รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2536. คู่มือการเพาะเลี้ยงหอยนางรม. 48 หน้า.

จินตนา จินดาลิขิต, 2538. การเหนี่ยวนำทริพลอยด์ในหอยนางรมปากจีบ(*Saccostrea cucullata*) .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จินตนา นักระนาด และคณะ, 2530. การเพาะพันธุ์หอยตะโกรม. เอกสารวิชาการประมง 50 : 6. หน้า

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และคณะ, 2530. เนื้อเยื่อของปลาดุกด้าน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 240.

เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์, 2522. ผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเติบโตของลูกหอยนางรมวัยอ่อน (*Crassostrea lugubris*) .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____ . และคณะ, 2528. การผสมพันธุ์หอยนางรม (Crassostrea. spp) ในประเทศไทย. รายงานวิชาการครั้งที่ 6 สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 28 หน้า.

ฝ่ายสถิติและประมวลผล กองนโยบายและแผนงานประมง, 2536. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2534 กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มณฑิรา ถาวรยุติการต์, 2537. การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ต่อการเติบโตของหอยนางรมปากจีบ (Saccostrea cucullata) .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชา .วิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2529. สถิติเบื้องต้นและการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 496 หน้า.

วันทนา อยู่สุข, 2531. หอยนางรมของไทย .วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิสุทธ์ ใบไม้, 2533. พันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 536 หน้า.

วิชุวรรณ ตั้งพงศ์ปราชญ์, 2536. การศึกษาจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ของหอยนางรมชนิดหอยนางรมปากจีบ หอยตะโกรมกรามขาวและหอยตะโกรมกรามดำ .วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2537. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 490 หน้า.

สมชัย จันทร์สว่าง, 2530. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 505 หน้า.

สุทธิโณ ลิ้มสุรัตน์ และคณะ, 2530. การผสมข้ามพันธุ์หอยนางรม. เอกสารวิชาการประมง. 51 : 9 หน้า.

อมรา คัมภิรานนท์, 2536. พันธุศาสตร์ของเซลล์ ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 322 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Ahmed, M., 1975. Specific in living Oysters. Advance in Marine Biology. Volume 13 Academic Press. New York. 446p.

Angell, C.L., 1984. Thailand Bivalae Hatchery Workshop Presented at Prachuabkhiri Khan Brackishwater Fish. station. Feb. 13 - 17, 1984. DOF & ICLARM Thailand. 60 pp.

Beaumont, A.R. and Fairbrother, J.E. 1991. Ploidy Manipuration in Molluscan Shellfish : A review. Journal of Shellfish Research 10 : 1 - 18.

Buroker, N.E., Hershberger, W.K. and Chew, K.K., 1979. Population Genetics of The Family Ostreidae II. Interspecific Studies of The Genera Crassostrea and Saccostrea Marine Biology 54 Springer - Verlag.

Busack, C.A. and G.A.E. Gall. , 1981. Introgressive Hybridization in Populations of Paiute Cutthroat Trout (*Salmo clarki seleniris*) Can. Journal of Fisheries Aquatic Science Volume 38, p. 939 - 951.

Campton, D.E. and F.M. Utter., 1985. Natural Hybridization between Steelhead Trout (*Salmo gairdneri*) and Coastal Cutthroat Trout (*Salmo clarki clarki*) in Two Puget Sound Streams Can. Journal of Fisheries Aquatic Science Volume 42, p. 110 - 119.

Chaitiamvong, S., Devahudi, T. and Waritswat, A., 1971. Review of Taxonomic Nomenclature of Some Commercially Important Shellfish in Thai Waters Second Symposium on Marine Fisheries. Marine Fisheries Laboratory. p. 18 - 20.

Chevassus, B., 1979. Hybridization in Salmonids : Results and Persspectives Aquaculture 17 : 113 - 128.

_____ . , 1983. Hybridization in Fish Aquaculture. 33 : 245 - 262.

Fujino, K., 1986. Impact of genetic factors on aquaculture and stock management. Realism in aquaculture : Achievements, Constrains, Perspectives. European Aquaculture Society. Begium. pp. 421 - 448.

Gibbon, K.B. and Castagna, M., 1984. Serotonin as an inducer of spawning in six bivalve species. Aquaculture. 40. : 189 - 191.

Gjedrem, T., and the others, 1977. Chromosome of some Salmonids and Salmonids hybrids Aquaculture. 11. : 335 - 348.

Insua, A. and Quievreux, T.C., 1991. The Characterization of *Ostrea denselamellosa* (Mollusca, Bivalvia) Chromosomes : Karyotype, Constitutive Heterochromatin and Nucleolus Organizer Regions Aquaculture 97 : 317 - 325.

Jarayabhand, P. and the others., 1994. Experiments on Larviculture of Three Thai Oyster Species. Thai Journal of Aquatic Science 1 (1) p.43-53.

John, C.A. and Michael, J.A., 1984. Genetic Analysis of Reproduction of Hybrid White Bass X Striped Bass in the Savannah River Transactions of the American Fisheries Society Volume 113 , p. 563 - 570.

Longwell, A.C., Stiles, S.S. and Smith, D.G., 1967. Chromosome complement of The American Oyster *Crassostrea virginica* as seen in meiotic and cleaving eggs. Can Journal Genetic Cytol. 9 : 845 - 856.

Media CyBernetics Inc.,1994. Image - Pro Plus Version 1.1 for Windows Reference Manual. Image - Pro Plus The Software Standard for Micro - Imaging., 392 p.

Menzel, W., 1986. Hybridization of Oysters and Clams Proc. World Symp. On Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture. Vol. II. Bordeaux.

Newkirk, G.F., 1980. Review of The Genetics and The Potential for Selection Breeding of Commercially Important Bivalaes. Aquaculture 19 : 209 - 228.

Quayle, D.B., 1980. Tropical Oysters : Culture and Methods. Ottawa, 80 p.

_____ . and Newkirk, G.F., 1989. Farming Bivalve Molluscs : Method for Study and Development Published by The World Aquaculture Society and The International Development Research Center. 269 p.

Tave, D., 1992. Genetics for Fish Hatchery Managers Edition 2 Van Nostrand Reinhold, New York. 415 p.

Wada, K.T., 1986. Selection breeding and Intraspecific Hybridization Molluscs Proc. World Symp. On Selection, Hybridization and Genetic Engineering in Aquaculture. Vol. I. Bordeaux.

Walne, P.R., 1979. Culture of Bivalve Molluses 50 Year's Experience at Conway. England. Fishing News Books Ltd.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

อุปกรณ์และสารเคมี

สัตว์ที่ใช้ในการศึกษา

หอยนางรม 3 ชนิด ได้แก่ หอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*)
หอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*)
หอยตะโกรมกรามดำ (*Crassostrea lugubris*)

อุปกรณ์

1. ถังพื้นกรวยขนาด 1 ตัน จำนวน 4 ใบ
2. ผ้ากรองขนาด 26, 58, 80, 150, 200 และ 500 μm.
3. ผ้ากรองน้ำขนาด 1 และ 5 μm.
4. กะบะไม้
5. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)
6. เครื่องวัดความเค็ม (Salinometer)
7. แผ่นทำความร้อน (Hot plate)
8. เครื่องปั่นแยกตะกอน (Centrifuge)
9. เครื่องแก้วต่างๆ
10. ชุดกล้องจุลทรรศน์พร้อมกล้องถ่ายรูป

สารเคมี

1. Clorox powder
2. Sodiumthiosulphate
3. Walne's Medium
4. mixed Vitamin B
5. Colchicine
6. BSS (Ringer's solution)
7. 0.075 % M. KCl
8. Carnoy's solution
9. 60 % acetic acid
10. Giemsa stock solution

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียม Carnoy's solution

glacial acetic acid : absolute methanol = 1 : 3 in volume

2. การเตรียม Giemsa solution for stain

ตามวิธีการของ Jenner - Giemsa for Malaria (McClung, 1939, Modified May - Grunwald อ้างถึงใน Gretchen, 1967) และ ชลอ ลิ้มสุวรรณ (2530)

การเตรียม Giemsa stock solution

Giemsa powder	3.8 g.
Methyl alcohol	75.0 ml.
Glycerol	25.0 ml.

ละลายผง Giemsa ใน Glycerol อุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 60 ^{o}C ประมาณ 2 ชั่วโมงและเติม Methyl alcohol

นำสารละลายจากข้อที่ 1

Stock Giemsa solution	15.0 - 20.0 ml.
Methyl alcohol	3.0 ml.
D.W.	100.0 ml.

การย้อมสีโครโมโซมใช้ Stock Giemsa solution 10 - 15 % และใช้เวลาในการย้อมสีเป็นเวลา 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูตรอาหารในการเตรียม PHYTOPLANKTON

Preparing Stock Solution for *Isocrysis*, *Tetraselmis*, *Chlorella* and *Chaetoceros* sp. (Walne's Medium) (Walne, 1979)

1. Walne's Medium

$NaNO_3$	100.00	g.
Na_2EDTA	45.00	g.
H_3BO_3	33.60	g.
$NaH_2PO_4.H_2O$	20.00	g.
$FeCl_3.6H_2O$	1.30	g.
$MnCl_2.4H_2O$	0.36	g.
Trace metal primary stockk	1.00	ml.
$ZnCl_2$	2.10	g.
$CoCl_2.H_2O$	2.00	g.
$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$	0.90	g.
$CuSO_4.5H_2O$	2.00	g.
Distilled water	100.00	ml.
Distilled water	1.00 l.	(Use 1 ml./l.)

2. Vitamin

B_1	1.00	g.
B_{12}	20.00	ml.
Distilled water	1.00 l.	(Use 1 ml./l.)

3. Silicate for *Chaetoceros* sp

Na_2SiO_3	45.00	g.
Distilled water	1.00 l.	(Use 1 ml./l.)

Preparing Solution for Mass Culture *Isocrysis* and *Tetraselmis* (Sato's Medium)

KNO_3	100.00 g.
Na_2HPO_4	10.00 g.
$FeCl_3$	2.50 g.
Sea water	1 ton.

Preparing Solution for Mass Culture *Chaetoceros* sp. (Sato's Medium)

KNO_3	100.00 g.
Na_2HPO_4	10.00 g.
$FeCl_3$	2.50 g.
Na_2SiO_3	10.00 g.
Sea water	1 ton.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

(ดัดแปลงมาจากกรมประมง 2536)

การเพาะพันธุ์หอยนางรม

โรงเพาะพันธุ์หอยนางรม

ปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณา สำหรับการสร้างโรงเพาะเลี้ยง ได้แก่ สถานที่ต้องมีแหล่งน้ำทะเลที่ใสสะอาด มีความเค็มค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งปี ห่างไกลจากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมมลพิษต่าง ๆ มีการคมนาคมที่สะดวก รวมทั้งมีสาธารณูปโภคพร้อมบริบูรณ์เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานต่างๆ

ส่วนประกอบที่สำคัญในโรงเพาะพันธุ์หอยนางรม

1. ระบบน้ำทะเล (Seawater System)

ต้องเป็นน้ำทะเลที่สะอาด ซึ่งมีการผ่านขบวนการกรองและฆ่าเชื้อต่าง ๆ เป็นอย่างดีแล้ว เช่นระบบการกรองด้วยเครื่องกรองทราย (sand filter) หรือการกรองด้วยผ้ากรอง ถุงกรองขนาดต่าง ๆ และการฆ่าเชื้อในน้ำด้วยเครื่องฉายรังสีอัลตราไวโอเลต (U.V.)

2. ระบบน้ำจืด (Freshwater System)

ต้องมีน้ำจืดที่สะอาดเพื่อใช้ในการชำระล้างอุปกรณ์การเพาะเลี้ยง และที่สำคัญใช้ในการแปลงค่าความเค็มของน้ำทะเล เพื่อให้พอเหมาะแก่การเพาะเลี้ยง

3. ระบบอากาศ (Aeration System)

มีเครื่องเป่าลม (air blower) ที่มีกำลังแรงอย่างเพียงพอ และควรมีการดักหรือกรองฝุ่นและละอองน้ำออกจากระบบอากาศ เพื่อเป็นการป้องกันการติดเชื้อและความสกปรก

4. หน่วยผลิตอาหาร (Phytoplankton Culture Unit)

เป็นส่วนที่มีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยง เนื่องจากหอยนางรมใช้แพลงตรอนพืชเป็นอาหาร โดยเฉพาะในช่วงที่ยังดำรงชีพเป็นตัวอ่อนโดยในการเพาะเลี้ยงแพลงตรอนพืชนี้สามารถแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ คือ

4.1. หน่วยหัวเชื้อ (Stock culture unit)

ใช้ในการเพาะเลี้ยงและการคัดแยกแพลงตรอนพืชบริสุทธิ์ เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อในการขยายพันธุ์

4.2. หน่วยขยายพันธุ์ (Mass culture unit)

เป็นส่วนในการผลิตแพลงตรอนพืชปริมาณมากเพื่อเป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงหอยนางรม

5. หน่วยอนุบาลหอยนางรมวัยอ่อน (Nursery unit)

เป็นส่วนที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย

ถังที่มีโครงสร้างและขนาดปริมาตรที่เหมาะแก่การเพาะเลี้ยง เช่น มีความแข็งแรงผิวเรียบทำความสะอาดได้ง่าย มีขนาดปริมาตรตั้งแต่ 100 - 1000 ลิตร และควรมีทรงกรวยเพื่อสะดวกในการถ่ายเปลี่ยนน้ำ

ผ้ากรองในการถ่ายน้ำและกรองตัวหอยนางรมออกจากเศษตะกอน ควรมีหลายขนาดเพื่อสะดวกในการถ่ายน้ำในการเพาะเลี้ยง

เครื่องมือในการสุ่มตัวอย่างเพื่อการตรวจสภาพอาการของการติดเชื้อและการพัฒนาการของลูกหอยนางรมในระยะต่าง ๆ เช่น กล้องจุลทรรศน์

สารเคมีฆ่าเชื้อต่าง ๆ มีความสำคัญในกรณีที่เกิดการแพร่ของเชื้อโรคและแพลงตรอนสัตว์อื่น ๆ ซึ่งมีผลในการแก่งแย่งอาหาร อากาศ และการจัดการที่ดีต่อการเพาะเลี้ยงหอยนางรมที่ทำการเลี้ยงอยู่ เช่น clorox, formalin

อุปกรณ์ในการลงเกาะ เช่น เปลือกหอยที่ใช้ล่อลูกหอยนางรมระยะวัยเกล็ด ให้มาเกาะ รวมถึงระบบเลี้ยงทั้งแบบ downwelling (ใช้กับลูกหอยนางรมที่ลงเกาะใหม่ๆหรือมีขนาดเล็กน้ำหนักตัวเบา) และ upwelling (ใช้กับลูกหอยนางรมที่ลงเกาะที่มีขนาดตัวและน้ำหนักที่มากแล้ว) โดยการเลี้ยงทั้งสองระบบมีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงลูกหอยนางรมจนถึงขนาดที่จะนำลงเลี้ยงต่อไปในทะเลได้

6. การจัดการแม่และพ่อพันธุ์หอยนางรม (Broodstock management)

ประกอบไปด้วยการคัดเลือก เก็บรวบรวมและขุนอาหาร รวมทั้งการจัดการเพาะพันธุ์หอยนางรม

การจัดการ การคัดเลือกและการเพาะพันธุ์หอยนางรม

ในการเพาะพันธุ์หอยนางรมต้องคัดเลือกแม่และพ่อพันธุ์หอยนางรมที่มีความสมบูรณ์เพศ ในที่นี้หมายถึง มีไข่หรือน้ำเชื้อที่เจริญแก่จัด คือ ไข่ของหอยนางรมมีรูปทรงกลม สมบูรณ์ไม่บิดเบี้ยวหรือเสียทรง และมีปริมาณมาก และน้ำเชื้อของหอยนางรมมีความข่น มีตัวอสุจิที่แข็งแรงว่ายน้ำไปมาได้อย่างว่องไวและมีจำนวนมาก

ตามปกติในการแบ่งแยกเพศของหอยนางรมนั้น ไม่สามารถแยกได้โดยการสังเกตจากลักษณะภายนอก ซึ่งสามารถตรวจสอบแยกเพศและความสมบูรณ์เพศได้โดยการเจาะส่วนของอวัยวะในการสืบพันธุ์บริเวณ gonad มาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในบางครั้งอาจดูจากสีของ gonad โดยส่วนใหญ่หอยนางรมเพศผู้เป็นสีครีม และ gonad สีขาวในหอยนางรมเพศเมีย

ตามธรรมชาติช่วงของการสมบูรณ์เพศของหอยนางรมมักมีฤดูกาลที่แน่นอน โดยส่วนมากมักมีด้วยกัน 2 ช่วง โดยพบว่าเป็นช่วงก่อนเข้าฤดูฝนและภายหลังจากหมดฤดูฝนใหม่ ๆ ดังนี้

หอยนางรมปากจีบ มีความสมบูรณ์เพศ 2 ช่วง คือ เดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

หอยตะโกรมกรามขาว มีความสมบูรณ์เพศ 2 ช่วง คือ เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมีนาคม และเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

หอยตะโกรมกรามดำ มีความสมบูรณ์เพศ 2 ช่วง คือ เดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

ในการเพาะพันธุ์หอยนางรม ขั้นตอนแรกต้องคัดเลือกแม่และพ่อพันธุ์หอยนางรมที่มีความสมบูรณ์เพศมาทำความสะอาด โดยขัดล้างสิ่งสกปรกและสิ่งมีชีวิตอื่นๆออกไปจากเปลือกหอยอาจแช่ตัวหอยลงในน้ำยาฆ่าเชื้อโรค (สารละลายคลอรีน 0.5 กรัม /น้ำ 10 ลิตร) นานประมาณ 1 นาที ในขณะที่แช่ในสารละลายคลอรีน ควรเขย่าตัวหอยตลอดเวลาเพื่อให้หอยปิดเปลือกสนิทกันไม่ให้สารละลายคลอรีนเข้าสู่ตัวหอย จากนั้นเป็นการกระตุ้นเพื่อให้หอยนางรมปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาโดยการใช้วิธีข้างต้นแล้วแต่จุดประสงค์ของการเพาะเลี้ยง เมื่อแม่และพ่อพันธุ์หอยนางรมปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาในถังเพาะเลี้ยง สามารถตรวจสอบได้จากคราบเมือกที่ลอยเป็นฝ้าบนผิวหน้าของน้ำ โดยสามารถแยกเพศจากการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ได้อย่างคราว ๆ คือ ในหอยเพศเมียมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาเป็นช่วงเป็นจังหวะ มีลักษณะเป็นไข่เม็ดเล็ก ๆ จำนวนมาก และในหอยเพศผู้มีการปล่อยน้ำเชื้อออกมาเป็นสายยาวอย่างต่อเนื่อง มีลักษณะเป็นน้ำขุ่นสีขาว เมื่อแม่และพ่อพันธุ์หอยนางรมปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาแล้วให้แยกหอยเพศเมียและเพศผู้ออกจากกัน โดยใส่ในภาชนะที่มีน้ำทะเลสะอาดคนละใบ ซึ่งหอยนางรมจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาอีกในภาชนะคนละใบแยกจากกัน ก่อนทำการผสมควรปล่อยให้ไข่มีการพัฒนาก่อนเล็กน้อย โดยไข่หอยจะมีรูปทรงกลมขึ้นโดยการอมน้ำไว้ มีผลให้การผสมมีอัตราการรอดสูงขึ้น จากนั้นจึงเทน้ำเชื้อลงไปผสมกับไข่ คนเบา ๆ จากนั้นปล่อยให้ไข่และน้ำเชื้อผสมกันเป็นเวลาประมาณ 15 นาที กรองไข่ที่ได้รับการผสมแล้วด้วยผ้ากรองขนาด 26 ไมครอน เพื่อกรองน้ำเชื้อส่วนเกินทิ้งไป ซึ่งเป็นการป้องกันไม่ให้ไข่ 1 ใบได้รับการผสมจากน้ำเชื้อหลายตัว (polyspermy) ซึ่งจะมีผลให้ตัวอ่อนมีการพัฒนารูปร่างผิดปกติและตาย เมื่อได้ไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว นำมาเลี้ยงในถังเลี้ยงที่เตรียมน้ำทะเลสะอาด ในความหนาแน่นของไข่ 10 ฟองต่อน้ำทะเล 1 มิลลิลิตร ให้อากาศเบา ๆ แต่ควรระวังว่าถ้าให้อากาศเบาเกินไป จะมีผลให้ไข่ตกลงไปที่พื้นถัง ไข่ที่จะพัฒนาก็จะขาดอากาศ มีการพัฒนาที่ไม่สมบูรณ์ และเกิดการเน่าเสีย

หลังจากการผสมแล้วลูกหอยจะมีการพัฒนาการไปตามลำดับจนกระทั่งฟักออกมาเป็นตัวอ่อน

การอนุบาล

การอนุบาลลูกหอยนางรม แบ่งเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆคือ ในช่วงตั้งแต่ระยะ fertilized egg ถึงระยะตัวอ่อน และช่วงที่ลูกหอยนางรมลงเกาะในระยะวัยเกล็ดถึงขนาดที่สามารถนำลงเลี้ยงต่อในทะเลได้โดยช่วงแรกเริ่มจากนำไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว (fertilized egg) นำมาอนุบาลในถังเลี้ยงที่มีน้ำทะเลในช่วงความเค็ม 25 - 30 ppt อุณหภูมิในช่วง 25 - 30 °C ที่สะอาดผ่านเครื่องกรองขนาด 1 ไมครอน โดยในช่วงแรกให้อากาศเบา ๆ เพื่อไม่ให้ตัวอ่อนได้รับความกระทบกระเทือน ประมาณ 24 ชั่วโมง ลูกหอยจะพัฒนาเข้าสู่ระยะ D - Shaped เริ่มมีการกินอาหาร ในช่วงนี้ควรให้อาหารจำพวก Unicellularแพลงตรอนพืชชนิดต่างๆ เช่น *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* และ *Thalassira pseudonana* (3 H Stain) ที่เพาะเตรียมไว้ก่อนหน้านี้ โดยในช่วงแรกให้ *Isochrysis galbana* _ประมาณ $5x10^3$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร และค่อย ๆ เพิ่มปริมาณขึ้นตามขนาดและจำนวนลูกหอย การให้อาหารควรให้วันละ 2 - 3 ครั้ง โดยสามารถตรวจสอบการกินอาหารของลูกหอยนางรมได้จากการสุ่มลูกหอยมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าลูกหอยมีการกินอาหารที่ดีจะพบว่าในบริเวณส่วนของกระเพาะอาหารจะมีสีเหลือง สีน้ำตาลเข้ม หรือสีของแพลงตรอนพืชชนิดที่ให้เป็นอาหารอยู่เป็นจำนวนมาก ถ้าพบน้อยแสดงว่ามีอาหารไม่เพียงพอต่อการกินอาหารของลูกหอย ควรเพิ่มปริมาณของแพลงตรอนพืชให้มากขึ้น ปริมาณอาหารที่ให้แก่ลูกหอยก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของลูกหอยเช่นกัน คือ ถ้าให้อาหารในปริมาณที่น้อยจะมีผลให้เกิดภาวะการแก่งแย่งอาหาร มีการเติบโตและขนาดไม่เท่ากันซึ่งทำให้การจัดการด้านอื่น ๆ เกิดปัญหาตามมา และถ้าให้อาหารมากเกินความต้องการของลูกหอย จะทำให้มีผลไปยับยั้งการกรองกินอาหาร และทำให้เสียพลังงานในระบบขับถ่ายมากกว่าการนำมาใช้ในการขยายขนาดเพื่อการเติบโต นอกจากนี้แล้วหากมีแพลงตรอนพืชในถังเลี้ยงมากเกินไป อาจเกิดภาวะ plankton bloom ได้ซึ่งจะทำให้เกิดการแย่งอากาศและการจัดการทำให้น้ำขาดออกซิเจนและเน่าเสีย ซึ่งเป็นสาเหตุการตายที่สำคัญในการเพาะเลี้ยง

การเปลี่ยนถ่ายน้ำ เพื่อการรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีต่อลูกหอย นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญในการเพาะเลี้ยง การเปลี่ยนถ่ายน้ำเริ่มครั้งแรกหลังจากการผสม (breeding) แล้วประมาณ 30 ชั่วโมง เพื่อให้ลูกหอยพัฒนาเข้าสู่ระยะ D-Shaped อย่างสมบูรณ์เสียก่อน ถ้าทำการถ่ายน้ำก่อนนี้จะมีผลต่อลูกหอยที่ยังไม่สมบูรณ์เมื่อได้รับความกระทบกระเทือน ทำให้เกิดแผล เปลือกบิ่นหักได้รับบาดเจ็บ และตายได้ง่าย เมื่อถ่ายน้ำและนำลงไปเลี้ยงอีกก็มีผลต่อเนื่อง โดยทำให้น้ำเน่าเสียได้

ง่ายกว่าปกติ หลังจากการถ่ายน้ำครั้งแรกแล้ว ควรถ่ายน้ำทุก 2 - 3 วัน จนกระทั่งลูกหอยเข้าสู่ระยะวัยเกล็ด ในการเพาะเลี้ยงควรใช้ถังเลี้ยงทรงกรวยเพื่อความสะดวกในถ่ายน้ำ โดยการเปิดน้ำที่ปลายกรวยผ่านผ้ากรองขนาดต่าง ๆ ตามขนาดและช่วงอายุของลูกหอยอย่างเบา ๆ จนกระทั่งน้ำหมดถัง นำลูกหอยมาสุ่มดูสภาพโดยทั่ว ๆ ไป เช่น การกินอาหาร การเติบโตในระยะต่าง ๆ และดูว่ามีสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นเกิดในถังเลี้ยงที่มีผลต่อลูกหอย เช่น protozoa ซึ่งมีผลในการกินตัวหอย และแพลงตรอนสัตว์ที่จะแย่งอาหารและการจัดการต่าง ๆ ในการถ่ายน้ำควรกรองเฉพาะลูกหอยที่ไหลลงมาตามน้ำเท่านั้น ในส่วนที่ตกค้างที่พื้นถังไม่ควรนำมาเลี้ยงรวมอีกเพราะจะเป็นพวกของหอยที่ไม่สมบูรณ์ อ่อนแอเป็นโรค เศษตะกอน และอื่น ๆ ที่ไม่มีผลดีต่อการเพาะเลี้ยงควรล้างทิ้งไป

อาหารและการเตรียมอาหารให้แก่ลูกหอยนางรม

อาหารของลูกหอยเป็นพวกแพลงตรอนพืชขนาดเล็ก ที่มีขนาดพอเหมาะกับลูกหอยวัยอ่อน ได้แก่ *Isochrysis galbana* หลังจากนั้นเมื่อลูกหอยมีอายุประมาณ 5 - 7 วัน ให้อาหารสมทบเสริมด้วย *Chaetoceros calcitrans* โดยการปรับอาหารและปริมาณอาหารตามช่วงอายุ ขนาด และจำนวนลูกหอย โดยการเตรียมการเพาะเลี้ยงแพลงตรอนพืชไว้ก่อนการให้เป็นอาหาร 3 - 5 วัน เพื่อให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อการเลี้ยงลูกหอย การให้อาหารไม่ควรให้ครั้งละมากๆ ควรแบ่งให้อาหารเป็นปริมาณน้อยแต่ให้วันละหลาย ๆ ครั้ง เพื่อป้องกันการขยายตัวของแพลงตรอนพืชอย่างรวดเร็ว

การเตรียมอาหารจำพวกแพลงตรอนพืชให้แก่ลูกหอย

หมายถึงการเพาะเลี้ยงแพลงตรอนพืชชนิดต่าง ๆ ที่นิยมให้เป็นอาหารลูกหอย เช่น *Isochrysis galbana* และ *Chaetoceros calcitrans* ซึ่งมีส่วนที่ต้องเตรียมได้แก่

1. น้ำทะเล ควรกรองแลฆ่าเชื้อเป็นอย่างดี โดยมีความเค็มในช่วง 25 - 28 ppt.

2. สูตรอาหาร (culture media) เป็นสารเคมีสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงซึ่งมักเป็นสูตรสำเร็จ เช่น Walne's media

3. หัวเชื้อแพลงตรอนพืชบริสุทธิ์ (Starter) โดยมี Stock culture ที่ดีในการขยายพันธุ์

4. วิธีเลี้ยงและการขยายพันธุ์ สามารถทำได้โดยการเพิ่มปริมาณน้ำที่ใช้เลี้ยงตามลำดับ การขยายพันธุ์ทำได้โดยการนำน้ำทะเลที่สะอาดผสมสูตรอาหารที่เหมาะกับแพลงตรอนพืชชนิดนั้น ๆ ในภาชนะใสที่แสงสามารถส่องผ่านได้ดี แล้วเติมหัวเชื้อลงในน้ำที่เตรียมไว้ ปริมาณที่เติมควรใช้ 10% ของน้ำเลี้ยง ปิดด้วยจุกสำลี ให้อากาศแรง ๆ เพื่อคนให้เซลล์ของแพลงตรอนพืชกระจายออก

มารับแสงได้อย่างทั่วถึง โดยไม่ควรให้ตกตะกอนและควรระวังการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่อาจมาจากเครื่องให้อากาศ

การพัฒนาการ การเติบโต และการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Metamorphosis)

ลูกหอยนางรมที่อนุบาลจะมีการเปลี่ยนรูปร่างได้เป็นระยะต่างๆที่สำคัญ ได้แก่

ตารางที่ 1. แสดงการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของหอยนางรมปากจีบ

อายุ (วัน)	ระยะ
1	D- Shaped
3-5	Early umbo
7	Umbo
20	Eyed-larvae
22-24	Spat (Setting)

ตารางที่ 2. แสดงการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของหอยตะโกรมกรามขาว

อายุ (วัน)	ระยะ
1	D- Shaped
3-5	Early umbo
7	Umbo
17	Eyed-larvae
19	Spat (Setting)

ตารางที่ 3. แสดงการเปลี่ยนแปลงในระยะต่างๆของหอยตะโกรมกรามดำ

อายุ (วัน)	ระยะ
1	D- Shaped
3-5	Early umbo
7	Umbo
15	Eyed-larvae
17	Spat (Setting)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 1 , 2 และ 3 พบว่าหอยทั้ง 3 ชนิดมีการพัฒนาไปในทางเดียวกัน แต่มีความแตกต่างในด้านเวลาที่ใช้ในการเติบโต โดยเฉพาะช่วงเวลาในระยะ Umbo ถึง Eyed-larvae ที่มีระยะเวลาแตกต่างกัน พบในหอยนางรมปากจีบ หอยตะโกรมกรามขาว และหอยตะโกรมกรามดำ เป็น 13 ,10 และ 8 วันตามลำดับ เมื่อลูกหอยเข้าสู่ระยะ Eyed-larvae แล้ว ให้เตรียมพร้อมในการนำลูกหอยลงเกาะ โดยส่วนมากจะใช้เวลาประมาณ 2 วัน เป็นการเปลี่ยนรูปร่างครั้งสุดท้ายจากตัวอ่อนที่สามารถว่ายน้ำได้อย่างอิสระ เริ่มมีการพัฒนาจนเข้าระยะวัยเกล็ด ซึ่งในการเพาะเลี้ยงสามารถสังเกตได้จากลูกหอยจะมีการพัฒนาอวัยวะส่วนเท้า (ciliated foot) ในขณะที่อวัยวะในการว่ายน้ำจะลดหน้าที่ลง ลูกหอยจะแสดงอาการว่ายน้ำสลับกับการลงคืบคลานเพื่อสำรวจพื้นผิวของวัสดุที่จะลงเกาะ จนในที่สุดอวัยวะในการว่ายน้ำจะเสื่อมไป เมื่อถึงระยะนี้ลูกหอยจะพร้อมในการลงเกาะให้ถ่ายน้ำออก เพื่อนำลูกหอยลงเกาะในวัสดุที่เตรียมไว้ โดยมากมักเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง สะอาด ซึ่งโดยมากมักเป็นเปลือกหอยที่สะอาด

วิธีการล่อลูกหอยให้ลงเกาะ

มีหลายวิธี เช่น

1. การล่อให้ลงเกาะด้วยเปลือกหอยที่ร้อยเป็นพวง เป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก คือการนำเปลือกหอยที่สะอาดมาร้อยเป็นพวง มีความยาวเท่ากับความลึกของถังเลี้ยง

2. การล่อให้ลงเกาะด้วยเปลือกหอยป่น โดยการนำเปลือกหอยนางรมที่สะอาดมาป่นให้มีขนาดเล็กลง และแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อนขนาด เพื่อให้ได้เปลือกหอยป่นขนาด 300-400 ไมครอน นำมาล่อให้ลูกหอยลงเกาะ เนื่องจากวัสดุที่ใช้ล่อมีขนาดเล็กดังนั้นลูกหอยสามารถลงเกาะได้ไม่เกิน 1 ตัวต่อชิ้น .วิธีนี้สามารถได้หอยนางรมวัยเกล็ดที่มีลักษณะเป็นตัวเดี่ยวๆ (Single spat) ซึ่งเป็นผลดีต่อการเพาะเลี้ยงในการลดการแก่งแย่งพื้นที่ในการดำรงชีวิต รวมทั้งทำให้ได้หอยนางรมที่มีรูปทรงดีกว่าหอยนางรมที่เกาะกับวัสดุโดยทั่วๆไป ซึ่งมีราคามากกว่าหอยนางรมที่มีรูปทรงบิดเบี้ยว

3. การล่อให้ลงเกาะด้วยวัสดุผิวเรียบหรือพื้นถังที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง โดยการนำวัสดุผิวเรียบ เช่น แผ่นพลาสติก กระเบื้อง มาล่อให้ลูกหอยลงเกาะ หลังจากนั้นจะแยกลูกหอยออกจากวัสดุที่เกาะโดยการใช้แปรงอ่อนๆปัดออก ซึ่งลูกหอยที่ได้จากการล่อให้ลงเกาะด้วยวิธีนี้เป็นหอยตัวเดี่ยว (Single spat) เช่นกัน แต่การทำในวิธีนี้ต้องมีความชำนาญมาก เพราะอาจทำให้เกิดปัญหาได้ เนื่องจากหอยที่ได้จะอยู่ในช่วงสร้างเปลือกใหม่ๆ เปลือกที่มีจะเปราะบาง หากได้รับความกระทบกระเทือนมากจะมีผลให้เกิดการบาดเจ็บ มีแผลแตกของเปลือกเป็นช่องทางเข้าของเชื้อโรคและ protozoa ได้ ซึ่งอาจทำให้มีอัตราการตายเพิ่มมากขึ้น

ปัญหาในการอนุบาลลูกหอยนางรมวัยอ่อน

ปัญหาที่มักพบในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมมักเป็นการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ protozoa และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดยมีทั้งที่เป็นอันตรายต่อลูกหอยทางตรงและทางอ้อม เช่นการแย่งอาหาร อากาศ และพื้นที่ในการอยู่ แหล่งที่มาของการปนเปื้อนมักมาจากหลายแหล่ง เช่น น้ำทะเล อาหาร อากาศ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ควรระวังในการป้องกัน เพราะให้ผลที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการแก้ไข โดยเฉพาะเรื่องของความสะอาดนับว่าเป็นหลักสำคัญ แต่หากเกิดปัญหาการปนเปื้อนแล้วก็สามารถแก้ไขได้โดยการฆ่าเชื้อโดยเมื่อตรวจพบว่ามีการปนเปื้อนให้รีบถ่ายน้ำ แล้วนำลูกหอยที่ติดอยู่ในผ้ากรองมาแช่ในสารละลาย clorox ความเข้มข้น 0.2 กรัม/น้ำ 10 ลิตร ซึ่งควรใช้น้ำจืด เพราะมีผลต่างของความเค็มทำให้หอยที่ยังแข็งแรงปิดเปลือกสนิท ควรเขย่าเพื่อให้สารละลายแทรกเข้าไปทำลายได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยเฉพาะในหอยที่ติดเชื้อที่ปิดเปลือกอยู่ ประมาณ 20 - 30 นาที จากนั้นนำลงเลี้ยงในน้ำทะเลที่สะอาดและในถังที่ปราศจากเชื้อ ทิ้งช่วงเวลาสัก 3 - 4 ชั่วโมงให้ทำการถ่ายน้ำและแช่ในสารละลาย clorox ซ้ำอีกครั้งแล้วปล่อยลงเลี้ยง ควรทำซ้ำอีกครั้งเพื่อให้เชื้อโรคและ protozoa หมดไปอย่างแท้จริง

การอนุบาลลูกหอยนางรมวัยเกล็ด (Spat)

เมื่อลูกหอยลงเกาะจะไม่สามารถว่ายน้ำได้การอนุบาลจึงเปลี่ยนไป แบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. การอนุบาลแบบ downwelling และ upwelling มักพบในการอนุบาลลูกหอยนางรมที่ลงเกาะแบบ Single spat โดยการนำลูกหอยใส่ในกระบะที่มีพื้นกระบะเป็นตาข่ายโดยมีขนาดตาขึ้นกับขนาดลูกหอย และเลี้ยงในถังเลี้ยงที่มีน้ำทะเลสะอาด และมีอาหาร อากาศที่ดี โดยการเลี้ยงจะเลี้ยงในระบบ downwelling ก่อน โดยมีลักษณะที่สำคัญ คือการหมุนเวียนน้ำให้ผ่านตัวหอยลงด้านล่างแล้วผ่านตาข่ายที่พื้นกระบะออกไป ส่วนการเลี้ยงในระบบ upwelling มีลักษณะที่สำคัญ คือการหมุนเวียนน้ำให้ผ่านตาข่ายพื้นกระบะจากด้านล่างขึ้นสู่ตัวหอยแล้วผ่านล้นออกไป เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพมากกว่าระบบ downwelling ในส่วนที่สามารถลดการสะสมของของเสียได้มากกว่า แต่ที่ต้องใช้ระบบ downwelling ก่อนนั้นเพราะว่าในช่วงแรกลูกหอยนางรมยังมีน้ำหนักเบาถ้าใช้ระบบ upwelling จะทำให้ลูกหอยลอยหายออกไปจากระบบ

2. การอนุบาลแบบแขวนลอย เป็นการอนุบาลที่มักใช้ในหอยนางรมที่ล่อให้ลงเกาะแบบใช้เปลือกหอยร้อยเป็นพวง มีผลดีในการลดการสะสมของของเสียและไม่ทำให้หอยไปกองอยู่ที่พื้นถังเลี้ยง ซึ่งมีผลต่ออัตราการเติบโต

การให้อาหารลูกหอยระยะวัยเกล็ด ควรให้อาหารจำพวกแพลงตรอนพืชหลาย ๆ ชนิดปนกัน

ประวัติผู้เขียน

นายปริทัศน์ เจริญสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2512 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา เมื่อปีการศึกษา 2534 และเข้ารับการศึกษาต่อระดับปริญญาโทในหลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2535

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย