รายงานการวิจัย

พัฒนาศักยภาพการผลิตและการเลี้ยงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการหอยนางรมด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสู่เชิงพาณิชย์

Development of Production Potential and Rearing for Increase Efficiency of Oyster Management with Innovation and Energy Technology to Commercial

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว	Supatcha Chooseangjaew
สุวัจน์ ธัญรส	Suwat Tanyaros
จันทรา อุ้ยเอ้ง	Jantra Uieng
ศิลปชัย เสนารัตน์	Silapachai Senarat
กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์	Kattinat Sagulsawasdipan
เดือนรุ่ง ช่วยเรือง	Duanrung Chouyruang

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปี พ.ศ. 2566

รายงานการวิจัย

พัฒนาศักยภาพการผลิตและการเลี้ยงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการหอยนางรมด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสู่เชิงพาณิชย์

Development of Production Potential and Rearing for Increase Efficiency of Oyster Management with Innovation and Energy Technology to Commercial

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว	Supatcha Chooseangjaew
สุวัจน์ ธัญรส	Suwat Tanyaros
จันทรา อุ้ยเอ้ง	Jantra Uieng
ศิลปชัย เสนารัตน์	Silapachai Senarat
กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์	Kattinat Sagulsawasdipan
เดือนรุ่ง ช่วยเรือง	Duanrung Chouyruang

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปี พ.ศ. 2566

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมงในการเอื้อเฟื้อและการสนับสนุนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในโรงเพาะฟักหอยทะเล

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาววิชุดา ภูมิแก้ว และนายนราธิป จันทิมา ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลตลอดระยะเวลาการศึกษา งานวิจัยนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย จากงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2566

คณะผู้วิจัย

พัฒนาศักยภาพการผลิตและการเลี้ยงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการหอยนางรมด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีพลังงานทดแทนสู่เชิงพาณิชย์

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว[1] สุวัจน์ ธัญรส[2] จันทรา อุ้ยเอ้ง[3] ศิลปชัย เสนารัตน์[2]
กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์[2] และเดือนรุ่ง ช่วยเรือง[3]

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพิจารณาสัณฐานวิทยาภายนอกและภายใน ตลอดจนจุลกายวิภาคโดยรวมตามภาพตัดตามยาวของหอยนางรม พบการจัดเรียงด้วยหลายอวัยวะ อาทิ เหงือก เมนเทิล อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ กระเพาะอาหาร และต่อมย่อยอาหาร ซึ่งจากการตรวจสอบการย้อมสี H และ E staining, GMS ย้อม ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้อง TEM ไม่พบการแทรกหรือการปรากฏของเชื้อรา และใช้เทคนิค TUNEL ก็ไม่พบการตายของเซลล์ แสดงให้เห็นว่าพ่อแม่พันธุ์มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีรอยโรค

จากการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ดังนี้ 100, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทั้งด้านน้ำหนัก ความกว้างและความยาวเปลือก ส่วนค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม พบว่า ชุดการทดลองที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดัชนีความสมบูรณ์และอัตราการรอดตายดีที่สุด

จากการนำพ่อแม่พันธุ์จากการปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบที่แตกต่างกัน 3 ระดับ มากระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ด้วยระบบกระตุ้นแบบอุณหภูมิร้อน-เย็น โดยขณะที่ทำการกระตุ้นใช้อุณหภูมิ 25±5 องศาเซลเซียส พบว่า พ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศทยอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แต่ในปริมาณน้อย โดยจะเริ่มมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงของการกระตุ้นรอบที่ 2 และ 3 จากการดำเนินการพบว่า ความดกไข่ และอัตราการฟัก จะพบในสัดส่วนของพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืช 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลสัมพันธ์กันกับผลของการอนุบาลลูกหอยนางรมหลังจากการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านความกว้างและความยาวของลูกหอยและอัตราการรอดตายของลูกหอยที่มาจากพ่อแม่พันธุ์จากการปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าที่ดีที่สุด ตลอดระยะเวลาที่ทำการอนุบาลในโรงเพาะฟัก

จากการศึกษาต้นทุนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการดำเนินการเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยนางรมในโรงเพาะฟัก พบว่า การผลิตลูกหอยที่ผ่านมาที่ดำเนินการโดยการผสมเทียม จะ

ให้ผลผลิตที่ต่ำ มีกำไรสุทธิเท่ากับ -1.28 บาทต่อตัว โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -29.93 และเมื่อมีการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์อย่างต่อเนื่องและนำมากระตุ้นผ่านระบบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ พบว่า ให้ผลผลิตที่สูงขึ้นและมีสุขภาพแข็งแรง โดยมีกำไรสุทธิเท่ากับ 1.24 บาทต่อตัว โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 69.97

[1]อาจารย์ สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

[2]อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเลและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

Development of Production Potential and Rearing for Increase Efficiency of Oyster Management with Innovation and Energy Technology to Commercial

Supatcha Chooseangjaew [1] Suwat Tanyaros [2] Jantra Uieng [3]
Kattinat Sagulsawasdipan [2] and Duanrung Chouyruang[3]

Abstract

External and internal morphology, as well as general histology according to the longitudinal section of the oyster, were considered in the study. Many organs are found in this species, including gills, mentrum, reproductive organs, stomach, and digestive glands. Under a light microscope and a TEM camera, H and E staining and GMS staining revealed no fungus insertion or appearance, and no cell death was detected using the TUNEL approach. It demonstrates that the broodstock are healthy and free of lesions.

Conditioning the oyster broodstock with the following ratios of phytoplankton to seaweed (*Porphyra* sp.): 100, 25, and 50% resulted in no weight change. width and length of the shell In terms of oyster broodstock condition index and survival rate, it was discovered that the experimental set conditioned with 100 percent phytoplankton had the best condition index and survival rate.

It induces the release of gametes with a hot-cold temperature stimulation mechanism by using broodstock that has been conditioned with three different levels of phytoplankton to seaweed ratio. It was discovered that when sexually mature parents were stimulated with a temperature of 25 degrees Celsius, they eventually released gametes, but in modest numbers. During the second and third cycles of stimulation, reproductive cells will begin to be discharged. The operation discovered that the proportion of parents conditioned with 100% phytoplankton had higher egg fecundity and hatching rate than the proportions conditioned with 25% and 50% phytoplankton, which is related to the effect of oyster brood rearing after stimulating gamete released. The conditioning with 100% phytoplankton resulted in the best growth rate of the clam larvae in both width and length, as well as the best survival rate of the broodstock. throughout the hatchery's nursing stage.

According to research of the costs and economic benefits of breeding and producing oysters in hatcheries, past production of oysters by artificial insemination will

result in low yield. The net profit per oyster is -1.28 baht, with a return on investment (ROI) of -29.93. While the broodstock were constantly conditioned and stimulated via the reproductive cell release system, it was discovered that they produced larger yields and were healthier. With a net profit of 1.24 baht each item and a return on investment (ROI) of 69.97, this is an effective investment.

[1]Department of Aquaculture and Fisheries Production, Faculty of Science and Fisheries Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang.

[2]Department of Marine Science and Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หอยนางรม	1
1.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	3
1.3 การศึกษาด้านต้นทุน กำไร ในการเลี้ยงหอยนางรม	6
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	9
2.1 ศึกษาพัฒนาการและประเมินสุขภาวะของลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก	9
2.2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาทางมิญชวิทยาและโครงสร้างละเอียดต่อการเพาะและอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก	10
2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทน	12
บทที่ 3 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	13
3.1 ผลการศึกษาพัฒนาการและประเมินสุขภาวะของลูกหอยนางรม	13
3.2 ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาทางมิญชวิทยาและโครงสร้างละเอียดต่อการเพาะและอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก	21
3.3 การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเพาะพันธุ์และการอนุบาลลูกหอยนางรมในโรงเพาะฟัก	29
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัย	32
บรรณานุกรม	33

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 น้ำหนักเฉลี่ย (น้ำหนักเฉลี่ย±SD, หน่วยเป็นกรัม) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 22

ตารางที่ 3.2: ความยาวเฉลี่ย (ความยาวเฉลี่ย±SD, หน่วยเป็นเซ็นติเมตร) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 22

ตารางที่ 3.3: ความกว้างเฉลี่ย (ความกว้างเฉลี่ย±SD, หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 23

ตารางที่ 3.4: ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว±SD, หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 24

ตารางที่ 3.5: อัตราการรอดตาย (อัตราการรอดตาย±SD, หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 24

ตารางที่ 3.6: ความดกของไข่ และ อัตราการฟักไข่ ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ได้รับอาหารสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 26

ตารางที่ 3.7: คุณภาพน้ำในช่วงทำการทดลองปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามด้วยอาหารสาหร่ายสายใบที่แตกต่างกัน (*Porphyra* sp.) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ 28

ตารางที่ 3.8: การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมก่อนการดำเนินโครงการ 30

ตารางที่ 3.9: การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมหลังการดำเนินโครงการ 31

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.1: ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก (A) และภายใน (B) ตลอดจนจุลกายวิภาคของหอยนางรม พบการจัดเรียงตัวของเหงือก (Gill, Gi) เมนเทิล (mantle, Ma) และอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Gonad, Go) ภายในพบกระเพาะอาหาร (Stomach, St) ต่อมย่อยอาหาร (Digestive gland, Dg) และรังไข่ (Ovary, Ov) 15

ภาพที่ 3.2 ลักษณะทางจุลกายวิภาค (A-B) และโครงสร้างละเอียดของเหงือก (Gill, Gi) หอยนางรม ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ frontal zone (fz), intermediate zone (iz) และ abfrontal zones (abz) ส่วนของ frontal zone มีเซลล์บุผิวที่มีซิเลียอยู่ตอนบน (Cilia, Ci) และแทรกตัวด้วยเซลล์สร้างเมือก (mucous secreting cell, หัวลูกศร) เมื่อพิจารณาด้วยกล้อง TEM พบโครงสร้างซิเลีย (Ci) และไมโครวิลไล (Mv) ของเซลล์บุผิว ภายในไซโทพลาซึมพบการกระจายตัวของไมโทคอนเดรีย (Mi) เอนดพลาสมิก (ER) และถุงใส (Vacuole, V) 16

ภาพที่ 3.3 ลักษณะทางจุลกายวิภาค และการตายของเซลล์ของกระเพาะอาหารและต่อมย่อยอาหารของหอยนางรม โดยกระเพาะอาหารประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุทรงสูง (Epithelium, Ep) ที่มีซิเลีย (cilia, Ci) (A) ที่ไม่มีการแทรกของเชื้อรา (B) แต่พบ brown cell (ลูกศร) ใน lamina propria (C) และไม่มีการกระจายของเซลล์ตาย (D) ส่วนต่อมย่อยอาหาร (Digestive gland, Dg) ประกอบด้วยท่อเป็นจำนวนมาก แต่ละท่อมีเซลล์ย่อยอาหาร (Digestive cell, Dc) (E) และไม่พบการตายของเซลล์ (F) 17

ภาพที่3.4 โครงสร้างอัณฑะของหอยนางรม ประกอบด้วยอสุจิ (spermatozoa, Sz) จำนวนมาก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (A) และกล้อง TEM (B-D) 18

ภาพที่ 3.5 ลักษณะทางจุลกายวิภาค (A-C) และโครงสร้างละเอียด (C-F) ของรังไข่ (Ovary) หอยนางรม พบว่าการพัฒนาของระยะเซลล์ไข่อ่อน (oocyte, O) และระยะไข่สุก (Mature oocyte, M) เมื่อพิจารณาด้วยกล้อง TEM พบโครงสร้างไข่แดง (Yolk, Yg) หยดไขมัน (Lipid droplet, Ld) และไมโทรคอน-เดรีย (Mi) ไมโครวิลไล (Mv) ภายในไซโทพลาซึมของระยะเซลล์ไข่สุก และล้อมรอบด้วยชั้นเซลล์ฟอลลิเคิล (Follicle cell, Foc) 19

ภาพที่ 3.6 ลักษณะทางจุลกายวิภาคของเซลล์สร้างเมือกหอยนางรม บริเวณเยื่อบุผิว (Epithelium, Ep) ของเมนเทิล (Ma) หอยนางรมตะโกรมกรามขาว (A) ยังพบเซลล์สร้างเมือก (ลูกศร) แต่ไม่พบการตายของเซลล์ (B) 20

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.7: การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในระบบน้ำหมุนเวียนด้วยแพลงก์ตอนพืชเป็นระยะเวลา 1 เดือน 21

ภาพที่ 3.8 การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมหลังจากการปรับสภาพด้วยอุณหภูมิร้อน-เย็น 25

ภาพที่ 3.9: อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้าง (ไมโครเมตรต่อวัน) ของลูกหอยนางรมจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการอนุบาล 21 วัน 26

ภาพที่ 3.10: อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาว (ไมโครเมตรต่อวัน) ของลูกหอยนางรมจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการอนุบาล 21 วัน 27

ภาพที่ 3.11: อัตราการรอดตาย (เปอร์เซนต์) ของลูกหอยนางรมจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการอนุบาล 21 วัน 28

บทที่ 1 บทนำ

1.1 หอยนางรม

หอยนางรมเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าและมูลค่าทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมาเป็นเวลาเกือบ 100 ปี การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยยังอาศัยลูกพันธุ์จากธรรมชาติเป็นหลัก แต่ปริมาณลูกหอยนางรมจากธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลงอย่างต่อเนื่องมีสาเหตุมาจากการจับหอยนางรมในธรรมชาติมากเกินไปจนทำให้ขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์รวมถึงปัญหามลพิษชายฝั่งทะเลที่นับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นอีกทั้งปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาเป็นปัจจัยร่วมทำให้การเก็บเกี่ยวลูกพันธุ์ ทำได้ไม่ตลอดทั้งปี แหล่งผลิตลูกหอยนางรมจากธรรมชาติฝั่งทะเลอันดามัน โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดตรัง และพังงา พบว่าปริมาณลูกหอยจากธรรมชาติมีปริมาณลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับในอดีต ทำให้ราคาลูกหอยขยับสูงขึ้น 2-3 เท่าตัว และเกิดสภาวะการขาดแคลนลูกหอยสำหรับการเลี้ยงจนส่งผลกระทบต่อกิจกรรมการเลี้ยงหอยนางรม รวมทั้งเกษตรกรบางส่วนจำเป็นต้องออกไปรับซื้อลูกพันธุ์หอยนางรมจากแหล่งธรรมชาติในพื้นที่ต่างจังหวัดมาแขวนเลี้ยงในกระชังเพื่อรอขายต่อ ส่งผลให้มีต้นทุนที่เพิ่มสูงขึ้น

Kaewnern (1993) ได้ทำการศึกษาความต้องการลูกพันธุ์หอยนางรมของเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยเฉพาะในอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี คำนวณจากพื้นที่เลี้ยงจำนวน 1,054.74 ไร่ พบว่ามีความต้องการลูกหอยนางรม เท่ากับ 33,725,000 ตัว/ปี ขณะที่จากการรายงานของ เรืองไร และคณะ (2558) พบว่า ผลผลิตต่อไร่ของหอยนางรมพันธุ์ตะโกรมบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณลดลงประมาณเกือบ 4 เท่า จาก 29,700 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2550 เหลือเพียง 8,803 กิโลกรัมต่อไร่ ในปี 2556 ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากปัญหาทางด้านมลพิษทางน้ำรวมถึงปัญหาการนำทรัพยากรพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งธรรมชาติใช้มากเกินไป ดังนั้นการผลิตลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟักเป็นแนวทางที่สำคัญสำหรับการเพิ่มผลผลิตลูกพันธุ์หอยนางรม เนื่องจากการผลิตลูกพันธุ์จากโรงเพาะฟักสามารถควบคุมการผลิตได้ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ (Angell, 1986) การเพาะพันธุ์หอยนางรมจากโรงเพาะฟักในประเทศไทยได้มีการวิจัยอย่างต่อเนื่องและประสบผลสำเร็จในการเพาะพันธุ์หอยนางรมจากระบบโรงเพาะฟัก มีการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของระบบลงเกาะและอนุบาลเพื่อผลิตลูกหอยนางรมแบบตัวเดี่ยว ๆ (Cultchless spat) ทั้งที่เป็นระบบน้ำไหลผ่านตลอดหรือระบบเปิด (Flow-though system) (สุวัจน์ ธัญรส และคณะ, 2553) และระบบน้ำหมุนเวียนกึ่งปิด (Semi-closed recirculation system) (สุวัจน์ ธัญรส และ ปภัศร์ชกรณ์ อารีย์กุล, 2555) มีการพัฒนาเทคนิคการกระตุ้นการลงเกาะของลูกหอยนางรมในระบบการลงเกาะ (Tanyaros, 2011; Tanyaros and Kitt 2011) รวมถึงการศึกษาความหนาแน่นและอัตราการไหลของน้ำที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกหอยระยะหลังการลงเกาะ (Tanyaros et al., 2012) แต่การอนุบาลลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในโรงเพาะฟักนั้น จำเป็นต้องมีอาหารที่เพียงพอเพื่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอด ทั้งนี้ทั้งนั้นการผลิตอาหารในโรงเพาะฟักจำเป็นต้องใช้ปริมาณมาก ซึ่งการผลิตสาหร่ายเซลล์เดียวมีข้อจำกัดหลายประการ โดยเฉพาะแสงสว่างที่มีความเข้มข้นที่เหมาะสม การใช้แสงจากธรรมชาติเพื่อการเจริญเติบโตจะมีข้อจำกัดในบางฤดูกาล ทำให้ผลผลิตของสาหร่ายเซลล์เดียวมี

ไม่เพียงพอต่อการอนุบาลลูกหอย ประกอบกับการใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้าจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตให้สูงขึ้น โดยมีต้นทุนการผลิตที่สูงคิดเป็นร้อยละ 20-50 ของงบดำเนินการในการประกอบกิจการโรงเพาะฟัก จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงได้มีการศึกษาวิจัยการใช้อาหารทดแทนในการอนุบาลลูกหอยนางรมระยะวัยเกล็ดเพื่อลดต้นทุนการผลิต เช่น การใช้ยีสต์ (Tanyaros et al., 2016) ซากเซลล์เดียว (Single Cell Detritus) (Tanyaros and Chuseingjaw. 2016) และการใช้สาหร่ายตกตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งทะเล (Tanyaros et al., 2016) เป็นต้น ประเด็นที่สำคัญอีกอย่างที่ผู้วิจัยเองได้ประสบในการผลิตลูกหอยจากโรงเพาะในปริมาณที่มากและอัตรารอดที่สูง คือ พ่อแม่พันธุ์ที่นำมาเพาะพันธุ์ หากพ่อแม่พันธุ์ไม่มีความสมบูรณ์ก็ส่งผลต่ออัตรารอดฟัก อัตรารอดและการเจริญเติบโตและผลผลิตที่ได้ก็ไม่ต่อเนื่อง ซึ่งการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์จำเป็นต้องใช้อาหารสาหร่ายเซลล์เดียวจำนวนมาก การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ภายในโรงเพาะฟักค่อนข้างทำได้ยาก มีนักวิจัยหลายท่านทำการศึกษาปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยในบ่อดินเพื่อความสมบูรณ์เพศ ทั้งนี้เนื่องจากในบ่อดินมีอาหารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เนื่องจากอาหารธรรมชาติในบ่อดินประกอบไปด้วยสาหร่ายเซลล์เดียวหลายชนิดส่งผลให้เกิดความสมดุลของคุณค่าทางอาหารต่อหอยนางรม (สุวัจน์ ธัญรส และ สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว, 2561) นอกจากนี้ในบ่อดินยังมีองค์ประกอบของอนุภาค clay ซึ่งสารแขวนลอยชนิดนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและการดูดซึมสารอาหารของหอยนางรม จากการทดลองโดยนักวิจัยพบว่าอนุภาคของ clay มีผลต่อการย่อยอาหารในหอยนางรม *C. belcheri* (เอกพล อ่วมนุช, 2542; สุวัจน์ และคณะ 2563), *C. gigas* (Sornin et al. 1988) และ *C. virginica* (Urban and Kirchman 1992) โดยผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจะส่งเสริมประสิทธิภาพในการย่อย เพิ่มระยะเวลาการอยู่ในลำไส้ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมสนับสนุนการเจริญเติบโตในหอย

ดังนั้นทางทีมผู้วิจัยเลยมีแนวคิดว่าการประเมินสุขภาวะของลูกหอยนางรมในการจากโรงเพาะฟัก เพื่อนำผลที่ได้มาปรับปรุงในการอนุบาลเพื่อจะได้ลูกหอยที่อัตรารอดและการเจริญเติบโตที่ดีพร้อมที่จะเคลื่อนย้ายไปเลี้ยงต่อในระยะต่อไปในบ่อกุ้งไม่มีการใช้ประโยชน์ในชุมชนเพื่ออนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟักที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร รวมถึงเพื่อเป็นการกระจายลูกหอยขนาด 5 มิลลิเมตร จากโรงเพาะฟัก สู่ชุมชน โดยเป็นการสร้างงาน สร้างอาชีพให้แก่ผู้ว่างงานในชุมชนรวมถึงไม่มีพื้นที่กระชังเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง จากนั้นเมื่อลูกหอยนางรมมีขนาด 4 เซนติเมตร จะกระจายลูกหอยนางรมในบ่อเลี้ยงกุ้งร้างให้แก่เกษตรผู้เลี้ยงหอยนางรมในพื้นที่ชายฝั่งในชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียงโดยมีการเพิ่มปริมาณอาหารที่เพิ่มสูงขึ้น 2-3 เท่าตัวแก่หอยนางรม เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูง เป็นผลให้สามารถที่จะผลิตลูกหอยได้ตลอดทั้งปี เป็นผลให้ลูกพันธุ์หอยสามารถกระจายออกสู่เกษตรกรได้ตลอดทั้งปี ลดการใช้ทรัพยากรลูกหอยนางรมจากธรรมชาติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างอาชีพและสร้างรายได้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชุมชนชายฝั่ง

1.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของแต่ละโครงการ เป็นหลักการวิเคราะห์ระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับ (Cost Benefit Analysis) ซึ่งเป็นการพิจารณาในส่วนประโยชน์ของโครงการว่าจะได้รับมากกว่าหรือน้อยกว่าเมื่อเทียบกับต้นทุนของโครงการ เพื่อเป็นเกณฑ์ที่จะใช้ในการพิจารณาหรือตัดสินใจว่าโครงการเหล่านั้นมีความคุ้มค่าที่จะการลงทุนหรือไม่ ช่วยให้การตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ประเมินโครงการต้องทำการประเมินต้นทุน (Costs) และผลประโยชน์ (Benefits) ที่ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วนำมาวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุน โดยเกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนมี 2 ประเภท ได้แก่ เกณฑ์แบบไม่ปรับค่าเวลาและเกณฑ์แบบปรับค่าเวลา

1.2.1 เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนแบบไม่ปรับค่าเวลา โดยการตัดสินใจรูปแบบนี้จะเป็นเกณฑ์ที่ไม่นำเวลาเข้ามาใช้เพื่อเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดมูลค่าของเงิน (Value of Money) ซึ่งจะส่งผลทำให้มูลค่าของเงินในอนาคต (Future value) จะมีค่าเท่ากับมูลค่าของเงินในปัจจุบัน (Present Value) เกณฑ์การตัดสินใจใน การลงทุนแบบไม่ปรับค่าเวลาประกอบด้วยเครื่องมือที่จะใช้ประเมิน ดังนี้

1) ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ (Payback Period: PB) คือ เครื่องมือในการประเมินทางเศรษฐศาสตร์ที่คำนวณโดยการหาจำนวนปีของการดำเนินการที่ทำให้ผลตอบแทนสุทธิในแต่ละปี (ทั้งหมด) มีค่ารวมเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรก (Initial Investment Cost) ซึ่งมีสูตรที่ใช้คำนวณดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิ}}$$

เกณฑ์ของระยะเวลาคืนทุน เป็นเกณฑ์ที่จะพิจารณาส่วนของระยะเวลาที่นำ ผลประโยชน์สุทธิจากการดำเนินงานหรือผลกำไรที่ได้รับในแต่ละปีมารวมกัน ซึ่งจะเป็นกำไรสุทธิหลังหักภาษี ดอกเบี้ยและค่าเสื่อม (EBITDA) ในการคำนวณจะกำหนดราคาของทรัพย์สินเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุน เริ่มแรกของโครงการ และทำการพิจารณาจำนวนปีที่ได้รับผลประโยชน์ของโครงการเพื่อเทียบความคุ้มกับค่าใช้จ่ายในการลงทุน ดังนั้น หากดำเนินงานแล้วผลประโยชน์คุ้มค่ากับจำนวนเงินที่ลงทุนที่ได้จ่ายไปในตอนแรก ได้รวดเร็วก็จะเป็นผลดีโดยตรงกับทางกิจการ เพราะความเสี่ยงจะน้อย เมื่อคืนทุนได้เร็วให้กับผู้ลงทุน ผู้ลงทุนก็จะสามารถนำเงินไปลงทุนในกิจการอื่นอีกได้ เกณฑ์การพิจารณาตัดสินโดยใช้ระยะเวลาคืนทุนนี้ เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในวงการธุรกิจหรือกรณีที่โครงการมีความเสี่ยงสูง

2) ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) เป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการคำนวณผลตอบแทนการลงทุนให้เป็นตัวเลขตัวเดียวที่มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ผู้ลงทุนและผู้ประเมินสามารถนำตัวเลขผลลัพธ์ในหลาย ๆ โครงการไปเปรียบเทียบกันเพื่อหาทางเลือก

การลงทุนที่ดีที่สุดได้ โครงการลงทุนที่น่าสนใจ ค่าผลตอบแทนจากการลงทุนต้องเป็นบวก แต่ยิ่งมากก็ไม่ได้แปลว่าจะดีเสมอไป เพราะต้องคำนึงถึงความเสี่ยงด้วยและปัจจัยทางเศรษฐกิจในส่วนอื่น ๆ มาประกอบด้วย การคำนวณหาผลตอบแทนการลงทุนเหมาะสำหรับเปรียบเทียบโอกาสการลงทุนในอนาคตและประเมินผลการลงทุนในอดีต ซึ่งมีสูตรที่ใช้คำนวณ ดังนี้

$$\text{ผลตอบแทนการลงทุน} = \frac{\text{ผลประโยชน์ที่ได้รับ - เงินทุนที่ลงทุนและต้นทุนอื่น}}{\text{เงินทุนที่ลงทุนและต้นทุน}}$$

โดยเกณฑ์การตัดสินใจเบื้องต้นคือตัวเลขที่ได้จากการคำนวณผลตอบแทนจากการลงทุนจะต้องเป็นบวก และในกรณีที่ติดลบจะหมายความว่าที่ทำการลงทุนไปไม่คุ้มค่า

1.2.2 เกณฑ์การตัดสินใจในการลงทุนแบบปรับค่าเวลา โดยเกณฑ์การตัดสินใจเพื่อการลงทุนแบบนี้ เป็นเกณฑ์ที่ให้ความสำคัญของปัจจัยเวลา เพื่อนำมากำหนดมูลค่าของเงิน (Value of Money) เนื่องจากมูลค่าของเงินมีความแตกต่างกันในแต่ละปีที่ดำเนินโครงการไป ดังนั้นผู้ลงทุนและประเมินโครงการจะต้องปรับมูลค่าของเงินเวลาในอนาคต (Future Value) ให้เท่ากับมูลค่าของเงินในปัจจุบัน (Present Value) ซึ่งคำนวณได้จากการหักลดมูลค่าของเงินที่เกิดขึ้นในอนาคตผ่านอัตราคิดลด (Discount Rate) หรืออัตราเงินเฟ้อ (Inflation Rate) เกณฑ์การตัดสินใจลักษณะนี้จะประกอบด้วย

1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ กระแสเงินสดที่คาดการณ์ว่าจะเกิดในการดำเนินโครงการ (Future Value) นำมาปรับให้เป็นมูลค่าเงินในปัจจุบัน (Present Value) เปรียบเทียบกับจำนวนเงินที่จะลงทุนก่อตั้งโครงการ เพื่อชี้ให้เห็นว่าโครงการนั้นจะให้ผลประโยชน์คุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ซึ่งมีสูตรที่ใช้คำนวณ ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - 1$$

กำหนดให้

CF_t = กระแสเงินสดของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราเงินเฟ้อ (Discount or Inflation Rate)

n = อายุของโครงการลงทุน

t = งวดเวลาของโครงการลงทุน

2) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio: BCR) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับรวมกับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวม ซึ่งมีสูตรที่ใช้คำนวณ ดังนี้

$$BCR = \sum_{t=0}^{n} \frac{B_t(1+r)^{-t}}{C_t(1+r)^{-t}}$$

กำหนดให้

B_t = ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t

C_t = ต้นทุนของโครงการในปีที่ t

r = อัตราคิดลดหรืออัตราเงินเฟ้อ (Discount or Inflation Rate)

n = อายุของโครงการลงทุน

t = งวดเวลาของโครงการลงทุน

หลักเกณฑ์สำหรับการตัดสินใจลงทุน คือ ควรลงทุนเมื่ออัตราส่วนผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับต่อต้นทุนของโครงการมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับหนึ่ง แสดงให้เห็นว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน และไม่ควรลงทุนเมื่ออัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง

3) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) คือ อัตราผลตอบแทนที่ได้รับจากการลงทุน ซึ่งเป็นอัตราคิดลด (Discount Rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์เท่ากับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน ซึ่งมีสูตรที่ใช้คำนวณ ดังนี้

$$BCR = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - 1 = 0$$

กำหนดให้

CF_t = กระแสเงินสดของโครงการในปีที่ t

IRR = อัตราผลตอบแทนภายใน

n = อายุของโครงการลงทุน

t = งวดเวลาของโครงการลงทุน

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจลงทุน คือ ถ้าอัตราผลตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าอัตราต้นทุนทางการเงินหรืออัตราค่าเสียโอกาสของเงินทุน ซึ่งอาจแสดงอยู่ในรูปแบบของดอกเบี้ยเงินกู้ของสถาบันการเงิน หรืออาจไปเทียบกับอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ธุรกิจยอมรับได้หรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะยาวตามที่กฎหมายกำหนด อันได้แก่ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล เป็นต้น ก็จะแสดงว่าโครงการมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่จะการลงทุน แต่ถ้าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าน้อยกว่าอัตราต้นทุนทางการเงินหรืออัตราค่าเสียโอกาสของเงินทุนก็หมายถึงโครงการไม่มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุน

1.3 การศึกษาด้านต้นทุน กำไร ในการเลี้ยงหอยนางรม

พวงรัตน์ (2508) ศึกษาสภาพการเลี้ยงหอยนางรมในตำบลแสนสุขและตำบลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี เพื่อศึกษาวิธีการเลี้ยงหอยนางรม แหล่งจำหน่ายในการส่งเสริมการเลี้ยงหอยนางรม เพื่อศึกษาอุปสรรคและปัญหาในการเลี้ยงหอยนางรมและเพื่อศึกษาศึกษาทัศนคติและความคิดเห็นของผู้เลี้ยงหอยนางรม ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่บริเวณศึกษานั้นเป็นพื้นที่หลักในการเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดชลบุรี ส่วนด้านแหล่งตลาดนั้นผู้ประกอบอาชีพประมงเพาะเลี้ยงหอยนางรมไม่พบกับปัญหาทางการตลาด เนื่องจากมีแหล่งจำหน่ายและมีความต้องการของผู้บริโภคสูง ปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงหอยนางรม คือด้านเศรษฐกิจติดปัญหาเรื่องเงินทุน ส่วนผลกระทบทางทรัพยากรธรรมชาตินั้นได้รับผลกระทบ คือน้ำจืดลงท่วมแหล่งเลี้ยง ศัตรูรบกวน น้ำเสีย โคลนทับถมและความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทางด้านความคิดเห็นชาวประมงต้องการคำแนะนำ ในการเลี้ยงและเงินทุน

ยุพา ผลวิจิตร (2530) รายงานต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหอยนางรมแบบแท่งปูน แบบร้าน และแบบแขวน บริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย ประกอบด้วย จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรีและตราด พบว่าต้นทุนการเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนมีต้นทุนต่ำที่สุด เท่ากับ 5,195.50 บาทต่อไร่ ในขณะที่การเลี้ยงแบบแท่งปูน และแบบร้านมีต้นทุนเท่ากับ 128,856.70 และ 225,980.00 บาทต่อไร่ จุดคุ้มทุนต่อการเลี้ยงหอยนางรมแบบแท่งปูน แบบร้าน และแบบแขวน ต้องได้ผลผลิตเท่ากับ 13,706.24, 1,764.90 และ 45.05 กิโลกรัม ปัญหาที่พบในการเลี้ยงหอยนางรม คือปัญหาเรื่องพันธุ์หอย เงินลงทุน ตลอดจนปัญหาด้านการตลาดและการขาดแคลนวัสดุบางอย่างที่ใช้ประกอบในการเลี้ยง

รัตนาวรรณ และผานิตย์ (2546) ได้ทำการศึกษาด้านการตลาดหอยนางรมในจังหวัดชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อศึกษาการดำเนินการผลิตหอยนางรม ระบบการตลาดหอยนางรมในจังหวัดชลบุรี รวมถึงปัญหาและอุปสรรคในการผลิตและการตลาดหอยนางรม ศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องและนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ ผลการศึกษาพบว่าทางด้านการตลาดของการผลิตหอยนางรมในจังหวัดชลบุรีนั้นยังไม่มีการจัดระบบการตลาดของฟาร์มหอยนางรมที่ดีทั้งระบบการขนส่งและและระบบการขาย แต่ความต้องการในการบริโภคยังคงมีอยู่จึงไม่เป็นปัญหาทางด้านการตลาด ส่วนปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงหอยนางรมนั้นประสบปัญหาน้ำเสีย น้ำกร่อย ขโมย ค่าจ้างแรงงานและราคาพันธุ์หอย ดังนั้นสรุปได้ว่าเกษตรกรและผู้ค้าส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาด้านการตลาดแต่ปัญหาที่พบคือ ราคาขายหอยต่ำและคุณภาพหอยไม่ดี

สาโรธ (2550) ศึกษารูปแบบการเลี้ยงหอยนางรมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ปัจจุบันมีการเลี้ยงมากในพื้นที่อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอเมือง อำเภอไชยา แต่มีการเลี้ยงมากที่สุดในอำเภอกาญจนดิษฐ์ บริเวณปากคลองท่าทองอุเทน ปากคลองบ้านปากกะแดะ ปัญหาการเพาะเลี้ยงคือ เรื่องของมลภาวะ การตลาด ขโมย หอยนางรมที่นิยมเลี้ยงคือหอยนางรมพันธุ์เล็กกับหอยนางรมพันธุ์ใหญ่ โดยมีรูปแบบเพาะเลี้ยงหลายรูปแบบ แต่ที่นิยมเลี้ยงคือ การเลี้ยงโดยใช้หลอดปูนปล่องขนาดเล็กและเสาปูน ซึ่งพบว่าประสบปัญหาในการเลี้ยงหอยนางรมอย่างมาก เช่นปัญหามลภาวะจากแหล่งน้ำเสีย ปัญหาจากการเลี้ยงหอยแครงร่วมด้วยแล้วเกิดตะกอนโคลน จึงมีการเสนอแนวทางออกที่เป็นการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืน

โดยกลุ่มเกษตรกรต้องมีการรวมกลุ่มและบริการจัดการแบบมีส่วนร่วม หน่วยงานภาครัฐส่งเสริมทางวิชาการและด้านการตลาด รวมถึงความมีการส่งเสริมเรื่องการอนุรักษ์

นเรศ นิภากรพันธ์ (2556) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตหอยนางรม กรณีศึกษาเกษตรกร ในเขตอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี รวมถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตหอยนางรมของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 ราย ผลการศึกษา พบว่า การผลิตหอยนางรมของเกษตรกรมีต้นทุนเฉลี่ย 1,704.70 บาท/ไร่ และรายได้เฉลี่ย 1,716.18 บาท/ไร่ โดยอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1.01 แสดงว่า รายได้ที่ผู้ผลิตหอยนางรมได้รับนั้นมากกว่าต้นทุนการผลิตหอยนางรม ดังนั้นการผลิตหอยนางรมของเกษตรกรจึงเหมาะสมต่อการลงทุน โดยพบว่า ปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตและต้นทุนการผลิตหอยนางรมของเกษตรกร ได้แก่ ปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนที่มีจำนวนมากทำให้น้ำทะเลมีความเค็มลดลงส่งผลให้หอยนางรมตาย คิดเป็นร้อยละ 37.96 ของต้นทุนการผลิต การปล่อยน้ำเสียจากบ่อกุ้งและโรงงานอุตสาหกรรมลงสู่ทะเล คิดเป็นร้อยละ 52.06 ของต้นทุนการผลิต และการลักขโมยหอยนางรม คิดเป็นร้อยละ 9.98 ของต้นทุนการผลิต

กรมประมง (2564) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหอยทะเลอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเกษตรกรมีการเลี้ยงด้วย 3 รูปแบบ คือ แบบปักหลักแท่งซีเมนต์ แบบปักหลักวงท่อซีเมนต์และแบบแขวน พบว่า 1) ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงหอยนางรมแบบปักหลักแท่งซีเมนต์ ประกอบด้วย ต้นทุนการเลี้ยงเฉลี่ย 90,278.37 บาท/ไร่/ปี หรือ 46.88 บาท/กก. โดยเป็นต้นทุนคงที่ 8,961.22 บาท/ไร่/ปี (ร้อยละ 9.93) และต้นทุนผันแปร 81,317.15 บาท/ไร่/ปี (ร้อยละ 90.07) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสื่อมอุปกรณ์ล่อและเลี้ยงหอย (ร้อยละ 5.91) ค่าเสื่อมไม้ไผ่ล้อมแปลงหอย (ร้อยละ 2.35) ค่าเสื่อมที่เฝ้าทรัพย์สิน (ร้อยละ 0.74) ค่าเสื่อมเรือและเครื่องยนต์ (ร้อยละ 0.45) ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (ร้อยละ 0.44) และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (ร้อยละ 0.03) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงานดูแลและเก็บผลผลิต (ร้อยละ 75.98) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (ร้อยละ 4.63) ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ล่อและเลี้ยงหอย (ร้อยละ 1.77) ค่าซ่อมแซมไม้ไผ่ล้อมแปลงหอย (ร้อยละ 1.74) ค่าซ่อมแซมที่เฝ้าทรัพย์สิน (ร้อยละ 0.42) ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เก็บเกี่ยวผลผลิต (ร้อยละ 1.03) ค่าซ่อมแซมเรือและ เครื่องยนต์ (ร้อยละ 0.65) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าอาหารและน้ำ ค่าไฟฉาย (ร้อยละ 3.59) และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (ร้อยละ 0.27) 2) ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงหอยนางรมแบบปักหลักวงท่อซีเมนต์ พบว่า การเลี้ยงหอยนางรมแบบปักหลักวงท่อซีเมนต์มีต้นทุนการเลี้ยงเฉลี่ย 63,986.70 บาท/ไร่/ปี หรือ 50.36 บาท/กก. โดยเป็นต้นทุนคงที่ 14,868.02 บาท/ไร่/ปี (ร้อยละ 23.24) และต้นทุนผันแปร 49,118.68 บาท/ไร่/ปี (ร้อยละ 76.76) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสื่อมอุปกรณ์ล่อและเลี้ยงหอย (ร้อยละ 17.58) ค่าเสื่อมไม้ไผ่ล้อมแปลงหอย (ร้อยละ 3.36) ค่าเสื่อมที่เฝ้าทรัพย์สิน (ร้อยละ 1.04) ค่าเสื่อมเรือและเครื่องยนต์ (ร้อยละ 0.55) ค่าธรรมเนียม ใบอนุญาต (ร้อยละ 0.63) และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (ร้อยละ 0.07) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงานดูแลและเก็บผลผลิต (ร้อยละ 55.04) ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง (ร้อยละ 8.31) ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์ล่อและเลี้ยงหอย (ร้อยละ 2.84) ค่าซ่อมแซมไม้ไผ่ล้อมแปลงหอย (ร้อยละ 2.39) ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เก็บ

เกี่ยวผลผลิต (ร้อยละ 1.45) ค่าซ่อมแซมเรือและเครื่องยนต์ (ร้อยละ 0.65) ค่าซ่อมแซม ที่เฝ้าทรัพย์สิน (ร้อยละ 0.59) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าอาหารและน้ำ ค่าไฟฉาย (ร้อยละ 5.26) และค่าเสียโอกาส เงินลงทุน (ร้อยละ 0.23) และ 3) ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวน พบว่า การเลี้ยงหอยนางรมแบบแขวนมีต้นทุนการเลี้ยงเฉลี่ย 139,035.84 บาท/ไร่/ปี หรือ 82.03 บาท/กก. โดยเป็นต้นทุนคงที่ 10,578.08 บาท/ไร่/ปี (ร้อยละ 7.61) และต้นทุนผันแปร 128,457.76 บาท/ไร่/ปี (ร้อยละ 92.39) ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสื่อมอุปกรณ์เลี้ยงหอย (ร้อยละ 4.77) ค่าเสื่อมไม้ไผ่ล้อมแปลงหอย (ร้อยละ 1.66) ค่าเสื่อมที่เฝ้าทรัพย์สิน (ร้อยละ 0.48) ค่าเสื่อมเรือและเครื่องยนต์ (ร้อยละ 0.39) ค่าธรรมเนียมใบอนุญาต (ร้อยละ 0.29) และค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (ร้อยละ 0.02) ต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าแรงงาน (ร้อยละ 59.52) ค่าพันธุ์หอย (ร้อยละ 21.04) ค่าน้ำมัน เชื้อเพลิง (ร้อยละ 3.88) ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์เลี้ยงหอย (ร้อยละ 2.76) ค่าซ่อมแซมไม้ไผ่ล้อมแปลงหอย (ร้อยละ 1.08) ค่าซ่อมแซมเรือและเครื่องยนต์ (ร้อยละ 0.69) ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เก็บเกี่ยวผลผลิต (ร้อยละ 0.51) ค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่น ค่าอาหารและน้ำ ค่าไฟฉาย (ร้อยละ 2.37) ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน (ร้อยละ 0.28) และ ค่าซ่อมแซมที่เฝ้าทรัพย์สิน (ร้อยละ 0.27)

Muktichard et al. (2020) ทำการศึกษาช่องทางการตลาดและความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุนเลี้ยงหอยนางรม อำเภอ กาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากกลุ่มตัวอย่าง คือ เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยนางรมด้วยวิธีผูกกับหลอดซีเมนต์ พื้นที่เลี้ยง 10 ไร่ จำนวน 45 ราย โดยใช้แบบสอบถาม โดยใช้การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของการลงทุน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) การทดสอบค่าความแปรเปลี่ยน (Switching Value Test) ในการศึกษาช่องทางการตลาด พบว่า มีลักษณะการจำหน่ายหอยนางรมทั้งเปลือก รูปแบบช่องทางการตลาดเป็นแบบทางอ้อม และเกษตรกรให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกคนกลางทางการตลาดที่มีความคุ้นเคยสำหรับการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินมี 2 กรณี คือ 1) ใช้เงินทุนตนเองใช้อัตราคิดลด 4.50% ต่อปี เมื่อสิ้นสุดอายุโครงการ 10 ปี พบว่า NPV เท่ากับ 719,076.62 บาท B/C Ratio เท่ากับ 1.575 และ IRR เท่ากับ19.70% 2) ใช้เงินกู้ใช้อัตราคิดลด 6.75% เมื่อสิ้นสุดอายุโครงการ 10 ปี พบว่า NPV เท่ากับ 522,570.66 บาท B/C Ratio เท่ากับ 1.511 และ IRR เท่ากับ 16.39% การลงทุนเลี้ยงหอยนางรมมีความเหมาะสมและคุ้มค่าในการลงทุนทั้งสองกรณี จากการประเมินความเสี่ยงและความไม่แน่นอนที่จะเกิดขึ้นกับการลงทุน พบว่า 1) ใช้เงินทุนตนเอง ผลตอบแทนในการลงทุนลดลงได้ไม่เกิน 40.98% ผลการวิเคราะห์ค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุน พบว่า เพิ่มขึ้นได้ไม่เกิน 64.55% หากต้นทุนที่ได้เพิ่มขึ้นกว่าค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนจะทำให้ขาดทุนจากการลงทุน 2) ใช้เงินกู้ทั้งหมด พบว่าลดลงได้ไม่เกิน 33.80% โดยที่ต้นทุนเพิ่มขึ้นได้ไม่เกิน 51.06% หากต้นทุนที่ได้เพิ่มขึ้นกว่าค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนจะทำให้ขาดทุนจาการลงทุน

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 ศึกษาพัฒนาการและประเมินสุขภาวะของลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก

2.1.1 การเก็บตัวอย่างและศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยาภายนอกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก

ตัวอย่างหอยนางรมพ่อแม่พันธุ์จะถูกเลี้ยงภายใต้ระบบมาตรฐานการเพาะเลี้ยงแบบน้ำหมุนเวียนระบบกรองน้ำ ณ โรงเพาะเลี้ยงหอย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จะนำมาเตรียมขุนและทำการปฏิสนธิจากพ่อแม่พันธุ์ ก่อนนำมาฟักในถังพลาสติกที่มีน้ำผ่านระบบกรองและระบบยูวี ในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการสุ่มตัวอย่างในระยะ Trochophore, D-shape, early umbo, umbo, eye-spot, settlement, spat และ sub-juvenile แต่ละครั้งสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 100-300 ตัว ทำการสลบด้วยวิธีการแช่น้ำแข็ง (Wilson et al., 2009) และนำมาศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Olympus SZX-A, Japan) เพื่อประเมินโครงสร้าง ตำแหน่งและองค์ประกอบของอวัยวะต่างๆ พร้อมสังเกตุโครงสร้างผิดปกติหรือการปรากฏปรสิตภายนอก หลังจากนั้นจะแบ่งตัวอย่างในแต่ละระยะเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 50-150 ตัว คือ กลุ่มแรกนำไปเก็บรักษาสภาพในน้ำยาเดวิดสัน (Davidson s fixative) เป็นเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ และกลุ่มที่สองนำมาเก็บในน้ำยา 2.5% Glutaraldehyde ในบัฟเฟอร์ pH 7.4 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.1.2 การศึกษาทางมิญชวิทยา

นำตัวอย่างหอยนางรมจากกลุ่มที่หนึ่งในแต่ละระยะมาผ่านกระบวนทางเนื้อเยื่อวิทยามาตรฐาน (Suvarna et al., 2013; Presnell and Schreibman, 1997) นำบล็อกพาราฟินมาตัดที่ความหนา 4 µm ด้วย microtome (Leica®, Wetzlar, Germany) และย้อมด้วย hematoxylin และ eosin (H&E) ของ Harris นำสไลด์เนื้อเยื่อมาพิจารณาโครงสร้างและพัฒนาของอวัยวะต่างๆ ของหอยนางรม

2.1.3 การศึกษาโครงสร้างละเอียด

นำตัวอย่างหอยนางรมจากกลุ่มที่สอง นำมาแช่ต่อใน 2 % Osmium tetroxide (OsO_4) และมาผ่านกระบวนการมาตรฐานทางจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน และฝังชิ้นเนื้อใน Epon 812 จากนั้นนำมาตัดบาง(ultrathin section) โดยใช้เครื่อง Ultramicrotome ด้วย และนำมาวิเคราะห์พัฒนาการของอวัยวะของหอยนางรมภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM)

2.1.4 การศึกษาการตายของเซลล์ (Apoptosis) ด้วยวิธี Terminal deoxynucleotidyl transferase (TdT) dUTP Nick-End Labeling (TUNEL) assay

นำสไลด์จากเทคนิคมิญชวิทยามาศึกษาการตายของเซลล์ (Apoptosis) ด้วย TUNEL Assay Kit - HRP-DAB (ab206386 บริษัท abcam, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยทำการดึงน้ำเข้าชิ้นเนื้อด้วยเอทานอลจากระดับความเข้มข้นสูงไปหาต่ำ และทำการล้างด้วย 1xTris buffered saline pH 7.6 (1xTBS)

หลังจากนั้นหยดสารละลาย Proteinase K ปริมาณ 100 ไมโครลิตรต่อตัวอย่าง หลังจากนั้นยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ endogenous peroxidases ด้วยการหยด 3% Hydrogen peroxide (H_2O_2) นำสไลด์เนื้อเยื่อมาทำการบ่มด้วย terminal deoxynucleotidyl transferase (rTdT) ที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 90 นาที จากนั้นยุติปฏิกิริยาการติดฉลาก ด้วยการหยด Stop Buffer 100 ไมโครลิตรต่อตัวอย่าง ทิ้งไว้นาน 5 นาที ล้างด้วย 1xTBS ก่อนหยด Blocking Buffer 100 ไมโครลิตรต่อตัวอย่าง บ่มไว้นาน 10 นาที ตามด้วยหยด horseradish peroxidase (HRP) ลงบนสไลด์และบ่มไว้นาน 30 นาที หลังจากนั้นย้อมสไลด์ด้วย diamino benzidine system (DAB) ตามด้วยสี Methyl Green Counterstain ก่อนล้างด้วยเอทานอล ไซลีน และปิดด้วยแผ่นแก้วบาง หลังจากนั้นทำการศึกษา Apoptosis cells ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

2.2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาทางมิญชวิทยาและโครงสร้างละเอียดต่อการเพาะและอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก

2.2.1 การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์

นำผลการศึกษาจากข้อ 2.1.1-2.1.3 มาปรับปรุงและพัฒนาเพื่อการอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก โดยนำพ่อแม่พันธุ์ทำการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ด้วยอาหารที่แตกต่างกันพร้อมด้วยใช้สาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) เป็นอาหารทดแทนสาหร่ายเซลล์เดียวในการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในครั้งนี้ สามารถวางแผนการทดลองได้ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 แพลงก์ตอนพืช 100% (*Tetraselmis suecica.* และ *Chaetoceros calcitrane*)

ชุดการทดลองที่ 2 แพลงก์ตอนพืช 75% (*Tetraselmis suecica.* และ *Chaetoceros calcitrane*) + *Porphyra* sp. 25%

ชุดการทดลองที่ 3 แพลงก์ตอนพืช 50% (*Tetraselmis suecica.* และ *Chaetoceros calcitrane*) + *Porphyra* sp. 50%

ดำเนินการปรับสภาพเป็นระยะเวลา 1 เดือน ภายใต้การเลี้ยงในโรงเพาะฟัก ดำเนินการเก็บข้อมูลการรอดตายและดัชนีความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์ ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในกระบะทดลองสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยวัดค่าความเค็มในน้ำโดย Salinity Meter วัดค่าออกซิเจนในละลายน้ำโดย ชุดทดสอบ DO Test kit วัดค่าแอมโมเนีย โดยการใช้ชุดทดสอบ Ammonia Test kit วัดค่าไนไตรท์โดยชุดทดสอบ Nitrite test kit วัดค่าแอลคาไลน์ โดยใช้ชุดทดสอบ Alkalinity Test Kit และทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกวัน

ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ

การศึกษาค่าความสมบูรณ์เพศ จะนำตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมมาทำการผ่า เก็บตัวอย่างเนื้อสด และอวัยวะเพศของหอยนางรม เก็บข้อมูล 2 สัปดาห์ ทำการทดลองเลี้ยง 4 สัปดาห์ เพื่อนำมาศึกษาค่าความสมบูรณ์เพศ

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์จากการปรับสภาพพ่อแม่พันธ์ต่อการเพาะและอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก

นำผลการศึกษาจากข้อ 2.2.1 ดำเนินการกระตุ้นให้มีการปล่อยเซลล์สืบพันธ์เพื่อการอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก โดยนำพ่อแม่พันธุ์มาทำการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ โดยถาดกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ด้วยระบบควบคุมอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำ มีทางปล่อยน้ำออกสำหรับปล่อยน้ำทิ้งเมื่อต้องการเปลี่ยนน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันเข้าไปทดแทน ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้กันจะอยู่ในช่วง 3-5 องศาเซลเซียส ในช่วงการกระตุ้นเซลล์สืบพันธุ์จะมีการปล่อยน้ำเย็นลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นจะมีการเติมสาหร่ายเซลล์เดียวลงไปเพื่อกระตุ้นให้หอยเปิดปากและเริ่มมีการกรองน้ำเกิดขึ้น หลังจากนั้นประมาณ 30-40 นาที จะปล่อยน้ำออกและแทนที่ด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นพร้อมกับมีการเติมสาหร่ายเซลล์เดียวลงเพื่อไปกระตุ้นการเปิดเปลือกอีกครั้ง หากหอยไม่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์เกิดขึ้น สามารถทำซ้ำตามวิธีการและระยะเวลาตามที่ได้กล่าวข้างต้น โดยจำนวนรอบของการทำซ้ำเพื่อกระตุ้นให้เกิดการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์จะขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของเซลล์สืบพันธุ์ หากพ่อแม่พันธุ์มีเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะสมบูรณ์เต็มที่อาจใช้ระยะเวลาสั้นสำหรับการกระตุ้นการปล่อยไข่และสเปิร์ม แต่หากพ่อแม่พันธุ์ไม่มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วง 2-3 ชั่วโมง ก็จะนำกลับไปปรับสภาพอีกเป็นระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ ภายหลังการกระตุ้นหากเพศผู้มีการปล่อยสเปิร์มและเพศเมียมีการปล่อยไข่ จำเป็นต้องย้ายออกจากถังกระตุ้นมาวางในภาชนะที่มีน้ำทะเลสะอาด เพื่อป้องกันไข่ไม่ให้ถูกผสมโดยสเปิร์มหลายตัว (polyspermy) นำไข่กรองผ่านผ้ากรองขนาด 90 ไมครอน เพื่อขจัดเอาของเสียจากสิ่งขับถ่ายออกไปก่อนโดยวางผ้ากรองให้อยู่ใต้ระดับผิวน้ำในถังที่รองรับ ส่วนเพศผู้เมื่อนำพ่อพันธุ์ออกก็นำไปกรองผ่านผ้ากรองขนาด 30 ไมครอน แล้วนำน้ำเชื้อที่ได้จากหลายๆ ตัวมาผสมกันก่อนนำไปผสมกับไข่ การผสมไข่กับน้ำเชื้อกระทำโดยนำน้ำเชื้อผสมลงในภาชนะที่บรรจุไข่ ปริมาณน้ำเชื้อที่ใส่ต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสม สังเกตโดยการส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ให้มีสเปิร์มวิ่งรอบไข่ 1 ฟองที่ประมาณ 8-12 ตัว หลังจากการผสมแล้วทิ้งไว้ประมาณ 15 นาที นำไข่ที่ได้รับการผสมกรองผ่านผ้ากรองขนาดช่องตา 90 ไมครอนเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกอีกครั้ง ไข่จะหลุดลอดผ้ากรองแต่จะค้างอยู่บนผ้ากรองขนาดช่องตา 30 ไมครอนที่รองรับไว้ด้านล่างซึ่งจะสามารถล้างสเปิร์มส่วนเกินออกเพื่อป้องกันไม่ให้ไข่มีการผสมโดยสเปิร์มหลายตัว ไข่ที่ได้จะล้างด้วยน้ำทะเลที่ผ่านการกรองและฆ่าเชื้อ ไข่หอยนางรมที่ปฏิสนธิแล้วจะพัฒนาเป็นคัพภะ จากนั้นจะนำมาเลี้ยงในถังอนุบาลตามวิธีการของ สุวัจน์ ธัญรส (2558) ใช้ระยะเวลาในการอนุบาล 16-25 วัน ลูกหอยจะเริ่มต้นพฤติกรรมการหาวัสดุลงเกาะเพื่อเตรียมลงเกาะและเริ่มกระบวนการเมตามอฟอร์ซิส จะสามารถสังเกตได้จากการเกิดจุดตา 1 คู่ เกิดจากกลุ่มเม็ดสีสีดำอยู่บนเปลือกทั้งสองข้างตรงกับต่อมย่อย

อาหาร เรียกว่า ระยะ eye larvae หลังจากนี้ภายใน 1-2 วัน ลูกหอยจะมีการพัฒนาในส่วนของเท้า ปลายของเท้าจะมีซีเลีย และเป็นอวัยวะรับความรู้สึก ซึ่งช่วยในการหาวัสดุลงเกาะ เมื่อลูกหอยสามารถหาวัสดุลงเกาะที่เหมาะสมแล้วก็จะสร้างซีเมนต์จากต่อมซีเมนต์ (cement gland) เพื่อใช้ในการยึดเกาะ ลูกหอยในระยะนี้อาจเรียกว่าระยะ pediveliger ต้องนำไปเกาะในระบบลงเกาะ

ตลอดระยะเวลาการดำเนินการจะทำการเก็บตัวอย่างตลอดช่วงของการเพาะพันธุ์และอนุบาลจะทำการเก็บข้อมูล ได้แก่ อัตราการผสมติด (Fertilization rate) ตัวอ่อนระยะตัวดีที่ปกติและผิดปกติ (Normal and abnormal D-larvae) อัตราการรอดของลูกหอยในระยะอัมโบ (Umbo) และระยะมีจุดตา (Eyed larvae) รวมถึงอัตราการลงเกาะ (Settlement rate) รวมถึงปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอด นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าการเจริญเติบโต ค่าดัชนีความสมบูรณ์ อัตราการรอดตาย ความดกของไข่ และอัตราการฟักไข่ ทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดการทดลอง ด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทน

1) ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี เกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทนจากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทน

2) สร้างแบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการ วิจัย เพื่อให้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์

3) นำแบบบันทึกต้นทุนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบแบบบันทึกที่ได้มาปรับปรุง เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

5) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ประกอบด้วย

ต้นทุนรวม

อัตรากำไรขั้นต้น

จุดคุ้มทุน

ระยะเวลาคืนทุน

บทที่ 3 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาพัฒนาการและประเมินสุขภาวะของลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก

จากการพิจารณาสัณฐานวิทยาภายนอกและภายใน ตลอดจนจุลกายวิภาคโดยรวมตามภาพตัดตามยาว พบการจัดเรียงด้วยหลายอวัยวะ อาทิ เหงือก เมนเทิล อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ กระเพาะอาหาร และต่อมย่อยอาหาร (ภาพที่ 3.1) สามารถแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

เหงือก

ลักษณะทางจุลกายวิภาคของเหงือกในหอยนางรม พบโครงสร้างแบบ V-shaped demi-branches ที่มีการแยกออกมาจาก central axis โดยพบแผ่นเหงือก (gill filament) ที่ยื่นออกมาจากบริเวณแกนเหงือก ซึ่งบุด้วยเยื่อบุผิวที่มีซิเลียอยู่ด้านบนและมีการแทรกตัวของเซลล์สร้างเมือก (ภาพที่ 3.2) แต่ละแผ่นเหงือก 2 แถว แบ่งออกได้ 3 ตำแหน่ง ได้แก่ frontal intermediate and abfrontal zones (ภาพที่ 3.1-B) บริเวณปลายยอดสุดของซี่เหงือก (frontal zone) พบซิเลียซึ่งประกอบด้วยเซลล์ส่วนหน้า นิวเคลียสมีรูปไข่และซิเลียสั้น (ภาพที่ 3.1-C) ถัดมาเป็นบริเวณตรงกลาง (intermediate zone) บริเวณนี้ปกคลุมไปด้วย ciliated nonciliated และนิวเคลียสมีรูปร่างแบน และบริเวณฐานของ abfrontal zone ประกอบด้วยหลอดเลือด hemolymph ในช่องว่าง interlamellar ที่มีเซลล์ซิเลีย (ภาพที่ 3.1-C) แต่ไม่พบการตายของเซลล์ในเหงือก ทั้งนี้ยืนยันได้อย่างชัดเจนในระดับโครงสร้างละเอียดที่พบว่าการจัดเรียงตัวของเซลล์บุผิวที่มีซิเลียและไมโครวิลไลอย่างชัดเจน และภายในไซโทพลาซึมมีการกระจายตัวของไมโทคอนเดรียและเอนโดพลาสมิกเรติคิวลัมจำนวนมาก (ภาพที่ 3.2 D-E)

กระเพาะอาหาร

กระเพาะอาหารของหอยนางรม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ เยื่อบุกระเพาะอาหารตอนต้น (gastric shield region) the sorting area และ the style sac region โดยลักษณะทางเนื้อเยื่อวิทยาแสดงให้เห็นว่าเยื่อบุกระเพาะอาหารแบบเยื่อบุทรงสูงต่างกันที่มีซิเลียอยู่ด้านบน และรองรับด้วย lamina propria ตอนต้น ประกอบด้วยเยื่อบุผิวและลามินาโพรเปีย (lamina propria) (ภาพที่ 3.3-A) ไม่พบการแทรกหรือการปรากฏของเชื้อรา (ภาพที่ 3.3-B) แต่พบเซลล์ติดสีน้ำตาลหรือ brown cell กระจายตัวในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน มีรูปร่างกลมหรือรี และไซโทพลาซึมมีแกรนูลติดสีน้ำตาลขนาดเล็ก (ภาพที่ 3.3-C) ทั้งนี้เมื่อใช้เทคนิค TUNEL ก็ไม่พบการตายของเซลล์ (ภาพที่ 3.3-D)

ต่อมย่อยอาหาร

ต่อมย่อยอาหารเป็นอวัยวะที่พบได้อย่างชัดเจนและวางตัวใกล้กับทางเดินอาหาร มีลักษณะเป็นถุงปลายตัน blind-ending tubules พบท่อแบบ primary และ secondary ducts ลักษณะทางจุลกายวิภาคของเซลล์ย่อยอาหารในหอยนางรม แสดงให้เห็นเซลล์ที่มีรูปร่างแบบทรงกลม ประกอบด้วยเซลล์ย่อยอาหาร (digestive cell) มีลักษณะเป็นเซลล์ทรงสูง พบนิวเคลียสที่บริเวณฐานของเซลล์ ไซโทพลาซึมติดสีฮีมาทอกไซลินเข้ม (ภาพที่ 3.3-E) แต่ไม่พบการตายชองเซลล์ (ภาพที่ 3.3-F)

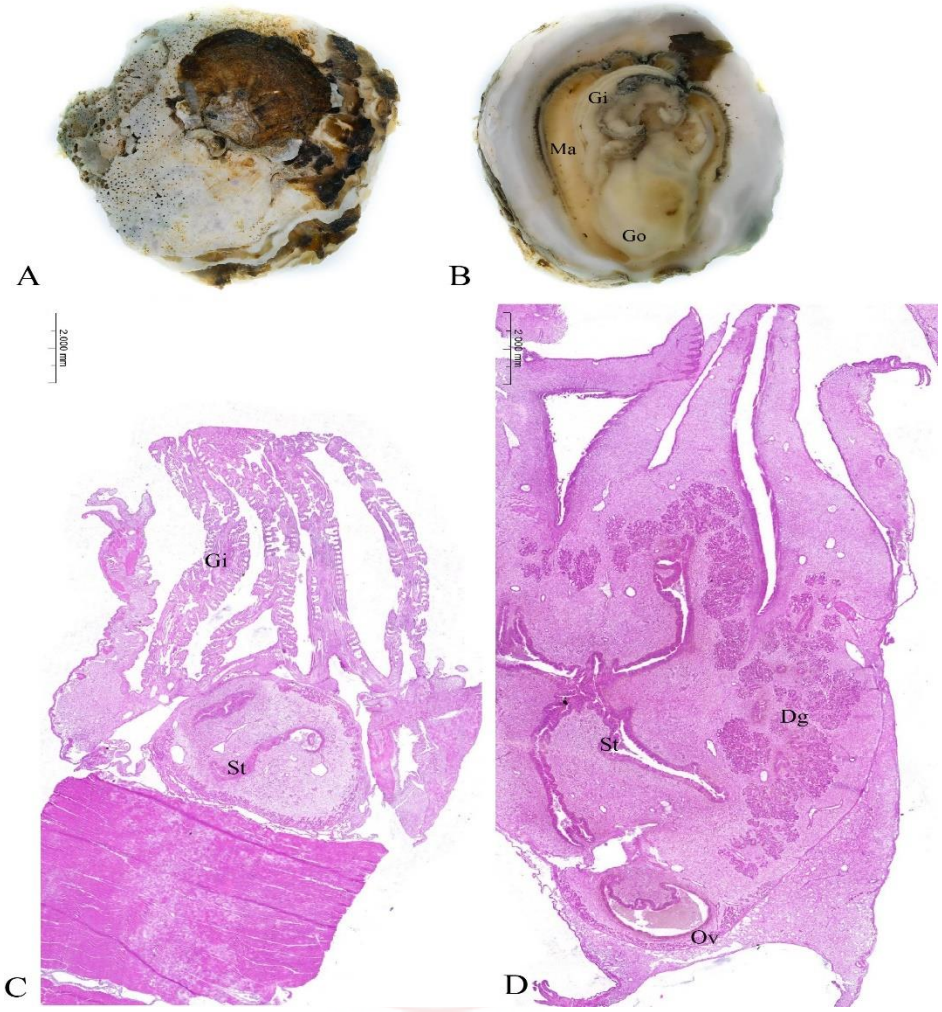
อวัยวะสืบพันธุ์

กระบวนการแบ่งตัวของเซลล์อวัยวะสืบพันธุ์ มีการกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ประกอบไปด้วย อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย โดยโครงสร้างอัณฑะของเพศผู้มีกระบวนการสร้างสเปิร์มเกิดขึ้นภายในท่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตของเซลล์สืบพันธุ์ในระยะต่าง ๆ ประกอบด้วยสเปอร์มาโทโกเนียม (Spermatogonium) สเปอร์มาโทไซต์ (Spermatocytes) สเปอร์มาทิด (Spermatid) และสเปอร์มาโทซัว (Spermatozoa) หรือเรียกว่า อสุจิ เซลล์มีขนาดเล็ก สังเกตเห็นนิวเคลียสมีขนาดเล็กติดสีม่วงเข้มของฮีมาท็อกไซลีน แต่จำแนกโครงสร้างหางอสุจิได้ยาก (ภาพที่ 3.4-A) เมื่อพิจารณาโครงสร้างอสุจิพบว่าประกอบด้วย 3 ส่วน คือ หัว ส่วนกลาง และหาง (ภาพที่ 3.4-B) และกำลังขยายสูงแสดงโครงสร้างของส่วนหัวประกอบด้วย acrosome axial rod และนิวเคลียส ต่างจากส่วนกลางมีการจัดเรียงของ proximal centriole และ distal centriole ล้อมรอบด้วยไมโทรคอนเดรีย (ภาพที่ 3.4-C-D)

โครงสร้างรังไข่ของเพศเมียมีที่ถุง follicle เป็นจำนวนมากและภายในประกอบด้วยการพัฒนาของเซลล์ไข่ (ภาพที่ 3.5-A) แบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะเซลล์ไข่อ่อน (Immature oocyte) มีรูปร่างกลม นิวเคลียสมีรูปร่างแบบกลมหรือรี และล้อมรอบด้วยไซโทพลาซึมติดสีม่วงเข้ม (ภาพที่ 3.5-A) แต่ไม่พบการตายของเซลล์ระยะนี้ (ภาพที่ 3.5-B) และถัดมาเป็นระยะไข่สุก (Mature oocyte) มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น นิวเคลียสขนาดใหญ่มีรูปร่างหลายเหลี่ยม มีนิวคลีโอลัส 1 อัน และภายในมีไข่แดงและไขมันเป็นจำนวนมาก ร่วมกับการกระจายของไมโทคอนเดรียอย่างชัดเจน (ภาพที่ 3.5-C-D) ทั้งนี้เซลล์ไข่ระยะนี้ล้อมรอบด้วยชั้นเซลล์ฟอลลิคูล่าแบบชั้นเดียว (ภาพที่ 3.5-E)

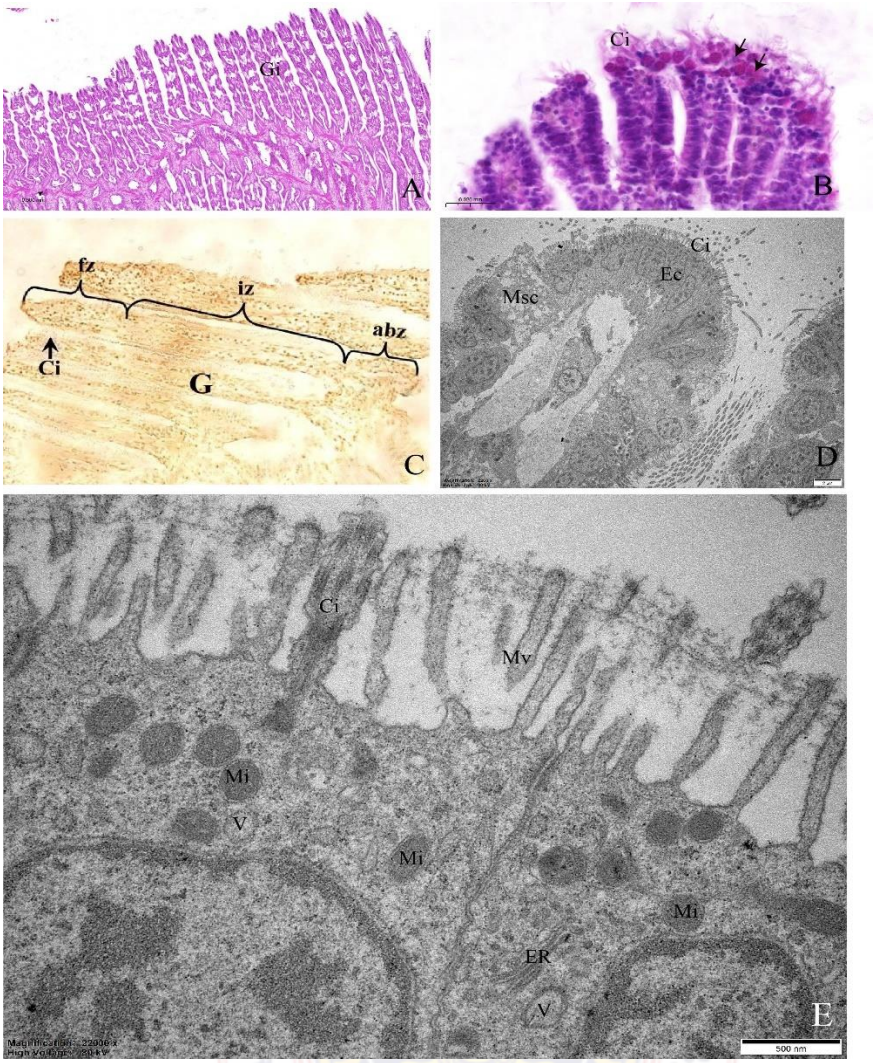
เซลล์หลั่งเมือกในเนื้อเยื่อแมนเทิลของหอยนางรม

เซลล์หลั่งเมือกหรือ mucous-secreting cell พบกระจายตัวอยู่บริเวณชั้นเยื่อบุผิวของแมนเทิล (ภาพที่ 3.6-A) ทั้งบริเวณเนื้อเยื่อชั้นนอกและชั้นในของแมนเทิล มีรูปร่างคล้ายวงรี เซลล์จะมีขนาดใหญ่ที่สุด และไซโทรพลาสซึมติดสีชมพู แต่ไม่พบการตายของเซลล์ (ภาพที่ 3.6-B)



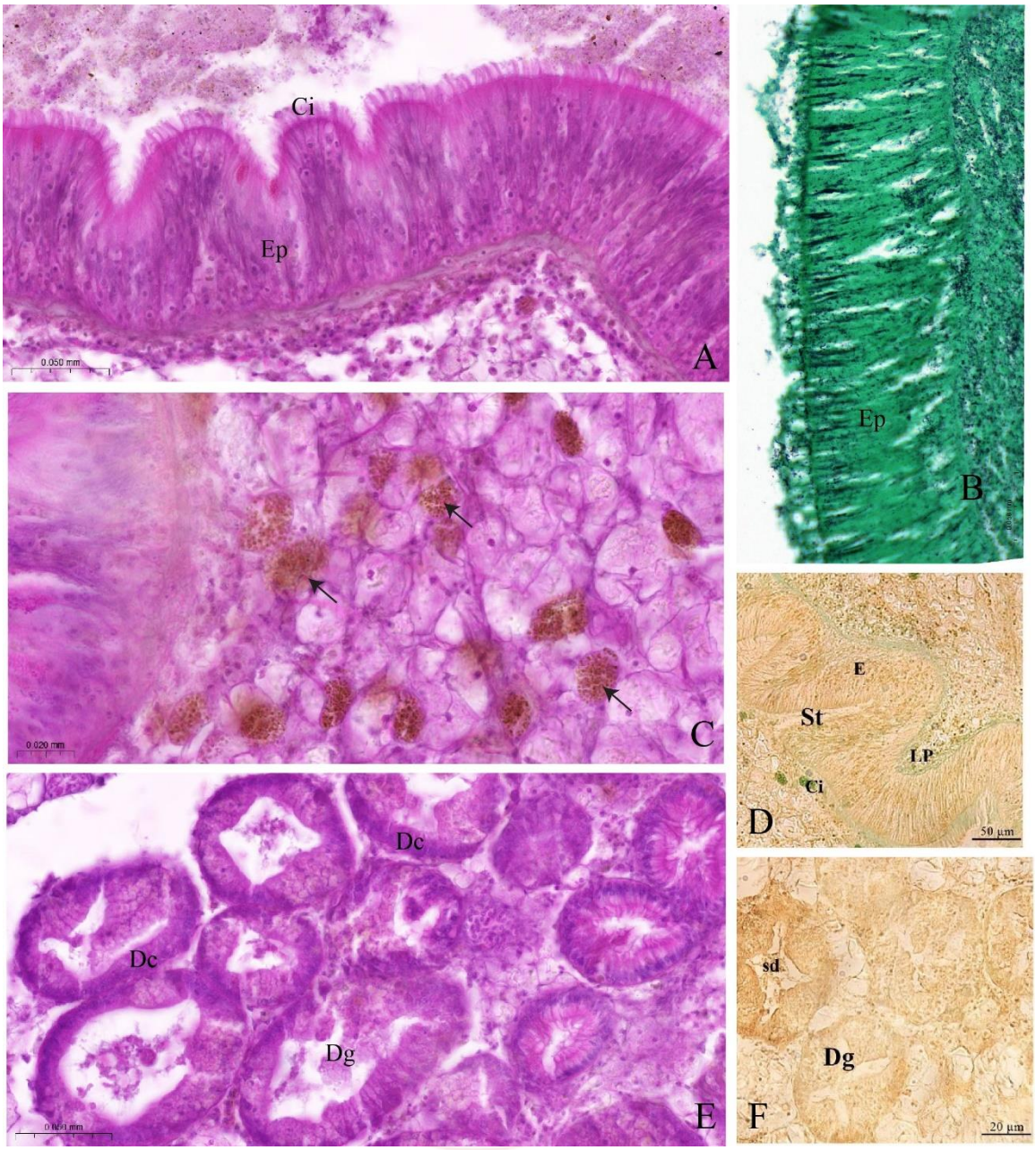
ภาพที่ 3.1 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายนอก (A) และภายใน (B) ตลอดจนจุลกายวิภาคของหอยนางรม พบการจัดเรียงตัวของเหงือก (Gill, Gi) เมนเทิล (mantle, Ma) และอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Gonad, Go) ภายในพบกระเพาะอาหาร (Stomach, St) ต่อมย่อยอาหาร (Digestive gland, Dg) และรังไข่ (Ovary, Ov)

หมายเหตุ ย้อมสี H and E staining method



ภาพที่ 3.2 ลักษณะทางจุลกายวิภาค (A-B) และโครงสร้างละเอียดของเหงือก (Gill, Gi) หอยนางรม ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ frontal zone (fz), intermediate zone (iz) และ abfrontal zones (abz) ส่วนของ frontal zone มีเซลล์บุผิวที่มีซิเลียอยู่ตอนบน (Cilia, Ci) และแทรกตัวด้วยเซลล์สร้างเมือก (mucous secreting cell, หัวลูกศร) เมื่อพิจารณาด้วยกล้อง TEM พบโครงสร้างซิเลีย (Ci) และไมโครวิลไล (Mv) ของเซลล์บุผิว ภายในไซโทพลาซึมพบการกระจายตัวของไมโทคอนเดรีย (Mi) เอนดพลาสมิก (ER) และถุงใส (Vacuole, V)

หมายเหตุ Msc = mucous-secreting cell ย้อมสี A-B = H and E staining method ย้อม C = TUNEL assay และ D-E = TEM study

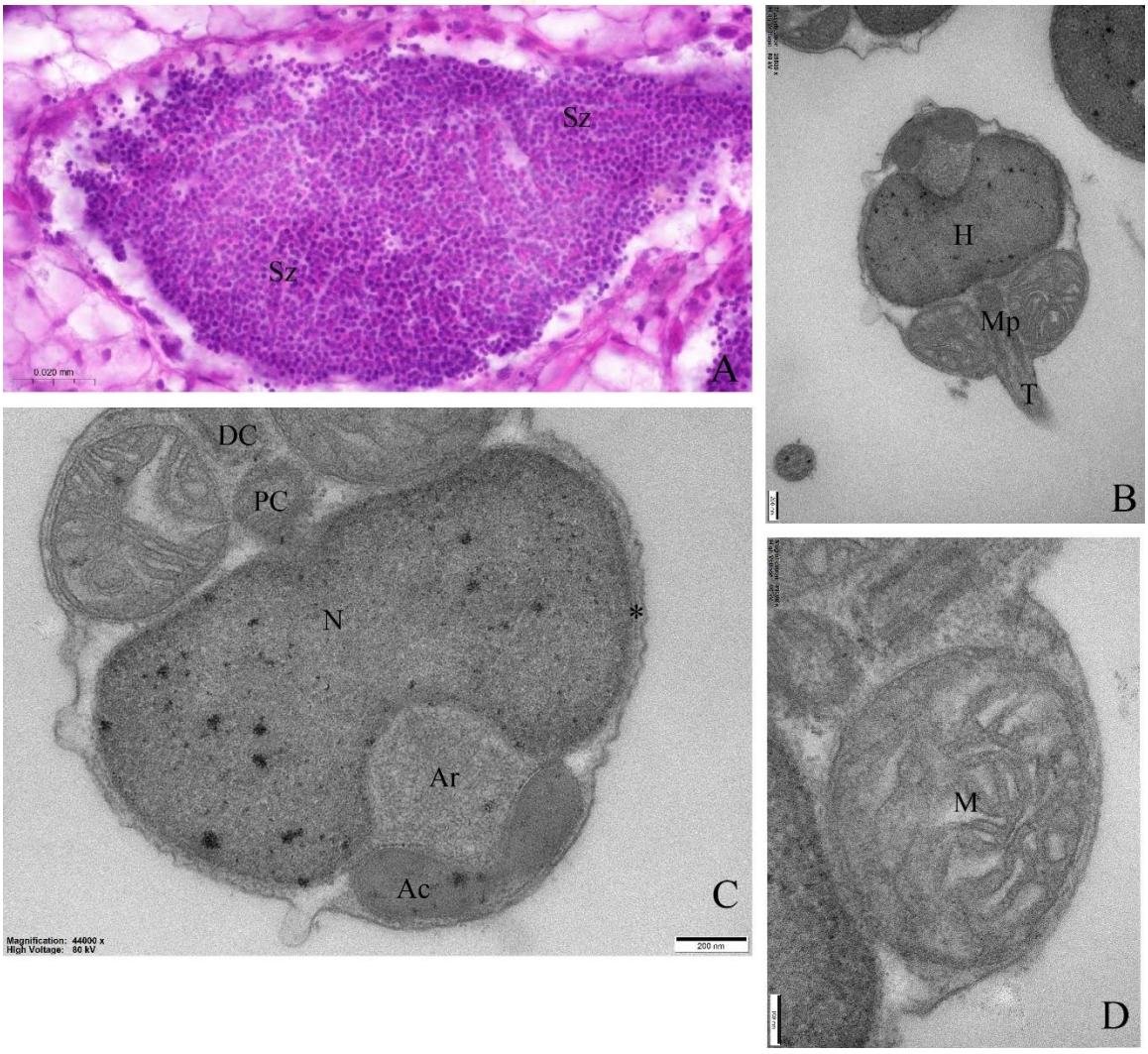


ภาพที่ 3.3 ลักษณะทางจุลกายวิภาค และการตายของเซลล์ของกระเพาะอาหารและต่อมย่อยอาหารของหอยนางรม โดยกระเพาะอาหารประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุทรงสูง (Epithelium, Ep) ที่มีซิเลีย (cilia, Ci) (A) ที่ไม่มีการแทรกของเชื้อรา (B) แต่พบ brown cell (ลูกศร) ใน lamina propria (C) และไม่มีการกระจายของเซลล์ตาย (D) ส่วนต่อมย่อยอาหาร (Digestive gland,

Dg) ประกอบด้วยท่อเป็นจำนวนมาก แต่ละท่อมีเซลล์ย่อยอาหาร (Digestive cell, Dc) (E) และไม่พบการตายของเซลล์ (F)

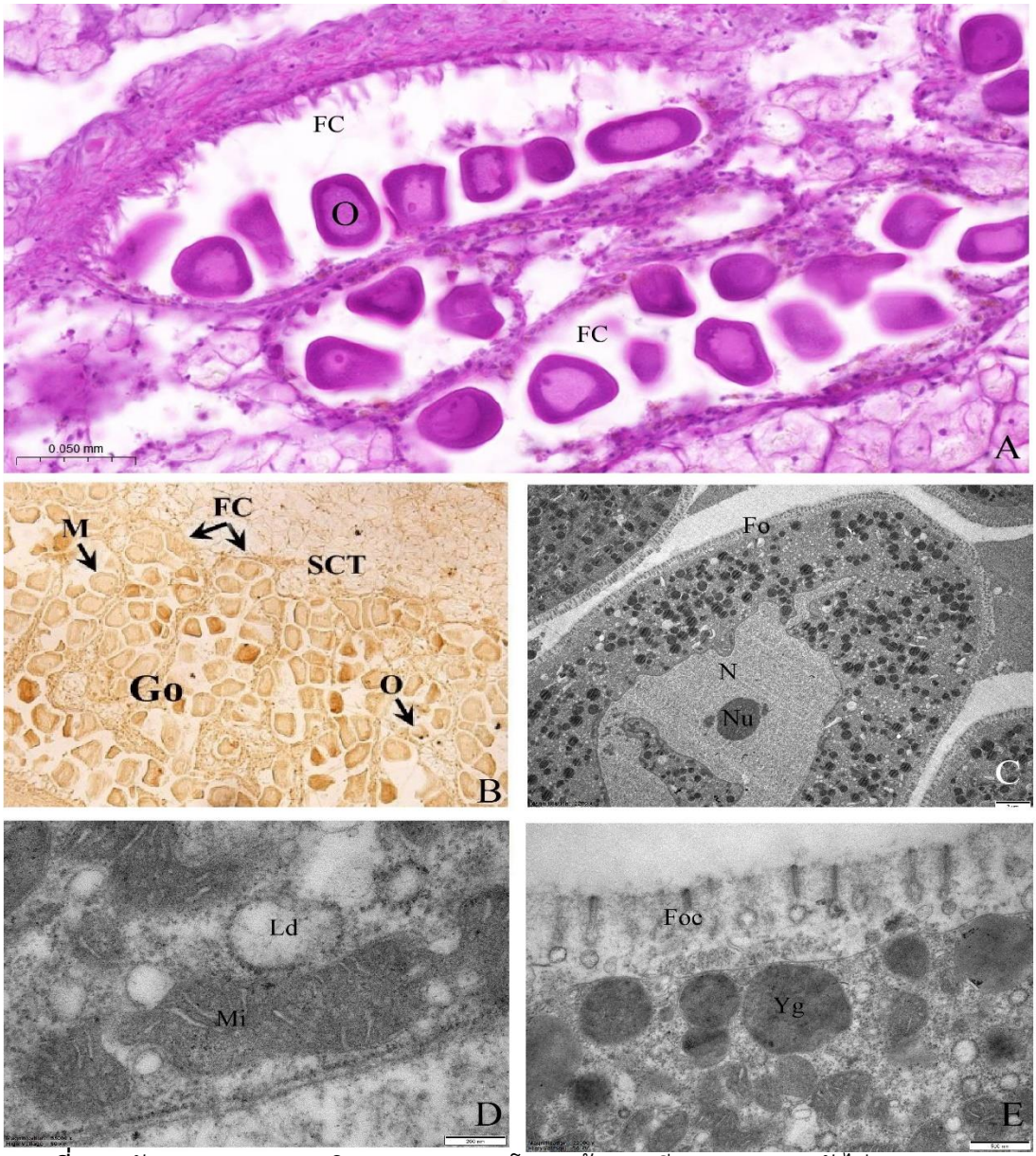
หมายเหตุ

ย้อมสี A, C, E = H and E staining method ย้อม B = GMS ย้อม และ D, F = TUNEL assay



ภาพที่ 3.4 โครงสร้างอัณฑะของหอยนางรม ประกอบด้วยอสุจิ (spermatozoa, Sz) จำนวนมาก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (A) และกล้อง TEM (B-D)

หมายเหตุ Ar = axial rod, Ac = acrosome, DC = distal centriole, H = head, M = mitochondria, Mp = mid piece, N = nucleus, PC = proximal centriole, T = tail, asterisk = nucleus membrane ย้อมสี A = H and E staining method และ B-D = TEM study

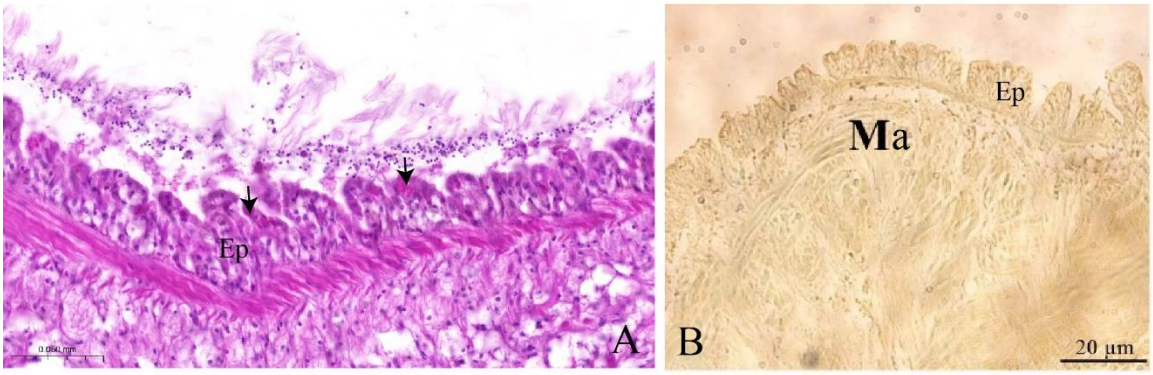


ภาพที่ 3.5 ลักษณะทางจุลกายวิภาค (A-C) และโครงสร้างละเอียด (C-F) ของรังไข่ (Ovary) หอยนางรม พบว่าการพัฒนาของระยะเซลล์ไข่อ่อน (oocyte, O) และระยะไข่สุก (Mature oocyte, M) เมื่อพิจารณาด้วยกล้อง TEM พบโครงสร้างไข่แดง (Yolk, Yg) หยดไขมัน (Lipid droplet,

Ld) และไมโทรคอน-เดรีย (Mi) ไมโครวิลไล (Mv) ภายในไซโทพลาซึมของระยะเซลล์ไข่สุก และล้อมรอบด้วยชั้นเซลล์ฟอลลิเคิล (Follicle cell, Foc)

หมายเหตุ Go = gonadal ovary, SCT = Storage Connective Tissue

ย้อมสี A = H and E staining method ย้อม B = TUNEL assay และ C-E = TEM study



ภาพที่ 3.6 ลักษณะทางจุลกายวิภาคของเซลล์สร้างเมือกหอยนางรม บริเวณเยื่อบุผิว (Epithelium, Ep) ของเมนเทิล (Ma) หอยนางรม (A) ยังพบเซลล์สร้างเมือก (ลูกศร) แต่ไม่พบการตายของเซลล์ (B)

หมายเหตุ

ย้อมสี A = H and E staining method ย้อม B = TUNEL assay

3.2 ผลสัมฤทธิ์ของการศึกษาทางมิญชวิทยาและโครงสร้างละเอียดต่อการเพาะและอนุบาลลูกหอยนางรมจากโรงเพาะฟัก

3.2.1 การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์และการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

จากการประเมินสุขภาวะเบื้องต้นของพ่อแม่พันธุ์ในแหล่งเลี้ยงต่าง ๆ ด้วยลักษณะทางมิญชวิทยาพบว่าไม่มีจุดที่ผิดปกติ ดังนั้นได้นำตัวอย่างหอยนางรมที่จากแหล่งเลี้ยงในชุมชนมาดำเนินการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในโรงเพาะฟักจำนวน 48 ตัว โดยให้อาหารเป็นแพลงก์ตอนพืช 3 ชนิด คือ *Isocrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* และ *Tetraselmis suicica* เป็นการปรับสภาพเบื้องต้นเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ จากนั้นดำเนินการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ด้วยเป็นระยะเวลา 1 เดือน อาหารสาหร่ายเซลล์เดียว 2 ชนิด คือ *Chaetoceros calcitrans* และ *Tetraselmis suicica* และมีการใช้สาหร่ายสายใบทดแทนสาหร่ายเซลล์เดียวในสัดส่วนที่ต่างกัน (ภาพที่ 3.7) โดยจากการศึกษาแสดงผลการศึกษาทั้งด้านน้ำหนัก ความยาว ความกว้าง ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและอัตราการรอดตาย ดังนี้

ภาพที่ 3.7 การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในระบบน้ำหมุนเวียนด้วยแพลงก์ตอนพืชเป็นระยะเวลา 1 เดือน

- น้ำหนักเฉลี่ย

จากการศึกษาน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม ที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชุดทดลอง ตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ใช้ทดลองทั้งหมดมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ดังนี้ 100, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 137.84±26.30, 107.12±32.09 และ 138.04±24.14 กรัม ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย เท่ากับ 159.02±31.60, 151.69±19.84 และ 144.50±22.25 กรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 น้ำหนักเฉลี่ย (น้ำหนักเฉลี่ย±SD, หน่วยเป็นกรัม) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

แพลงก์ตอนพืช: สาหร่ายสายใบ	**ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)**		
	เริ่มทดลอง	**2**	**4**
100:0	137.84±26.30[a]	191.24±19.49[a]	159.02±31.60[a]
25:75	107.12±32.09[a]	137.11±34.39[b]	151.69±19.84[a]
50:50	138.09±24.45[a]	145.74±5.27[ab]	144.50±22.25[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

- ความยาวเฉลี่ย

จากการศึกษาความยาวเฉลี่ยต่อตัวของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชุดทดลอง ตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ใช้ทดลองทั้งหมดมีความยาวเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 7.54±0.49, 7.54±0.49 และ 7.67±0.46 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าความยาวเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยขนาดของความยาวเปลือกของพ่อแม่พันธุ์มีการเพิ่มขึ้นเพิ่งเล็กน้อย (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 ความยาวเฉลี่ย (ความยาวเฉลี่ย±SD, หน่วยเป็นเซ็นติเมตร) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

แพลงก์ตอนพืช: สาหร่ายสายใบ	**ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)**		
	เริ่มทดลอง	2	4
100:0	7.54±0.49[a]	7.61±0.52[a]	7.90±0.52[a]
25:75	7.54±0.49[a]	7.85±0.94[a]	7.88±1.04[a]
50:50	7.67±0.46[a]	7.93±0.96[a]	7.82±0.70[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

- ความกว้างเฉลี่ย

จากการศึกษาความกว้างเฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชุดทดลอง ตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมมีความกว้างเริ่มต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ มีความกว้างเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 7.65±0.18, 7.62±0.35 และ 7.70±0.43 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)) โดยขนาดของความยาวเปลือกของพ่อแม่พันธุ์มีการเพิ่มขึ้นเพิ่งเล็กน้อย ความกว้างเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 7.88±0.55, 7.60±1.14 และ 7.98±0.66 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.3 ความกว้างเฉลี่ย (ความกว้างเฉลี่ย±SD, หน่วยเป็นเซนติเมตร) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

แพลงก์ตอนพืช: สาหร่ายสายใบ	**ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)**		
	เริ่มทดลอง	**2**	**4**
100:0	7.65±0.18[a]	7.87±0.16[a]	7.88±0.55[a]
25:75	7.62±0.35[a]	7.72±0.21[a]	7.60±1.14[a]
50:50	7.70±0.43[a]	7.93±0.47[a]	7.98±0.66[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

- ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ

จากการศึกษาค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 3 ชุดทดลองตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเริ่มต้นการทดลองพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมมีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เท่ากับ 21.34±2.11, 26.36±9.58 และ 19.00±1.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าพ่อแม่พันธุ์ที่ได้รับอาหารสาหร่ายสายใบทั้ง 3 ระดับ มีค่าดัชนีความสมบูรณ์เพิ่มขึ้นเพิ่งเล็กน้อย โดยเฉพาะพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ค่าดัชนีความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) กับชุดการทดลองอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 29.13±7.44, 27.90±13.68 และ 19.72±4.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศ (ความยาวเฉลี่ยต่อตัว±SD, หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

แพลงก์ตอนพืช: สาหร่ายสายใบ	ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)		
	เริ่มทดลอง	2	4
100:0	21.34±2.11[a]	23.97±5.70[a]	29.13±7.44[a]
25:75	23.36±9.58[a]	26.98±2.76[a]	27.90±13.68[a]
50:50	19.00±1.71[a]	19.26±2.92[a]	19.72±4.33[b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

- อัตราการรอดตาย

จากการศึกษาอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีการตายเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลอง (ตารางที่ 3.5) และพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายสูงที่สุด 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 3.5 อัตราการรอดตาย (อัตราการรอดตาย±SD, หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์) ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

แพลงก์ตอนพืช: สาหร่ายสายใบ	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
100:0	100.00±0.00[a]
25:75	50.00±45.64[a]
50:50	62.50±25.00[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05)

3.2.2 การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์

จากการปรับสภาพสภาพพ่อแม่พันธุ์ดังกล่าวข้างต้น จากนั้นนำพ่อแม่พันธุ์ในแต่ละชุดการทดลองมาดำเนินการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ด้วยระบบการกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ด้วยอุณหภูมิร้อน-

เย็น โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25±5 องศาเซลเซียส โดยแต่ละรอบในการกระตุ้นทั้งอุณหภูมิเย็น-ร้อน จะเวลาประมาณ 30 นาที แสดงผลการศึกษาดังนี้

ภาพที่ 3.8 การกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมหลังจากการปรับสภาพด้วยอุณหภูมิร้อน-เย็น

- ความดกของไข่

จากการศึกษาความดกของไข่ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ ความดกไข่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 50 เปอร์เซ็นต์ และตามด้วย 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความดกของไข่เท่ากับ 105.47.3±6.39, 43.45±3.52 และ 40.90±0.86 ล้านฟอง/ตัว (ตารางที่ 3.6)

- อัตราการฟักไข่

จากการศึกษาอัตราการฟักไข่ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าซึ่งอัตราการฟักไข่เท่ากับ 18.19±4.70, 6.60±1.17 และ 1.76±0.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญ ($P<0.05$) (ตารางที่ 3.6)

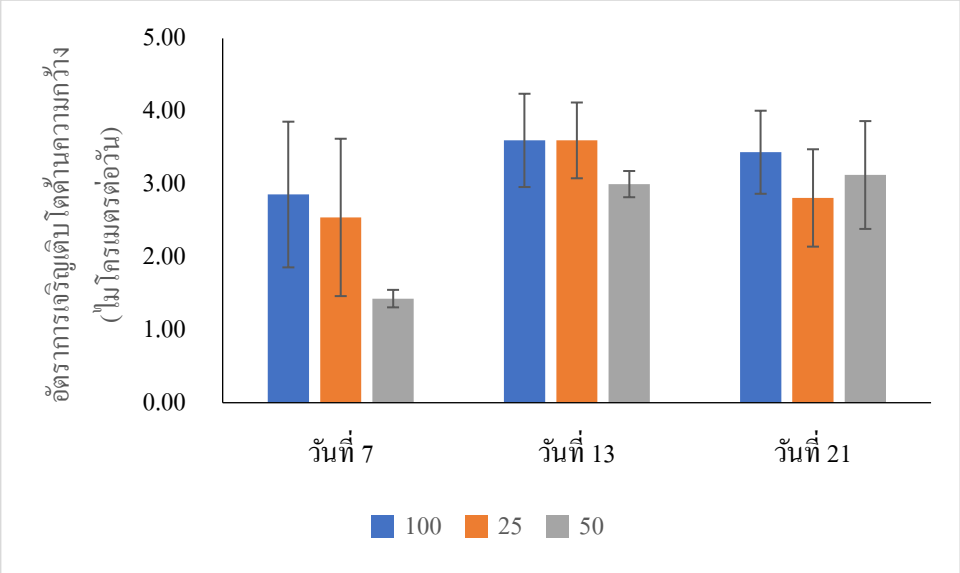
ตารางที่ 3.6 ความดกของไข่ และ อัตราการฟักไข่ ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ได้รับอาหารสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ในระดับที่แตกต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์

แพลงก์ตอนพืช: สาหร่ายสายใบ	ความดกของไข่ (ล้านฟอง/แม่)	อัตราการฟัก (%)
100:0	105.47±6.39[a]	18.19±4.70[a]
25:75	43.45±3.52[b]	6.60±1.17[b]
50:50	40.90±0.86[b]	1.76±0.05[b]

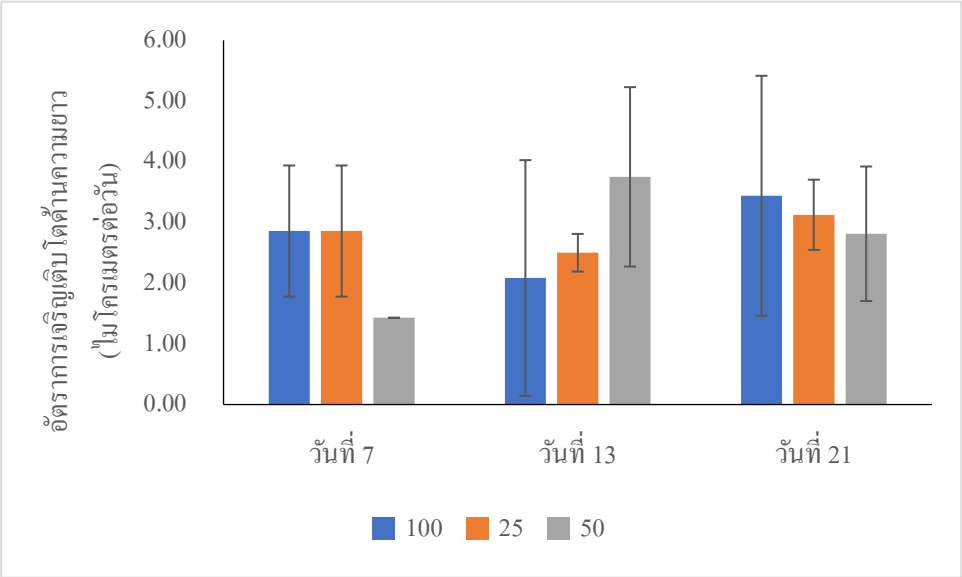
หมายเหตุ : ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$)

- อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างและความยาวเปลือก

จากการศึกษาการอนุบาลลูกหอยนางรมที่ได้จากการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ลูกหอยที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านความกว้างและความยาวที่ดีกว่าลูกหอยนางรมที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3.9 และ ภาพที่ 3.10)



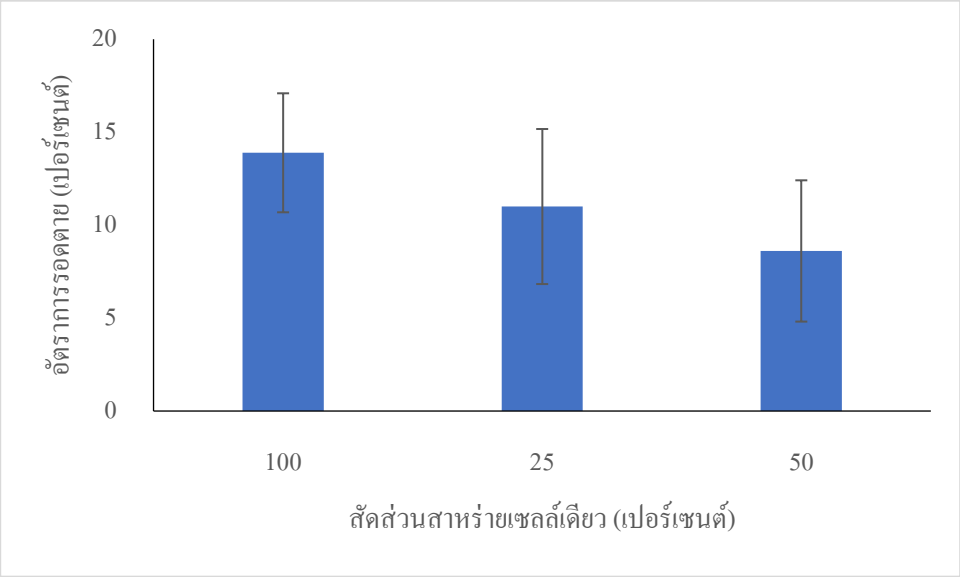
ภาพที่ 3.9 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้าง (ไมโครเมตรต่อวัน) ของลูกหอยนางรมจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการอนุบาล 21 วัน



ภาพที่ 3.10 อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาว (ไมโครเมตรต่อวัน) ของลูกหอยนางรมจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการอนุบาล 21 วัน

- อัตราการรอดตาย

จากการศึกษาการอนุบาลลูกหอยนางรมที่ได้จากการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่ปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ลูกหอยที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนในสัดส่วนต่าง ๆ มีอัตราการรอดตายที่ต่ำ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 13.89 11.00 และ 8.61 เปอร์เซนต์ (ภาพที่ 3.11)



ภาพที่ 3.11 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซนต์) ของลูกหอยนางรมจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยอาหารที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการอนุบาล 21 วัน

3.2.3 คุณภาพน้ำในการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม

คุณภาพน้ำในการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) 100:0, 25:75 และ 50:50 เปอร์เซ็นต์ โดยทำการเช็คคุณภาพน้ำทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลา 4 สัปดาห์พบว่า ความเค็มอยู่ในช่วง 28-32 ค่าออกซิเจนละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4-5 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนียน้อยกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าไนไตรท์อยู่ในช่วง 0.1-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ค่าแอลคาไลน์อยู่ในช่วง 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนี้ (ตารางที่ 3.7)

ตารางที่ 3.7 คุณภาพน้ำในช่วงทำการทดลองปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามด้วยอาหารสาหร่ายสายใบที่แตกต่างกัน (*Porphyra* sp.) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์

ระยะเวลาในการทดลอง (สัปดาห์)	ความเค็ม (ppt)	ค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (mg/l)	คุณภาพน้ำ แอมโมเนีย (mg/l)	ไนไตรท์ (mg/l)	แอลคาไลน์ (mg/l)
1	25	4	<0.25	0.1	110
2	32	5	<0.25	0.25	105
3	30	4	<0.25	0.5	120
4	28	5	<0.25	0.25	100

3.3 การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนการเพาะพันธุ์และการอนุบาลลูกหอยนางรมในโรงเพาะฟัก

- การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมก่อนการดำเนินโครงการ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมก่อนการดำเนินโครงการ พบว่าการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมก่อนการดำเนินโครงการ มีกำไรสุทธิเท่ากับ -1.28 บาทต่อตัว และกำไรเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 0.31 บาทต่อตัว โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -29.93 ต้นทุนรวมเท่ากับ 4.28 บาทต่อตัว แบ่งเป็นต้นทุนคงที่เท่ากับ 1.59 บาทต่อตัว โดยพบว่าเป็นค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 99.60 และค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคิดเป็นร้อยละ 0.40 สำหรับต้นทุนผันแปรรวมเท่ากับ 2.69 บาทต่อตัว ซึ่งพบว่าต้นทุนผันแปรที่สำคัญประกอบด้วย ค่าจ้างแรงงานคิดเป็นร้อยละ 74.38 ค่าซ่อมบำรุงรักษาคิดเป็นร้อยละ 8.89 และหัวเชื้อแพลงก์ตอนคิดเป็นร้อยละ 6.20 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.8

- การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมหลังการดำเนินโครงการ

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมหลังการดำเนินโครงการ พบว่าการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมหลังการดำเนินโครงการ มีกำไรสุทธิเท่ากับ 1.24 บาทต่อตัว และกำไรเหนือต้นทุนเงินสดเท่ากับ 1.62 บาทต่อตัว โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 69.97 ต้นทุนรวมเท่ากับ 1.77 บาทต่อตัว แบ่งเป็นต้นทุนคงที่เท่ากับ 0.39 บาทต่อตัว โดยพบว่าเป็นค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 99.10 และค่าเสียโอกาสเงินลงทุนคิดเป็นร้อยละ 0.90 สำหรับต้นทุนผันแปรรวมเท่ากับ 1.38 บาทต่อตัว ซึ่งพบว่าต้นทุนผันแปรที่สำคัญประกอบด้วย ค่าจ้างแรงงานคิดเป็นร้อยละ 87.10 ค่าซ่อมบำรุงรักษาคิดเป็นร้อยละ 6.38 และหัวเชื้อแพลงก์ตอนคิดเป็นร้อยละ 2.42 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.8 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมก่อนการดำเนินโครงการ

รายการ	มูลค่าเป็นเงินสด	มูลค่าไม่เป็นเงินสด	ร้อยละ
1. ต้นทุนคงที่			
1.1 ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์		1.59	99.60
1.2 ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน		0.01	0.40
ต้นทุนคงที่รวม		**1.59**	**100.00**
2. ต้นทุนผันแปร			
2.1 พ่อแม่พันธุ์	0.02		0.77
2.2 หัวเชื้อแพลงก์ตอน	0.17		6.20
2.3 ยาปฏิชีวนะ	0.11		4.13
2.4 สารเคมีในโรงเพาะฟัก	0.04		1.65
2.5 ค่าไฟ	0.07		2.48
2.6 ค่าน้ำ	0.04		1.49
2.7 ค่าซ่อมบำรุงรักษา	0.24		8.89
2.8 ค่าจ้างแรงงาน	2.00		74.38
ต้นทุนผันแปรรวม	**2.69**		**100.00**
ต้นทุนรวมทั้งหมด	4.28		
ต้นทุนเงินสดรวม	2.69		
รายได้รวม (บาทต่อตัว)	3.00		
กำไรสุทธิ	-1.28		
กำไรเหนือต้นทุนเงินสด	0.31		
Return on Investment (ROI) ก่อน	**-29.93**		

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 3.9 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนของการเพาะลูกพันธุ์หอยนางรมหลังการดำเนินโครงการ

รายการ	มูลค่าเป็นเงินสด	มูลค่าไม่เป็นเงินสด	ร้อยละ
1. ต้นทุนคงที่			
1.1 ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์		0.38	99.10
1.2 ค่าเสียโอกาสเงินลงทุน		0.003	0.90
ต้นทุนคงที่รวม		**0.39**	**100.0**
2. ต้นทุนผันแปร			
2.1 พ่อแม่พันธุ์	0.004		0.30
2.2 หัวเชื้อแพลงก์ตอน	0.03		2.42
2.3 ยาปฏิชีวนะ	0.02		1.61
2.4 สารเคมีในโรงเพาะฟัก	0.01		0.65
2.5 ค่าไฟ	0.01		0.97
2.6 ค่าน้ำ	0.01		0.58
2.7 ค่าซ่อมบำรุงรักษา	0.09		6.38
2.8 ค่าจ้างแรงงาน	1.20		87.10
ต้นทุนผันแปรรวม	**1.38**		**100.00**
ต้นทุนรวมทั้งหมด	1.77		
ต้นทุนเงินสดรวม	1.38		
รายได้รวม (บาทต่อตัว)	3.00		
กำไรสุทธิ	1.24		
กำไรเหนือต้นทุนเงินสด	1.62		
Return on Investment (ROI) หลัง	**69.97**		

ที่มา: จากการคำนวณ

บทที่ 4
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพิจารณาสัณฐานวิทยาภายนอกและภายใน ตลอดจนจุลกายวิภาคโดยรวมตามภาพตัดตามยาว พบการจัดเรียงด้วยหลายอวัยวะ อาทิ เหงือก เมนเทิล อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ กระเพาะอาหาร และต่อมย่อยอาหาร ซึ่งจากการตรวจสอบการย้อมสี H และ E staining, GMS ย้อมภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้อง TEM ไม่พบการแทรกหรือการปรากฏของเชื้อรา และใช้เทคนิค TUNEL ก็ไม่พบการตายของเซลล์ แสดงให้เห็นว่าพ่อแม่พันธุ์มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีรอยโรค

จากการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) ดังนี้ 100, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทั้งด้านน้ำหนัก ความกว้างและความยาวเปลือก ส่วนค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศและอัตราการรอดตายของพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม พบว่า ชุดการทดลองที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดัชนีความสมบูรณ์และอัตราการรอดตายดีที่สุด

จากการนำพ่อแม่พันธุ์จากการปรับสภาพด้วยสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อสาหร่ายสายใบที่แตกต่างกัน 3 ระดับ มากระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ด้วยระบบกระตุ้นแบบอุณหภูมิร้อน-เย็น โดยขณะที่ทำการกระตุ้นใช้อุณหภูมิ 25±5 องศาเซลเซียส พบว่า พ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศทยอยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แต่ในปริมาณน้อย โดยจะเริ่มมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงของการกระตุ้นรอบที่ 2 และ 3 จากการดำเนินการพบว่า ความดกไข่ และอัตราการฟัก จะพบในสัดส่วนของพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืช 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลสัมพันธ์กันกับผลของการอนุบาลลูกหอยนางรมหลังจากการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตทั้งด้านความกว้างและความยาวของลูกหอยและอัตราการรอดตายของลูกหอยที่มาจากพ่อแม่พันธุ์จากการปรับสภาพด้วยแพลงก์ตอนพืช 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าที่ดีที่สุด ตลอดระยะเวลาที่ทำการอนุบาลในโรงเพาะฟัก

จากการศึกษาต้นทุนและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการดำเนินการเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยนางรมในโรงเพาะฟัก พบว่า การผลิตลูกหอยที่ผ่านมาที่ดำเนินการโดยการผสมเทียม จะให้ผลผลิตที่ต่ำ มีกำไรสุทธิเท่ากับ -1.28 บาทต่อตัว โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ -29.93 และเมื่อมีการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์อย่างต่อเนื่องและนำมากระตุ้นผ่านระบบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ พบว่า ให้ผลผลิตที่สูงขึ้นและมีสุขภาพแข็งแรง โดยมีกำไรสุทธิเท่ากับ 1.24 บาทต่อตัว โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 69.97

บรรณานุกรม

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. **สาหร่ายสายใบ.** คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 343 หน้า.

กาญจนา อภินันท์อวยพร และ สุนิตา เลี่ยมใหม่. 2563. **การขุนเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกราม ขาวให้สมบูรณ์เพศด้วยความเค็มต่างระดับ.** ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์. หน้า 462.

กุลวดี ว่องวิไลรัตน์. 2527. **การตกตะกอนและการเก็บรักษาคีโตเซอรอสแบบเข้มข้นอนุบาลลูกกุ้งขาว**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา) หน้า 14.

ชลี ไพบูลย์กิจกุล และ เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล. 2560. **หอยนางรมตะโกรมกรามขาว**. [ออนไลน์] สืบค้นเมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2565. จาก **: www.digital_collect.lib.buu.ac.th**

กรมประมง. 2564. ต้นทุนและผลตอบแทนการเลี้ยงหอยทะเลอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง. 54 หน้า.

รัตนาวรรณ วิเศษ และผานิตย์ ถิรพลงาม. 2546. การศึกษาการตลาดหอยนางรม ในจังหวัดชลบุรี. คณะเกษตรศาสตร์ บางพระ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล: ชลบุรี.

เรืองไร โตกฤษณะ, กุลภา กุลดิลก, กุลภา บุญชูวงศ์, เบญจวรรณ คงขน และ ธันย์ธาดา มะวงศ์ไว. 2558. สถานภาพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไทยในบริบทของประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. กรุงเทพฯ : สถาบันคลังสมองของชาติ กระทรวงศึกษาธิการ. 128 หน้า.

ลัดดา วงรัตน. 2543. **คู่มือการเลี้ยงแพลงกตอน.** สำนักพิมพ์หาวิทยาลัยเกษตรศาสตร, กรุงเทพมหานคร. 127 หนา.

ศุภกานต์ ชัยโชติรานันท์, สุนิตา เลี่ยมใหม่ และ วาสนา พรมราช. 2563. **ผลของอัตราไหลของน้ำต่อการเติบโตและการรอดตายของลูกหอยลาย (*Paphia undulata*) วัยเกล็ดในระบบอนุบาลแบบ upwelling.** กรุงเทพฯ: กรม ประมง กองยุทธศาสตร์และแผนงาน.

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว, สุวัจน์ ธัญรส, ปรีดา ภูมี และ วรพร ธารางกูร. 2522. **การผลิตซากเซลล์ เดียวจากสาหร่ายสายใบ (*Porphyra* sp.) เพื่อการอนุบาลลูกหอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri Sowerby*, 1871) ระยะวัยอ่อนและวัยรุ่น.** (หลักสูตรวิทยา

ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย) หน้า 818-826.

สุวัจน์ ธัญรส, สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว, อภิรักษ์ สงรักษ์ และ วรพร ธารางกูร. 2561. **คู่มือฝึกอบรมการถ่ายทอดองค์ความรู้เทคนิคเพาะและอนุบาลลูกหอยนางรม จากโรงเพาะฟักสู่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำ**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง. หน้า 17-19.

สุวัจน์ ธัญรส, และวรพร ธารางกูร. 2019. ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม *Crassostrea belcheri* (Sowerby, 1871) โดยวิธีการต่างๆ กันต่อการสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFAs) ในรังไข่. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 9(2), 241.

สุวัจน์ ธัญรส สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว และวรพร ธารางกูร. 2563. ระบบปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมและอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่นแบบลอยน้ำในบ่อดิน. รายงานการวิจัยการพัฒนาการวิจัยการเกษตรฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน).

สุวัจน์ ธัญรส และ สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว. 2561. การพัฒนาระบบอนุบาลลูกหอยนางรมระยะวัยเกล็ดจากโรงเพาะฟักแบบความหนาแน่นสูงในบ่อดิน **รายงานการวิจัยการพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)**.

Angell, C.L. 1986. The biology and culture of tropical oysters. ICLARM Studies and Reviews 13. **International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila**. Philippines.

Arguello-Guevara, W., Loor, A., and Sonnenholzner, S. 2013. Broodstock conditioning, spawning induction, and early larval development of the tropical rock oyster *Striostrea prismatica* (Gray 1825). Journal of Shellfish Research, 32(3), 665-670.

Berntsson, K. M., Jonsson, P. R., Wängberg, S. A., & Carlsson, A. S. 1997. Effects of broodstock diets on fatty acid composition, survival and growth rates in larvae of the European flat oyster, *Ostrea edulis*. Aquaculture, 154(2), 139-153.

Brown, M.R., Jeffrey, S.W., Volkman, J.K. andDunstan, G.A. 1997. Nutritional properties of microalgae for mariculture. Aquaculture 15: 315-331.

Kaewnern, M. 1993. Feasibility study on oyster hatchery investment in Changwat Surat Thani. **Master Thesis**, Kasetsart University, Bangkok Thailand 145 pp.

Knauer, J. and Southgate, P.C. 1999. Growth and fatty acid composition of pacific oyster (*Crassostrea gigas*) spat fed a spray-dried freshwater microalga (*Spongiococcum*

excentricum) and microencapsulated lipids. Aquaculture 154: 293-303;

Loosanoff, V. L. 1965. Gonad development and discharge of spawn in oysters of Long Island Sound. The Biological Bulletin, 129(3), 546-561.

Muktichard, P., Tantong, P., and Nupueng, S. 2020. Marketing Channel and Financial Feasibility of Oyster Farm Investment in Kanchanadit District, Surat Thani Province. WMS Journal of Management, 9(1), 25-36.

Pérez Camacho, A., Albentosa, M., Fernández-Reiriz, MJ and Labarta, U. 1998. **Effect of microalgal and inert (cornmeal and cornstarch) diets on growth performance and biochemical composition of *Ruditapes decussatus* seed**. Aquaculture, 160 (1–2), 89-102

Tanyaros, S. 2011. The effect of substrate conditioning on larval settlement and spat growth of the big oyster, *Crassostrea belcheri* (Sowerby 1871), in a hatchery. Kasetsart Journal (**Natural Science**). 45: 629-636.

Tanyaros, S. and L.D. Kitt. 2011. Larval settlement and spat growth of the tropical oyster, *Crassostrea belcheri* (Sowerby 1871), in response to substrate preparations. **Asian Fisheries Science**. 24: 443-452.

Tanyaros, S. and L.D. Kitt. 2012. Nursery culture of the hatchery-reared tropical oysters, *Crassostrea belcheri* (Sowerby 1871), in suspended plastic mesh tray: effect of mesh size and colour on growth performance and net fouling rate. **The Israeli journal of Aquaculture-Bamidgeh** 64:1-5.

Tanyaros, S., C. Sujarit, N. Jansri and W. Tarangkoon. 2016. Baker's yeast as a substitute for microalgae in the hatchery rearing of larval and juvenile tropical oyster (*Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871). **Journal of Applied Aquaculture**. 28 (1): 35-46.

Tanyaros, S. and S. Chuseingjaw. 2016. A partial substitution of microalgae with single cell detritus produced from seaweed (*Porphyra haitanensis*) for nursery culture of Tropical oyster (*Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871). **Aquaculture Research**. 47 (7): 2080-2088.