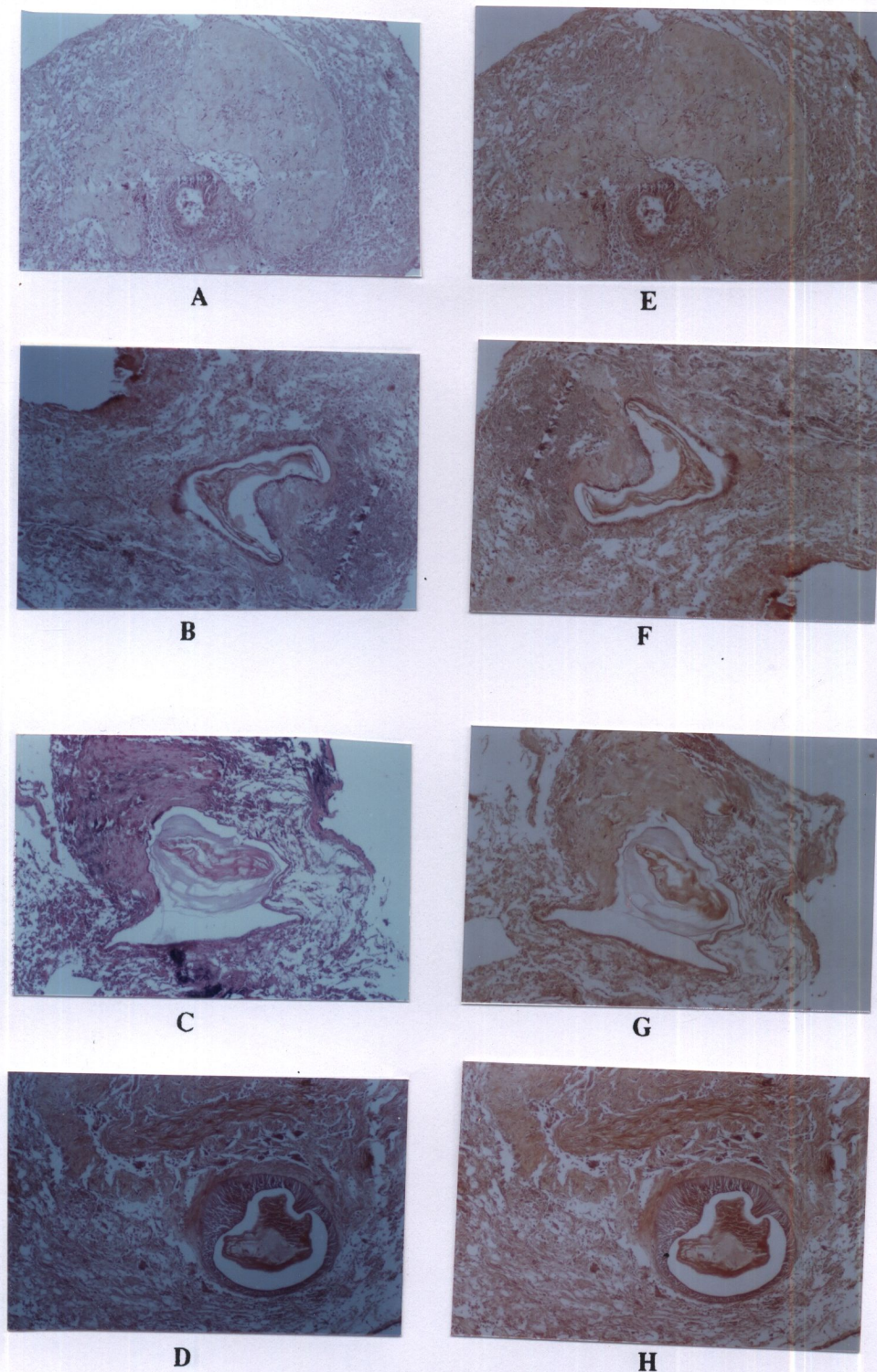
ลักษณะของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S1 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 23

ลักษณะของถุงไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส S4 อายุ 15-105 วัน ดังรูปที่ 24



รูปที่ 12 ลักษณะทั่วไปของถุงไข่มูกเมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin โดย Pl = Pearl layer และ Ps = Pearl substance



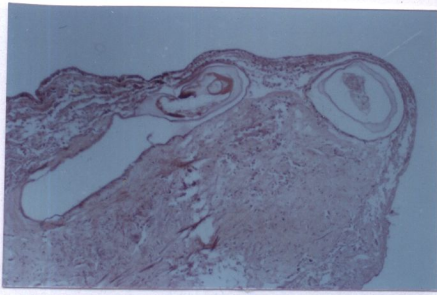


รูปที่ 13 แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก *H. (H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1รูปร่าง  
สามเหลี่ยมด้านเท่าเมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

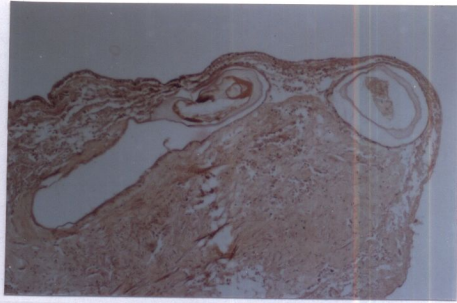
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

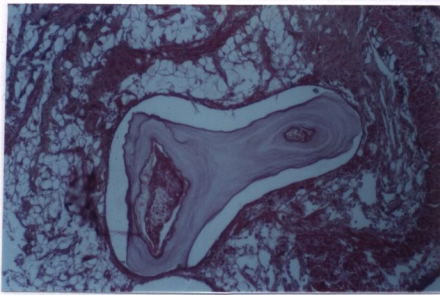




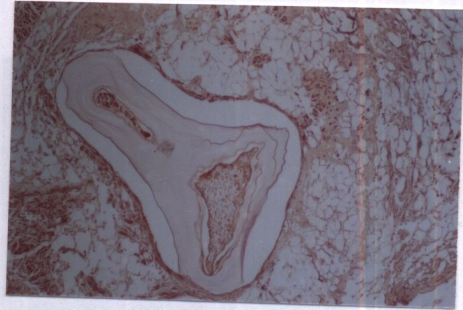
A



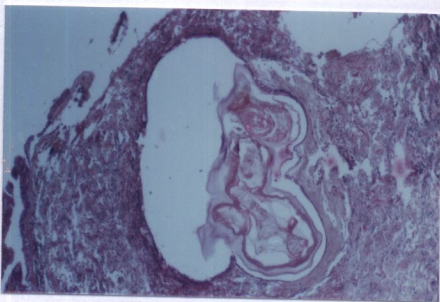
E



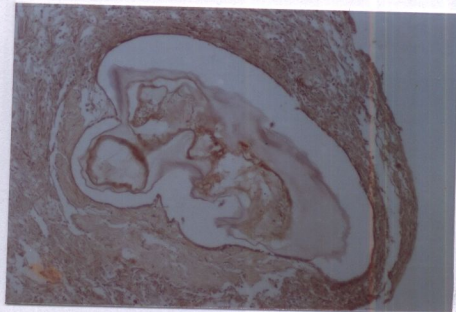
B



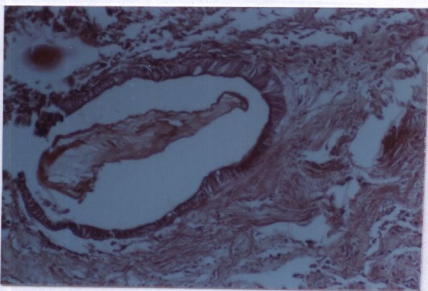
F



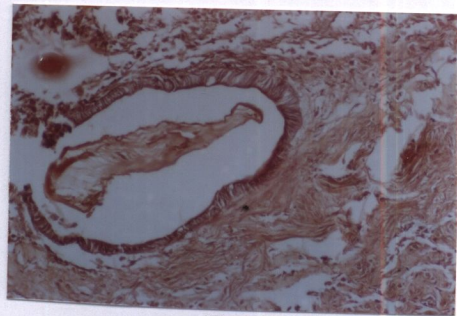
C



G



D



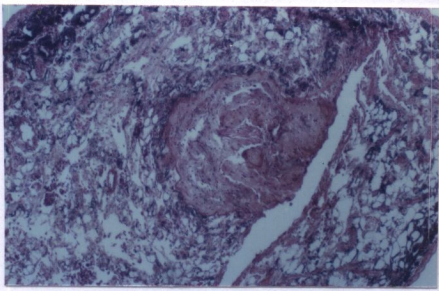
H

รูปที่ 14 แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่าง  
ตามเหลี่ยมด้านเท่า T4เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

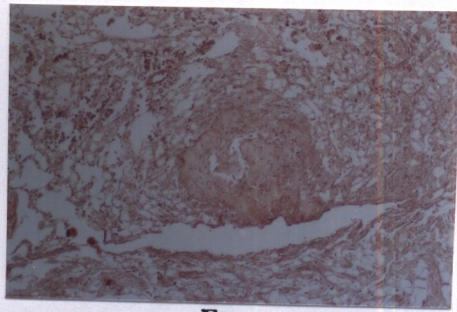
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

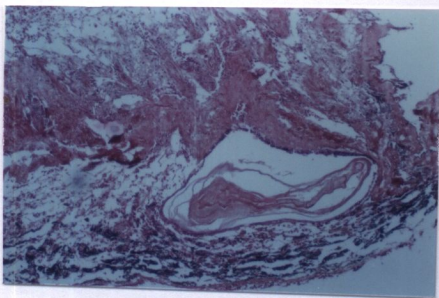




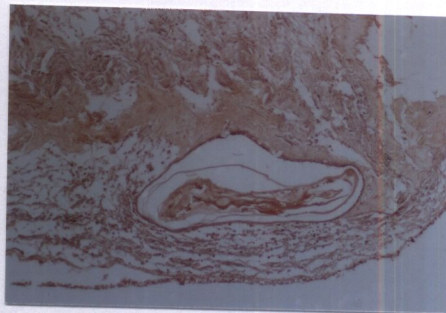
A



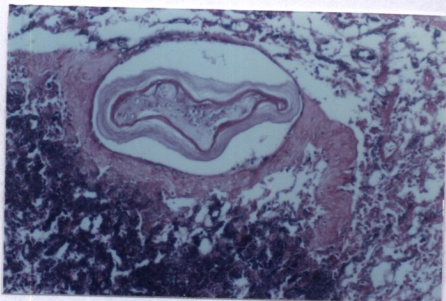
E



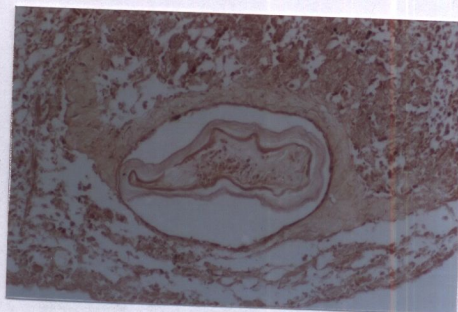
B



F



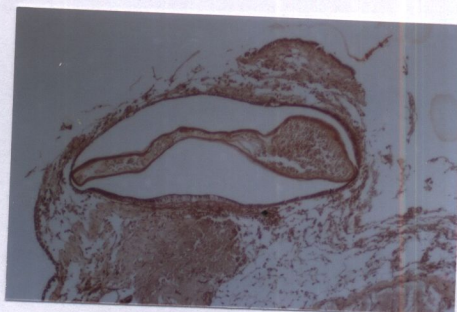
C



G



D



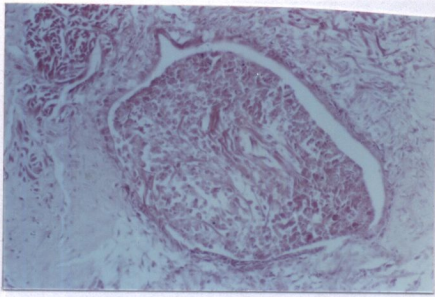
H

รูปที่ 15 แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่าง  
วงกลม C1 เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

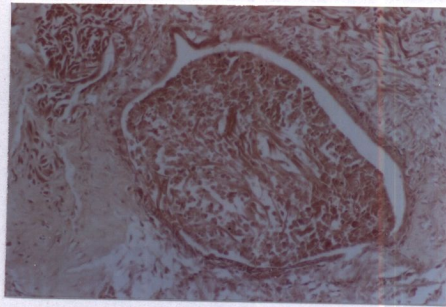
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

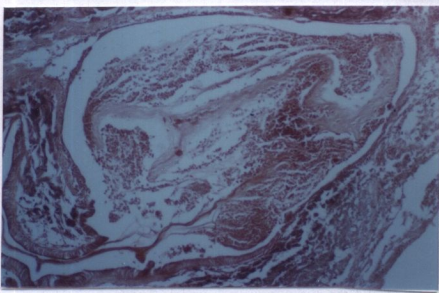




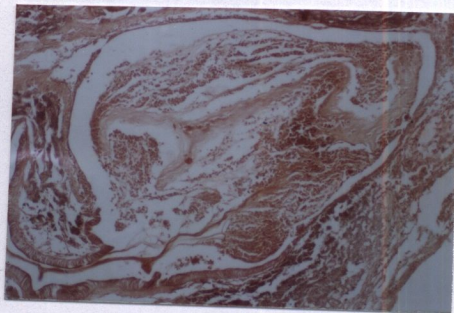
A



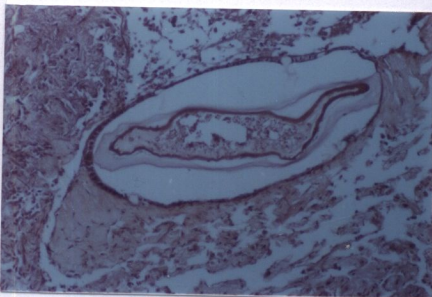
E



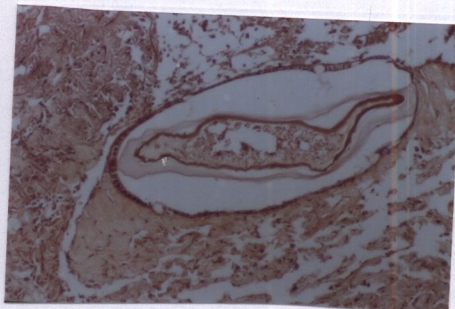
B



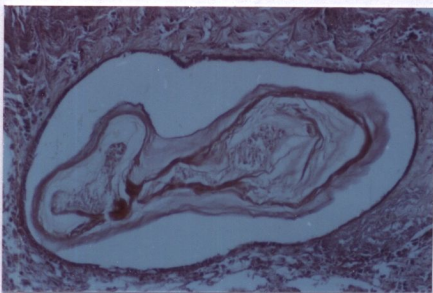
F



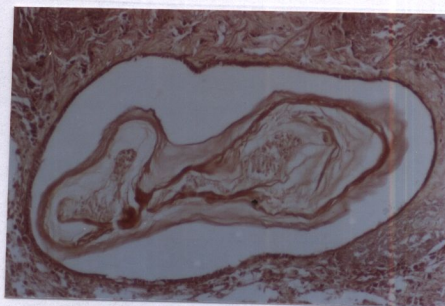
C



G



D



H

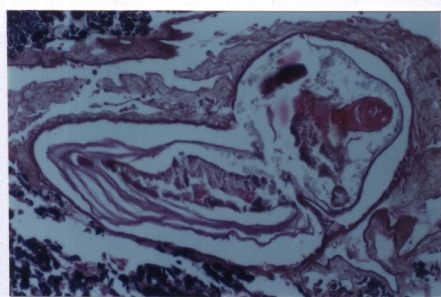
รูปที่ 16 แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล

รูปร่างวงกลม C4 เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S(A)

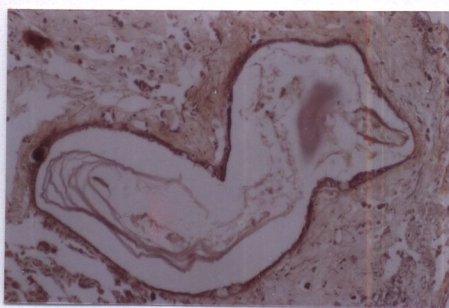
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

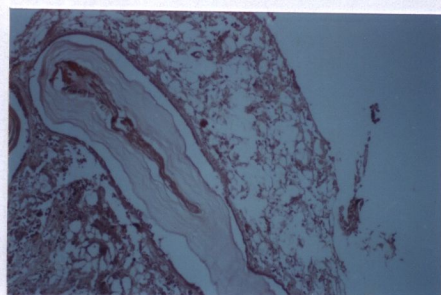




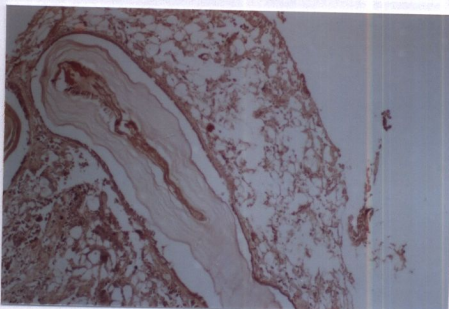
A



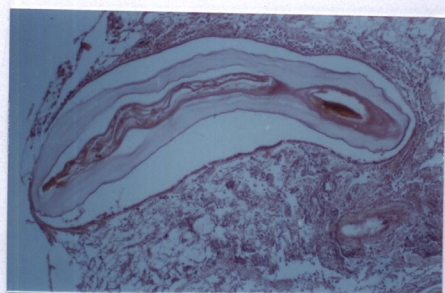
E



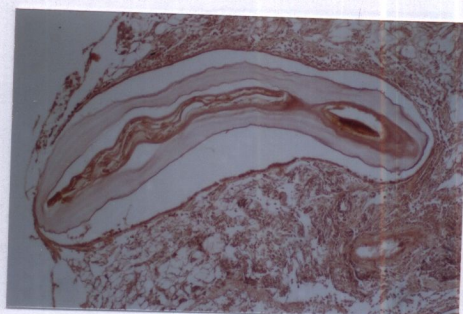
B



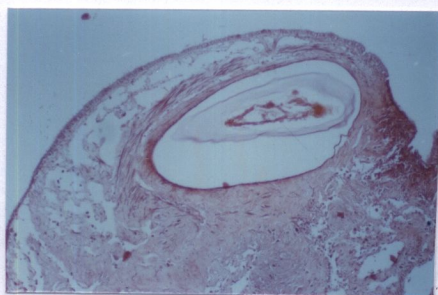
F



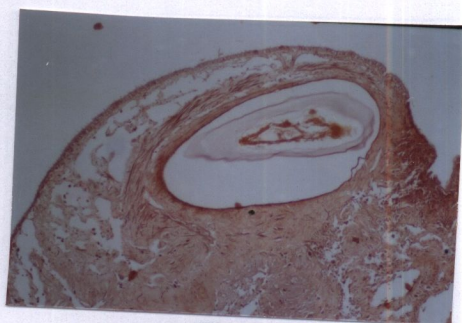
C



G



D



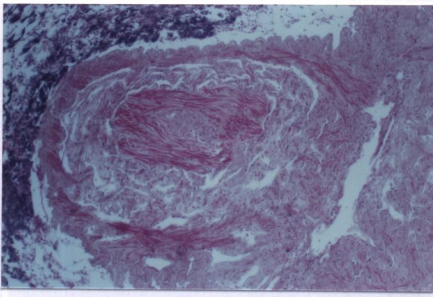
H

รูปที่ 17 แสดงลักษณะถุงไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส 1 เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

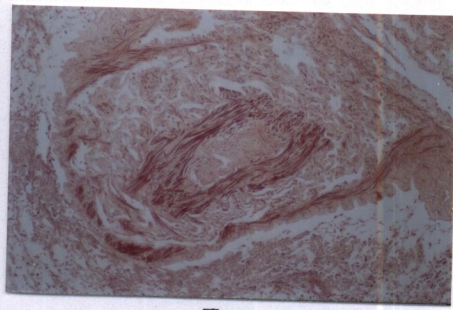
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

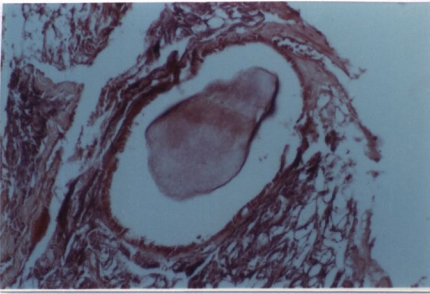




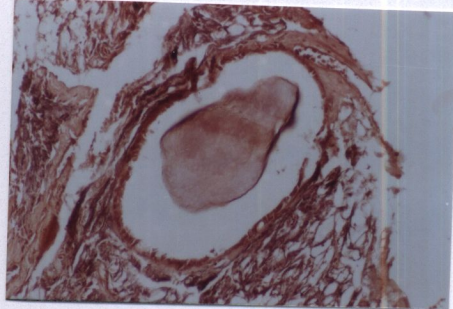
A



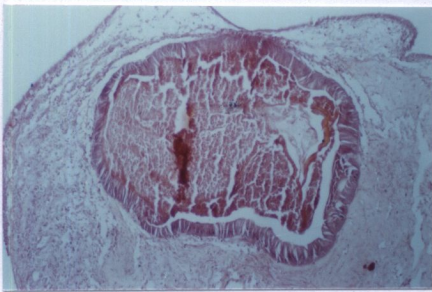
E



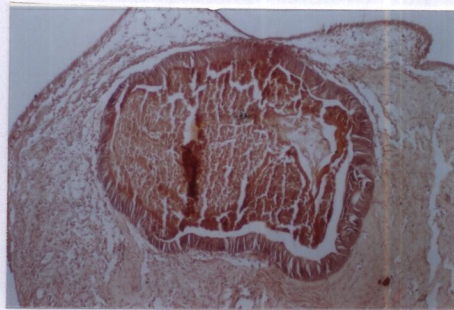
B



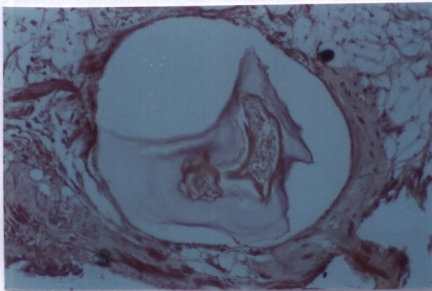
F



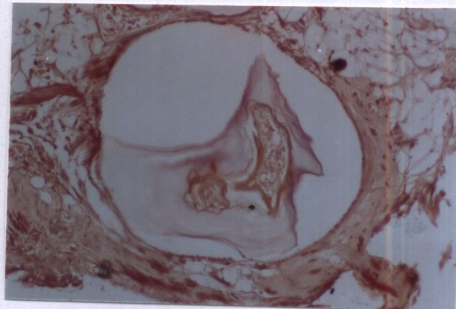
C



G



D



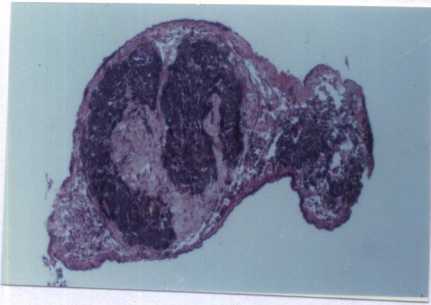
H

รูปที่ 18 แสดงลักษณะถุงไข่ในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่าง  
สีเหลี่ยมจตุรัส4 เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

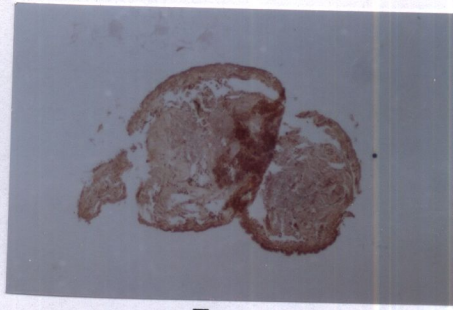
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

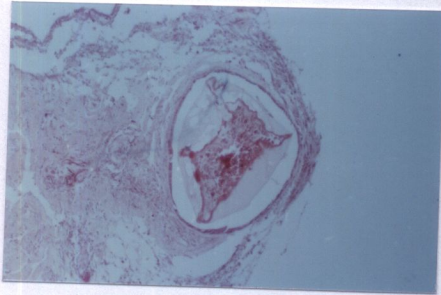




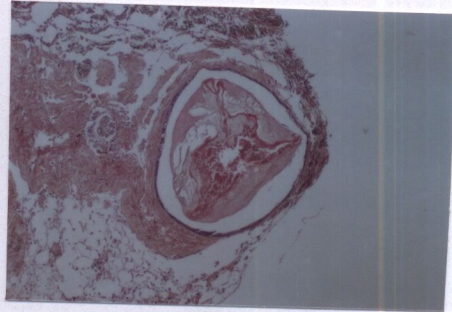
A



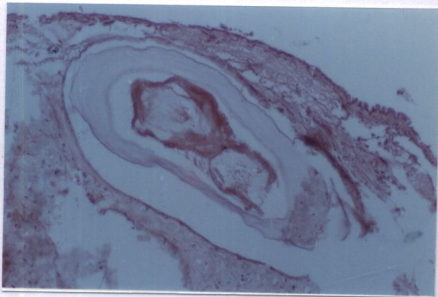
E



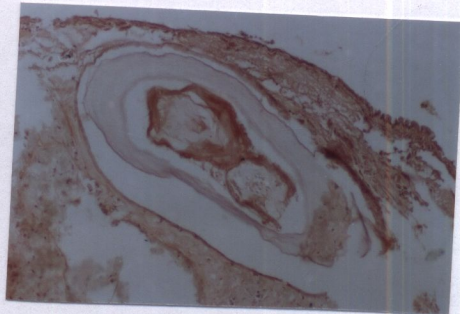
B



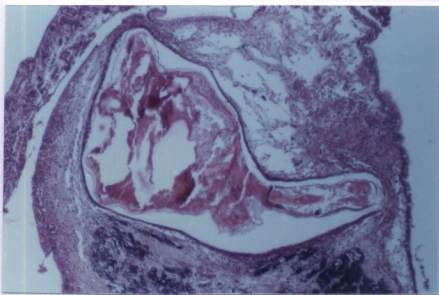
F



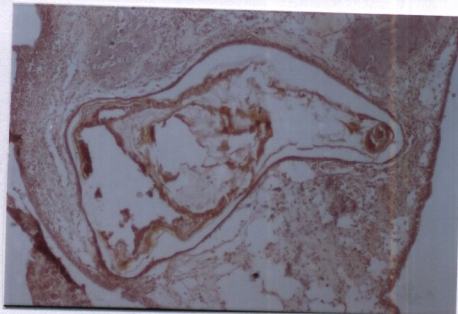
C



G



D



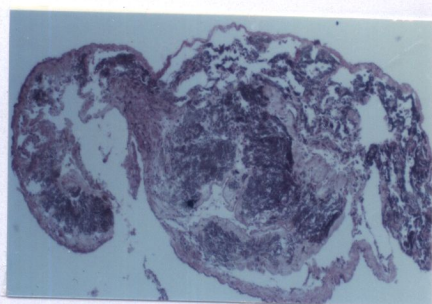
H

รูปที่ 19 แสดงลักษณะของไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลุก ถ่ายด้วยจุล  
 แฉก รุปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T1เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ  
 Alizarin Red S (A)

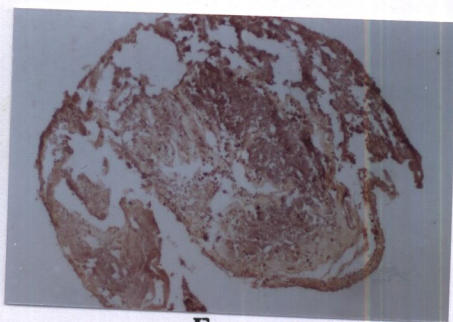
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

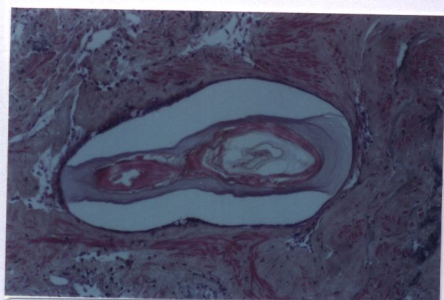




A



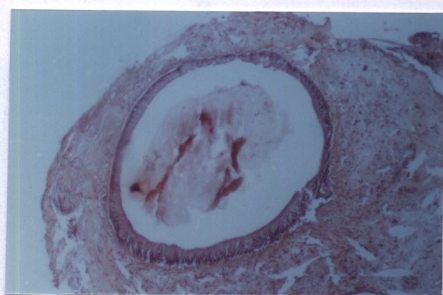
E



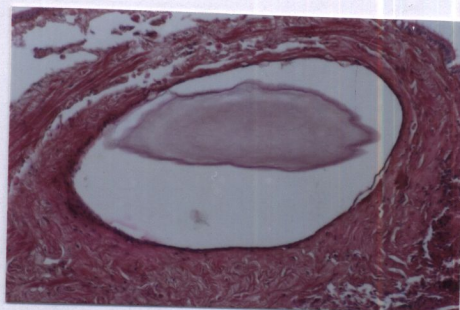
B



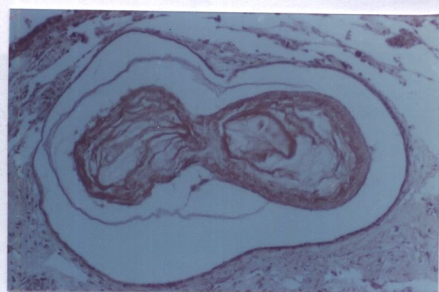
F



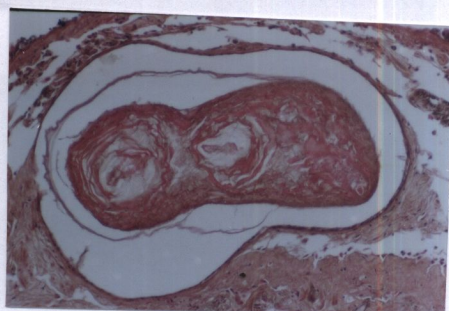
C



G



D



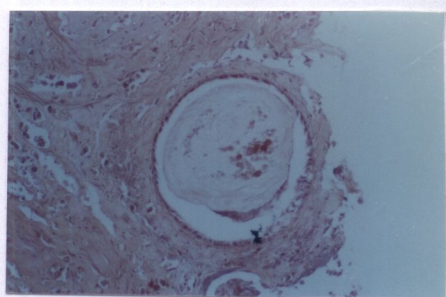
H

รูปที่ 20 แสดงลักษณะรูปร่างในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า T4เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

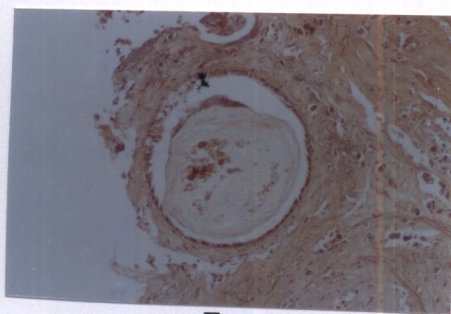
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

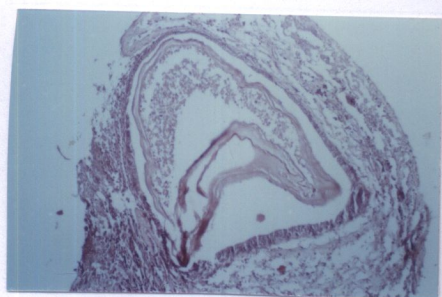




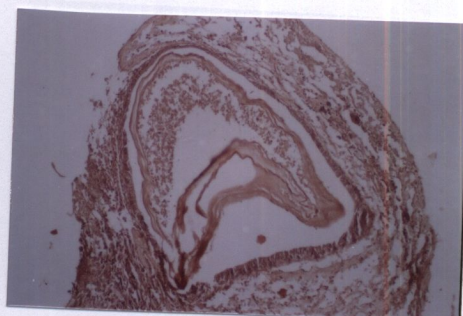
A



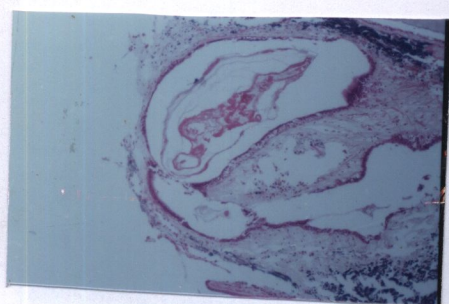
E



B



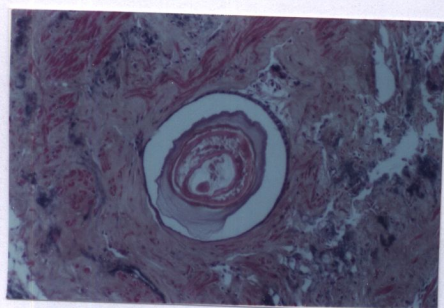
F



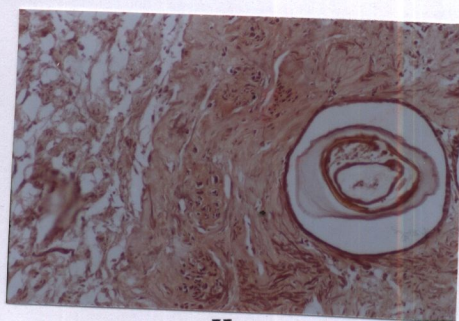
C



G



D



H

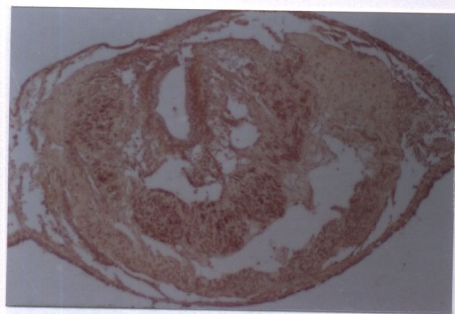
รูปที่ 21 แสดงลักษณะของไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้น

แมนเทิลรูปร่างวงกลม C1 เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin(HE) และ Alizarin Red S(A)

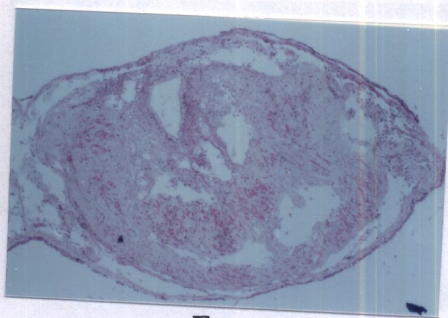
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

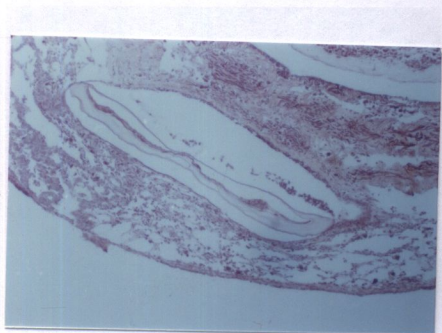




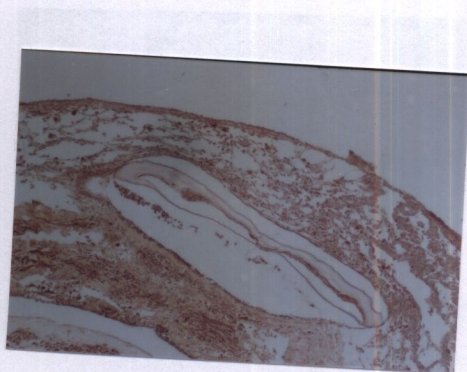
A



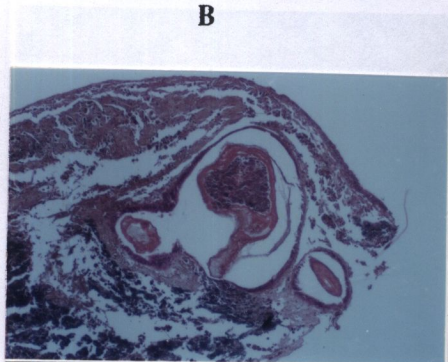
E



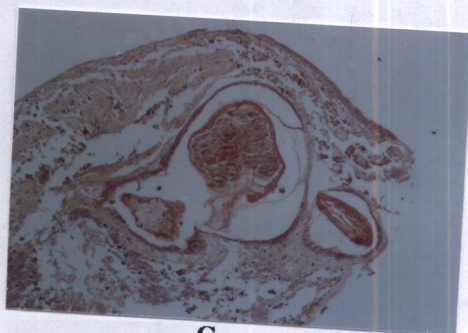
B



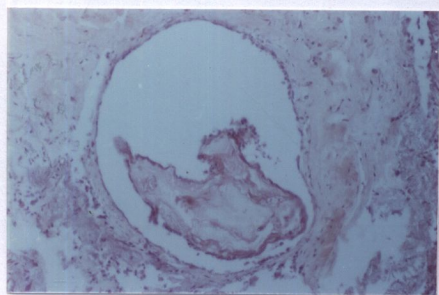
F



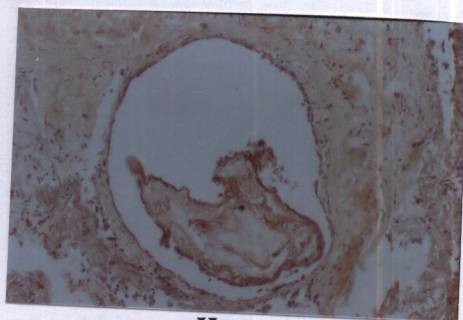
C



G



D



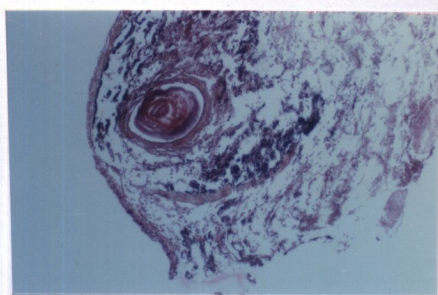
H

รูปที่ 22 แสดงลักษณะถุงไข่ในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้น  
แมนเทิลรูปร่างวงกลม C4 เมื่อเชื่อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

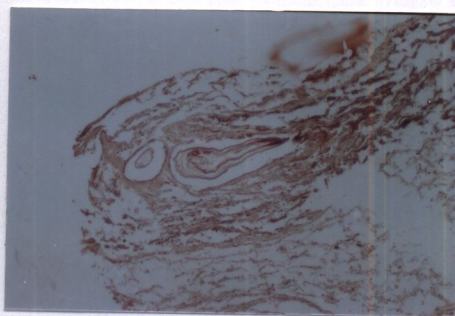
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

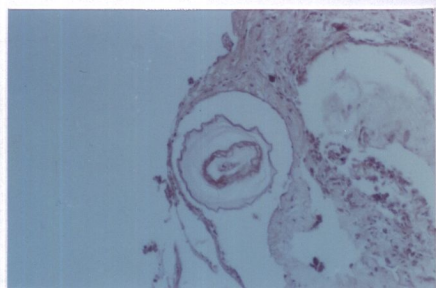




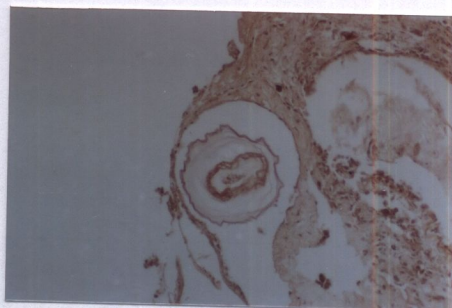
A



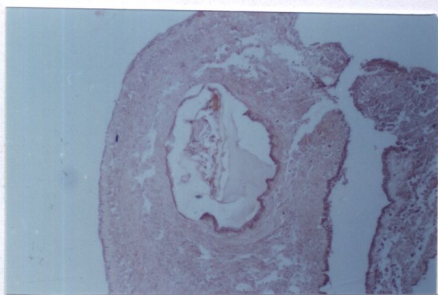
E



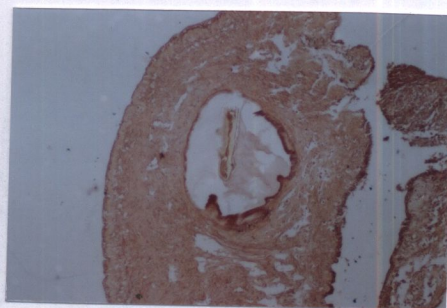
B



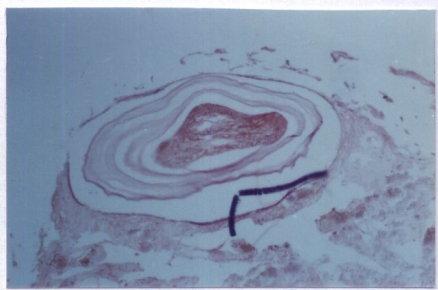
F



C



G



D



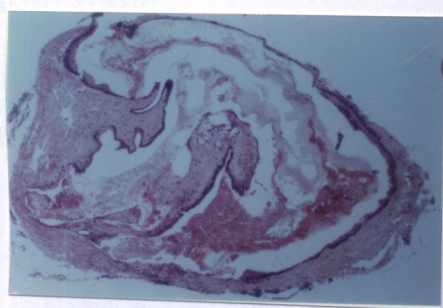
H

รูปที่ 23 แสดงลักษณะถุงไข่ในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสีเหลืองจตุรัสเมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

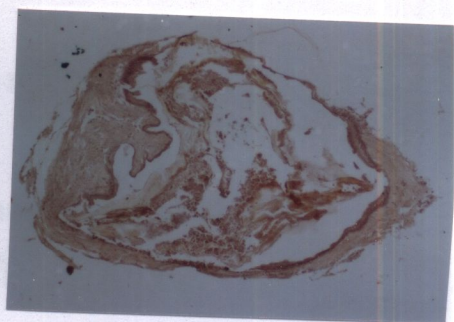
HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน

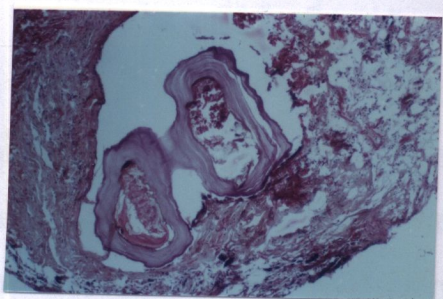




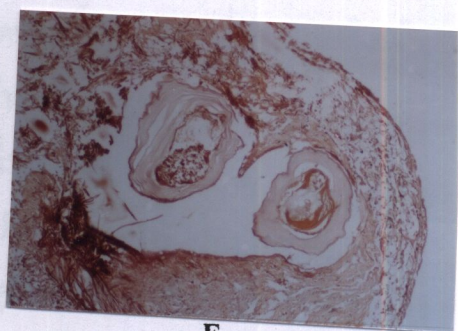
A



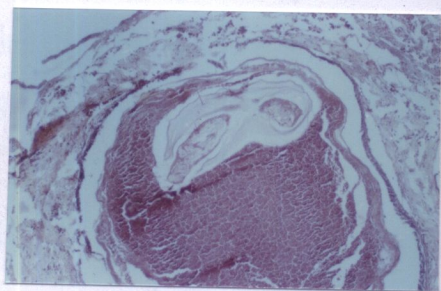
E



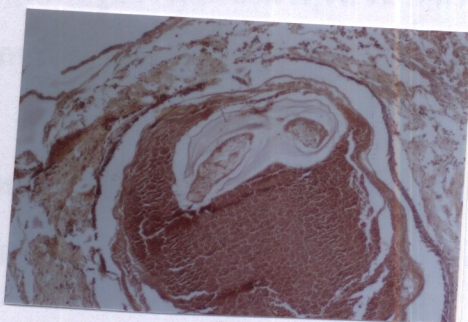
B



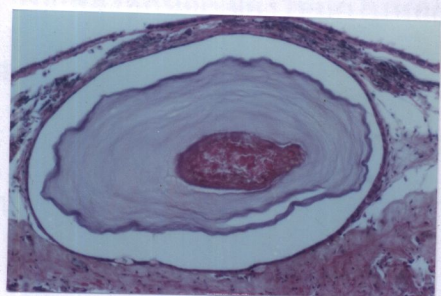
F



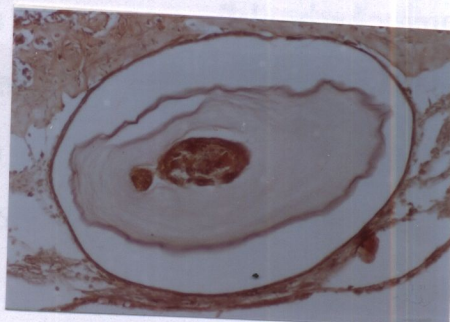
C



G



D



H

รูปที่ 24 แสดงลักษณะถุงไข่ในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างสีเหลี่ยมจตุรัส S4เมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin (HE) และ Alizarin Red S (A)

HE : A = อายุ 15 วัน B = อายุ 45 วัน C = อายุ 75 วัน D = อายุ 105 วัน

A : E = อายุ 15 วัน F = อายุ 45 วัน G = อายุ 75 วัน H = อายุ 105 วัน



## ลักษณะของไข่มุก

ลักษณะของไข่มุกที่ได้จากหอยทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างลักษณะ ขนาดของไข่มุก สีของไข่มุก

รูปร่างลักษณะของไข่มุกที่ได้เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างเหมือนกันพบว่า ไข่มุกที่ได้มีความหลากหลายแตกต่างกันไปไม่คงที่เช่น ผิวเรียบค่อนข้างกลม ผิวขรุขระ ไม่เป็นรูปทรงหรือรูปร่างค่อนข้างแบน

ขนาดของไข่มุกที่ได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายโดยในกลุ่มที่ ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่างๆ พบว่าที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T4 จะได้ไข่มุกขนาดใหญ่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 จะได้ไข่มุกขนาดเล็กสุด เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่างๆ พบว่าที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 จะได้ไข่มุกขนาดใหญ่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C1 ไข่มุกที่ได้จะมีขนาดเล็กสุด เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดต่างๆ พบว่าที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 จะได้ไข่มุกขนาดใหญ่สุดและที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S1 จะได้ไข่มุกขนาดเล็กสุด

สีของไข่มุกจะมีความแตกต่างกันในหอยทั้งสองชนิด ในหอยมุก *H.(H.) bialatus* จะมีสีขาวนวลหรือสีเทาเข้มแวววาว ส่วนในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* จะมีสีขาวแวววาวหรือสีขาวอมชมพู

รูปแสดงลักษณะของไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่างๆ อายุ 6-12 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 25-30

รูปแสดงลักษณะของไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่างๆ อายุ 6-12 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 31-36



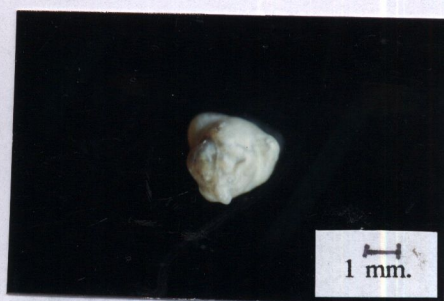
A



E



B



F



C



G



D



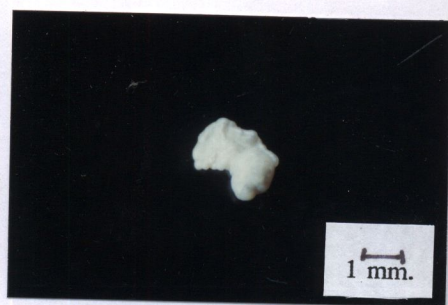
H

รูปที่ 25 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

T1 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x15) 12 เดือน

T2 : E (x20) 6 เดือน F (x20) 8 เดือน G (x15) 10 เดือน H (x15) 12 เดือน





A



E



B



F



C



G



D



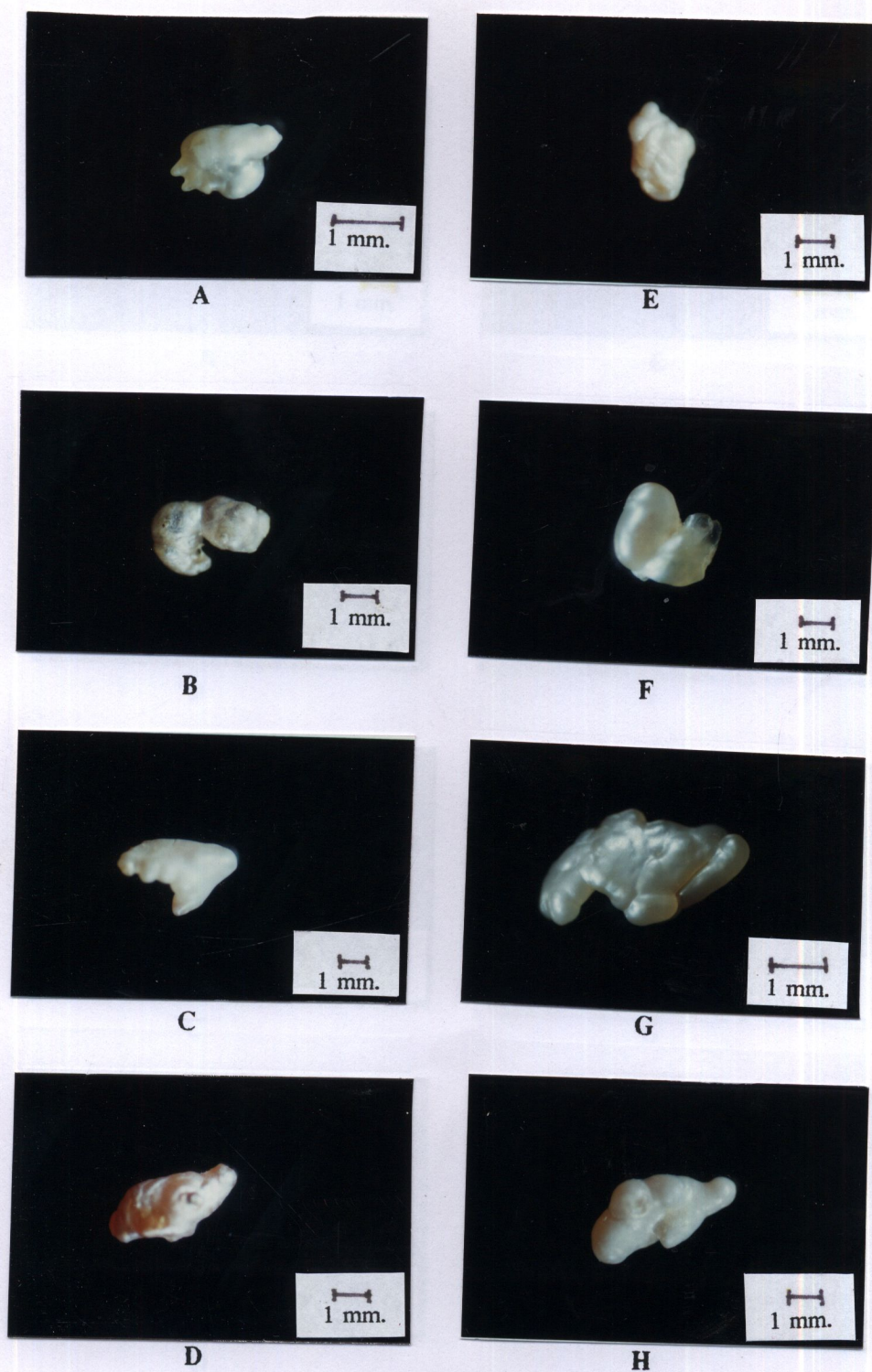
H

รูปที่ 26 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

T3 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

T4 : E (x20) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x10) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน



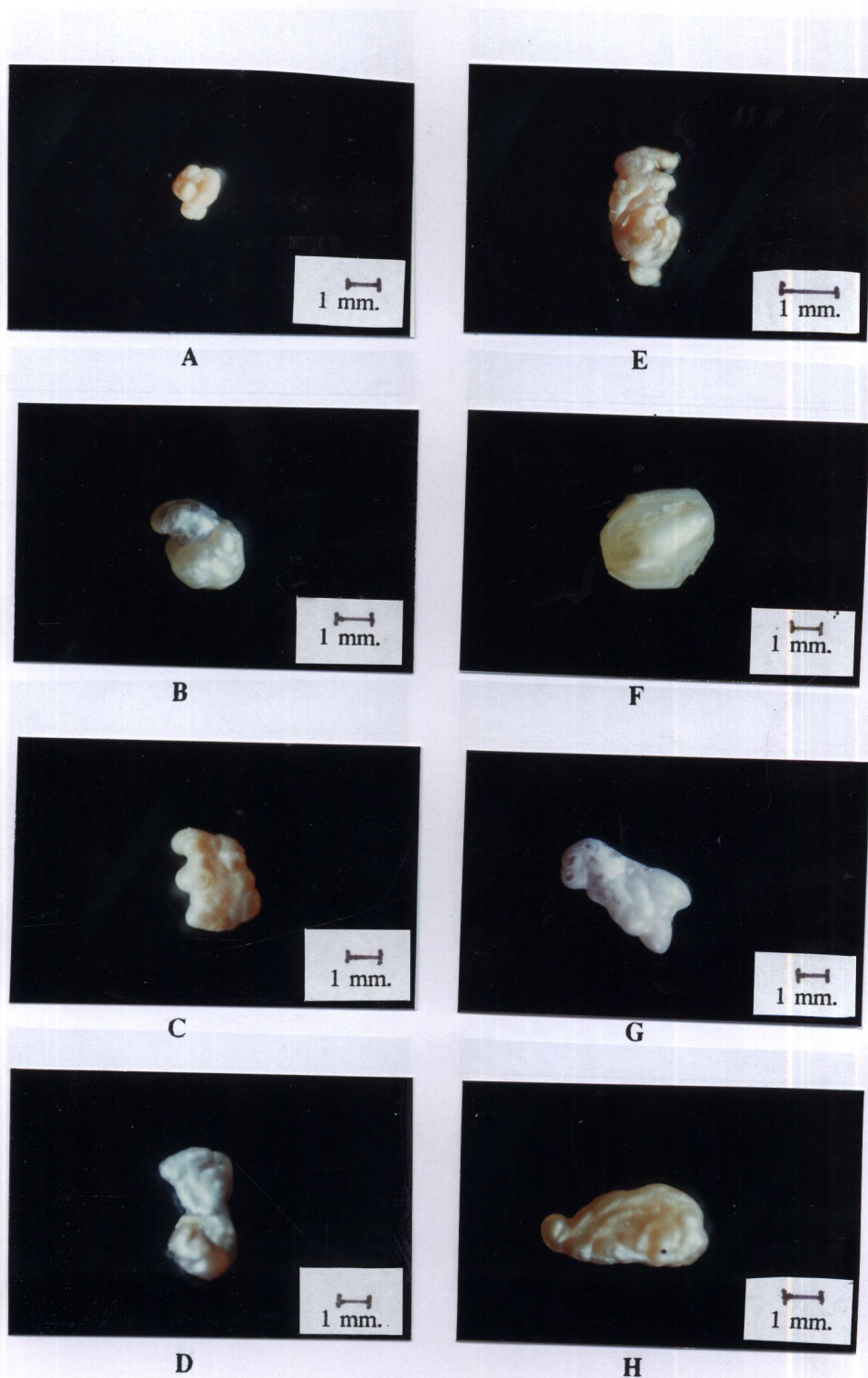


รูปที่ 27 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *H. (H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างวงกลม

C1 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x15) 12 เดือน

C2 : E (x20) 6 เดือน F (x20) 8 เดือน G (x15) 10 เดือน H (x15) 12 เดือน





รูปที่ 28 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยจีนแมนเทิล  
รูปร่างวงกลม

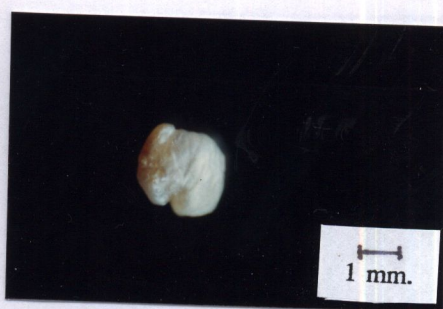
C3 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

C4 : E (x20) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x10) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน





A



E



B



F



C



G



D



H

รูปที่ 29 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่าง  
สีเหลี่ยมจตุรัส

S1 : A (x20) 6 เดือน B (x15) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

S2 : E (x20) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x15) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน

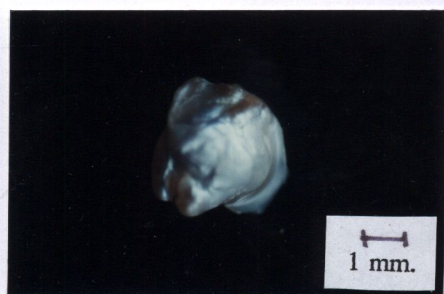




A



E



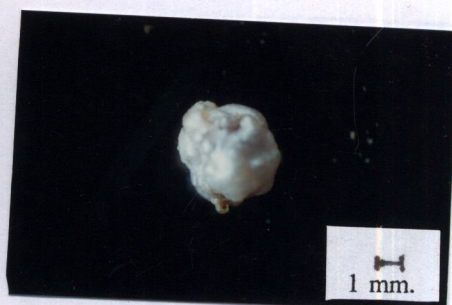
B



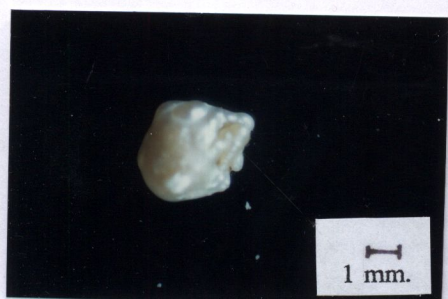
F



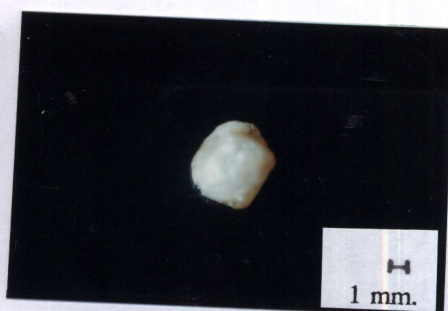
C



G



D



H

รูปที่ 30 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่าง  
ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

S3 : A (x15) 6 เดือน B (x15) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

S4 : E (x15) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x10) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน





A



E



B



F



C



G



D



H

รูปที่ 31 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

T1 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x15) 12 เดือน

T2 : E (x20) 6 เดือน F (x20) 8 เดือน G (x15) 10 เดือน H (x15) 12 เดือน





A



E



B



F



C



G



D



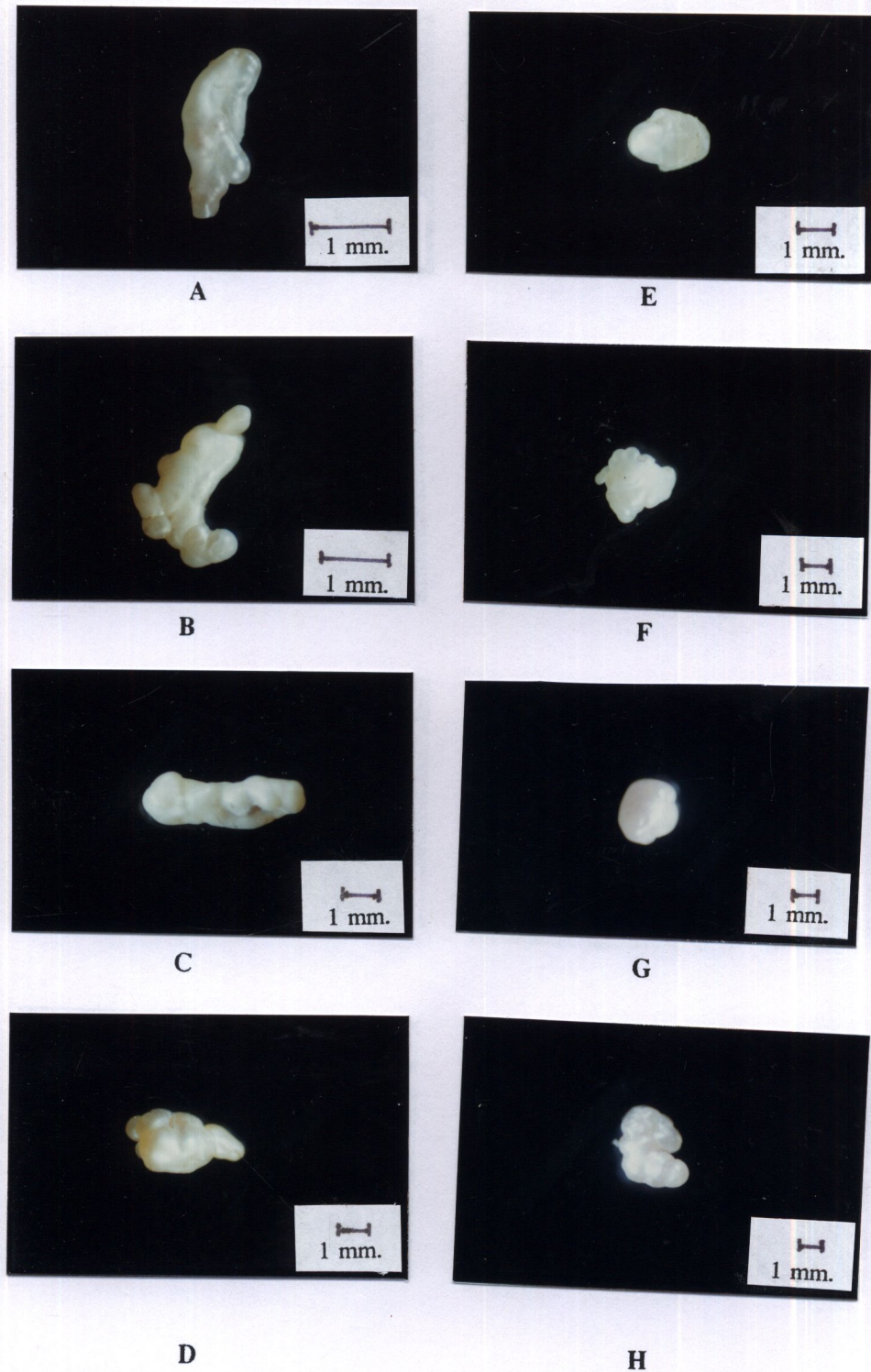
H

รูปที่ 32 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

T3 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

T4 : E (x20) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x10) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน



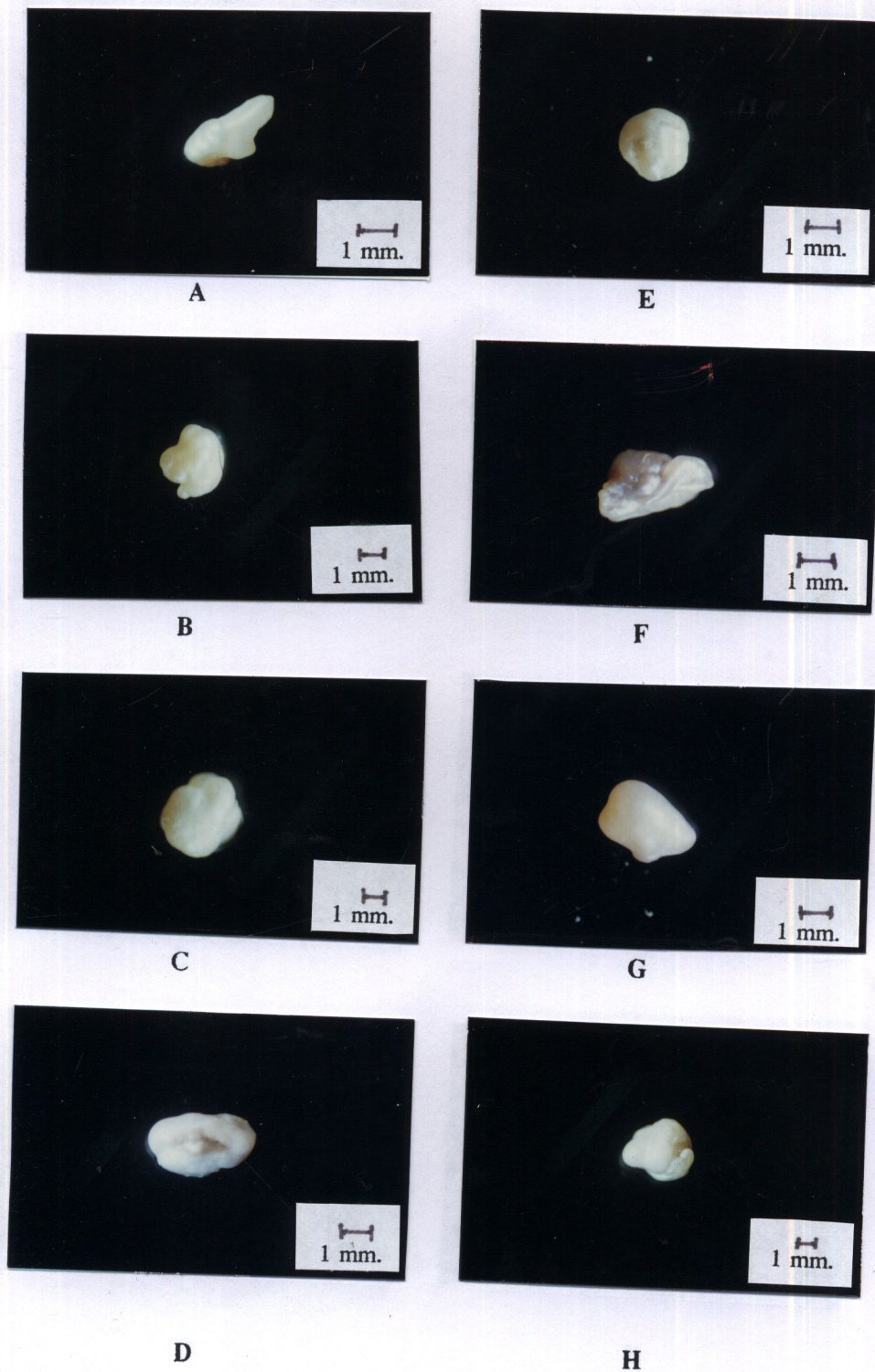


รูปที่ 33 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลุกถ่าย  
ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม

C1 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x15) 12 เดือน

C2 : E (x20) 6 เดือน F (x20) 8 เดือน G (x15) 10 เดือน H (x15) 12 เดือน





รูปที่ 34 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยซินแมนเทิลรูปร่างวงกลม

C3 : A (x20) 6 เดือน B (x20) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

C4 : E (x20) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x10) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน

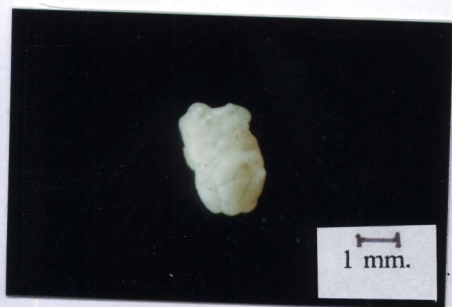




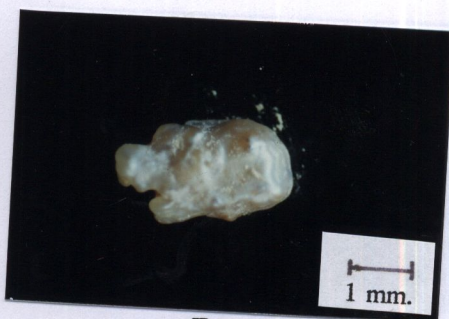
A



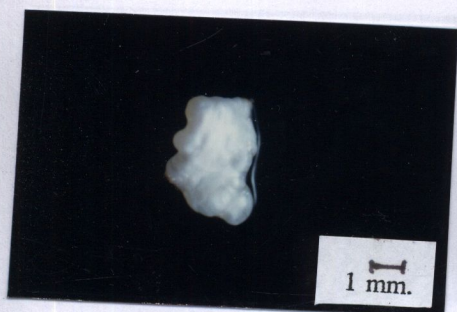
E



B



F



C



G



D



H

ที่ 35 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่าย  
ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส

: A (x20) 6 เดือน B (x15) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

: E (x20) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x15) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน





A



E



B



F



C



G



D



H

รูปที่ 36 แสดงลักษณะไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่าย  
ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส

S3 : A (x15) 6 เดือน B (x15) 8 เดือน C (x15) 10 เดือน D (x10) 12 เดือน

S4 : E (x15) 6 เดือน F (x15) 8 เดือน G (x10) 10 เดือน H (x10) 12 เดือน

ลักษณะของฟิวดูงไข่มุกและฟิวไข่มุกเมื่อถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ

ส่องกราด (Scanning electron microscope)

แสดงให้เห็นถึงลักษณะเนื้อเยื่อของไข่มุกและลักษณะผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตของฟิวไข่มุกอายุ 6 , 8 , 10 และ 12 เดือน ซึ่งลักษณะของฟิวไข่มุกและผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตจะมีลักษณะที่แตกต่างกันในหอยทั้งสองชนิด

ลักษณะของฟิวเนื้อเยื่อของไข่มุกและลักษณะการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตในหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า แสดงโดยรูปที่ 37 และ 38 ปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชั้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมแสดงโดยรูปที่ 39 และ 40 ปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชั้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสแสดงโดยรูปที่ 41 และ 42

รูปที่ 37 แสดงลักษณะของฟิวดูงไข่มุกและฟิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลด้านเท่ารูป A แสดงลักษณะของฟิวดูงไข่มุกอายุ 6 เดือน ซึ่งพบว่าบริเวณเนื้อเยื่อของดูงไข่มุกจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่ รูป B แสดงลักษณะการสะสมของผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ ซึ่งจะเห็นเป็นแท่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมกระจายอยู่ อายุ 8 เดือน

รูปที่ 38 แสดงลักษณะฟิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า รูป A แสดงลักษณะของฟิวไข่มุก ซึ่งมีการสะสมของผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ อายุ 10 เดือน รูป B แสดงลักษณะการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบออรากไนต์ ผลึกมีลักษณะเป็นแผ่น อายุ 12 เดือน ซึ่งจะมีความมันแวววาวมากขึ้น

รูปที่ 39 แสดงลักษณะของฟิวดูงไข่มุกและฟิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม รูป A ลักษณะของฟิวดูงไข่มุกอายุ 6 เดือน ซึ่งพบว่าบริเวณเนื้อเยื่อของดูงไข่มุก จะมีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่ รูป B แสดงลักษณะการสะสมของผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ อายุ 8 เดือน

รูปที่ 40 แสดงลักษณะของฟิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชั้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม รูป A แสดงลักษณะการสะสมของผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ อายุ 10 เดือน รูป B แสดงลักษณะการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบออรากไนต์ อายุ 12 เดือน



รูปที่ 41 แสดงลักษณะของผิวดงไข่มุกและผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูป A ลักษณะของผิวดงไข่มุกอายุ 6 เดือน รูป B ลักษณะของผิว  
ไข่มุก อายุ 8 เดือน

รูปที่ 42 แสดงลักษณะของผิวดงไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่าง  
สี่เหลี่ยมจัตุรัส รูป A ลักษณะผิวไข่มุกอายุ 10 เดือน รูป B ลักษณะผิวไข่มุกอายุ 12  
เดือน

ลักษณะของผิวเนื้อเยื่อของไข่มุกและลักษณะการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนต  
ในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิลรูปร่าง  
สามเหลี่ยมด้านเท่าแสดงโดยรูปที่ 43 และ 44 ปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิลรูปร่าง  
วงกลมแสดงโดยรูปที่ 45 และ 46 ปลูกถ่ายด้วยเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส  
แสดงโดยรูปที่ 47 และ 48

รูปที่ 43 แสดงลักษณะของผิวดงไข่มุกและผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า รูป A ลักษณะของผิวดงไข่มุก อายุ 6 เดือน ซึ่งพบว่าบริเวณ  
เนื้อเยื่อของดงไข่มุกจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่ รูป B แสดงลักษณะผิวไข่มุก  
ซึ่งมีการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ อายุ 8 เดือน

รูปที่ 44 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยม  
ด้านเท่า รูป A แสดงลักษณะผิวไข่มุก ซึ่งมีการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตแบบ  
แคลไซต์ อายุ 10 เดือน รูป B แสดงลักษณะการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบ  
อาราโกไนต์ อายุ 12 เดือน

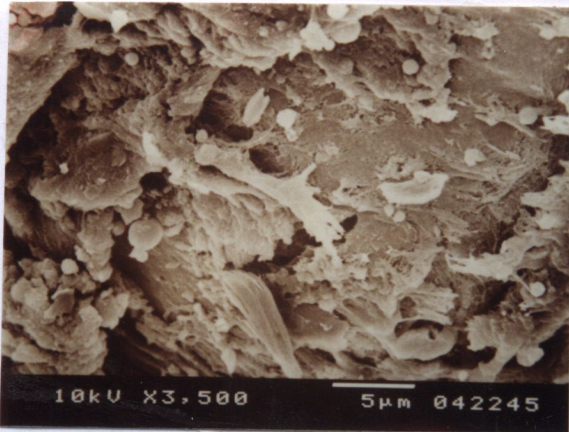
รูปที่ 45 แสดงลักษณะของผิวดงไข่มุกและผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างวงกลม รูป A ลักษณะของผิวดงไข่มุก อายุ 6 เดือน ซึ่งพบว่าบริเวณเนื้อเยื่อของ  
ดงไข่มุกจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่ รูป B แสดงลักษณะผิวไข่มุก ซึ่งมีการ  
สะสมของผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ อายุ 8 เดือน

รูปที่ 46 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม  
รูป A แสดงลักษณะของผิวไข่มุก ซึ่งมีการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์  
อายุ 10 เดือน รูป B แสดงลักษณะการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบอาราโกไนต์  
อายุ 12 เดือน

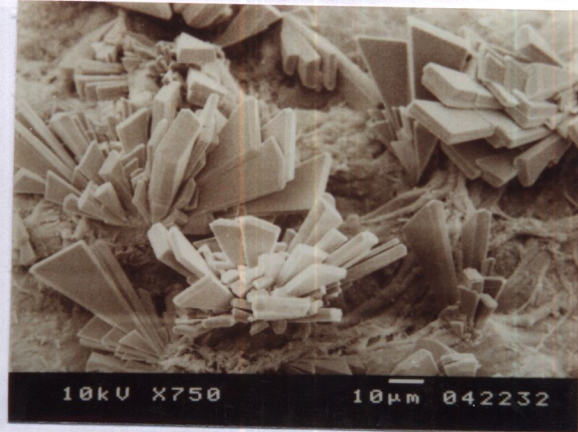
รูปที่ 47 แสดงลักษณะของผิวหนังไข่มุกและผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล  
รูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส รูป A ลักษณะผิวหนังไข่มุกอายุ 6 เดือน รูป B ลักษณะผิวไข่มุก  
อายุ 8 เดือน

รูปที่ 48 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยม  
จตุรัส รูป A ลักษณะของผิวไข่มุก อายุ 10 เดือน รูป B ลักษณะของผิวไข่มุก อายุ 12  
เดือน





A

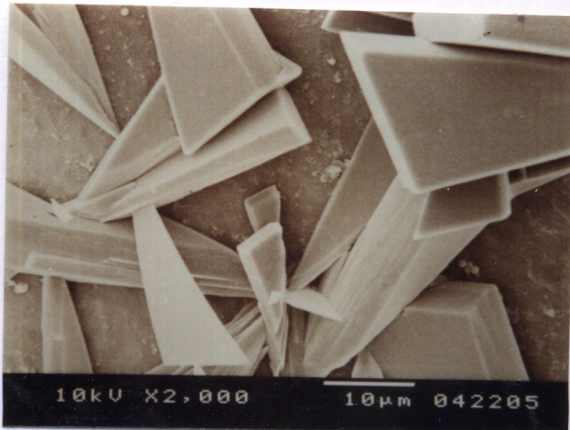


B

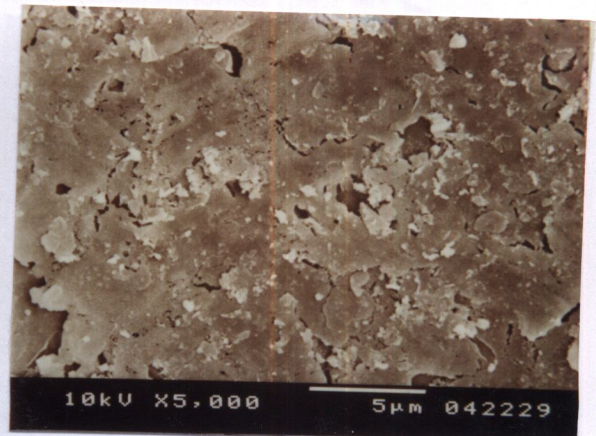
รูปที่ 37 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่าย  
ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



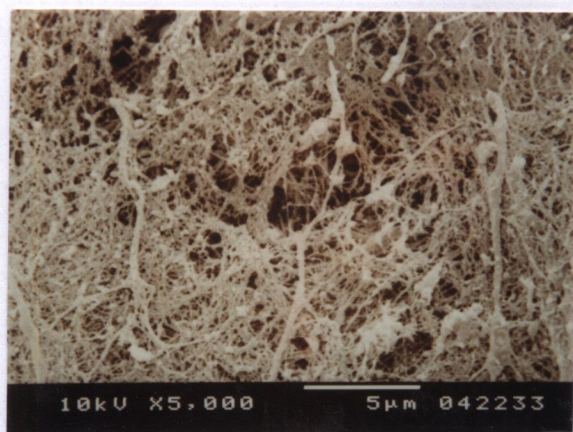
B

รูปที่ 38 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่าย  
ด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

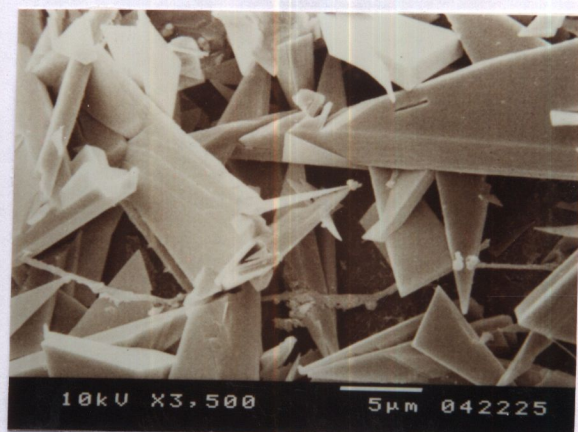
A = 10 เดือน

B = 12 เดือน





A

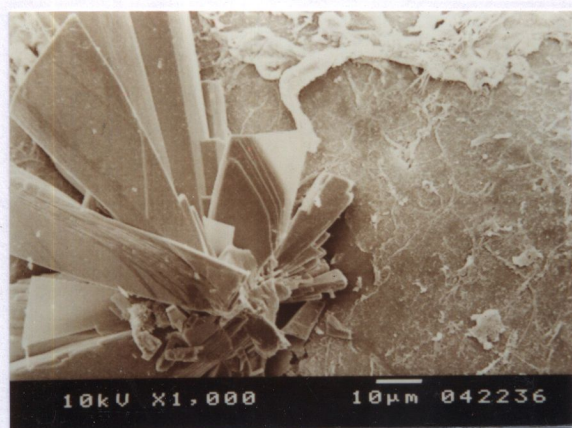


B

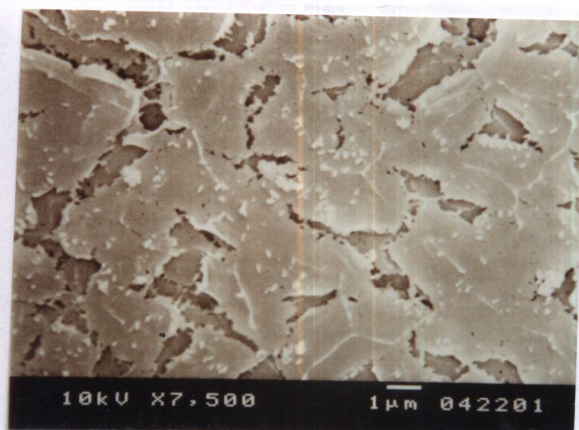
รูปที่ 39 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่่มุกและผิวไข่่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยซินแมนเทิลรูปร่างสามวงกลม

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



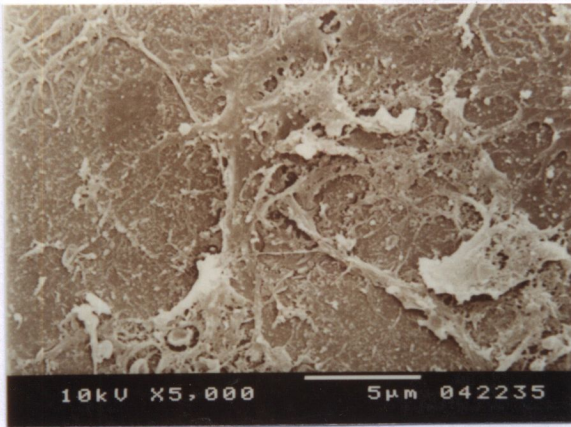
B

รูปที่ 40 แสดงลักษณะของผิวไข่่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยซินแมนเทิลรูปร่างสามวงกลม

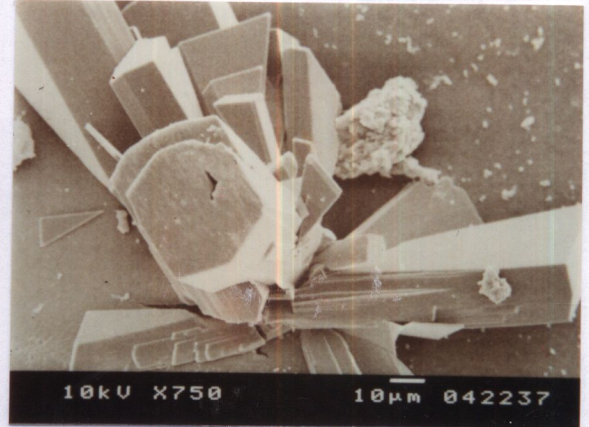
A = 10 เดือน

B = 12 เดือน





A

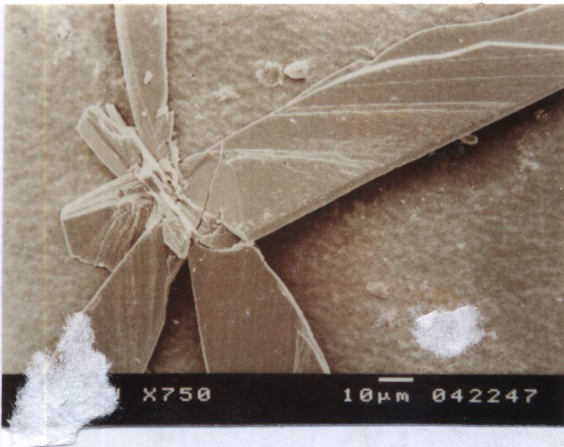


B

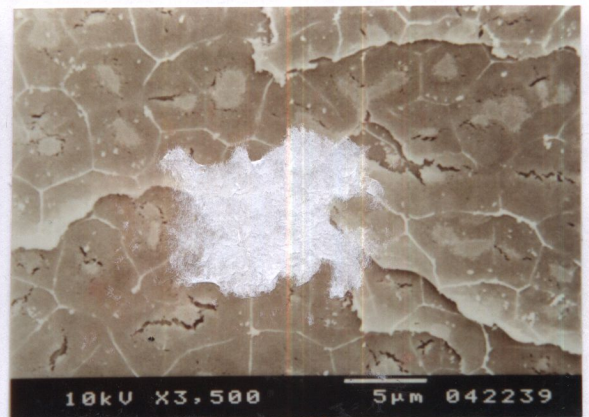
รูปที่ 41 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



B

รูปที่ 42 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส

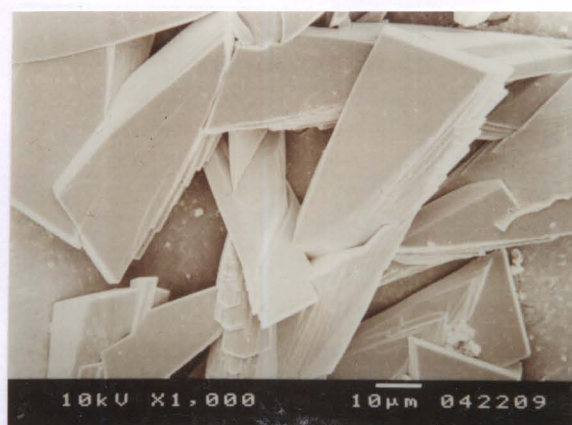
A = 10 เดือน

B = 12 เดือน





A



B

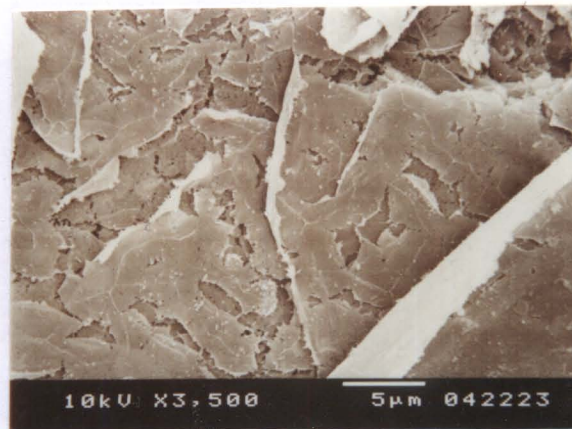
รูปที่ 43 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



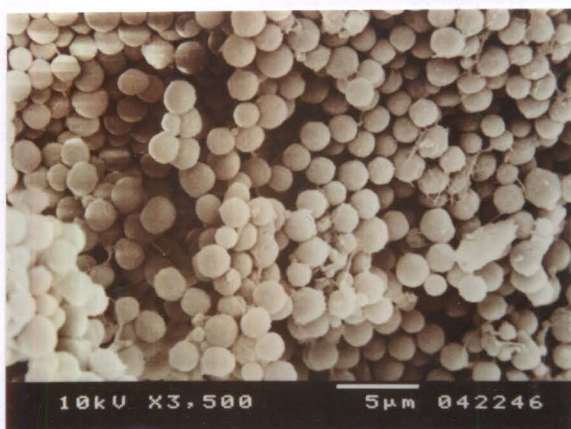
B

รูปที่ 44 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

A = 10 เดือน

B = 12 เดือน





A



B

รูปที่ 45 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่่มุกและผิวไข่่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



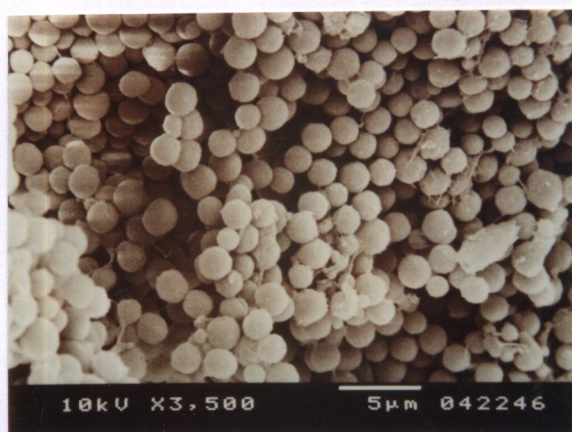
B

รูปที่ 46 แสดงลักษณะของผิวไข่่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม

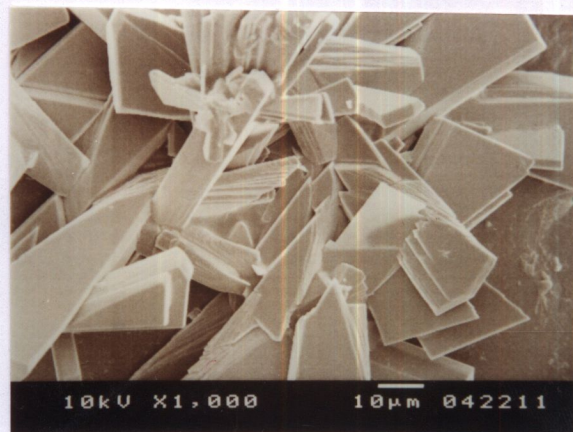
A = 10 เดือน

B = 12 เดือน





A



B

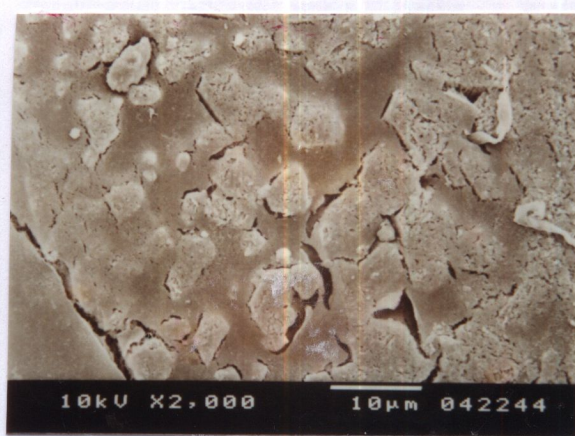
รูปที่ 45 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่่มุกและผิวไข่่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



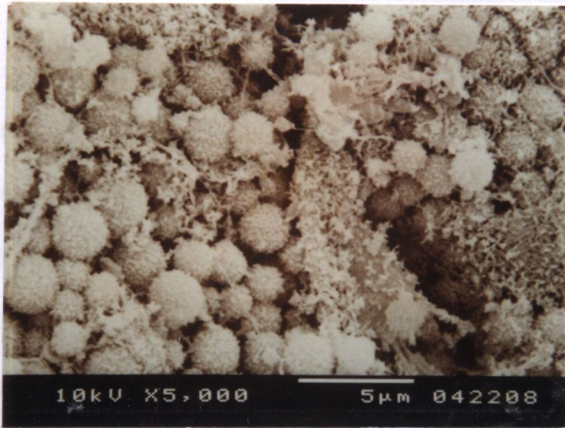
B

รูปที่ 46 แสดงลักษณะของผิวไข่่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลม

A = 10 เดือน

B = 12 เดือน





A



B

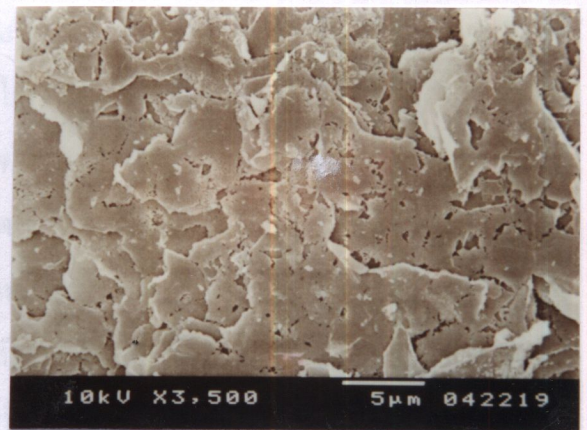
รูปที่ 47 แสดงลักษณะของผิวถุงไข่มุกและผิวไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส

A = 6 เดือน

B = 8 เดือน



A



B

รูปที่ 48 แสดงลักษณะของผิวไข่มุกในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส

A = 10 เดือน

B = 12 เดือน

## บทที่ 5

### อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการสร้างไข่มุกของหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล รูปร่างและขนาดต่าง ๆ พบว่าหลังจากที่ทำการปลูกถ่ายชิ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลเข้าไป 15 วัน จะเกิดเป็นถุงไข่มุกขึ้นมา แสดงว่าในกระบวนการสร้างถุงไข่มุกเสร็จสมบูรณ์ จะใช้เวลาน้อยกว่า 15 วัน และพบว่าเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกของหอยมุก *H.(H.) bialatus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาด C4 จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกมากที่สุด (81%) และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด T1 และรูปร่างวงกลมขนาด C2 จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกต่ำสุด (71%) สำหรับหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* มีเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกสูงสุด (86%) จากการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาด C4 และรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด S4 ส่วนที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่าขนาด T1 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกต่ำสุด (74%)

เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกเมื่อใช้ชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน จะมีความแตกต่างกัน โดยในแต่ละรูปร่างเมื่อใช้ชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกสูงขึ้น แต่จะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายโดยเมื่อใช้ชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จะทำให้เปอร์เซ็นต์การตายสูงขึ้น เนื่องจากการใช้ชิ้นแมนเทิลขนาดใหญ่ในบางครั้งของขั้นตอนการปลูกถ่ายอาจจะไปดันเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยที่เป็นโฮสต์บริเวณที่ปลูกถ่ายเกิดแผลที่ใหญ่หรือฉีกขาดหรือว่าชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ อาจจะไม่สามารถเจริญได้ดีในบริเวณหรือที่จำกัดในแมนเทิลของโฮสต์จึงส่งผลให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อแมนเทิลและการตายของหอยที่เป็นโฮสต์ในที่สุด จากการศึกษาครั้งนี้ยังไม่พบตัวเลขจำกัดของขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายที่เหมาะสมซึ่งเรื่องนี้จะได้ทำการวิจัยในโอกาสต่อไป และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกในหอยมุกทั้งสองชนิด จะพบว่าในหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* จะมีเปอร์



เช่นเดียวกับการเกิดถุงไข่่มุกสูงกว่าในหอยมุก *H. (H.) bialatus* ซึ่งสาเหตุอาจมาจากลักษณะของเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยตัวรับ โดยพบว่าในหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* จะมีเนื้อเยื่อแมนเทิลที่มีความเหนียว ทำให้ง่ายต่อการปลุกถ่ายขึ้นเนื้อเยื่อแมนเทิลจึงทำให้เกิดบาดแผลเพียงเล็กน้อยหลังจากปลุกถ่าย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเกิดถุงไข่่มุกได้แก่ขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ทำการปลุกถ่าย ขนาดหรืออายุของหอยที่นำมาปลุกถ่ายชิ้นแมนเทิลรวมทั้งความสะอาดความรวดเร็วในขั้นตอนการปลุกถ่ายและความสมบูรณ์ของเนื้อเยื่อชิ้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายก็มีผลต่อการเกิดถุงไข่่มุก

ขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ใช้ในการปลุกถ่าย ถ้าใช้ชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่จะมีผลต่อการเกิดถุงไข่่มุกโดยทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่่มุกสูงขึ้น เนื่องจากชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่จะสามารถสร้างถุงไข่่มุกและมีการสะสมสารมุกได้เร็วกว่าชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดเล็กรวมทั้งชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่ที่ใช้ในการปลุกถ่ายจากการทดลองครั้งนี้มีความง่ายต่อการปลุกถ่าย และหลังจากการปลุกถ่ายแล้วเนื้อเยื่อที่ปลุกถ่ายจะไม่ถูกขับออกมาหรือยากต่อการถูกขับออกมา ในทางตรงกันข้ามถ้าขนาดชิ้นแมนเทิลที่ปลุกถ่ายมีขนาดเล็กจะทำให้การปลุกถ่ายยากขึ้น และหลังจากการปลุกถ่ายแล้วเนื้อเยื่ออาจถูกขับออกมาพร้อมกับของเหลวในชิ้นแมนเทิลจึงทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่่มุกลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Machii ในปี ค.ศ. 1958

ขนาดหรืออายุของหอยที่นำมาปลุกถ่ายเนื้อเยื่อต้องมีความเหมาะสมซึ่งสามารถดูได้จากความยาวของเปลือกหอยหรือลักษณะของเปลือกโดยเปลือกชั้นนาคีเลียสต้องมีลักษณะมันแวววาว นอกจากนี้ เนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยตัวรับจะต้องมีความหนาและเหนียว พอที่จะใช้ในการปลุกถ่ายเนื้อเยื่อ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sin ในปี ค.ศ. 1993

ความสะอาด ความรวดเร็วในขั้นตอนการปลุกถ่ายเนื้อเยื่อและความสมบูรณ์ของเนื้อเยื่อแมนเทิลที่ปลุกถ่ายเป็นปัจจัยสำคัญที่จะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่่มุกมีเปอร์เซ็นต์สูงขึ้น พบว่าถ้ามีการติดเชื้อระหว่างปลุกถ่ายเนื้อเยื่อจะมีผลทำให้ไม่เกิดการสร้างถุงไข่่มุกจากชิ้นแมนเทิลที่ปลุกถ่าย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ojima และ

Watanabe ในปี ค.ศ. 1953 และการใช้ความรวดเร็วในขั้นตอนการปลูกถ่ายเนื้อเยื่อจะทำให้กล้ามเนื้อยึดฝ่าหอย (adductor muscle) ไม่ล้าและฉีกขาดเนื่องจากการเปิดฝ่าหอยไว้นานจะทำให้กล้ามเนื้อยึดฝ่าหอยล้าและฉีกขาด ซึ่งจะมีผลทำให้หอยตายหลังจากปลูกถ่ายเนื้อเยื่อ เนื้อเยื่อแมนเทิลที่สมบูรณ์ที่ปลูกถ่ายเข้าไปจะทำให้การสร้างสารมูกเกิดรวดเร็วและถุงไข่มูกจะไม่ผิดปกติ

### ขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูก

ขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกในหอยมุก *H. (H.) bialatus* และ *P. vondembuschianus ellipticus* ที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน พบว่าขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกที่ได้จะมีความแตกต่างกัน ขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยในหอยมูกทั้งสองชนิดที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า พบว่าเมื่อใช้ชิ้นแมนเทิลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดของถุงไข่มูกที่ได้จะใหญ่ขึ้นและน้ำหนักของไข่มูกจะมากขึ้น โดยขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T4 จะมีขนาดใหญ่ที่สุดและมีน้ำหนักมากที่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 จะมีขนาดของถุงไข่มูกเล็กที่สุดและน้ำหนักน้อยที่สุด

ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ พบว่าขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 จะมีขนาดใหญ่ที่สุดและน้ำหนักมากที่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C1 จะมีขนาดของถุงไข่มูกเล็กที่สุดและน้ำหนักของไข่มูกที่ได้จะน้อยที่สุด ส่วนการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดต่าง ๆ พบว่าขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 จะมีขนาดของถุงไข่มูกใหญ่ที่สุด และมีน้ำหนักของไข่มูกมากที่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S1 จะมีขนาดของถุงไข่มูกเล็กที่สุดและน้ำหนักของไข่มูกน้อยที่สุด

เมื่อเปรียบเทียบขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกจากการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล ซึ่งมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันในหอยมูกทั้งสองชนิด พบว่าขนาดของถุงไข่มูกและน้ำหนักของไข่มูกที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล S4 จะมีขนาดของถุงไข่มูกใหญ่ที่สุดและมีน้ำหนักของไข่มูกมากที่สุด และที่ปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 และ C1 จะมีขนาดของถุงไข่มูกเล็กที่สุดและมีน้ำหนักของไข่มูกน้อยที่สุด เนื่องจากการปลูกถ่ายด้วยชิ้น



แมนเทิลซึ่งมีขนาดใหญ่จะมีการสร้างถุงไข่มูกและการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตจะมีการจับตัวเป็นผลึกได้รวดเร็วกว่าการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลขนาดเล็กจึงทำให้ได้ถุงไข่มูกที่มีขนาดใหญ่และไข่มูกที่ได้มีน้ำหนักมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Machii ในปี ค.ศ. 1958 ซึ่งพบว่าถ้าใส่ไข่เคลียสที่มีขนาดใหญ่จะทำให้ได้ถุงไข่มูกที่มีขนาดใหญ่กว่าใส่ไข่เคลียสขนาดเล็กเมื่อขึ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายมีขนาดเท่ากันและถ้าไข่เคลียสขนาดเท่ากันการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลขนาดใหญ่จะได้ถุงไข่มูกที่ใหญ่กว่าปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลขนาดเล็ก

### การสะสมของสารมูก

การสะสมสารมูกในหอยมูกทั้งสองชนิดจากการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน พบว่าจะมีการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังจากที่ทำการปลูกถ่าย โดยสังเกตได้จากเมื่อย้อมด้วยสี Alizarin Red S ซึ่งในช่วงแรกการติดสีแดงของ Alizarin Red S จะน้อย เนื่องจากในช่วงแรก การสะสมแคลเซียมจะค่อนข้างน้อย เนื่องจากส่วนใหญ่จะเป็นโปรตีนพวก conchiolin

### ลักษณะของไข่มูก

ลักษณะของไข่มูกเมื่อถ่ายด้วยกล้องสเตอริโอ พบว่ารูปร่างที่ต่าง ๆ กันของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายนั้นอาจจะมีผลต่อรูปร่างของไข่มูกที่ได้เนื่องจากรูปร่างของไข่มูกที่ได้มีความหลากหลายมากและขนาดของไข่มูกที่ได้จากหอยทั้งสองชนิดเมื่อเปรียบเทียบกับ *Chamberlainia hainesiana* พบว่าไข่มูกที่ได้จะมีขนาดเล็กกว่าเนื่องจากหอยทั้งสองชนิดมีขนาดเล็กกว่าจึงทำให้มีการสะสมแคลเซียมคาร์บอเนตที่ช้ากว่าส่งผลให้ไข่มูกที่ได้มีขนาดเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับอายุของไข่มูกที่เท่ากัน

ลักษณะของผิวถุงไข่มูกและผิวไข่มูกเมื่อถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าลักษณะผิวถุงไข่มูกในหอยมูกทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันโดยในหอย *P. vondembuschianus ellipticus* จะมีลักษณะของผลึกที่เกาะบริเวณผิวถุงไข่มูกเป็นเม็ดกลม ๆ จำนวนมากติดอยู่อย่างชัดเจนส่วนใน *H. (H.) bialatus* จะมีลักษณะของผิวถุงไข่มูกเป็นร่างแหและการสะสมของแคลเซียมคาร์บอเนตของไข่มูกจะเริ่มสะสมผลึกแบบแคลไซต์ก่อน ลักษณะของผลึกแคลไซต์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งแบนหลาย

เหลี่ยมในหอยมุกทั้งสองชนิด จะมีความแตกต่างกัน โดยในหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* จะมีแท่งผลึกที่ใหญ่กว่าในหอยมุก *H. (H.) bialatus* โดยผิวของไข่มุก ในระยะนี้ซึ่งมีอายุประมาณ 6-10 เดือน จะด้านไม่มีความมันแวววาว หรือมีความมันแวววาวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หลังจากนั้นจะมีการสะสมผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบอราโกไนต์ซึ่งมีลักษณะแบนเป็นแผ่นบาง ๆ หลายเหลี่ยม ผิวของไข่มุกในระยะนี้จะมีความมันวาว ซึ่งจะเริ่มพบผลึกแบบอราโกไนต์ ในหอยมุกทั้งสองชนิดนี้ เมื่ออายุของไข่มุกประมาณ 12 เดือน โดยผลึกแบบอราโกไนต์จะสะสมทับผลึกแคลไซต์อีกทีหนึ่ง

### สีของไข่มุก

สีของไข่มุกจะมีความแตกต่างกันในหอยทั้งสองชนิด โดยในหอยมุก *H. (H.) bialatus* ไข่มุกที่ได้จะมีสีขาวนวลหรือสีเทาหม่นวาว ส่วนในหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* ไข่มุกที่ได้จะมีสีขาวแวววาวและสีขาวอมชมพู ซึ่งสีของไข่มุกที่ได้จะเป็นไปตามสีของชั้นนาเคลียสของหอยชนิดนั้น ๆ

### อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการสะสมสารไข่มุกและคุณภาพของไข่มุก Aoki ในปี ค.ศ. 1956 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการสร้างถุงไข่มุก พบว่าชั้นแมนเทิลจะเจริญล้อมรอบนิวเคลียสอย่างสมบูรณ์ในเวลา 15-19 วัน ที่อุณหภูมิ 22 °C แต่ที่อุณหภูมิ 20 °C ต้องใช้ระยะเวลา 25-30 วัน จึงจะสร้างถุงไข่มุกเสร็จสมบูรณ์ นอกจากนั้น Du และคณะ ในปี ค.ศ. 1991 พบว่าที่อุณหภูมิต่ำ (16 °C) หอยมุก *Cristaria plicata* จะใช้เวลาถึง 30 วัน ในการสร้างถุงไข่มุกและใช้เวลา 6 เดือนในการสร้างสารมุกออกมา ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าอุณหภูมิของน้ำในคลองลำตะคอง บริเวณสถานที่เลี้ยงหอย จะมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วงประมาณ 21-28 °C จึงคาดว่าน่าจะมีผลต่อการสะสมสารไข่มุก ดังจะเห็นได้จากขนาดของถุงไข่มุก และน้ำหนักของไข่มุกว่าจะมีช่วงที่ขนาดของถุงไข่มุกและน้ำหนักของไข่มุกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีบางช่วงที่ขนาดของถุงไข่มุกและน้ำหนักของไข่มุกมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย หรือค่อนข้างคงที่ เนื่องจากในช่วงที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 24-28 °C หอยจะมีการเจริญเติบโตดีมีการสะสมของสารไข่มุกได้อย่างรวดเร็วและในช่วงอุณหภูมิของน้ำประมาณ 20-23 °C หอยจะมีการเจริญ



เดิบโตและสะสมสารไข่มุกอย่างช้า ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Machii และ Nakahara ในปี ค.ศ. 1957 Ota ในปี ค.ศ. 1958 และ Wada ในปี ค.ศ. 1972

การศึกษากครั้งนี้พบว่า ในช่วงระยะเวลาหนึ่งปี หอยมุกทั้งสองชนิดสามารถให้ผลผลิตได้ และไข่มุกที่ได้มีความสวยงาม มีความมันแวววาว สามารถนำผลผลิตที่ได้ไปใช้เป็นส่วนประกอบ หรือประดับล้อมรอบไข่มุกที่มีขนาดเม็ดใหญ่เป็นเรือนมุกได้ และถือเป็นครั้งแรกที่มีการนำหอยมุก *H. (H.) bialatus* และ *P. vondembuschianus ellipticus* มาเลี้ยงเพื่อผลิตไข่มุกและสามารถให้ผลผลิตได้ ซึ่งหากมีการพัฒนาเทคนิคและทดลองเปลี่ยนวิธีจากเดิม คือไม่ใส่นิวเคลียส (non-nucleated method ) มาเป็นวิธีการใส่นิวเคลียส (nucleated method ) อาจทำให้ผลผลิตไข่มุกที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น เป็นไปตามความต้องการของตลาดก็จะทำให้ธุรกิจการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดสามารถทำรายได้และเป็นอาชีพอีกอาชีพหนึ่งต่อไป

## บทที่ 6

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองขนาดและรูปร่างของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายต่อการเกิดไข่มุกใน หอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* และ *Pseudodon vondembuschianus ellipticus* สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. กระบวนการสร้างถุงไข่มุกของหอยมุกน้ำจืดทั้งสองชนิดจะถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์ใช้เวลาน้อยกว่า 15 วัน

2. เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกของหอยมุก *H. (H.) bialatus* สูงสุดเกิดจากการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล C4 (81%) และต่ำสุดเกิดจากการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 และ C2 (71%)

3. เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกของหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* สูงสุดเกิดจากการปลูกถ่ายชิ้นแมนเทิล C4 และ S4 (86%) ต่ำสุดเกิดจากการปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิล T1 (74%)

4. เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกในหอยมุกทั้งสองชนิดขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นแมนเทิล เมื่อใช้ชิ้นแมนเทิลขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้เปอร์เซ็นต์การเกิดถุงไข่มุกสูงขึ้นแต่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายโดยทำให้เปอร์เซ็นต์การตายสูงขึ้นเช่นกัน

5. ขนาดของถุงไข่มุกจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและน้ำหนักของไข่มุกจะมากขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยขนาดของถุงไข่มุกและน้ำหนักของไข่มุกจะขึ้นอยู่กับขนาดของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่าย

6. รูปร่างที่แตกต่างกันของชิ้นแมนเทิลที่ปลูกถ่ายอาจจะมีผลต่อรูปร่างของไข่มุกที่ได้ เนื่องจากไข่มุกที่ได้มีความหลากหลายมาก

7. ลักษณะของถุงไข่มุกเมื่อย้อมด้วยสี Haematoxylin-Eosin จะเห็นเป็นเนื้อเยื่อชั้นเดียวติดสีน้ำเงินเข้ม เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูงขึ้นจะเห็นเซลล์มีนิวเคลียสติดสีน้ำเงิน ไซโทพลาซึมติดสีแดง บางเซลล์มี vacuole ติดสีน้ำเงินเข้ม



8. ลักษณะผิวถุงไข่มุกในหอยมุกทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันโดยในหอย

*P. vondembuschianus ellipticus* จะมีลักษณะของเปลือกที่เกาะบริเวณผิวถุงไข่มุกเป็นเม็ดกลม ๆ จำนวนมากติดอยู่อย่างชัดเจนส่วนใน *H. (H.) bialatus* จะมีลักษณะผิวถุงไข่มุกเป็นร่างแห

9. ลักษณะของผิวไข่มุกในหอยมุกทั้งสองชนิดเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าลักษณะเปลือกจะแตกต่างกัน โดยในช่วง 6-10 เดือน จะมีการเรียงตัวของเปลือกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบแคลไซต์ ซึ่งลักษณะเปลือกจะเป็นแท่งแบนหลายเหลี่ยม โดยในหอยมุก *P. vondembuschianus ellipticus* จะมีแท่งเปลือกที่ใหญ่กว่า ในหอยมุก *H. (H.) bialatus* ต่อมาเมื่ออายุไข่มุกประมาณ 12 เดือน จะพบเปลือกแคลเซียมคาร์บอเนตแบบอาราโกไนต์ ซึ่งจะสะสมทับเปลือกแคลไซต์อีกทีหนึ่ง

10. สีของไข่มุกในหอยมุกทั้งสองชนิดจะแตกต่างกัน โดยไข่มุกที่ได้จะมีสีตามชั้นนาเคลียสของเปลือกหอยชนิดนั้น ๆ

11. ผลผลิตไข่มุกที่ได้ซึ่งมีอายุประมาณหนึ่งปีสามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบหรือประดับล้อมไข่มุกที่มีขนาดเม็ดใหญ่เป็นเรือนมุกได้

12. จากผลการวิจัยควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นการพัฒนาเทคนิคในการเลี้ยงไข่มุกน้ำจืดของหอยมุกทั้งสองชนิด โดยเปลี่ยนวิธีการทดลองจากเดิมคือ ไม่นิวเคลียส (non-nucleated method) มาเป็นวิธีการ ใส่นิวเคลียส (nucleated method) ซึ่งอาจทำให้ผลผลิตไข่มุกที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

ประสุข โขมวิทิตกุล.2538. การสร้างไข่มุกแบบใส่นิวเคลียสและไม่ใส่นิวเคลียสด้วยวิธีปลูกถ่ายแมนเทิลในหอยมุกน้ำจืด *Hyriopsis (Limnoscapha) myersiana* และ *Chamberlainia hainesiana*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.ภาควิชาชีววิทยา.บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์สถิติการพาณิชย์.2539.สินค้านำเข้าสำคัญของไทย. สถิติการค้าระหว่างประเทศไทย หน้า 77.

สมศักดิ์ ปัญหา.2534.หอยมุกน้ำจืดและไข่มุกน้ำจืด.เอกสารเผยแพร่งานวิจัยทั่วไปของงานวิจัย หอยมุกน้ำจืด ภาควิชาชีววิทยา .คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.16 หน้า.

สมศักดิ์ ปัญหา และคณะ.2536.การสร้างถุงไข่มุกในหอยมุกน้ำจืด *Chamberlainia hainesiana*. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19 ณ โรงแรมดุสิตธานี เจ.บี.หาดใหญ่ สงขลา. : 476-477.

### ภาษาอังกฤษ

Aoki,S.1956.Formation of the pearl-sac in the pearl oyster (*Pinctada martensii*) ,with reference to the autumn and early winter culture. Bull.Natl.Pearl Res.lab.1: 41-46.



- Aoki,S.1959.Some experiments on the nuclear insertion in the pearl-culture of the pearl oyster *Pinctada martensii* III. Formation of the pearl sac and the pearl when the pieces form three different parts of the mantle were inserted. Bull.Natl.Pearl Res.lab. 5: 503-515.
- \_\_\_\_\_.1961.Some experimented on the nuclear insertion in the pearl-culture of the pearl oyster *Pinctada martensii* V. Pearl sac formation in the material with a space between the inserted nucleus and adjacent tissue.Bull.Natl.Pearl Res.lab. 6: 647-656.
- Bevelander,G. and Nakahara,H.1966.Correlation of lysosomal activity and ingestion by mantle epithelium. Biological Bullatin. 131 :1561-1596.
- Branddt , R.A.M. 1974. The non marine aquatic mollusca of Thailand Arch. Moll. Frankfurt. pp. 262-301
- Coimbra,A.M., Ferreira,K.G.,Fernander, P. and Ferreira,H.G.1993.Calcium exchanges in *Anodonta cygnea* : Barriers and driving gradients. J.comp.physiol.B. Biochem.Syst.Environ.Physiol. 163(3) : 196-203.
- Du, X.,He, H., and Wu, X. 1991. Studies on the development of the pearl oyster *Cristaria plicata* Lech (Lamellibranchia). ACTA Hydrobiol. Sin. Shuisheng Shengwu Xuebao 15 (3): 227-233
- Gervis,M.H.,and Sims,N.A.1992.The biology and culture of pearl oysters (Bivalvia : Pteriidae) ICLARM Stud.Rev.48 pp.

Hatano,H.,Matsui,Y.,Swada,Y.Tanaka,S.,and Uchida,Y.1955. Report of the Nippon Institute Scientific Research on pearl.Kyoto :Science Faculty, Kyoto University.

Kawakami,I.K.1952.Studies on pearl sac formation,I.On the regeneration and transplantation of the mantle piece in the pearl oyster (Ser.E.) Mem. Fac. Sci.kyusku Univ.1 (2) :83-90.

———.1953. Studies on pearl sac formation,II. The effect of water temperature and freshness of trasplantation pearl sac formation.Annotationes. Zoological.Japabebsus Tokyo. 26(4) : 217-223.

———.1954. Studies on pearl sac formation, III .Pearl-sac formation in freshwater mussels. Annotationes .Zoological.Japabebsus.Tokyo. 27 (4) : 215-219.

———.1954. Studies on pearl sac formation, IV.Pearl and pearl-sac formation with cold-shocked mantle tissue in *Pinctada martensii*. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 3 : 228-234.

Li,Z.,Liao,B.,and Xu,X.1988. On marine biology of the south china sea. Hong Kong:Marine Biology of the South China Sea.

Machii,A.1958. Studies. On the histology of the pearl-sac ,VI The effect of the size of the mantle piece and the nuclear size on the rate of pearl-sac formation. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 4 : 283-286.



- Machii, A. 1959. Studies on the histology of the pearl-sac, V. Results of transplantation of the pearl-sac. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 5 : 411-417.
- . 1962. Studies on the histology of pearl-sac VIII. On the formation of epithelium derived from the inner epithelium of the mantle piece. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 8 : 884-890.
- . 1968. Histological Studies on the pearl-sac formation. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 13 : 1489-1539.
- . 1974. Organ culture of mantle tissue of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 18 : 2111-2117.
- Machii, A. and Nakahara, H. 1957. Studies on the histology of the pearl-sac, II. On the speed of the pearl-sac formation different by season. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 2 : 107-112.
- McLean, N. 1980. Phagocytosis by epidermal cells of the mantle in *Mytilus edulis* (Mollusca : Bivalvia). Comp. Biochem. Physiol. (A). 66 : 367-369.
- Nakahara, H. 1961. Studies on the histology of pearl-sac VII. Behavior of the metachromatic substance. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 6 : 541-545.
- Neff, J. M. 1972. Ultrastructure of the outer epithelium of the mantle in relation to clam *Mercenaria mercenaria* in relation to calcification of the shell. Tissue and cell 4 : 519-600.

- Ojima,Y., and Watanabe,T.1953. Studies on the pearl-sac in the molluscs.  
Nat.Sci.Ser. 1 : 57-63.
- Ota,S.1958. Studies on feeding habitats of *Pintada martensii* (Dunker). I Seasonal variation of the length of crystalline style. Bull.Natl.Pearl-sac.Lab. 4 : 315-317.
- Panha,S.and Phansuwan,P.1996. The influence of mantle and neurosecretory cells on pearl formation in a freshwater pearl mussel *Chamberlainia hainesiana* (Lea,1856) induce by nucleated technique.Malacological Review. 29:113-129
- Panha,S. and Kosavitkul,P.1997.Mantle transplantation in freshwater pearl mussels in Thailand. Aquaculture International 5 : 267-276.
- Petit,H.,Davis,W.L.,and Jones,R.G.1978.Morphological studies on the mantle of fresh water mussel *Amblema*(Unionidae) : Scanning electron microscopy. Tissue and cell. 10(4) : 619-627.
- \_\_\_\_\_.1979.Morphological studies on the periostracum of the fresh water mussel *Amblema*(Unionidae) : Light microscopy,Transmission electron microscopy , and Scanning electron microscopy. Tissue and cell. 11(4) : 633-642.
- Shi,A.T.,Zhang,M.Wu,Z.W.,and Peng,X.F.1985. On the formation of pearl sac in fresh water mussel.J.Fish.China Shuichan Xuebao. 9(3) : 247-253.



- Si,A.,Frong,J.,and Zeng,J.1990. Scanning electron microscopic observation of exocuticle cells of mantle of Shell for cultivation pearl.Sichuan Dexue Xuebao (Ziran Kexueban). 27 (3) : 348-353.
- Sin,C.1993. China's pearl industry : Progress and Problems. Jewelsiam. 4(2) : 72-76.
- Tsujii,T.1968.Studies on the mechanism of shell and pearl formation,X.The submicroscopic structure of the epithelial cells on the mantle of pearl oyster, *Pteria (Pinctada) martensii*. Rep.Fac.Fish.Pre.Univ.Mie. 6(2) : 41-66.
- Uemoto,H.1968. Relationship between oxygen consumption by the pearl oyster and its environmental temperature.Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 13 : 1517-1623.
- Uyeno,F.and Inonye,H.1961.Relationship between basic production of foods and oceanographical condition of sea waters in pearl farms , with special reference to relationship between over crowding culture and food chain around pearl oyster. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 7 : 829-864.
- Wada,K.1958a. microscopic observation of cultured pearl at their early formation II Bull.Natl. Pearl Res.Lab. 4 : 251-260.
- \_\_\_\_\_.1958b. Studies on the component of various cultured pearls by means of X-ray diffraction and differential thermal analysis. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 4 : 275-282.

- Wada,K. 1959a. Microscopic observation of cultured pearls of their early formation.III. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 5 : 357-372.
- \_\_\_\_\_.1959b. Microscopic observation of cultured pearls of their early formation.IV. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 5 : 373-380.
- \_\_\_\_\_.1966. Studies on the mineralization of the calcified tissue in molluscs.XIII. Histological studies of mucous cells on the inner and shell surface of mantle of some bivalve and gastropod molluscs. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 11 : 1283-1297.
- \_\_\_\_\_.1968a.Electron microscopic observations of the formation of the periostracum of *Pinctada fucata*.Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 13 : 1540-1560.
- \_\_\_\_\_.1968b.Mechanism of growth of nacre in bivalves. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 13 : 1561-1596.
- \_\_\_\_\_.1972.Relation between calcium metabolism of pearl sac and pearl quality. Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 16 : 1949-2027.
- \_\_\_\_\_.1976.Amino acid composition of organic matrices in various pearls cultured by *Pinctada fucata* Bull.Natl.Pearl Res.Lab. 20 : 2209-2213.
- Wada,K. and Shintani,H.1995. The behaviour of Oyster Mantle Epithelial Cells Implanted into the Mantle Conective Tissue of the Fresh water Mussel, *Hyriopsis schlegeli* an on Early Stage of Pearl sac Formation. Venus 54(2) : 133-142.



- Wilbur, K.M. ,and Saleuddin, A.S.M. 1983. Shell formation. The mollusca vol.4 physiology part 1. Academic (press) Inc. 225-287.
- Yano, I. 1974. Amino acid composition of the body fluids in *Pinctada fucata* and *Crassostea gigas*. Bull. Natl. Pearl Res. Lab. 22 : 2327-2332.
- Yano, I., and Machii, A. 1975. Amino acid composition of dark brown secretion formed in organ culture of mantle tissue of the pearl oyster. Bull. Jap. Soc. Sei. Fish. 41(10) : 1083.
- Zehab, R.J., et al. 1992. Mantle histology, histochemistry and ultrastructure of the pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.). Aquat. Liv. Resour. 5(4) : 287-298.

## ภาคผนวก



ภาคผนวก

ตารางที่ 1-ก แสดงขนาดเฉลี่ย ( $\bar{X} \pm SD$ ) ของถุงไข่มูก (ตารางมิลลิเมตร) ในหอยมูก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสามเหลี่ยมด้านเท่า

| เดือนที่ | รูปร่างและ<br>ขนาด | $\bar{X} \pm SD$ (ตารางมิลลิเมตร) |                 |                  |                  |
|----------|--------------------|-----------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
|          |                    | T1                                | T2              | T3               | T4               |
| 1        |                    | 2.14 $\pm$ 1.38                   | 2.96 $\pm$ 1.96 | 2.84 $\pm$ 1.51  | 5.02 $\pm$ 2.53  |
| 2        |                    | 3.28 $\pm$ 1.77                   | 4.18 $\pm$ 1.95 | 4.51 $\pm$ 2.15  | 3.32 $\pm$ 1.60  |
| 3        |                    | 5.13 $\pm$ 2.13                   | 6.31 $\pm$ 2.51 | 7.65 $\pm$ 6.09  | 8.28 $\pm$ 2.85  |
| 4        |                    | 4.86 $\pm$ 2.65                   | 4.97 $\pm$ 2.44 | 6.89 $\pm$ 2.62  | 7.59 $\pm$ 2.80  |
| 5        |                    | 4.97 $\pm$ 2.37                   | 6.19 $\pm$ 1.91 | 5.86 $\pm$ 2.24  | 7.62 $\pm$ 1.54  |
| 6        |                    | 5.89 $\pm$ 2.04                   | 9.23 $\pm$ 3.56 | 9.42 $\pm$ 2.76  | 8.68 $\pm$ 2.15  |
| 7        |                    | 6.76 $\pm$ 2.45                   | 7.76 $\pm$ 2.46 | 8.44 $\pm$ 2.37  | 9.12 $\pm$ 3.62  |
| 8        |                    | 5.60 $\pm$ 2.37                   | 5.89 $\pm$ 2.04 | 7.61 $\pm$ 3.00  | 9.71 $\pm$ 1.94  |
| 9        |                    | 6.36 $\pm$ 1.97                   | 6.67 $\pm$ 1.95 | 10.14 $\pm$ 2.90 | 10.01 $\pm$ 3.57 |
| 10       |                    | 7.23 $\pm$ 2.36                   | 7.52 $\pm$ 2.63 | 9.03 $\pm$ 3.58  | 11.41 $\pm$ 4.44 |
| 11       |                    | 6.18 $\pm$ 2.59                   | 7.28 $\pm$ 2.77 | 9.68 $\pm$ 4.12  | 11.71 $\pm$ 2.91 |
| 12       |                    | 6.35 $\pm$ 2.15                   | 8.05 $\pm$ 2.51 | 12.12 $\pm$ 3.04 | 10.71 $\pm$ 3.99 |

ตารางที่ 2-ก แสดงขนาดเฉลี่ย( $\bar{X} \pm SD$ )ของถุงไข่่มก (ตารางมิลลิเมตร) ในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลุกถ่ายด้วยจีนแมนเทิลรูปร่างวงกลมขนาดต่าง ๆ

| เดือนที่<br>รูปร่างและ<br>ขนาด | $\bar{X} \pm SD$ (ตารางมิลลิเมตร) |           |            |            |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|------------|
|                                | C1                                | C2        | C3         | C4         |
| 1                              | 2.73±1.47                         | 2.63±1.62 | 3.86±1.67  | 4.29±1.70  |
| 2                              | 3.32±1.60                         | 4.30±1.50 | 5.28±2.97  | 6.37±2.81  |
| 3                              | 4.94±2.65                         | 5.97±2.06 | 7.32±3.53  | 8.88±4.46  |
| 4                              | 5.45±2.26                         | 6.54±2.41 | 7.43±3.06  | 8.09±3.21  |
| 5                              | 5.32±2.22                         | 6.58±1.63 | 8.54±3.06  | 9.38±3.55  |
| 6                              | 5.59±2.21                         | 5.80±2.21 | 9.03±1.90  | 10.07±2.87 |
| 7                              | 7.17±1.79                         | 5.58±2.42 | 8.07±4.21  | 10.44±3.49 |
| 8                              | 6.19±1.91                         | 7.48±1.98 | 8.75±3.63  | 10.74±3.48 |
| 9                              | 6.76±2.45                         | 8.08±2.24 | 9.03±3.58  | 10.50±3.78 |
| 10                             | 7.63±1.23                         | 8.86±2.30 | 11.17±4.61 | 10.55±3.31 |
| 11                             | 7.32±2.03                         | 8.33±2.37 | 11.81±3.90 | 11.61±4.41 |
| 12                             | 7.81±2.09                         | 9.92±3.76 | 12.18±4.99 | 12.65±4.47 |



ตารางที่ 3-ก แสดงขนาดเฉลี่ย ( $\bar{X} \pm SD$ ) ของถุงไข่มุก (ตารางมิลลิเมตร) ในหอยมุก *H.(H.) bialatus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัส ขนาดต่าง ๆ

| เดือนที่<br>รูปร่างและ<br>ขนาด | $\bar{X} \pm SD$ (ตารางมิลลิเมตร) |                  |                  |                  |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                | S1                                | S2               | S3               | S4               |
| 1                              | 2.76 $\pm$ 1.45                   | 3.16 $\pm$ 1.44  | 4.20 $\pm$ 1.95  | 5.15 $\pm$ 2.19  |
| 2                              | 3.90 $\pm$ 1.89                   | 4.91 $\pm$ 2.14  | 5.59 $\pm$ 1.74  | 7.37 $\pm$ 3.15  |
| 3                              | 4.86 $\pm$ 2.86                   | 5.50 $\pm$ 2.98  | 6.18 $\pm$ 2.67  | 9.82 $\pm$ 2.85  |
| 4                              | 6.27 $\pm$ 2.56                   | 7.42 $\pm$ 2.52  | 8.53 $\pm$ 2.45  | 9.50 $\pm$ 2.84  |
| 5                              | 5.92 $\pm$ 2.35                   | 7.72 $\pm$ 1.99  | 9.91 $\pm$ 3.61  | 8.28 $\pm$ 3.20  |
| 6                              | 5.53 $\pm$ 2.24                   | 7.80 $\pm$ 2.11  | 6.90 $\pm$ 3.04  | 8.83 $\pm$ 3.34  |
| 7                              | 7.48 $\pm$ 1.98                   | 7.35 $\pm$ 4.16  | 7.73 $\pm$ 2.57  | 10.31 $\pm$ 4.54 |
| 8                              | 7.28 $\pm$ 2.51                   | 9.08 $\pm$ 2.24  | 9.03 $\pm$ 3.58  | 11.91 $\pm$ 3.56 |
| 9                              | 8.76 $\pm$ 2.33                   | 9.86 $\pm$ 3.30  | 10.21 $\pm$ 3.71 | 14.13 $\pm$ 2.95 |
| 10                             | 9.86 $\pm$ 3.30                   | 8.79 $\pm$ 3.79  | 11.52 $\pm$ 4.15 | 14.17 $\pm$ 4.29 |
| 11                             | 10.33 $\pm$ 4.37                  | 8.75 $\pm$ 3.63  | 11.23 $\pm$ 4.37 | 14.96 $\pm$ 3.84 |
| 12                             | 9.55 $\pm$ 3.45                   | 10.12 $\pm$ 2.92 | 12.72 $\pm$ 5.62 | 13.84 $\pm$ 4.28 |

ตารางที่ 4-ก แสดงขนาดเฉลี่ย( $\bar{X} \pm SD$ ) ของถุงไข่มูก (ตารางมิลลิเมตร) ในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่าง สามเหลี่ยมด้านเท่าขนาดต่าง ๆ

| เดือนที่<br>รูปร่างและ<br>ขนาด | $\bar{X} \pm SD$ (ตารางมิลลิเมตร) |           |            |            |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------|------------|
|                                | T1                                | T2        | T3         | T4         |
| 1                              | 2.35±1.32                         | 2.67±1.34 | 4.14±2.03  | 4.88±2.25  |
| 2                              | 3.98±1.83                         | 4.39±2.06 | 5.051±2.83 | 6.87±2.48  |
| 3                              | 5.17±2.60                         | 6.88±2.84 | 6.57±2.03  | 9.72±4.25  |
| 4                              | 5.88±2.47                         | 7.18±2.73 | 6.07±2.56  | 9.83±2.21  |
| 5                              | 5.61±2.69                         | 5.80±2.65 | 7.85±2.83  | 9.88±3.38  |
| 6                              | 6.89±1.96                         | 5.53±2.24 | 8.05±2.51  | 8.24±2.65  |
| 7                              | 5.81±2.00                         | 6.57±2.46 | 7.81±2.90  | 8.87±3.68  |
| 8                              | 5.84±2.63                         | 7.61±2.99 | 9.42±2.13  | 10.53±3.69 |
| 9                              | 6.19±1.91                         | 7.81±2.71 | 9.18±2.52  | 11.47±3.69 |
| 10                             | 6.11±2.04                         | 9.18±2.52 | 10.12±2.92 | 12.41±3.18 |
| 11                             | 6.57±2.39                         | 9.18±2.52 | 10.82±3.48 | 13.05±5.54 |
| 12                             | 6.57±2.39                         | 9.40±3.92 | 10.49±3.30 | 11.89±4.39 |



ตารางที่ 5-ก แสดงขนาดเฉลี่ย ( $\bar{X} \pm SD$ ) ของถุงไข่มุก (ตารางมิลลิเมตร) ในหอยมุก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่าง วงกลมขนาดต่าง ๆ

| เดือนที่ | รูปร่างและ<br>ขนาด | $\bar{X} \pm SD$ (ตารางมิลลิเมตร) |                  |                  |                  |
|----------|--------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|          |                    | C1                                | C2               | C3               | C4               |
| 1        |                    | 2.75 $\pm$ 1.82                   | 3.46 $\pm$ 1.84  | 3.70 $\pm$ 2.03  | 5.57 $\pm$ 2.40  |
| 2        |                    | 3.63 $\pm$ 1.80                   | 4.16 $\pm$ 1.86  | 5.68 $\pm$ 3.10  | 7.12 $\pm$ 2.37  |
| 3        |                    | 4.90 $\pm$ 2.52                   | 5.84 $\pm$ 2.71  | 6.83 $\pm$ 2.93  | 9.11 $\pm$ 2.93  |
| 4        |                    | 5.45 $\pm$ 2.21                   | 7.34 $\pm$ 3.04  | 7.27 $\pm$ 1.03  | 8.50 $\pm$ 2.58  |
| 5        |                    | 5.60 $\pm$ 2.37                   | 6.63 $\pm$ 1.54  | 8.03 $\pm$ 1.90  | 10.01 $\pm$ 4.14 |
| 6        |                    | 7.17 $\pm$ 1.79                   | 6.06 $\pm$ 1.85  | 8.14 $\pm$ 2.90  | 9.38 $\pm$ 3.55  |
| 7        |                    | 5.53 $\pm$ 2.24                   | 7.77 $\pm$ 2.46  | 8.45 $\pm$ 2.65  | 9.72 $\pm$ 5.09  |
| 8        |                    | 6.76 $\pm$ 1.71                   | 7.09 $\pm$ 2.84  | 10.40 $\pm$ 1.98 | 10.93 $\pm$ 4.57 |
| 9        |                    | 7.08 $\pm$ 2.24                   | 9.03 $\pm$ 3.58  | 11.04 $\pm$ 3.05 | 11.99 $\pm$ 4.25 |
| 10       |                    | 8.23 $\pm$ 2.43                   | 9.27 $\pm$ 3.33  | 10.40 $\pm$ 2.83 | 13.74 $\pm$ 5.49 |
| 11       |                    | 8.50 $\pm$ 2.01                   | 11.39 $\pm$ 4.41 | 10.86 $\pm$ 3.73 | 14.88 $\pm$ 4.94 |
| 12       |                    | 8.85 $\pm$ 2.89                   | 10.16 $\pm$ 3.22 | 11.76 $\pm$ 3.27 | 14.72 $\pm$ 4.15 |

ตารางที่ 6-ก แสดงขนาดเฉลี่ย( $\bar{X} \pm SD$ ) ของถุงไข่มูก (ตารางมิลลิเมตร) ในหอยมูก *P.vondembuschianus ellipticus* เมื่อปลูกถ่ายด้วยชิ้นแมนเทิลรูปร่างสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดต่าง ๆ

| รูปร่างและ<br>ขนาด<br><br>เดือนที่ | $\bar{X} \pm SD$ (ตารางมิลลิเมตร) |                  |                  |                  |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                    | S1                                | S2               | S3               | S4               |
| 1                                  | 2.64 $\pm$ 1.83                   | 3.12 $\pm$ 1.93  | 4.07 $\pm$ 2.32  | 5.38 $\pm$ 2.32  |
| 2                                  | 4.08 $\pm$ 1.82                   | 4.93 $\pm$ 2.25  | 5.24 $\pm$ 1.53  | 6.85 $\pm$ 2.91  |
| 3                                  | 5.31 $\pm$ 2.43                   | 6.15 $\pm$ 2.99  | 8.29 $\pm$ 3.70  | 10.38 $\pm$ 4.20 |
| 4                                  | 6.35 $\pm$ 1.87                   | 7.39 $\pm$ 3.06  | 7.17 $\pm$ 2.55  | 11.4 $\pm$ 3.89  |
| 5                                  | 6.89 $\pm$ 1.96                   | 7.57 $\pm$ 2.63  | 9.51 $\pm$ 3.04  | 8.87 $\pm$ 3.59  |
| 6                                  | 5.53 $\pm$ 2.24                   | 6.91 $\pm$ 3.04  | 9.07 $\pm$ 3.43  | 9.68 $\pm$ 3.88  |
| 7                                  | 6.14 $\pm$ 2.34                   | 7.77 $\pm$ 2.91  | 8.24 $\pm$ 2.65  | 10.52 $\pm$ 4.30 |
| 8                                  | 7.81 $\pm$ 2.71                   | 8.96 $\pm$ 3.82  | 10.95 $\pm$ 4.28 | 11.96 $\pm$ 4.15 |
| 9                                  | 8.76 $\pm$ 2.33                   | 10.80 $\pm$ 3.07 | 11.47 $\pm$ 3.69 | 16.12 $\pm$ 3.96 |
| 10                                 | 8.46 $\pm$ 3.21                   | 12.69 $\pm$ 5.67 | 14.38 $\pm$ 3.49 | 15.70 $\pm$ 7.16 |
| 11                                 | 7.78 $\pm$ 3.80                   | 9.51 $\pm$ 3.04  | 12.86 $\pm$ 4.12 | 16.84 $\pm$ 5.97 |
| 12                                 | 8.59 $\pm$ 4.06                   | 10.86 $\pm$ 3.73 | 14.45 $\pm$ 5.42 | 16.31 $\pm$ 7.18 |



### ประวัติผู้เขียน

นายเพิ่มศักดิ์ ยมิิน เกิดเมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2513 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล คณะเกษตร จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อระดับ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537