รายงานการวิจัย

พัฒนาศักยภาพการผลิตลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในบ่อดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสู่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชุมชนชายฝั่ง จังหวัดตรัง

Development Potential of Tropical Oyster Sub-Adults Production in Eastern Pond for the Increased Productivity for Aquaculture Farmers in the Coastal Community of Trang Province

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว	Supatcha Chooseangjaew
สุวัจน์ ธัญรส	Suwat Tanyaros
วรวุฒิ เกิดปราง	Worawut Kerdprang
ปราณี อยู่เด็น	Pranee Yuden
กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์	Kattinat Sagulsawasdipan
สุเทพ คงเกื้อ	Suthep kongkua

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปี พ.ศ. 2565

รายงานการวิจัย

พัฒนาศักยภาพการผลิตลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในบ่อดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสู่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชุมชนชายฝั่ง จังหวัดตรัง

Development Potential of Tropical Oyster Sub-Adults Production in Eastern Pond for the Increased Productivity for Aquaculture Farmers in the Coastal Community of Trang Province

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว	Supatcha Chooseangjaew
สุวัจน์ ธัญรส	Suwat Tanyaros
วรวุฒิ เกิดปราง	Worawut Kerdprang
ปราณี อยู่เด็น	Pranee Yuden
กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์	Kattinat Sagulsawasdipan
สุเทพ คงเกื้อ	Suthep kongkua

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
งบประมาณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
ประจำปี พ.ศ. 2565

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมงในการเอื้อเฟื้อและการสนับสนุนการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในโรงเพาะฟักหอยทะเล

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาววิชุดา ภูมิแก้ว ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลตลอดระยะเวลาการศึกษา งานวิจัยนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย จากงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2565

คณะผู้วิจัย
กุมภาพันธ์ 2566

พัฒนาศักยภาพการผลิตลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในบ่อดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสู่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชุมชนชายฝั่ง จังหวัดตรัง

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว[1] สุวัจน์ ธัญรส[2] วรวุฒิ เกิดปราง[1] ปราณี อยู่เด็น[3]
กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์[2] และสุเทพ คงเกื้อ[4]

บทคัดย่อ

การพัฒนาการผลิตลูกหอยนางรมในบ่อดินเพื่อเพิ่มผลผลิตสู่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชุมชนชายฝั่ง จังหวัดตรัง ดำเนินการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในแหล่ง 2 แหล่ง คือ แหล่งเลี้ยงธรรมชาติและระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดินเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า ปริมาณ GSI และกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงทั้ง 2 แหล่งเลี้ยง หลังการทดลองมีปริมาณต่ำกว่าเริ่มต้นการทดลอง การอนุบาลลูกหอยจากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 2 แหล่ง พบว่าลูกหอยที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์แหล่งธรรมชาติมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูงกว่าการใช้พ่อแม่พันธุ์จากบ่อดิน

การอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร เป็นผลผลิตจากโรงเพาะฟัก ด้วยรูปแบบการเลี้ยงแบบระบบทุ่นลอยน้ำ ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 800 1200 และ 1600 ตัวต่อ 854 ตารางเซนติเมตร พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก มีการเจริญเติบโตที่ดีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 800 ตัวต่อชุดการทดลอง มีการเจริญเติบโตดีว่าชุดการทดลองอื่น ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 11.24±0.24 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการรอดทุกระดับความหนาแน่นมีอัตราการรอดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์

การเลี้ยงลูกหอยนางรมด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ด้วยความหนาแน่น 7 ระดับ คือ 100 200 300 400 450 500 และ 550 ตัวต่อ 1,584 ตารางเซนติเมตร เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด คือ ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อพื้นที่ตะกร้าพลาสติก มีความแตกต่างกับระดับความหนาแน่นอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 2.37 มิลลิเมตรต่อวัน และอัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นแตกต่างกันทั้ง 7 ระดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 98.07-99.55 เปอร์เซ็นต์

การเลี้ยงลูกหอยนางรมด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ด้วยระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 50 75 100 และ 125 ตัวต่อพื้นที่ 1,800 ตารางเซนติเมตรของตะแกรงพลาสติก อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด พบว่า ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 75 ตัวต่อพื้นที่ของตะแกรง

พลาสติก แต่ไม่มีความแตกต่างกับระดับความหนาแน่นอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และอัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นแตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ ไม่พบตัวลูกหอยตาย มีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์

ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งหอยนางรมทั้งการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์และการอนุบาลลูกหอยในบ่อดินพบว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

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

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

[3]นักวิทยาศาสตร์ สาขาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์ประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อ.สิเกา จ.ตรัง

[4]เจ้าหน้าที่ สำนักกิจกรรมเพื่อสังคม เครือเบทาโกร โรงเรียนวัดราษฎร์สามัคคี (ตอยาง) หมู่ 6 ตำบลช่องสาริกา อำเภอพัฒนานิคม จังหวัดลพบุรี

Development Potential of Tropical Oyster Sub-Adults Production in Eastern Pond for the Increased Productivity for Aquaculture Farmers in the Coastal Community of Trang Province

Supatcha Chooseangjaew [1] Suwat Tanyaros [2] Worawut Kerdprang [1] Pranee Yuden [3] Kattinat Sagulsawasdipan [2] and Suthep kongkua [4]

Abstract

The Development Potential of Tropical Oyster Sub-Adults Production in Eastern Ponds for Oyster Productivity for Aquaculture Farmers in the Coastal Community of Trang Province was investigated. The broodstock conditions were examined at two sites: a natural culture and a Floating Upweller System (Flupsy) in an earthen pond for one month. The results showed that the Gonad-Somatic Index (GSI) and Highly Unsaturated Fatty Acids (HUFA) from both sites decreased compared to the initial samples. Larvae from both broodstocks were produced in a hatchery, and the results showed that the larvae from the natural broodstock had higher growth and survival rates than the larvae from the Flupsy in the earthen pond broodstock.

Sub-adult oysters with a size of 5 mm from a hatchery were raised using a FLUPSY system with stocking densities of 800, 1200, and 1600 individuals per sieve. The experiment was designed to observe the absolute growth rate of shell width (AGRW), absolute growth rate of shell length (AGRL), and survival rate. Results showed no statistically significant differences in growth rates or survival rates across all stocking densities ($p>0.05$). Furthermore, the survival rate was 100% for all stocking densities, and the highest specific growth rate (SGR) of 11.24 ± 0.24% was observed at low stocking densities.

An experiment was conducted to culture sub-adult oysters using a 3-layers basket system with a sieve size of 1.5 cm. The experiment comprised 7 sets, each representing a different stocking density level with 3 replications: 100, 200, 300, 400, 450, 500, and 550 individuals per 1584 cm^{-2}. The results showed no statistically significant differences in the absolute growth rate of shell width (AGRW), absolute growth rate of shell length (AGRL), and survival rate among the different stocking densities ($p>0.05$). The survival rate ranged from 98.07% to 99.55% across all stocking densities. The highest specific growth rate (SGR) was observed at the lowest density of 100 individuals per basket ($p<0.05$).

Sub-adult oyster culture experiment was conducted using a 3-layers sliding plastic mesh net system with a sieve size of 0.5 cm. The plastic sieves were divided into 4 sets, representing 4 levels of densities and 3 replications: 50, 75, 100, and 125 individuals per plastic. The experiment measured the absolute growth rate of shell width (AGRW) and absolute growth rate of shell length (AGRL), and survival rate. The results showed no statistical differences at all levels of density ($p>0.05$). Moreover, the survival rate was 100% in all stocking densities. The best SGR was observed at a stocking density of 75 individuals per plastic ($p<.05$).

The environmental factors of the oyster source, including both the brood stock condition and culture in earthen pond, were found to be suitable for supporting coastal aquaculture.

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

[2,3]Department of Marine Science and Environment, Faculty of Science and Fisheries Technology. Rajamangala University of Technology Srivijaya, Sikao, Trang.

[4]Betagro Group at Wat Rat Samakkhi School (Toyang), Moo 6, Tambon Chong Sarika, Amphoe Phatthana Nikhom, Lopburi Province

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย	17
2.1 การออกแบบระบบปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมและอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่นแบบลอยน้ำในบ่อดิน	13
2.2 การเตรียมบ่อดินสำหรับวางระบบเลี้ยง	14
2.3 การเตรียมการเลี้ยงปลาในบ่อ	14
2.4 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมสำหรับการทดลอง	14
2.5 การทดลองปรับสภาพพ่อ-แม่พันธุ์ในระบบ	15
2.6 ศึกษาต้นทุนในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในบ่อดิน	18
บทที่ 3 ผลการวิจัย	23
3.1 การทดลองปรับสภาพพ่อ-แม่พันธุ์ในระบบ	23
3.2 การศึกษาผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมต่อผลสัมฤทธิ์ในการเพาะพันธุ์ในโรงเพาะฟัก	29
3.3 การศึกษาต้นทุนในการอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตรถึงขนาด 5 เซนติเมตร	47
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการวิจัย	50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	54
บรรณานุกรม	55

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 3.1 ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมในแหล่งน้ำธรรมชาติต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่ 25

ตารางที่ 3.2: ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมในบ่อดินต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่ 25

ตารางที่ 3.3: ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมแหล่งน้ำธรรมชาติและในบ่อดินเป็นระยะเวลา 1 เดือนต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่ 26

ตารางที่ 3.4: ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวทั้ง 2 แหล่งเลี้ยง 27

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 2.1: ภาพด้านข้าง (ก) และด้านบน (ข) ของระบบการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์นางรมและอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่นโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซล่าร์เซลล์ 17
ภาพที่ 2.2: ลักษณะของตะแกรงพลาสติก 3 ชั้นสำหรับอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่น 21
ภาพที่ 3.1: ดัชนีความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวที่ปรับสภาพในแหล่งการเลี้ยง 2 เลี้ยง เป็นระยะเวลา 1 เดือน 23
ภาพที่ 3.2:ปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวในแหล่งเลี้ยง 2 ก) ระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดินและ ข) แหล่งน้ำธรรมชาติแหล่งเป็นระยะเวลา 1 เดือน 24
ภาพที่ 3.3: ร้อยละของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละคลาสที่พบในแหล่งธรรมชาติและบ่อดินตลอดระยะเวลา 1 เดือน สำหรับการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ 29
ภาพที่ 3.4: การเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวจากพ่อแม่พันธุ์ 2 แหล่งเลี้ยงที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน 30
ภาพที่ 3.5: การเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวจากพ่อแม่พันธุ์ 2 แหล่งเลี้ยงที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน 30
ภาพที่ 3.6: อัตรารอดตายของลูกหอยตะโกรมกรามขาว โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพจาก 2 แหล่งเลี้ยง ที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน 31
ภาพที่ 3.7: อัตราการลงพื้นของลูกหอยตะโกรมกรามขาว โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพจาก 2 แหล่งเลี้ยงที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน 32
ภาพที่ 3.8: อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้าง (AGRW) ของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน 33
ภาพที่ 3.9: อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาว (AGRL) ของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน 33
ภาพที่ 3.10: อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน 34
ภาพที่ 3.11: อัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน 34
ภาพที่ 3.12: ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน (ก-ข) เริ่มต้นการทดลอง (ค-ง) อายุ 15 วัน และ (จ-ฉ) อายุ 30 วัน 35
ภาพที่ 3.12: อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน 37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.13: อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน 37
ภาพที่ 3.14: อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน 38
ภาพที่ 3.15: อัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน 38
ภาพที่ 3.16: ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน 39
ภาพที่ 3.17: อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 40
ภาพที่ 3.18: อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 41
ภาพที่ 3.19: อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 41
ภาพที่ 3.20: อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 42
ภาพที่ 3.21: ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 43
ภาพที่ 3.22 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพที่ 3.23 อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 45
ภาพที่ 3.24 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 45
ภาพที่ 3.25 อัตราการรอดตายของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 46
ภาพที่ 3.26 ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน 47
ภาพที่ 3.27 ระบบอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร แบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน 48

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 1 บทนำ

หอยนางรมนับเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจและทำรายได้สูงให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยง ในปัจจุบันปริมาณของลูกพันธุ์จากธรรมชาติมีแนวโน้มที่ลดน้อยลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการ Kaewnern (1993) ได้ทำการศึกษาความต้องการลูกพันธุ์หอยนางรมของเกษตรกรผู้เลี้ยงหอยเฉพาะในอำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี คำนวณจากพื้นที่เลี้ยงจำนวน 1,054.74 ไร่ พบว่ามีความต้องการลูกหอยนางรม เท่ากับ 33,725,000 ตัว/ปี ขณะที่จากการรายงานของเรืองไร 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 ทำให้ผลผลิตของสาหร่ายเซลล์เดียวมีไม่เพียงพอต่อการอนุบาลลูกหอย 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 อย่างไรก็ตามการเลี้ยงหอยนางรมในระยะต่าง ๆ ในบ่อดินเพียงอย่างเดียวอาจจะให้ผลการผลิตไม่ดีเท่าที่ควร

นอกจากนี้ในปัจจุบันมีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานกันหลายชนิดในแหล่งธรรมชาติเพื่อเกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย ได้แก่ การเลี้ยงสาหร่ายร่วมกับหอยมุกและปลาทับทิม (Dash et al., 2009) การเลี้ยงปลา *Etroplus suratensis* ร่วมกับหอย *Crassostrea madrasensis* (Viji et al., 2014) หอยสองฝาเป็นจำพวกกรองกินซึ่งจะช่วยในกรองอินทรีย์สารแขวนลอยในมวลน้ำ เมื่อทำการเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำจำพวกปลาหรือกุ้ง ของเสียจากปลาหรือกุ้งจะช่วยในเป็นแหล่งผลิตขั้นต้น เป็นการลดของเสียและลดต้นทุนการผลิตได้อีกทาง พบว่าให้ผลผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นทุกชนิดสัตว์น้ำ

1.1 การเลือกพื้นที่สำหรับเลี้ยงหอยนางรม

พื้นที่ที่เหมาะสมเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการเลี้ยงหอยนางรม (นิพนธ์, 2543) หลักเกณฑ์เบื้องต้นที่จะต้องพิจารณาซึ่งมีเหตุผล และความเหมาะสมดังนี้ คือ

1. ควรเป็นแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำทะเลท่วมถึงอย่างน้อยเป็นเวลานาน 7-8 เดือนต่อปี ไม่อยู่ในอิทธิพลของน้ำจืดท่วมในฤดูฝนจนมีผลให้แหล่งเลี้ยงมีความเค็มต่ำมากเป็นเวลานานซึ่งจะมีผลให้อัตราการตายสูง

2. ควรเป็นแหล่งน้ำที่มีหอยเกิดตามธรรมชาติสะดวกต่อการจัดหาพันธุ์หอย และลดต้นทุนการเลี้ยง

3. แหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงควรปลอดภัยจากกระแสน้ำ และคลื่นลมแรงที่อาจทำให้วัสดุ และส่วนประกอบต่าง ๆ ตลอดจนหอยที่เลี้ยงถูกทำลายเสียหายได้

4. แหล่งเลี้ยงควรอยู่ห่างไกลโรงงานอุตสาหกรรมเหมืองแร่ อันก่อให้เกิดมลพิษที่เป็นอันตรายกับหอย และผู้ที่บริโภคหอย

5. ควรเป็นแหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำไหลผ่าน และเป็นน้ำที่อุดมด้วยอาหารธรรมชาติ กระแสน้ำควรมีความเร็วโดยทั่วไปประมาณ 1 เมตรต่อวินาที

6. ควรเป็นแหล่งน้ำตื้น สภาพเป็นดินโคลนหรือโคลนปนทราย ความลึกของหน้าดินไม่มากนัก

7. ควรเป็นพื้นที่ที่สะดวกต่อการจัดหาวัสดุในการเลี้ยงหอยได้โดยง่าย
8. ควรเป็นพื้นที่ที่มีการคมนาคมสะดวก ใกล้ตลาดง่ายต่อการจำหน่ายผลผลิต

1.2. รูปแบบการเลี้ยงหอยนางรม

การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยประมาณมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ อาศัยพันธุ์หอยจากธรรมชาติเนื่องจากลูกหอยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงยังไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงต้องมีการล่อลูกหอยในแต่ละแหล่งเลี้ยงเพื่อรวบรวมลูกหอยมาเลี้ยง แต่ต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพภูมิอากาศในแต่ละท้องที่ด้วย ซึ่งวัสดุที่นิยมใช้ล่อลูกหอยทั่วไป ได้แก่ ไม้ไผ่ ไม้เป้ง ก้อนหิน หลอดซีเมนต์ เปลือกหอยนางรม ยางรถยนต์และแผ่นกระเบื้อง เป็นต้น เมื่อรวบรวมลูกหอยมาได้จะต้องพิจารณาวิธีการเลี้ยงที่เหมาะสมตามลักษณะภูมิประเทศและดินฟ้าอากาศซึ่งวิธีการเลี้ยงมีหลายแบบดังนี้

1.2.1 การเลี้ยงหอยนางรมแบบติดเชือก

การเลี้ยงหอยนางรมโดยวิธีการติดเชือกแล้วนำกลับไปแขวนเลี้ยงบนแพถือเป็นเทคนิคการเลี้ยงแบบแรกที่มีการพัฒนาขึ้นจากเดิมที่เป็นรูปแบบการเลี้ยงในทะเลซึ่งการเลี้ยงแบบนี้หอยจะจมอยู่ใต้ผิวน้ำตลอดเวลา ความยาวของเชือกที่ใช้ติดลูกหอยต้องคำนึงถึงความลึกของน้ำ เชือกที่ติดกับลูกหอยต้องไม่สัมผัสกับพื้นทะเลในช่วงที่น้ำขึ้นลงต่ำสุด การแขวนเชือกที่ติดลูกหอยบนแพจะต้องมีระยะห่างประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อเพิ่มพื้นที่สำหรับการเจริญเติบโตและเพิ่มช่องว่างสำหรับการไหลเวียนของมวลน้ำ การเลี้ยงแบบวิธีนี้หอยจะมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว เนื่องจากมีความหนาแน่นที่ต่ำ อัตราการกรองกินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการเลี้ยงแบบนี้เหมาะกับฟาร์มเลี้ยงหอยที่มีพื้นที่จำกัดและมีปริมาณลูกหอยเพียงพอ (Mallet et al., 2013)

1.2.2 การเลี้ยงในตะแกรงพอลิเมอร์

การเลี้ยงด้วยวิธีนี้มีหลายรูปแบบด้วยกันเพื่อที่หาวิธีที่ทดแทนการเลี้ยงหอยบนพื้นทะเลที่นิยมกันมาก คือ การใช้ถุงเลี้ยงหอยที่ทำจากตะแกรงพอลิเมอร์ทนรังสีอัลตราไวโอเลต คือถุง Vexar ซึ่งสามารถใช้เลี้ยงหอยนางรมได้ทั้งในแบบลอยบนผิวน้ำหรือหลาย ๆ ถุงบรรจุในตะแกรงขนาดใหญ่ที่ยึดติดกับทุ่นลอย หรืออาจเรียกว่ากระชังลอย ซึ่งทั้ง 2 รูปแบบจะยึดติดกับเชือกหรือสายเคเบิลเป็นแนวยาวในทะเลเขตน้ำลึก สามารถพลิกกลับด้านได้ 180 องศา ทำให้หอยที่เลี้ยงอยู่ในตะแกรงได้สัมผัสกับอากาศเนระยะเพื่อขจัดการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ ข้อดีของการเลี้ยงหอยนางรมด้วยวิธีนี้ คือ ลดปัญหาเรื่องศัตรูของหอยนางรมที่อาศัยตามพื้นทะเล การคัดขนาดสามารถทำได้สะดอกหรือการเก็บเกี่ยวผลผลิตมาจำหน่าย รวมทั้งมีการเจริญเติบโตที่เร็ว ทั้งนี้เนื่องจากได้รับอาหารธรรมชาติจากบริเวณผิวน้ำทำให้ร่นยะเวลาการเลี้ยงได้ (Comeau et al., 2010)

1.2.3 การเลี้ยงบนก้อนหิน

การเลี้ยงบนก้อนหินเป็นวิธีการใช้ก้อนหินวางให้ลูกหอยเกาะเลี้ยงตัวจนได้ขนาดตามต้องการเป็นวิธีที่ง่ายและเก่าแก่ นิยมทำกันแพร่หลายจนถึงปัจจุบันแถบจังหวัดชลบุรีและที่อ่าวสวีจังหวัดชุมพร มักเลี้ยงหอยในเขตระหว่างแนวระดับน้ำขึ้นสูงสุดถึงระดับน้ำลงต่ำสุดตามชายฝั่งทะเลที่มีส ภาพ

เป็นอ่าวเปิดพื้นดินเป็นโคลนแข็ง ทรายเป็นโคลนแข็งหรือบริเวณที่เป็นหิน โดยวางก้อนหินเป็นกองๆ กองละ 5-10 ก้อน แต่ละกองห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร หินแต่ละก้อนวางให้เกยกันในลักษณะที่ก้อนหินมีพื้นที่ให้ลูกหอยเกาะได้มากที่สุด

1.2.4 การเลี้ยงในกระบะไม้

การเลี้ยงในกระบะไม้ เป็นวิธีการเลี้ยงหอยนางรมที่พบที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ การเลี้ยงวิธีการนี้เหมาะสมกับท้องที่ที่เป็นอ่าวเปิดตามบริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณที่มีน้ำกร่อยหรือน้ำเค็มท่วมถึงเป็นประจำ โดยนำหอยนางรมมาเลี้ยงใส่กระบะไม้ซึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางอยู่บนคานสูงจากพื้นดินที่น้ำท่วมถึงประมาณ 30 เซนติเมตรและยึดติดกับคานอย่างมั่นคง สำหรับหอยพันธุ์เล็กจะลี้ยงจนมีอายุประมาณปีครึ่งจึงมีขนาดเป็นที่ต้องการของตลาด แต่สำหรับหอยตะโกรมเลี้ยงจนอายุ 7-8 เดือน ก็จะได้ขนาดที่ส่งขายตลาดได้

1.2.5 การเลี้ยงหอยนางรมในตะแกรงพลาสติก

การเลี้ยงลูกหอยด้วยวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่าย ราคาถูกและเป็นวัสดุที่หาง่ายในท้องถิ่น ซึ่งการเลี้ยงลูกหอยด้วยตะแกรงพลาสติกสามารถที่จะป้องกันศัตรูของลูกหอยได้เป็นอย่างดี มีการเจริญเติบโตที่ดี และเป็นการลดต้นทุน ทั้งด้านแรงงานที่ดูแล จัดการการเลี้ยง การทำความสะอาด และด้านวัสดุอุปกรณ์ การเลี้ยงลูกหอยด้วยตะแกรงพลาสติกสามารถทำทั้งแบบแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งจากการศึกษาของ Tanyaros et al (2015) ทดลองเลี้ยงลูกหอยนางรมระยะวัยเกล็ดด้วยตะแกรงพลาสติกในแนวตั้ง พบว่ามีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าแบบแนวนอนทั้งนี้เนื่องจากการเลี้ยงแบบแนวนอนลูกหอยไปรวมกันอยู่บริเวณตรงกลางตะแกรงทำให้ความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้พื้นที่การเลี้ยงลดลง ซึ่งจะมีผลต่อการกรองกิน นอกจากนี้ยังพบว่าการเลี้ยงแบบแนวนอนจะมีผลของการเกาะติดของสิ่งมีชีวิตทำให้อัตราการไหลของน้ำลดลงจะมีผลอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของลูกหอย

1.2.6 การเลี้ยงแบบใส่ตะกร้าแขวน

การเลี้ยงหอยนางรมแบบใส่ตะกร้าแขวนเป็นวิธีการเลี้ยงที่ให้ผลการเจริญเติบ อัตราการรอดสูง รวมทั้งสามารถเลี้ยงแบบความหนาแน่นได้ และผลผลิตที่ได้ให้รูปทรงที่สวยงามเนื่องจากลูกหอยที่นำมาเลี้ยงนิยมใช้ลูกหอยแบบเดี่ยว ๆ (single spat) ที่ผลิตออกจากโรงเพาะฟัก อย่างไรก็ตามการเลี้ยงลูกหอยด้วยวิธีนี้จะมีปัญหาที่สำคัญ คือ สัตว์จำพวกเพรียงเกาะเปลือก ดังนั้นจะต้องมีการจัดการที่ดีและเหมาะสมเพื่อให้ผลการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูง จากการศึกษาของ Spencer et al (1978) ทำการศึกษาการเลี้ยงหอยนางรม *C.gigas* ด้วยวิธีการใส่ตะกร้าแบบแขวนในเขตน้ำขึ้นน้ำลง พบว่าหอยมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงหากระยะเวลาในการสัมผัสกับอากาศในระยะเวลาที่นานแต่ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดตาย

1.2.7 การเลี้ยงลูกหอยในระบบทุ่นลอยน้ำ

การเลี้ยงลูกหอยนางรมด้วยวิธีนี้หรือเรียกว่า floating upwelling system (FLUPSY) ซึ่งวิธีแบบนี้นิยมใช้ในแถบยุโรปและรัฐวิชิงตันของสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีรูปแบบการสร้างแบบแพประกอบด้วยห้องหรือช่องสำหรับใส่ลูกหอย น้ำทะเลจะใช้ปั๊มสูบขึ้นมาเพื่อส่งเข้ามายังห้องที่เลี้ยงลูกหอย

อยู่เนื่องจากมวลน้ำที่หมุนเวียนเข้าสู่ระบบจะเป็นตัวช่วยพัดพาอาหารต่าง ๆ ให้ลูกหอยได้กรองกินเพื่อการเจริญเติบโตและอัตราการอด จากการศึกษาของ Ra Londe, R. (1999) พบว่าลูกหอยที่เลี้ยงด้วยระบบ FLUPSY มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีปัจจัยทางด้านอื่นร่วมเช่น อัตราการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ความเค็มและความหนาแน่นของลูกหอยที่ใส่ในแต่ละห้อง

1.3 ความหนาแน่นในการเลี้ยงหอยนางรม

ความหนาแน่นในการเลี้ยงเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ รวมทั้งหอยนางรมซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย จากการศึกษาของ Capelle et al., (2020) ทำการอนุบาลลูกหอยนางรมระยะวัยเกล็ดจากโรงเพาะฟัก โดยใช้น้ำหนักลูกหอยเริ่มต้น 5 กิโลกรัม ลูกหอยประมาณ 5,000 ตัว เลี้ยงในตะแกรงที่มีขนาด 0.5 เมตร x 1 เมตร ที่มีขนาดตาข่าย 6 มิลลิเมตร จากนั้นเมื่อลูกหอยมีขนาด 2.5-4 เซนติเมตร ทำการลดความหนาแน่นลงประมาณ 2.2 กิโลกรัมต่อตะแกรงที่มีขนาดตาข่าย 1.2 เซนติเมตร จากนั้นทำการเลี้ยงต่อไปอีกประมาณ 8-10 เดือน ทำการลดความหนาแน่นอีกครั้ง โดยใช้ขนาดของตาข่าย 1.6 เซนติเมตร โดยสามารถที่จะเลี้ยงหอยในระยะนี้ได้ที่น้ำหนัก 8 กิโลกรัมต่อตะแกรงและเลี้ยงต่อจนกระทั่งขนาดเก็บเกี่ยว นอกจากนี้การศึกษาของ Fisheries (2001) พบว่าการเจริญเติบโตและความหนาแน่นของหอยนางรมที่เลี้ยงที่จะได้ผลที่ดีมีผลมาจากอัตราการไหลของน้ำและปริมาณอาหารแพลงก์ตอนพืชในบริเวณแหล่งเลี้ยง ซึ่งพบว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมของลูกหอยที่เริ่มเลี้ยงที่มีขนาด 2.3 เซนติเมตร อยู่ในช่วง 1,000 และ 2,000 ตัวต่อตะแกรง ลูกหอยขนาด 4.9 เซนติเมตร ความหนาแน่นที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 500 และ 750 ตัวต่อตะแกรง และขนาดของหอยที่ 6.4 เซนติเมตร สามารถเลี้ยงได้ที่ความหนาแน่นสูงถึง 500 ตัวต่อตะแกรง ขณะที่ Honkoop and Bayne (2002) ทำการศึกษาความหนาแน่นของหอยนางรมโดยทำการศึกษาที่ความหนาแน่นต่ำสุดที่ 80 120 และ 160 ตัวต่อตะแกรง (คิดเป็น 50 75 และ 100% ของพื้นที่ตะแกรง) ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 9 เดือน พบว่ามีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องทั้งส่วนของเปลือกและเนื้อด้านในและไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความหนาแน่น

1.4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม

1.4.1 อาหาร เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำเนินการจัดการเลี้ยงหอย หอยส่วนใหญ่กินพวกไดอะตอมและแพลงก์ตอนพืช ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของอาหารจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม

1.4.2 น้ำทะเล ควรมีความเค็มประมาณ 15-30 พีพีที ถ้าน้ำเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้ มีผลกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม โดยหอยจะมีอัตราการกรองอาหารช้าลงและทำให้อัตราเจริญเติบโตช้าลง

1.4.3 อิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลง ระยะเวลาที่หอยนางรมอยู่ในน้ำนานจะเจริญเติบโตเร็ว แต่มีเปลือกบาง ส่วนหอยนางรมที่มีระยะเวลาอยู่ในน้ำน้อย การเจริญเติบโตช้าและมีเปลือกหนา

1.4.4 ความขุ่นของน้ำ ปริมาณความขุ่นมาก ตะกอนโคลนตมเกาะตามเหงือกทำให้หอยหายใจไม่ออกและตายได้ นอกจากนี้ความขุ่นยังทำให้ ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลง มีผลทำให้หอยมีการเจริญเติบโตช้า

1.4.5 ความหนาแน่นของหอยที่เลี้ยง การเลี้ยงหอยถ้ามีความหนาแน่นมากเกินไป มีผลทำให้หอยมีการเจริญเติบโตช้า โดยส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางกายภาพ คือ ด้านความยาวของหอยจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าด้านความกว้าง

1.4.6 กระแสน้ำที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงหอยควรไหลแรงระหว่าง 0.17-0.25 เมตรต่อวินาทีและ 0.25-0.35 เมตรต่อวินาที ถ้าหากพื้นที่มีลมหรือกระแสน้ำแรงเกินไป เช่น ถ้าหากกระแสน้ำไหลแรงเกิน 0.5 เมตรต่อวินาที จะพัดพาตัวอ่อนของลูกหอยออกไปจากพื้นที่เร็วเกิน ความสามารถที่ลูกหอยจะหาวัสดุเกาะได้ อีกทั้งอาจพัดพาหลักหรืออุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการเลี้ยงหอยสูญหายไปได้

1.4.7 อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมระบบสรีรวิทยาของหอย เช่น ประสิทธิภาพของการกรองกินอาหาร การเผาผลาญอาหาร การหายใจและการขับถ่าย ตลอดจนการพัฒนาการของเซลล์สืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของตัวอ่อน หอยอาศัยอยู่ในแหล่งซึ่งมีอุณหภูมิที่ไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนักอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรมอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส

1.5 คุณภาพน้ำและปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมในบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยนางรม

การตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่อ่าวบ้านดอนมีรายงานจากนักวิจัยหลายท่านโดย นิคม ละอองศิริวงศ์และคณะ (2540) สำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จ. สุราษฎร์ธานี ผลงานวิจัยพบว่าในระหว่างเดือนมกราคม ปี 2535 ถึงเดือนกันยายน ปี 2537 บริเวณคลองราม มีค่าเฉลี่ยแอมโมเนียรวมสูงถึง 0.720 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ที่กำหนดให้มีค่าแอมโมเนียรวมไม่เกิน 0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉพาะระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงที่คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมมากที่สุด ความโปร่งใสมีค่าต่ำสุดเฉลี่ย 0.31 เมตร บีโอดีมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 5.85 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.0070 ±0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนเตรทมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.142±0.122 มิลลิกรัมต่อลิตร ความลึกมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 3.72 เมตร ความโปร่งใสมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.61 เมตร บีโอดีมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2.52 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ไนไตรท์มีค่าเฉลี่ยสุดเฉลี่ย 0.021±0.018 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียรวมต่ำสุดเฉลี่ย 0.213±0.239 มิลลิกรัมต่อลิตร

Loosanoff (1965) พบว่าบริเวณผิวน้ำมีอุณหภูมิที่สูงกว่าซึ่งเป็นปัจจัยหลักเอื้อต่อการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอนพืชที่สูงขึ้นเพียงพอต่อการกรองกินของหอยนางรมด้วย ขณะเดียวกันหากอุณหภูมิน้ำสูงเกินไปก็จะส่งผลให้เกิดการบลูมของแพลงก์ตอนพืชก่อให้เกิดความเป็นพิษส่งให้อัตราการตายของหอยนางรมสูงขึ้นเช่นกัน

ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบและธีรยา ช่วยสุรินทร์ (2546) ได้ทำการศึกษาสภาพภูมิอากาศและคุณภาพน้ำชายฝั่งทะเลอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีระหว่างปี 2539-2540 พบว่าสามารถแบ่ง

ฤดูกาลในจังหวัดสุราษฎร์ธานีออกได้เป็น 2 ฤดู การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง) ยกเว้นปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานได้รับอิทธิพลจากน้ำท่า ที่ระบายลงสู่แม่น้ำตาปี แม่น้ำพุมดวง พบว่าความเค็ม ความปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ โดยเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูแล้งปากคลองท่าฉาง และปากน้ำตาปีซึ่งเป็นบริเวณก้นอ่าวที่มีการเลี้ยงหอยนางรมและหอยแครงจะถูกผลกระทบจนเกิดการตายในช่วงปลายปี พ.ศ. 2539 ปากคลองพุมเรียงและปากคลองท่าทอง อยู่ไกลจากปากแม่น้ำตาปีจึงได้รับผลกระทบจากน้ำที่ระบายลงสู่อ่าวปริมาณน้อย

ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ (2547) มีการรายงานการแพร่กระจาย และความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดสุราษฎร์ธานี เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2541 พบว่าคุณภาพน้ำมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ วามเค็ม ความโปร่งใส ออกซิเจนละลายน้ำ ไนเตรท-ไนโตรเจน ความเป็นด่าง โดยค่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่ง ยกเว้นบางพารามิเตอร์ ความเค็ม ความโปร่งใส ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ จะมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล จากการได้รับอิทธิพลของน้ำท่าจากแม่น้ำตาปีที่ไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน ส่งผลให้บริเวณปากแม่น้ำมีความเข้มข้นของสารอาหารพวกไนโตรเจนปริมาณสูงเป็นธาตุอาหารในการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอน

ประเดิม อุทธยานมณี (2555) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงตามเวลาและเชิงพื้นที่ของปริมาณสารอาหาร บริเวณปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในเดือนมีนาคมและเดือนกันยายน ผลการศึกษาพบว่าสถานีนอกอ่าวพบปริมาณสารอาหารน้อยที่สุด และบริเวณพื้นที่ชุมชนพบปริมาณสารอาหารมากที่สุด เนื่องจาการปล่อยน้ำเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ของชุมชน เดือนมีนาคมพบว่ามีปริมาณของสารอาหารมากกว่าเดือนกันยายน เนื่องจากเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องในเดือนมีนาคม

ชนากานต์ สุขอุดม และคณะ (2558) การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และค่าความเป็น กรด-ด่างของดินตะกอน ในพื้นที่เลี้ยงหอยแครงบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า การสะสมของสารอินทรีย์ในดินจะมีความแตกต่างตามฤดูกาลและระดับความลึก บริเวณฝั่งตะวันออกของ อ่าวจะมีการสะสมของสารอินทรีย์มากกว่าฝั่งตะวันตก ซึ่งจะพบปริมาณสูงในฤดูฝนและในฤดูร้อน ลดต่ำลง ดินตะกอนในช่วงฤดูฝนจะให้ค่าความเป็นกรดอ่อนจนถึงกลาง ในฤดูร้อนจะให้ค่าเป็นกลางถึงด่างอ่อน ๆ พบว่าในเดือนมีนาคม 2557 ดินตะกอนจะมีค่าความเป็นกรดสูงที่สุดและต่ำสุดในเดือน มิถุนายน 2556

บุสยา ปล้องอ่อนและคณะ (2559) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำในพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน ในฤดูร้อนและฤดูฝน พบว่า อุณหภูมิน้ำ ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต มีค่าเฉลี่ยสูงในช่วงฤดูฝน เนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินมีการพัดพาธาตุอาหารที่เกิดจากการไหลผ่านบริเวณแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งตลอดชายฝั่ง ทำให้สารอาหารเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ แอมโมเนีย และไนเตรทมีค่าสูง และปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐาน

คุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 โดยพบบริเวณปากแม่น้ำกะแดะ ปากแม่น้ำท่าทองมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในฤดูฝน

เชษฐพงษ์ และคณะ (2546) ศึกษาศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุจังหวัดจันทบุรี พบว่ารูปแบบการเลี้ยงหอยแครงเป็นการเลี้ยงแบบกั้นคอก การเลี้ยงหอยนางรมและหอยแมลงภู่เป็นการเลี้ยงแบบแพ เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยมากกว่าครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างประกอบอาชีพเลี้ยงหอยนางรม รองลงมาประกอบอาชีพเลี้ยงหอยแครง และเลี้ยงหอยแมลงภู่ ตามลำดับ พบว่าด้านคุณภาพน้ำดินตะกอนพบว่าพื้นที่เลี้ยงหอยอย่างหนาแน่นมีปริมาณธาตุอาหารในน้ำ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในชั้นผิวดินตะกอนมากกว่าในพื้นที่เลี้ยงหอยอย่างเบาบางตลอดทั้งปี เนื่องจากพื้นที่เลี้ยงหอยไม่หนาแน่นมากเป็นการเลี้ยงหอยใกล้ร่องน้ำ มีการหมุนเวียนน้ำดีทำให้ปริมาณธาตุอาหาร และสารอินทรีย์เกิดการหมุนเวียนตลอดเวลา ส่งผลให้ความเข้มข้นของธาตุอาหาร และปริมาณสารอินทรีย์รวมไม่สูงมากนัก ในขณะที่บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยหนาแน่นมีสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติเริ่มไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอย ลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลทำให้หอยเจริญเติบโตช้าลงและเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยในพื้นที่เหล่านี้มีผลตอบแทนต่ำกว่าพื้นที่เลี้ยงหอยอื่น ๆ

1.6 แนวคิดเกี่ยวกับต้นทุน

ต้นทุน (Cost) หมายถึง มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเพื่อให้ได้สินค้าหรือบริการ โดยมูลค่านั้นจะต้องสามารถวัดได้เป็นหน่วยเงินตรา ซึ่งเป็นลักษณะของการลดลงในทรัพย์สิน หรือเพิ่มขึ้นในหนี้สิน ต้นทุนที่เกิดขึ้นอาจจะให้ประโยชน์ในปัจจุบันหรือในอนาคตก็ได้ เมื่อต้นทุนใดเกิดขึ้นแล้ว และกิจการได้ใช้ประโยชน์ไปทั้งสิ้นแล้ว ต้นทุนนั้นก็จะถือเป็น “ค่าใช้จ่าย” (Expenses) ดังนั้นค่าใช้จ่ายจึงหมายถึงต้นทุนที่ให้ประโยชน์และกิจการได้ใช้ประโยชน์ทั้งหมดนั้นไปแล้วในขณะนั้น และสำหรับต้นทุนกิจการสูญเสียไปแต่จะให้ประโยชน์แก่กิจการในอนาคต

ต้นทุน (Cost) หมายถึง เงินสด หรือสิ่งเทียบเท่าเงินสดที่ได้ใช้ไปเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการก่อให้เกิดรายได้จากสินค้าและบริการ โดยมีมูลค่าที่วัดได้ในหน่วยเงินตราของสินทรัพย์หรือประโยชน์อื่นใดที่เกิดการได้ลงทุนไปเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าและบริการต่าง ๆ ต้นทุนนั้นอาจก่อให้เกิดประโยชน์ได้ในทันทีหรือเกิดภายหลังหากก่อให้เกิดประโยชน์ทันถือ ถือว่า ต้นทุนนั้นเป็นค่าใช้จ่าย เช่น เงินเดือนพนักงาน แต่ถ้าประโยชน์นั้นเกิดขึ้นภายหลังต้นทุน จะถือว่าต้นทุนเป็นสินทรัพย์ เช่น อุปกรณ์ เครื่องจักร โดยสินทรัพย์จะถูกใช้ไปจะถือเป็นค่าใช้จ่ายในรูปของค่าเสื่อมราคา (เฉลิมขวัญ ครุธบุญยงค์, 2554)

1.6.1 การจำแนกต้นทุน

ต้นทุนนั้นจะถูกจำแนกตามลักษณะส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าแต่ละผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย ต้นทุนการผลิตและค่าใช้จ่ายในการขายและบริการ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- วัตถุดิบทางตรง (Direct Materials) หมายถึง วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต และสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าใช้ในการผลิตสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งในปริมาณและต้นทุนเท่าใดรวมทั้งจัดเป็นวัตถุดิบส่วนใหญ่ที่ใช้ในการผลิตสินค้าชนิดนั้น ๆ เช่น ไม้แปรรูปจัดเป็นวัตถุดิบทางตรงของการผลิตเฟอร์นิเจอร์

- ค่าแรงงานทางตรง (Direct Labor) หมายถึง ค่าแรงงานต่าง ๆ ที่จ่ายให้แก่คนงานหรือลูกจ้างที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการผลิตสินค้าสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปโดยตรง รวมทั้งเป็นค่าแรงงานที่มีจำนวนมากเมื่อเทียบกับค่าแรงงานทางอ้อมในการผลิตสินค้าหน่วยหนึ่งๆ และจัดเป็นค่าแรงงานส่วนสำคัญในการแปรรูปวัตถุดิบให้เป็นสินค้าสำเร็จรูป เช่น คนงานที่ทำงานเกี่ยวกับการควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตก็ควรถือเป็นแรงงานทางตรง พนักงานในสายการประกอบ เป็นต้น

- ค่าใช้จ่ายการผลิต หมายถึง แหล่งรวบรวมค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าซึ่งนอกเหนือจากวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง เช่น

1) วัตถุดิบทางอ้อม (Indirect Materials) หมายถึง วัสดุที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ แต่ไม่สามารถนำมาคิดเป็นวัตถุดิบทางตรงได้เพราะไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เช่น เกลือ กระเทียม เป็นต้น เพราะมีปริมาณการใช้ที่น้อย ทำให้การคำนวณต้นทุนต่อหน่วยของสินค้ามีความซับซ้อนและเสียเวลาไม่คุ้มกับการคิดเป็นวัตถุดิบทางตรง

2) ค่าแรงงานทางอ้อม (Indirect Labor) หมายถึง ค่าแรงงานที่ไม่สามารถจำแนกเป็นค่าแรงทางตรงได้ คือไม่สามารถนำมาคำนวณต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ได้ตรง เนื่องจากค่าแรงดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดสินค้าโดยตรง เช่น ค่าแรงฝ่ายธุรการในการผลิต

3) ค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมอื่น ๆ ได้แก่ ค่าน้ำ ค่าไฟ ค่าเช่า ค่าเสื่อมราคา ค่าประกันภัย ค่าภาษี เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายเหล่านี้ก็จะต้องเป็นค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการดำเนินการผลิตในโรงงานเท่านั้น ไม่รวมถึงเงินเดือน ค่าเช่า ค่าไฟฟ้า ค่าเสื่อมราคา ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานในสำนักงาน ดังนั้น ค่าใช้จ่ายการผลิตจึงถือเป็นที่รวมของค่าใช้จ่ายในการผลิตทางอ้อมต่าง ๆ (Cost Pool of Indirect Manufacturing Costs) นอกจากนี้ ยังจะพบว่าในบางกรณีก็มีการเรียก

ค่าใช้จ่ายการผลิต ในชื่ออื่น ๆ เช่น ค่าใช้จ่ายโรงงาน (Factory Overhead) ค่าโสหุ้ยการผลิต (Manufacturing Burden) ค่าต้นทุนผลิตทางอ้อม (Indirect Costs) เป็นต้น

การจำแนกต้นทุนตามพฤติกรรมที่มีความสัมพันธ์กับลำดับกิจกรรม เป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของต้นทุนเมื่อลำดับกิจกรรมที่ทำเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะประกอบด้วย

ต้นทุนคงที่ (Fixed Costs) หมายถึง ต้นทุนที่มีจำนวนต้นทุนรวมไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณหรือระดับกิจกรรม เช่น ค่าเช่า ค่าประกันภัย เป็นต้น

ต้นทุนผันแปร (Variable Costs) หมายถึง ต้นทุนชนิดต่าง ๆ ที่มีจำนวนของต้นทุนรวมเปลี่ยนแปลงไปในสัดส่วนโดยตรงต่อปริมาณหรือระดับกิจกรรม เช่น วัตถุดิบทางตรง ค่าแรงทางตรง ค่าใช้จ่ายการผลิตผันแปร เป็นต้น

1.6.2 การวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

จุดคุ้มทุน (Break – Even point) หมายถึง ระดับของยอดขายของกิจการที่เท่ากับค่าใช้จ่ายทั้งหมดของกิจการ ซึ่งก็คือจุดที่กิจการไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนนั่นเอง โดยจุดคุ้มทุนจะสามารถหาได้ก็ต่อเมื่อผู้ประกอบการสามารถแยกต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปรอย่างละเท่าไรบ้าง จากการคำนวณดังนี้ (สิงหา คามูลตาและเกวลี พรมสาย 2563)

$$\text{ปริมาณขาย ณ จุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนคงที่รวม}}{\text{ราคาต่อหน่วย-ต้นทุนผันแปรต่อหน่วย}}$$

การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนเป็นการวางแผนการทำกำไรจากการดำเนินงานของธุรกิจโดยมองที่ราคาขาย ต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร โดยหากต้องการให้มีจุดคุ้มทุนที่ต่ำลงเพื่อเพิ่มความสามารถในการทำกำไรก็สามารถทำได้โดย เพิ่มราคาขาย หรือลดต้นทุนผันแปรและต้นทุนคงที่ลง ซึ่งการใช้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนจะใช้ในการวางแผนระยะสั้นๆ เช่นต่อเดือนหรือต่อปีเป็นต้น

สมมติฐานและข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์ก่อน ดังนี้

1. รายได้หรือผลตอบแทนของโครงการหาได้จาก ราคาขายต่อหน่วยคูณด้วยปริมาณขาย ซึ่งราคาขายต่อหน่วยนั้นจะเป็นราคาที่คงที่ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ทำการวิเคราะห์

2. ค่าใช้จ่ายของโครงการ สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ ค่าใช้จ่ายคงที่และค่าใช้จ่ายผันแปรโดยค่าใช้จ่ายคงที่จะเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิตภายในระยะเวลาหนึ่ง ส่วนจุดคุ้มทุนคือจุดที่

กำไร = 0 หรือ

รายได้ = ค่าใช้จ่าย

3. ช่วงเวลาที่มีความหมาย (Relevant Range) เป็นช่วงเวลาที่ค่าใช้จ่ายคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาณกิจกรรม จึงทำให้ค่าใช้จ่ายคงที่เท่าเดิมในช่วงเวลาที่พิจารณา ซึ่งในความเป็นจริงค่าใช้จ่ายคงที่จะคงที่ในช่วงเวลาหนึ่งๆ เท่านั้น เพราะเมื่อใดก็ตามที่ยอดขายเพิ่มสูงขึ้นจนเกินระดับการผลิตที่เต็มกำลังของเครื่องจักรเดิมที่มีอยู่แล้ว ถ้าต้องการขายเพิ่มก็ต้องผลิตเพิ่ม ซึ่งจะต้องจัดหาเครื่องจักรมาเพิ่มมีผลทำให้ค่าใช้จ่ายคงที่เพิ่มขึ้นไปอีกระดับหนึ่ง ดังนั้นในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของโครงการหนึ่งๆ จึงต้องกำหนดในช่วงเวลาที่ค่าใช้จ่ายคงที่ดังกล่าวไม่เปลี่ยนซึ่งอาจวิเคราะห์ในช่วง 1 ปี หรือมากกว่าก็ได้

4. ปริมาณสินค้าคงเหลือของโครงการอยู่ในระดับคงที่ ซึ่งหมายถึง ปริมาณสินค้าที่ขายเท่ากับ ปริมาณสินค้าที่ผลิต

5. ปริมาณผลิตเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายของโครงการเท่านั้น กล่าวคือ การที่ค่าใช้จ่าย จะสูงขึ้นหรือลดลงจะขึ้นอยู่กับปริมาณสินค้าที่ผลิตเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายเปลี่ยนแปลงไปได้ เช่น การผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพ มีการใช้เวลาในการทำงานมากกว่าปกติ เป็นต้น

1.6.3 อัตรากำไรขั้นต้น (Gross Profit Margin)

อัตรากำไรขั้นต้น เป็นอัตราส่วนที่แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างต้นทุนของกิจการ ซึ่งกำไรขั้นต้นเท่ากับรายได้จากการขาย หักด้วยต้นทุนขาย

$$\text{อัตราส่วนกำไรขั้นต้น} = \frac{\text{กำไรขั้นต้น} \times 100}{\text{รายได้จากการขายสุทธิ}}$$

การวิเคราะห์อัตราส่วนนี้ต้องเปรียบเทียบว่า ต้นทุนขายสินค้าสูงหรือต่ำเมื่อเทียบกับราคา (Relative Cost-Price Position) ซึ่งการวิเคราะห์อาจมีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนการขายสินค้าแต่ละประเภท (Product Mix) เนื่องจากอัตราการทำกำไรของสินค้าแต่ละประเภทต่างกัน

1.6.4 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะคืนทุน (Payback Period) ของโครงการ หมายถึง ระยะเวลาการดำเนินงานที่มีผลทำให้ผลตอบแทนสุทธิ มีค่าเท่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนพอดี โดยมีวิธีการดำเนินการคำนวณดังนี้ (ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี, 2544)

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{ต้นทุนทั้งหมด}}{\text{ผลตอบแทน}}$$

1.6.5 อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment, ROI)

เป็นการคำนวณบนฐานเงินลงทุนรวม (ทุน ส่วนของเจ้าของ และทุนจากแหล่งอื่น) เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพการดำเนินงานของกิตการว่า "การลงทุน ครั้งนี้สามารถสร้างผลตอบแทนกลับคืนมาจากเงินลงทุนทั้งหมดกี่เปอร์เซ็นต์" ดังนั้น ยิ่งค่า ROI สูง จึงยิ่งดี สามารถคำนวณตามสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราผลตอบแทนจากการลงทุน} = \frac{\text{กำไรสุทธิ} \times 100}{\text{เงินลงทุนรวม}}$$

1.6.6 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

ทวินันท์ และอนัญญา (2557) พบว่าปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหลายปัจจัยมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาว ได้แก่ ปริมาณออร์โธฟอสเฟต อุณหภูมิ ความเค็ม คลอโรฟิลล์เอ ปริมาณไนไตรท์และความลึกของน้ำ เนื่องจากการเลี้ยงลูกหอยเป็นการเลี้ยงแบบอิงธรรมชาติดังนั้นปัจจัยคุณภาพน้ำจึงมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของลูกหอยอย่างสูง สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงหอยนางรมจะส่งผลต่อการเจริญเติบโต

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. โดยเป็น

ต้นทุนคงที่ 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) ค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เก็บเกี่ยวผลผลิต (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) ค่าธรรมเนียม ใบอนุญาต (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% หากต้นทุนที่ได้เพิ่มขึ้นกว่าค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนจะ

ทำให้ขาดทุนจากการลงทุน 2) ใช้เงินกู้ทั้งหมด พบว่าลดลงได้ไม่เกิน 33.80% โดยที่ต้นทุนเพิ่มขึ้นได้ไม่เกิน 51.06% หากต้นทุนที่ได้เพิ่มขึ้นกว่าค่าความแปรเปลี่ยนทางด้านต้นทุนจะทำให้ขาดทุนจาการลงทุน

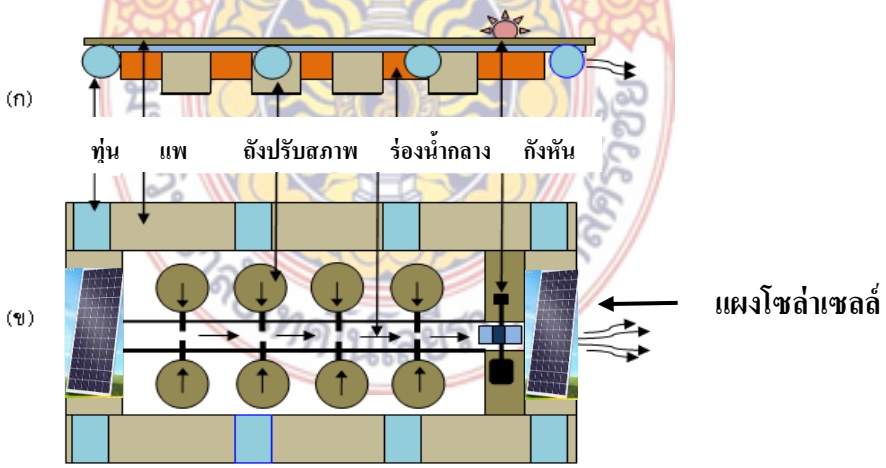
ดังนั้นทางทีมผู้วิจัยเลยมีแนวคิดว่าการใช้ประโยชน์จากบ่อดินที่มีการเลี้ยงปลาร่วมกับการเลี้ยงหอยนางรมเพื่อปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์และอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่นจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตอาหารเนื่องจากได้รับปุ๋ยในการขยายสาหร่ายเซลล์เดียวสำหรับเป็นอาหารของหอยสองฝาที่เกิดจากการขับถ่ายของปลาและยังมีรายได้เสริมจากการเลี้ยงปลาอีกด้วย อีกทั้งหากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงในบ่อดินร่วมกับการเลี้ยงปลามีความสมบูรณ์เพศพร้อมที่จะเพาะพันธุ์ ส่งผลให้ลูกหอยมีอัตรารอดที่สูง สามารถที่จะผลิตลูกหอยได้ตลอดทั้งปี เป็นผลให้ลูกพันธุ์หอยสามารถกระจายออกสู่เกษตรกรได้ตลอดทั้งปี ลดการใช้ทรัพยากรลูกหอยนางรมจากธรรมชาติ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างอาชีพและสร้างรายได้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชุมชนชายฝั่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การออกแบบระบบปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมและอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่นแบบลอยน้ำในบ่อดิน

หลักการทำงานของระบบจะออกแบบให้น้ำทะเลไหลเวียนตลอดเวลา การไหลของน้ำในระบบเกิดจากการดึงน้ำออกโดยการใช้กังหันตีน้ำ (Paddle wheel) ให้ไหลออกสู่ภายนอกเพื่อให้เกิดความต่างระดับของน้ำเกิดขึ้น จากนั้นน้ำก็จะไหลผ่านถังใส่พ่อแม่พันธุ์และอนุบาลลูกหอยทางด้านล่างเข้ามาแทนที่ การขับกังหันตีน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าพร้อมติดตั้งชุดเกียร์เพื่อให้ปรับความเร็วรอบได้ ระบบนี้จะติดตั้งบนแพ ถังใส่พ่อแม่พันธุ์และอนุบาลลูกหอยมีลักษณะเป็นรูปทรงกลมวางจมอยู่ใต้ผิวน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๔๐ เซนติเมตร ขอบด้านบนจะโผล่เหนือผิวน้ำและมีท่อน้ำล้นทำด้วยท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๒ นิ้ว ด้านล่างของถังปิดด้วยตะแกรงมีช่องตาขนาดใหญ่ รูปแบบการวางถังพ่อแม่พันธุ์จะวางเป็น ๒ แถวขนานกัน ระหว่างแถวจะมีร่องน้ำกลาง (Central channel) โดยถังปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์และอนุบาลลูกหอยทุกถังจะมีช่องน้ำไหลออกลงสู่ร่องน้ำกลาง มีการติดตั้งกังหันตีน้ำตรงส่วนปลายด้านใดด้านหนึ่งของร่องน้ำกลางขณะที่ปลายอีกด้านหนึ่งจะปิด ระดับของน้ำในร่องน้ำจะมีระดับเดียวกันกับระดับน้ำทะเล การทำงานของระบบนี้จะเริ่มด้วยการเปิดกังหันตีน้ำเพื่อพร่องน้ำที่อยู่ในร่องน้ำกลาง โดยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะเป็นพลังงานจากแสงอาทิตย์โซล่าเซลล์ เมื่อระดับน้ำในร่องน้ำกลางลดระดับลงจะทำให้น้ำในบ่อไหลเข้าสู่ถังปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์และอนุบาลลูกหอยทางด้านล่างผ่านตัวหอยและไหลออกทางช่องน้ำออกลงสู่ร่องน้ำกลาง ส่งผลทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในระบบเกิดขึ้น ดังแสดงใน ภาพที่ 1ก และ 1ข น้ำทะเลที่ไหลผ่านระบบจะมีทั้งอาหารและออกซิเจนที่มีความจำเป็นสำหรับพ่อแม่พันธุ์และลูกหอย



ภาพที่ 2.1 ภาพด้านข้าง (ก) และด้านบน (ข) ของระบบการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมและอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่นโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากโซล่าร์เซลล์

ที่มา: ดัดแปลงจาก (สุวัจน์ และคณะ)

2.2 การเตรียมบ่อดินสำหรับวางระบบเลี้ยง

2.2.1 บ่อดินที่ใช้เป็นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเดิม ทั้งกุ้งและปลา ทำการปรับความลึกของบ่อให้มีความลึกของน้ำเฉลี่ย 2 - 2.5 เมตร ปรับให้มีความลาดเอียงของบ่อที่เป็นทางน้ำเข้าน้ำออก เพื่อสะดวกในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ทางด้านน้ำเข้าจะฝังท่อพีวีซีที่มีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 10 นิ้ว และฝั่งทางน้ำออกจะฝังท่อพีวีซีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 12 นิ้วซึ่งจะวางอยู่ด้านตรงกันข้ามกับท่อน้ำเข้าเพื่อสะดวกในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ปลายท่อของท่อน้ำเข้า-ออกสามารถถอดออกได้ง่ายเมื่อมีการใช้งาน

2.2.2 บริเวณกระชังเลี้ยงสัตว์น้ำมีการติดตั้งใบพัดตีน้ำ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของออกซิเจนได้ทั่วถึง โดยอาศัยพลังงานจากแผงโซลล่าร์เซลล์

2.2.3 พื้นที่บริเวณคันบ่อจะสร้างโรงเรือนสำหรับวางระบบอุปกรณ์และระบบอนุบาลลูกหอยระยะวัยเกล็ด ที่มีขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 6 เมตร ใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูป หลังคามุงด้วยกระเบื้องซึ่งสามารถเป็น Land-based nursery system

2.2.4 ด้านบนขอบบ่อรอบ ๆ จะมีโครงสร้างหลังคาเป็นเหล็กแบบโค้งคล่อมตัวบ่อ ด้านบนจะคลุมด้วยซาแลนสีเขียวที่มีความเข้ม 80 เปอร์เซ็นต์ และคลุมไว้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ของบ่อทั้งหมดเพื่อช่วยในการพลางแสงในช่วงฤดูร้อน

2.3 การเตรียมการเลี้ยงปลาในบ่อ

จัดซื้อลูกพันธุ์ปลาทับทิมขนาด 4-5 นิ้ว จากฟาร์มเลี้ยงเอกชนในจังหวัดตรัง หลังจากสูบน้ำเข้าบ่อ 2-3 วัน ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อ ปล่อยปลาที่ความหนาแน่น 7 ตัวต่อตารางเมตร ซึ่งเป็นความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาทับทิม ซึ่งเป็นความหนาแน่นที่ไม่ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของปลา โดยใส่ปลาในกระชังเลี้ยงทั้งหมด 8 กระชัง กระชังละ 112 ตัว รวมทั้งหมด 896 ตัว และปล่อยนอกกระชังในบ่อตามธรรมชาติจำนวน 604 ตัว โดยมีการให้อาหารสำเร็จรูปตามแต่ละช่วงอายุของมัน โดยมีการจัดการระหว่างเลี้ยงตลอด มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกๆ 2 สัปดาห์

2.4 การเตรียมพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมสำหรับการทดลอง

พ่อแม่พันธุ์หอยนางรมพันธุ์ตะโกรมกรามขาวที่นำมาใช้ในการทดลองจะซื้อมาจากฟาร์มเลี้ยงของเกษตรกร ในจังหวัดตรัง คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ที่มีรูปร่างลักษณะดี มีขนาด 8-10 เซนติเมตร ก่อนนำมาล้างทำความสะอาดเพื่อขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ แล้วทิ้งไว้ให้แห้งเป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมงเพื่อกำจัดปรสิตภายนอก

2.5 การทดลองปรับสภาพพ่อ-แม่พันธุ์ในระบบ

2.5.1 การศึกษาผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ต่อการพัฒนาของรังไข่

หลังจากเลี้ยงปลาได้ประมาณ 1 สัปดาห์ ทำการติดตั้งระบบจากข้อที่ 2.1 และเคลื่อนย้ายลงในบ่อเลี้ยงปลา แล้วนำพ่อพันธุ์จากข้อ 2.4 ลงเลี้ยงในระบบ โดยจะใช้พ่อแม่พันธุ์เพื่อปรับสภาพได้ไม่เกิน 5 กิโลกรัมของน้ำหนักมีชีวิต (Helm and Bourne, 2004) โดยใช้พ่อแม่พันธ์ต่อตะแกรงเลี้ยงจำนวน 10 ตัว ทั้งหมด 10 ตะแกรงต่อระบบ รวมพ่อแม่พันธุ์หอยทั้งหมด 100 ตัว ซึ่งเป็นความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสำหรับการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ อัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านถังปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์จะต้องมากกว่า 25 มิลลิลิตร/ตัว/นาที โดยการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในระบบน้ำหมุนเวียนจะกำหนดปริมาณตามน้ำหนักมวลมีชีวิตทั้งหมด (Utting and Millican, 1997) ส่วนชุดที่ 1 นำไปเลี้ยงในฟาร์มของเกษตรกรเพื่อเปรียบเทียบการพัฒนาของรังไข่กับการเลี้ยงในระบบปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ โดยหอยที่เลี้ยงในฟาร์มจะติดเชือกด้วยซีเมนต์ก่อนนำไปเลี้ยงแบบแขวน (Suspended method) จำนวน 10 พวง พวง 10 ตัว รวมพ่อแม่พันธุ์หอยทั้งหมด 100 ตัว ก่อนการทดลองแต่ละชุดการทดลองจะสุ่มพ่อแม่พันธุ์ชุดละ 10 ตัวเพื่อนำมาศึกษาหาค่า Gonado-somatic Index (GSI) ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ตามวิธีการของ Urban and Riascos (2002) ในช่วงที่ทำการศึกษาทำความสะอาดทุก ๆ 3 วัน เพื่อป้องการการอุดตันของตะแกรงและเพิ่มการไหลเวียนของน้ำผ่านตะแกรง ภายหลังจากปรับสภาพเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ นำพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมทั้ง 2 ชุด มาหาค่า Gonado-somatic Index (GSI) อีกครั้ง พร้อมกับนำเอารังไข่ของเพศเมียไปวิเคราะห์หาปริมาณของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (Highly unsaturated fatty acids) โดยใช้เครื่อง Gas Chromatography

ตลอดระยะเวลาการศึกษาจะทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นทั้งในบ่อและในฟาร์มของเกษตรกร เพื่อนำมาศึกษาชนิดและความหนาแน่น ทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่าง คือ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าพีเอช อุณหภูมิของน้ำ แอมโมเนีย และไนไตรท์ ทุก 15 วัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ T-test ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.5.2 การศึกษาผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมต่อผลสัมฤทธิ์ในการเพาะพันธุ์ในโรงเพาะฟัก

ดำเนินการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 เมื่อดำเนินการทดลองครบเป็นระยะ 1 เดือน นำพ่อแม่พันธุ์มาทำการกระตุ้นการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ โดยถาดกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์มีท่อน้ำ 2 ชนิด คือท่อน้ำอุ่นและท่อน้ำเย็น มีทางปล่อยน้ำออกสำหรับปล่อยน้ำทิ้งเมื่อต้องการเปลี่ยนน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันเข้าไปทดแทน ช่วงความแตกต่างของอุณหภูมิที่ใช้กันจะอยู่ในช่วง 3-5 องศาเซลเซียส ในช่วงการกระตุ้นเซลล์สืบพันธุ์จะมีการปล่อยน้ำเย็นลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นจะมีการเติมสาหร่ายเซลล์เดียวลงไปเพื่อกระตุ้นให้หอยเปิดปากและเริ่มมีการกรองน้ำเกิดขึ้น หลังจากนั้นประมาณ 30-40 นาที จะปล่อยน้ำออกและแทนที่ด้วยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นพร้อมกับมีการเติมสาหร่ายเซลล์เดียวลงเพื่อไป

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

ตลอดระยะเวลาการดำเนินการในการทดลองที่ 2 จะทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชและปัจจัยด้านคุณภาพน้ำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และตลอดช่วงของการเพาะพันธุ์และอนุบาลจะทำการเก็บข้อมูล ได้แก่อัตราการผสมติด (Fertilization rate) ตัวอ่อนระยะตัวดีที่ปกติและผิดปกติ (Normal and abnormal D-larvae) อัตราการรอดของลูกหอยในระยะอัมโบ (Umbo) และระยะมีจุดตา (Eyed larvae) รวมถึงอัตราการลงเกาะ (Settlement rate) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ T-test ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.5.3 การทดลองอนุบาลลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในระบบบ่อดิน

ทำการศึกษาเปรียบเทียบการทดลองอนุบาลลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในระบบที่สร้างขึ้นเพื่อการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ การอนุบาลลูกหอยในตะแกรงพลาสติก 3 ชั้นและแบบตะกร้าพลาสติก 3 ชั้นในบ่อดิน ซึ่งระบบตะแกรงพลาสติกและตะกร้าพลาสติกมีทั้ง 3 ชั้น ดังนั้นในแต่ละระบบเลี้ยงสามารถบรรจุลูกหอยได้ทั้งหมด 1,350 ตัว ซึ่งเป็นความหนาแน่นของลูกหอยที่มีความเหมาะสมในระบบดังกล่าวโดยที่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอด เพื่อให้ได้ลูกหอยนางรมจากขนาด 2 เซนติเมตร เป็น 4 เซนติเมตร โดยจะใช้ตะแกรงพลาสติกที่มีขนาดช่องตา (pore size) 2 ขนาด คือ 1.7 และ 2.5 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของลูกหอย เพื่อปิดก้นถังอนุบาลลูกหอยที่ติดตั้งในระบบและใช้ใส่ลูกหอยเพื่ออนุบาลแบบแขวนในแนวนอน โดยตะแกรงพลาสติกที่ใช้ใส่ลูกหอยเพื่ออนุบาลแบบแขวนจะออกแบบให้มีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร × ยาว 60 เซนติเมตร × ลึก 2 เซนติเมตร มีความสูงทั้งหมด 3 ชั้น (ภาพที่ 2) เพื่อความสะดวกในการยกขึ้นทำความสะอาด ตะแกรงพลาสติกที่ใส่ลูกหอยจะถูกสอดเข้าไปในตัวรางที่ทำด้วยท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว เพื่อง่ายต่อการดึงเข้า-ออก ตัวโครงทำด้วยท่อพีวีซีขนาดความกว้าง 30 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร ลึก 50 เซนติเมตร ตะแกรงพลาสติกแต่ละชั้นจะเว้นระยะห่าง 10 เซนติเมตร โครงที่ประกอบเข้ากับตะแกรงอนุบาลแล้วจะนำไปแขวนกับทุ่นลอยที่เตรียมไว้ในบ่อดิน อัตราความหนาแน่นของลูกหอยเริ่มต้นการอนุบาลจะใช้ระดับความหนาแน่น 4 ตัว/ตารางเซนติเมตร (สุวัจน์ ธัญรส และ สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว, 2561) ทั้งในระบบอนุบาลที่ออกแบบขึ้นและการอนุบาลในตะแกรงพลาสติกแบบแขวน แต่ละวิธีจะออกแบบการทดลองให้มีจำนวน 3 ซ้ำ ในช่วงที่ทำการศึกษาจะทำความสะอาดทุก ๆ 3 วัน เพื่อป้องการการอุดตันของตะแกรงและเพิ่มการไหลเวียนของน้ำผ่านตะแกรง บันทึกค่าการเจริญเติบโตด้านความกว้าง ความยาว และชั่งน้ำหนักรวมทุก ๆ เดือน

ภาพที่ 2.2 ลักษณะของตะแกรงพลาสติก 3 ชั้นสำหรับอนุบาลลูกหอยระยะกึ่งวัยรุ่น

นำค่าจากการบันทึกมาคำนวณหาค่าอัตราการเจริญเติบโตของเปลือกด้านความกว้างและความยาว (Absolute growth rate of shell width and length) และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

(Specific growth rate) ตามวิธีการของ Dégremont et al., (2007) สุ่มตัวอย่างมาหาค่าดัชนีความสมบูรณ์ (Condition Index) และทำการนับจำนวนลูกหอยที่มีชีวิตในช่วงสิ้นสุดการอนุบาลเพื่อมาคำนวณหาอัตราการรอด (Survival rate) นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ One Way Anova ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ตลอดระยะเวลาการศึกษาจะทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นทั้งในบ่อและในฟาร์มของเกษตรกร เพื่อนำมาศึกษาชนิดและความหนาแน่น ทำการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่าง คือ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าพีเอช อุณหภูมิของน้ำ แอมโมเนีย และไนไตรท์ ทุก 15 วัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ T-test ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.6 ศึกษาต้นทุนในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในบ่อดิน

2.6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทน

1) ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎี เกี่ยวกับต้นทุนและผลตอบแทนจากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทน

2) สร้างแบบบันทึกต้นทุนและผลตอบแทนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการ วิจัย เพื่อให้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์

3) นำแบบบันทึกต้นทุนให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และนำมาปรับปรุงตามคำแนะนำ

4) นำแบบแบบบันทึกที่ได้มาปรับปรุง เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

5) วิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน ประกอบด้วย

ต้นทุนรวม
อัตรากำไรขั้นต้น
จุดคุ้มทุน
ระยะเวลาคืนทุน

2.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

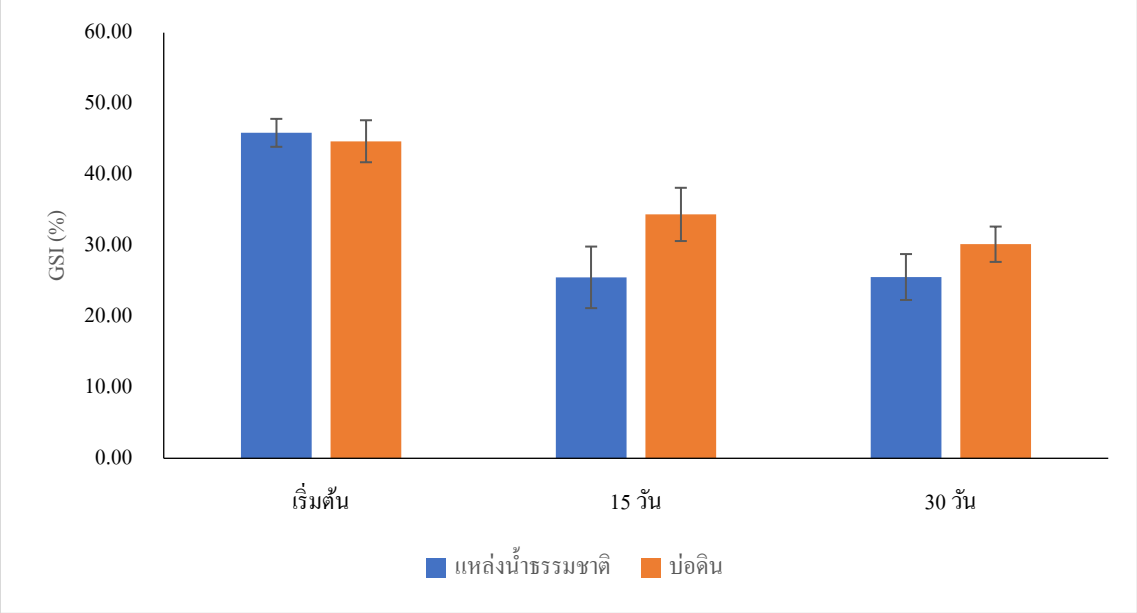
1. Total Cost = DM + DL + OH
2. Gross Profit Margin = Gross Profit Net Sale
3. Break Event Point = Fixed Cost Price/unit – Variable Cost/unit
4. Payback Period = TC AB

บทที่ 3 ผลการวิจัย

3.1 การทดลองปรับสภาพพ่อ-แม่พันธุ์ในระบบ

3.1.1 การศึกษาผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ต่อการพัฒนาของรังไข่

ผลการศึกษาการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวที่มีขนาดความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 12.28±1.00 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเริ่มต้นรวมเฉลี่ย 110.17±25.00 กรัม ในแหล่งเลี้ยง 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำธรรมชาติและบ่อดิน เป็นระยะเวลา 1 เดือน เมื่อนำข้อมูลคำนวณค่าดัชนีความสมบูรณ์เพศเฉลี่ย (Gonadosomatic Index ; GSI) พบว่า ค่า GSI มีค่าสูงสุดช่วงเริ่มต้นการศึกษาและค่า GSI ลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ทำการศึกษาทั้ง 2 แหล่งการเลี้ยง



ภาพที่ 3.1 ดัชนีความสมบูรณ์เพศของพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวที่ปรับสภาพในแหล่งการเลี้ยง 2 เลี้ยง เป็นระยะเวลา 1 เดือน

ภาพที่ 3.2 ปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวในแหล่งเลี้ยง 2 ก) ระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน และ ข) แหล่งน้ำธรรมชาติแหล่งเป็นระยะเวลา 1 เดือน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ตารางที่ 3.1 ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมในแหล่งน้ำธรรมชาติต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่

ชนิดกรดไขมัน	แหล่งน้ำธรรมชาติ		*P*
	เริ่มต้น	หลังเลี้ยง 1 เดือน	
Saturated	1941.61±75.87	1541.03±51.40	**<0.05**
Mono-Unsaturated	317.83±8.69	270.33±20.80	**<0.05**
Poly-Unsaturated	1143.64±30.90	953.88±29.06	**<0.05**
Total-Unsaturated	1461.47±39.51	1224.21±49.36	**<0.05**
ARA	151.74±2.89	108.55±2.70	**<0.05**
DHA	335.71±5.88	318.49±5.88	**<0.05**
EPA	389.51±2.19	326.76±4.01	**<0.05**

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*<0.05)

ตารางที่ 3.2 ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมในบ่อดินต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่

ชนิดกรดไขมัน	บ่อดิน		*P*
	เริ่มต้น	หลังเลี้ยง 1 เดือน	
Saturated	1875.09±25.39	1151.98±31.97	**<0.05**
Mono-Unsaturated	332.75±18.62	228.01±5.19	**<0.05**
Poly-Unsaturated	1342.40±6.73	838.44±20.44	**<0.05**
Total-Unsaturated	1675.16±13.00	1066.45±15.59	**<0.05**
ARA	181.36±6.61	131.96±4.54	**<0.05**
DHA	409.29±0.62	308.88±1.18	**<0.05**
EPA	448.56±1.25	238.20±1.71	**<0.05**

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*<0.05)

ตารางที่ 3.3 ผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมแหล่งน้ำธรรมชาติและในบ่อดินเป็นระยะเวลา 1 เดือนต่อปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่

ชนิดกรดไขมัน	ปริมาณกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ในรังไข่หลัง		*P*
	แหล่งน้ำธรรมชาติ	บ่อดิน	
Saturated	1541.03±51.40	1151.98±31.97	**<0.05**
Mono-Unsaturated	270.33±20.80	228.01±5.19	**<0.05**
Poly-Unsaturated	953.88±29.06	838.44±20.44	**<0.05**
Total-Unsaturated	1224.21±49.36	1066.45±15.59	**<0.05**
ARA	108.55±2.70	131.96±4.54	**<0.05**
DHA	318.49±5.88	308.88±1.18	**<0.05**
EPA	326.76±4.01	238.20±1.71	**<0.05**

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*P*<0.05)

3.1.2 ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม

ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมตลอดระยะเวลาทำการศึกษาปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในแหล่งน้ำธรรมชาติและบ่อดิน เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (2540) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวทั้ง 2 แหล่งเลี้ยง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำธรรมชาติ	บ่อดิน	ค่าที่เหมาะสม
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.25-8.16	8.13-8.23	6.5-8.5
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.9-33.3	30.2-32.7	23-32
ปริมาณออกซิจนละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.50-6.9	3.97-5.3	>4
ความเค็ม (พีพีที)	10-30	25-27	25-35
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.061-0.093	0.018-0.041	ไม่เกิน 1
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.005-0.008	0.002-0.007	<0.3
ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.024-0.399	0.033-0.226	ไม่เกิน 0.1
ฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.003-0.029	0.048-0.141	0.1-0.5
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	60-110	104-137	100-150

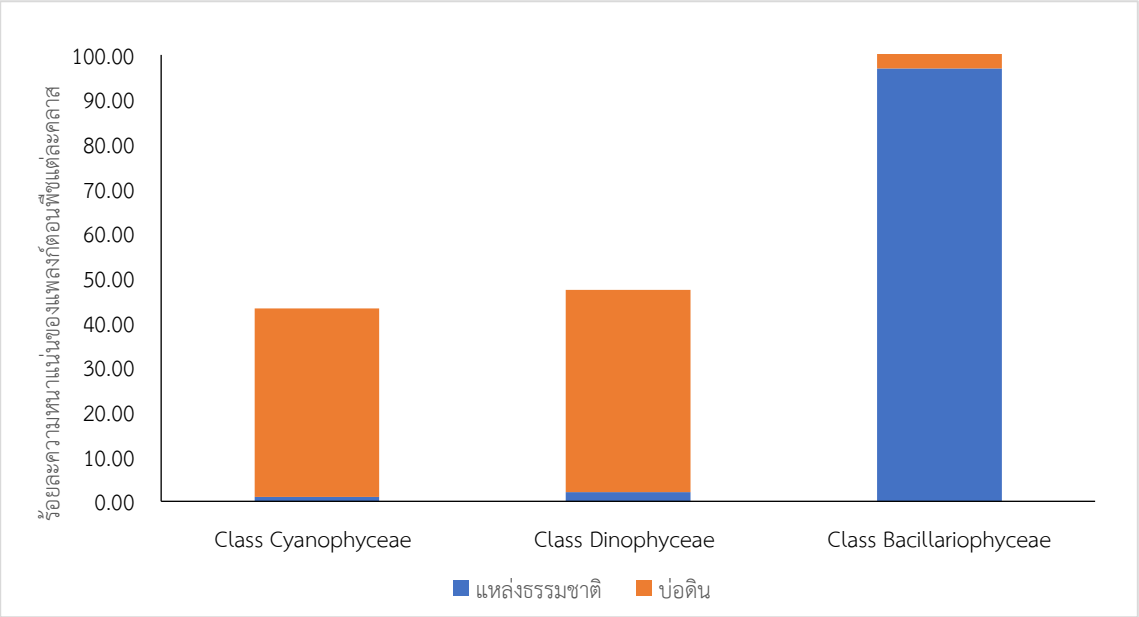
หมายเหตุ: ค่ามาตรฐานของน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2540)

3.1.3 แพลงก์ตอนพืชบริเวณแหล่งปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม

จากการศึกษาประชาคมแพลงก์ตอนพืชบริเวณแหล่งปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ 2 แหล่ง คือ แหล่งธรรมชาติ และในระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน พื้นที่อำเภอสิเกา เป็นระยะเวลา 1 เดือน ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืชที่สามารถจำแนกได้ถึงระดับสกุลทั้งหมดรวม 18 สกุล โดยมีกลุ่มไดอะตอม (Class Bacillariophyceae) เป็นกลุ่มที่มีองค์ประกอบสูงสุด 15 สกุล รองลงมาได้แก่ ไดโนแฟลกเจลเลต (Class Dinophyceae) 2 สกุล และไซยาโนแบคทีเรียหรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Class Cyanophyceae) 1 สกุล

เมื่อพิจารณาประชาคมแพลงก์ตอนพืชที่พบในพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติพบว่า *Navicula* spp. มีความเด่นสูงกว่าชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือ *Pleurosigma /Gyrosigma* spp. แต่พบชนิด *Oscillatoria* sp. เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ส่วนประชาคมของแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อเลี้ยงบ่อดิน พบว่า *Peridinium* spp. มีความเด่นสูงสุด รองลงมา คือ *Oscillatoria* sp. และพบชนิดอื่นเพียงเล็กน้อย

องค์ประกอบร้อยละความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชแต่ละกลุ่มที่พบบริเวณแหล่งปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมทั้ง 2 แหล่ง พบว่า บริเวณแหล่งน้ำธรรมชาติมีไดอะตอมเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ โดยคิดเป็นสัดส่วน 96.94 % ส่วนกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตและไซยาโนแบคทีเรีย พบเพียง 1.02-2.04 % ส่วนพื้นที่ปรับสภาพพ่อแม่พันธ์ที่เป็นบ่อดิน พบ กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตและไซยาโนแบคทีเรียเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยคิดเป็นสัดส่วนอยู่ในช่วง 42.19-45.31 % และมีไดอะตอม พบเพียง 12.50 % (ดังรูปที่ 3.3)

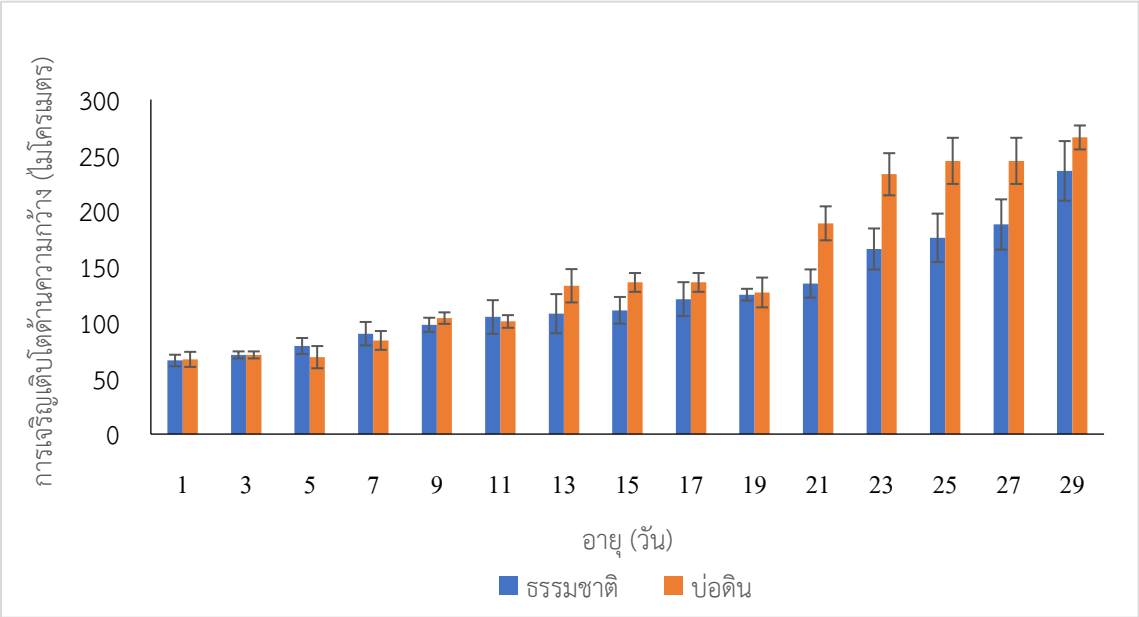


ภาพที่ 3.3 ร้อยละของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละคลาสที่พบในแหล่งธรรมชาติและบ่อดิน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน สำหรับการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์

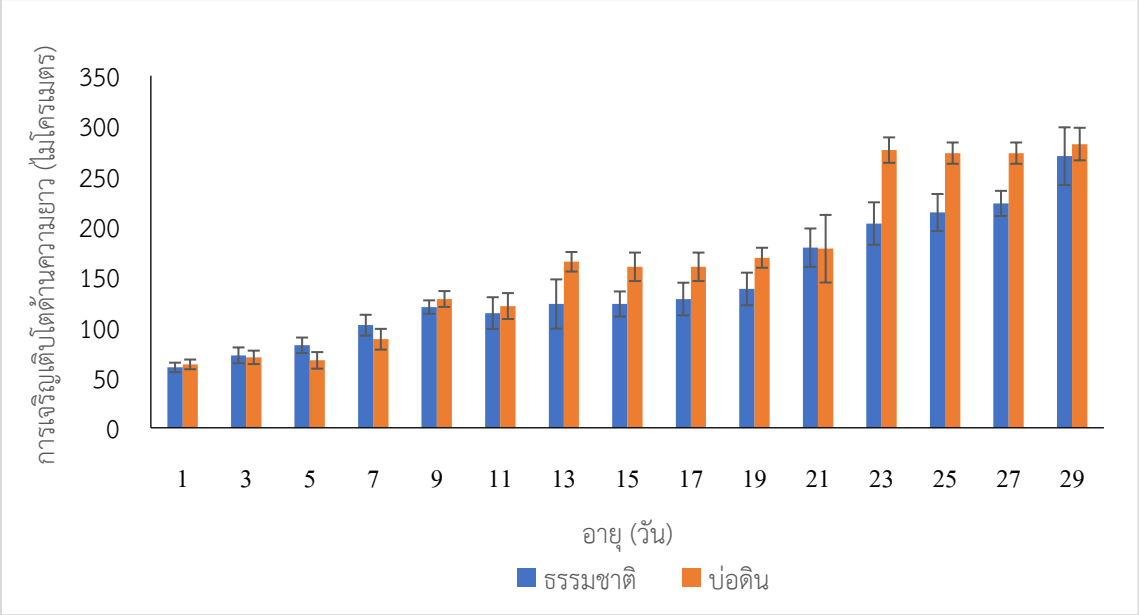
3.2 การศึกษาผลของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมต่อผลสัมฤทธิ์ในการเพาะพันธุ์ในโรงเพาะฟัก

3.2.1 การเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยนางรมจากการปรับสภาพทั้ง 2 แหล่ง

หลังจากดำเนินการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในแหล่งน้ำ 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำธรรมชาติและบ่อดินในระบบทุ่นลอยน้ำเป็นระยะเวลา 1 เดือน ดำเนินการนำพ่อแม่พันธุ์ ดังกล่าว ทำการเพาะพันธุ์ในโรงเพาะฟักโดยวิธีการผสมเทียม พบว่า ลูกหอยจากพ่อแม่พันธุ์ที่ดำเนินการปรับสภาพในบ่อดินมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างและความยาวที่ดีกว่าลูกหอยที่ได้จากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพในแหล่งน้ำธรรมชาติ ($p<0.05$) โดยเฉพาะช่วงที่ลูกหอยที่มีช่วงอายุหลังจากวันที่ 21 เป็นต้นไป ดังภาพที่ 3.4 และภาพที่ 3.5



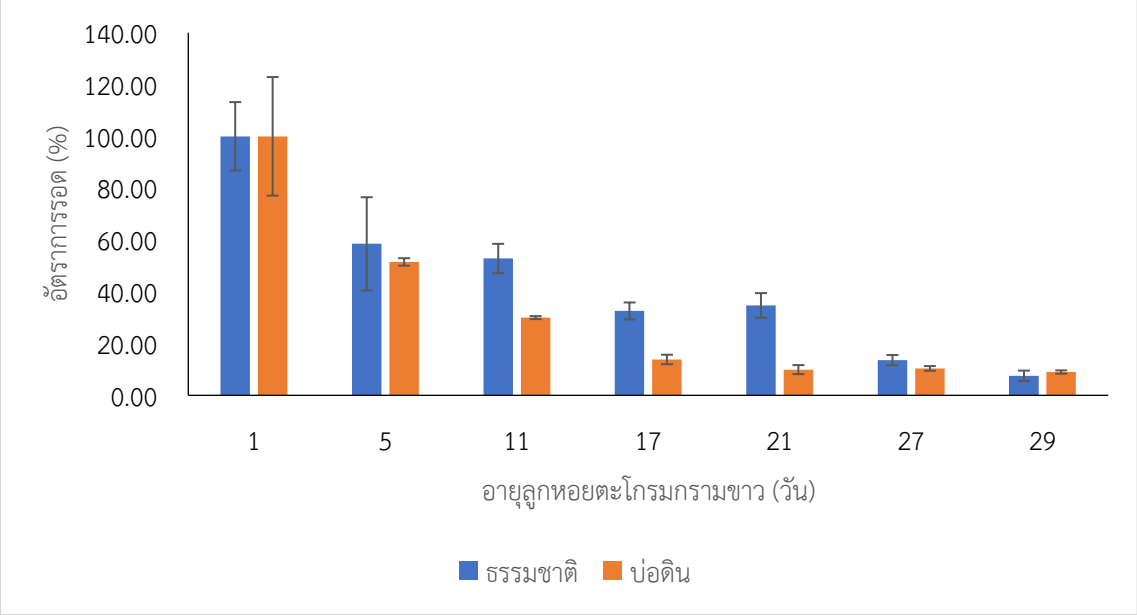
ภาพที่ 3.4 การเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วันจากพ่อแม่พันธุ์ 2 แหล่งเลี้ยง



ภาพที่ 3.5 การเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน จากพ่อแม่พันธุ์ 2 แหล่งเลี้ยง

อัตราการรอด

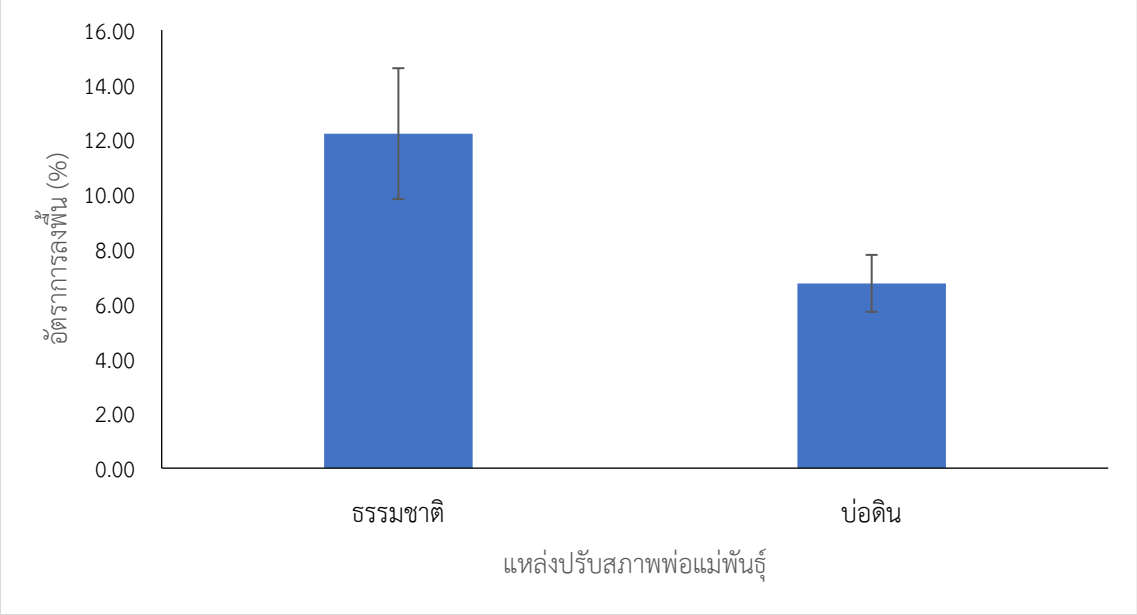
อัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่ใช้พ่อแม่พันธุ์จากการปรับสภาพในแหล่งน้ำ 2 แหล่ง คือ แหล่งน้ำธรรมชาติและในระบบทุ่ลอยน้ำในบ่อดิน พบว่า อัตราการรอดตายลดลงอย่างต่อเนื่องทั้ง 2 ชุดการทดลอง แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 29 วัน พบว่า อัตรารอดตายของลูกหอยจากพ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพในแหล่งน้ำธรรมชาติและในบ่อดิน มีค่าเท่ากับ 7.55 และ 9.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 อัตรารอดตายของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพจาก 2 แหล่งเลี้ยง

อัตราการลงพื้น

อัตราการลงพื้นของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในโรงเพาะฟัก โดยใช้พ่อแม่พันธุ์จากการปรับสภาพจากแหล่งเลี้ยง 2 เลี้ยง พบว่าลูกหอยตะโกรมกรามขาวทยอยลงพื้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ลูกหอยมีอายุ 29 วัน หลังจากลูกหอยทยอยลงพื้นจนหมด พบว่า อัตราการลงพื้นของลูกหอยของพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งธรรมชาติและในระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน เท่ากับ 12.21±2.39 และ 6.75 ± 1.04 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.7



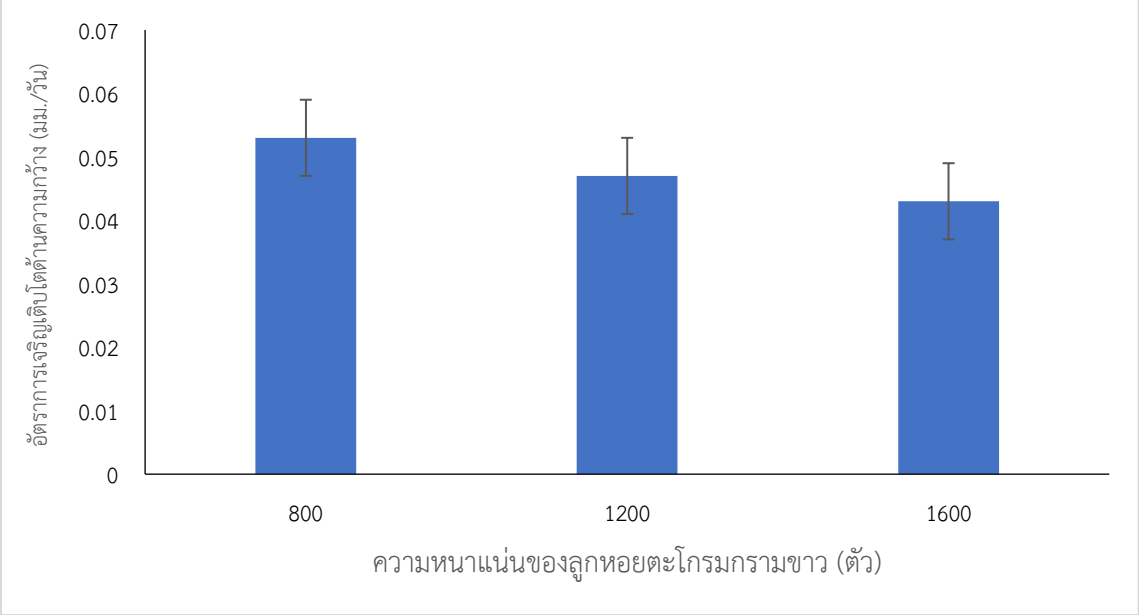
ภาพที่ 3.7 อัตราการลงพื้นของลูกหอยตะโกรมกรามขาวอนุบาลในโรงเพาะฟักตลอดระยะเวลา 29 วัน โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่ปรับสภาพจาก 2 แหล่งเลี้ยง

3.2.2 การทดลองอนุบาลลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นในระบบบ่อดิน

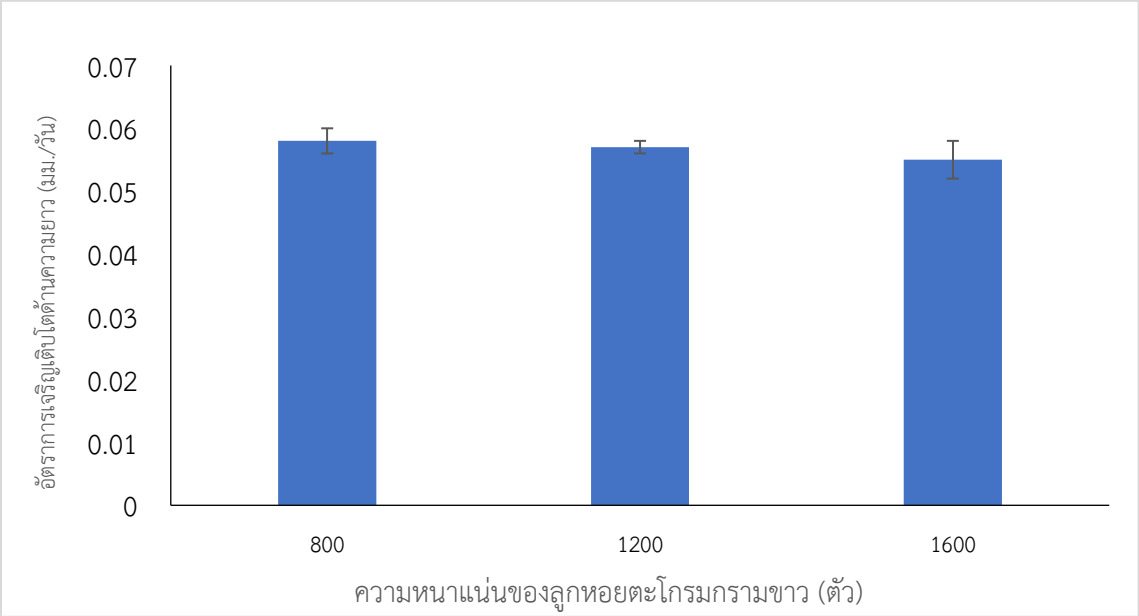
3.2.2.1 การอนุบาลลูกหอยตะโกรมกรามขาวในระบบทุ่นลอยน้ำ

จากการทดลองอนุบาลหอยตะโกรมกรามขาวด้วยระบบทุ่นลอยน้ำ ด้วยความหนาแน่น 3 ระดับ คือ 800 1,200 และ 1,600 ตัวต่อ 854 ตารางเซนติเมตร ลูกหอยที่ใช้ในการทดลองมีขนาดความยาวเปลือกเริ่มต้นเฉลี่ย 0.93±0.10 เซนติเมตร ความกว้างเปลือกเฉลี่ย 0.86±0.12 เซนติเมตร การดำเนินการเลี้ยงลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นด้วยระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน จากการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก มีการเจริญเติบโตที่ดี ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ดังรูปที่ 3.8-3.9) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ พบว่า ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 800 ตัวต่อชุดการทดลอง มีการเจริญเติบโตดีว่าชุดการทดลองอื่น ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 11.24±0.24 เปอร์เซ็นต์ (ดังรูปที่ 3.10)

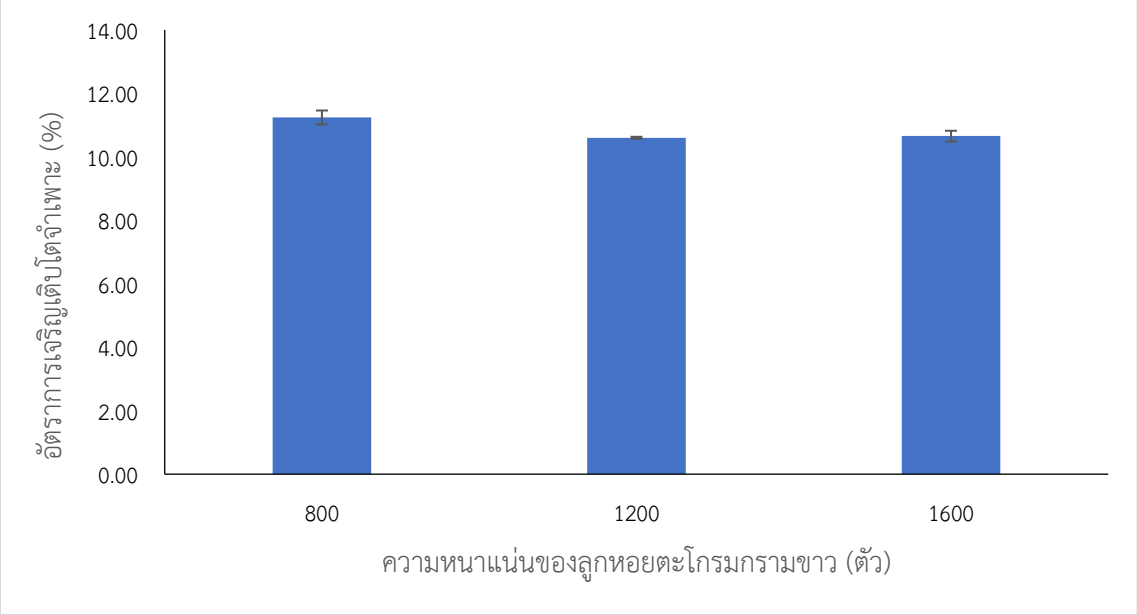
อัตราการรอด พบว่า หอยตะโกรมกรามขาวด้วยระบบทุ่นลอยน้ำ ทุกระดับความหนาแน่นมีอัตราการรอดเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) (ดังรูปที่ 3.11-3.12)



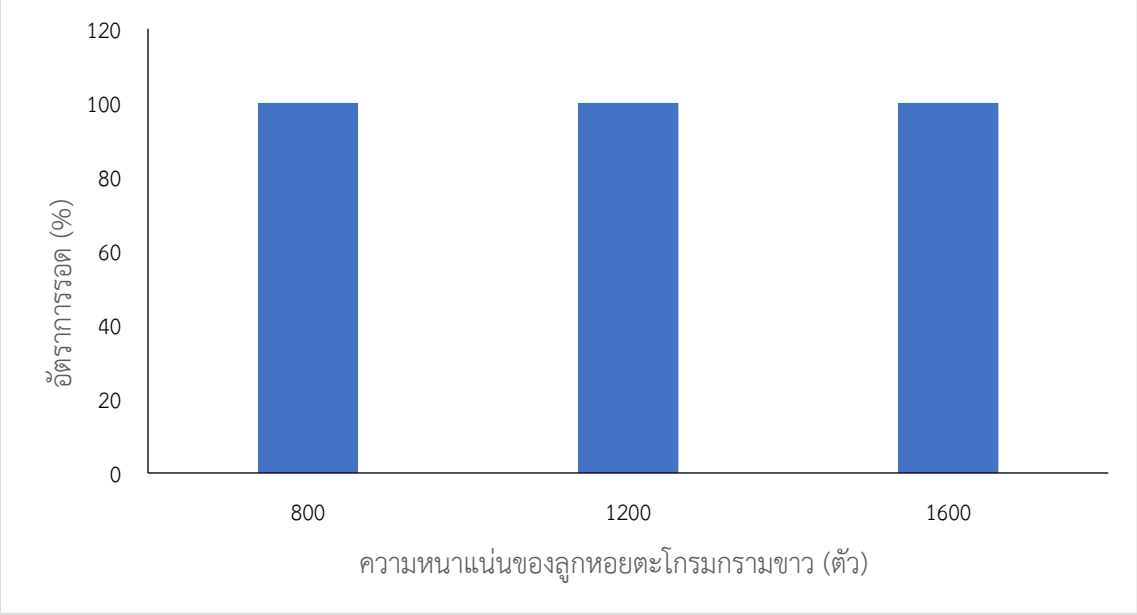
ภาพที่ 3.8 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้าง (AGRW) ของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน



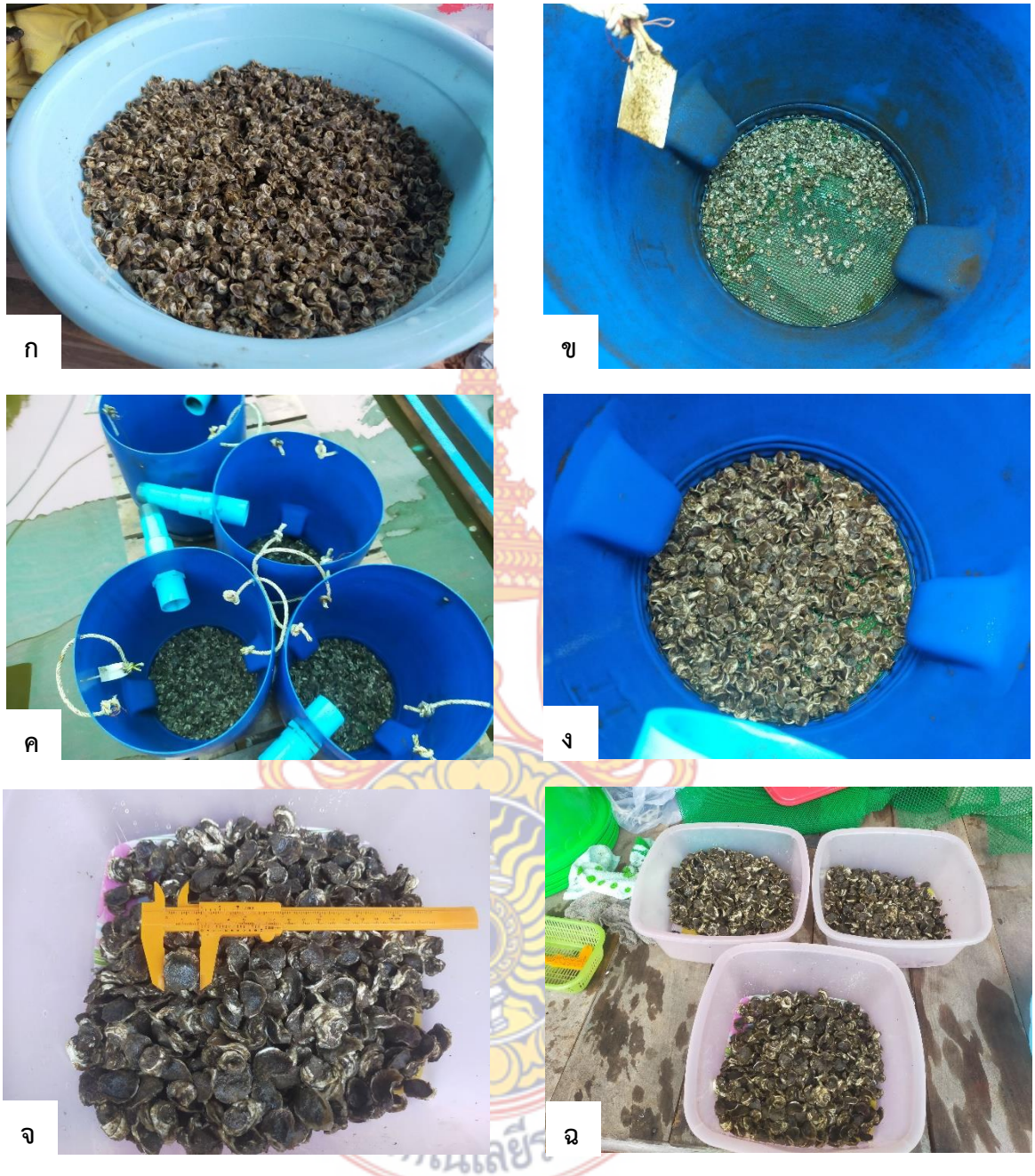
ภาพที่ 3.9 อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาว (AGRL) ของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน



ภาพที่ 3.10 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน



ภาพที่ 3.11 อัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน



ภาพที่ 3.12 ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลในระบบทุ่นลอยน้ำที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน (ก-ข) เริ่มต้นการทดลอง (ค-ง) อายุ 15 วัน และ (จ-ฉ) อายุ 30 วัน

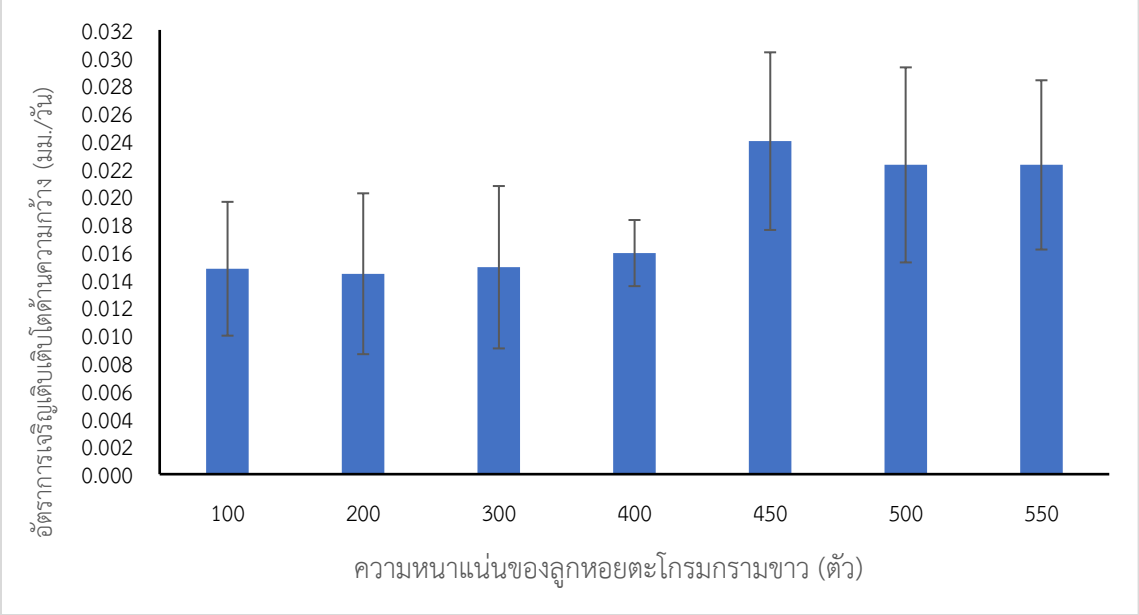
ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้อมูลปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวในระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน ตลอดระยะเวลา 1 เดือน พบว่าอุณหภูมิน้ำ 28.0-32.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 15.0-25.0 พีพีที ปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ น้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 5.0-8.5 พีพีเอ็ม ค่าพีเอช 7-8.5 และปริมาณอัลคาไลน์ 136-156 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต

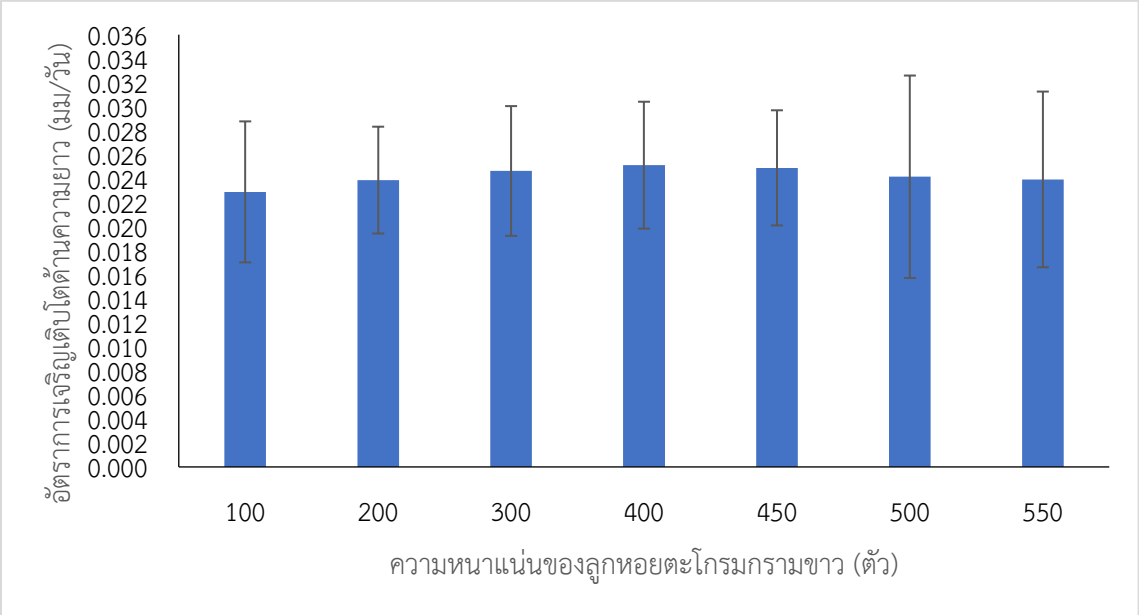
3.2.2.2 การอนุบาลลูกหอยตะโกรมกรามขาวด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น

-ศึกษาระดับความหนาแน่นของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่แตกต่างกัน 7 ระดับ

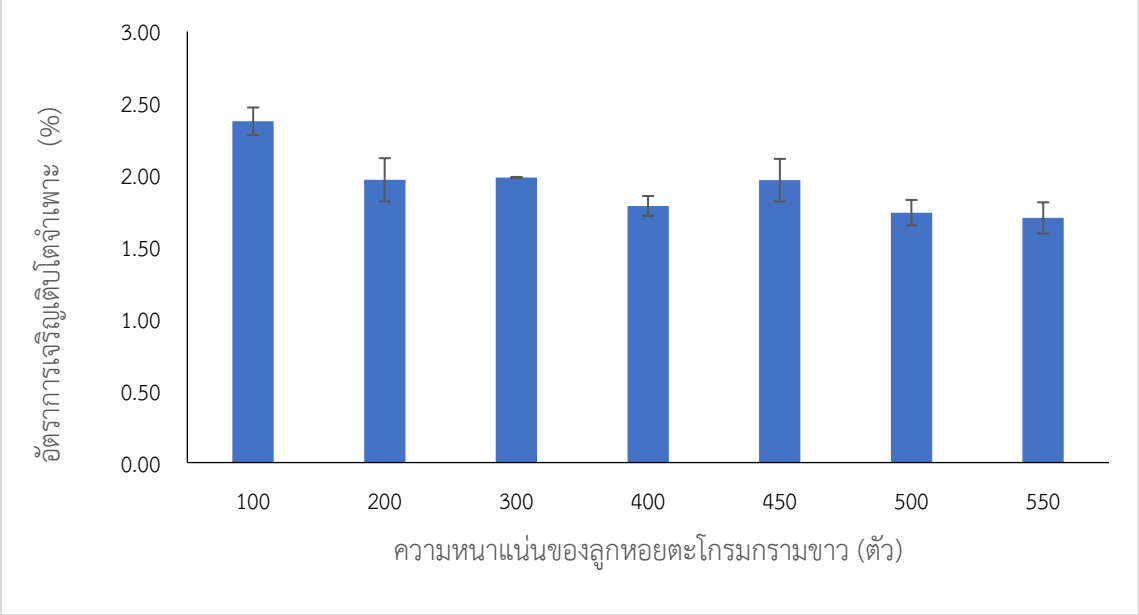
จากการทดลองอนุบาลหอยนางรมด้วยระบบตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ด้วยความหนาแน่น 7 ระดับ คือ 100 200 300 400 450 500 และ 550 ตัวต่อพื้นที่ 1,584 ตารางเซนติเมตรของตะกร้าพลาสติกที่ใช้ ลูกหอยที่ใช้ในการทดลองมีขนาดความกว้างเปลือกเริ่มต้นเฉลี่ย 2.28±0.40 เซนติเมตร ความยาวเปลือกเฉลี่ย 2.50±0.29 เซนติเมตร ขนาดช่องช่องตาของตะกร้าพลาสติกที่ใช้มีขนาด 1.5 เซนติเมตร การดำเนินการเลี้ยงลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นด้วยระบบตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น จากการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ดังรูปที่ 3.12-3.13) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด พบว่า ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อพื้นที่ 1,584 ตารางเซนติเมตรของตะกร้าพลาสติก มีความแตกต่างกับระดับความหนาแน่นอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 2.37 มิลลิเมตรต่อวัน (ดังรูปที่ 3.14) และอัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นแตกต่างกันทั้ง 7 ระดับ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 98.07-99.55 เปอร์เซ็นต์ (ดังรูปที่ 3.15)



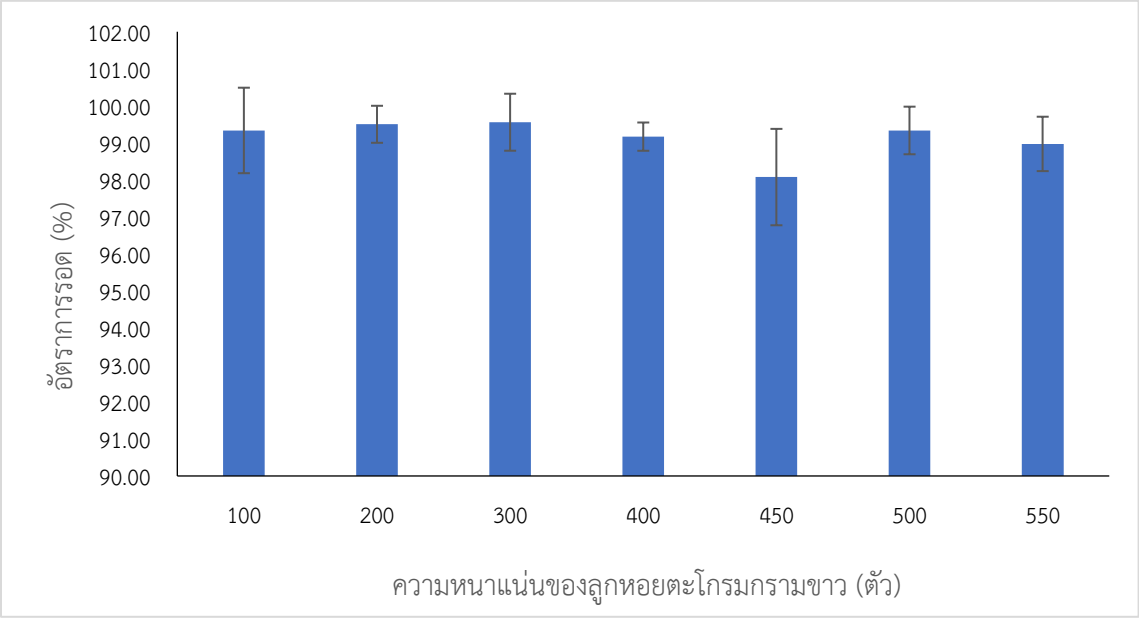
ภาพที่ 3.12 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 3.13 อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 3.14 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 3.15 อัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน

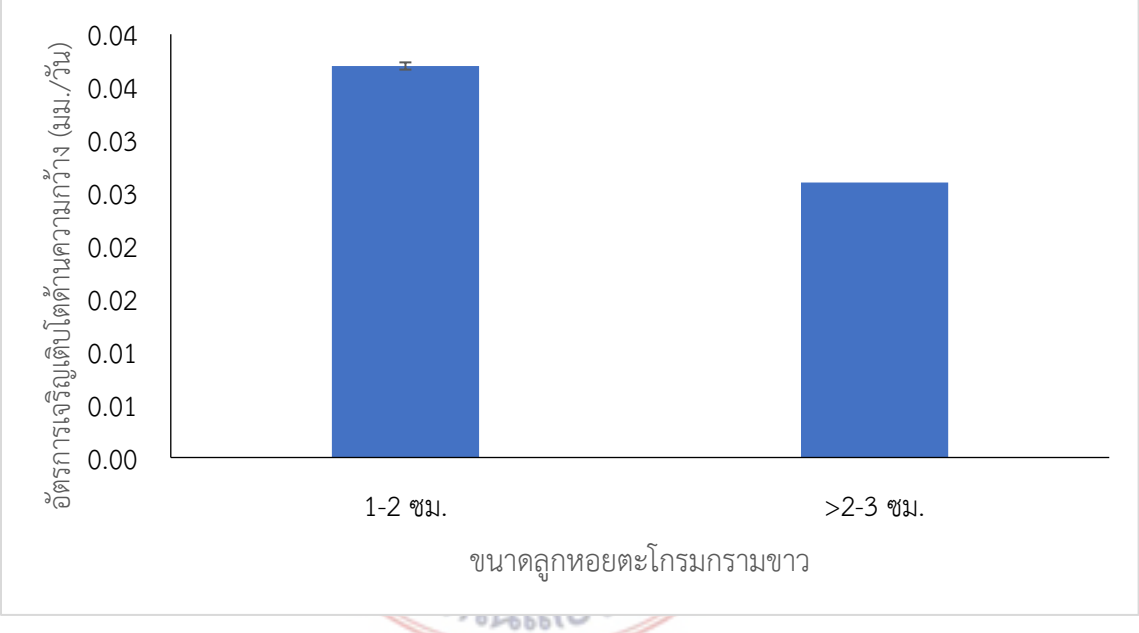
ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้อมูลปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้นในบ่อดิน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน พบว่าอุณหภูมิน้ำ 27.0-33.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 15.0-25.0 พีพีที ปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ น้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 4.0-8.0 พีพีเอ็ม ค่าพีเอช 7.0-8.5 และปริมาณอัลคาไลน์ 136-153 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต

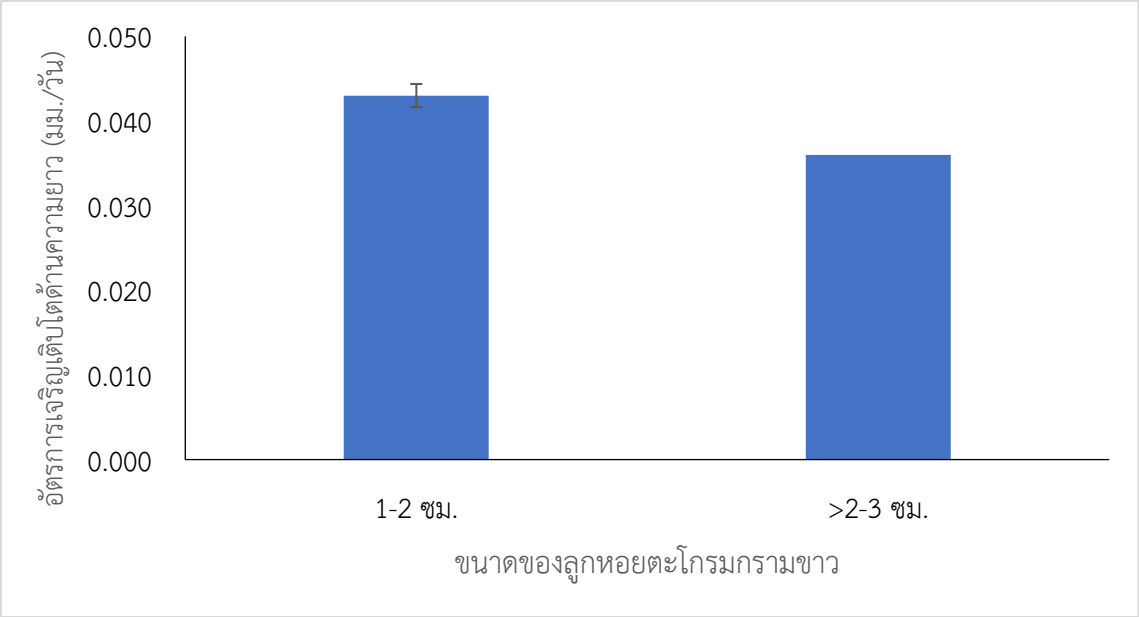
ภาพที่ 3.16 ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 7 ระดับ ตลอดระยะเวลา 3 เดือน

-ศึกษาขนาดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 2 ขนาด ในระดับความหนาแน่นเดียวกัน

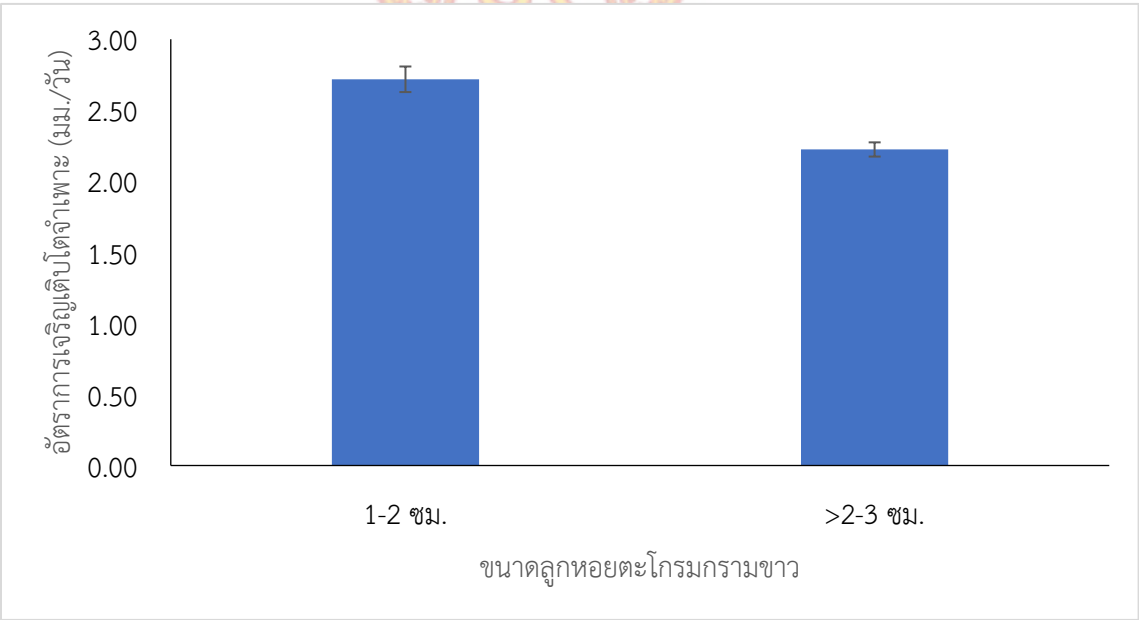
จากการทดลองอนุบาลหอยนางรมด้วยระบบตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ที่ขนาดของลูกหอยแตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 1-2 เซนติเมตร และ >2-3 เซนติเมตร ที่ระดับความหนาแน่น 37 ตัวต่อพื้นที่ 1,395 ตารางเซนติเมตรของตะกร้าพลาสติกที่ใช้ ขนาดของช่องตาของตะกร้าพลาสติกที่ใช้อนุบาลมีขนาด 1.0เซนติเมตร การดำเนินการเลี้ยงลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นด้วยระบบตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น จากการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ลูกหอยที่มีขนาดเริ่มต้น 1-2 เซนติเมตร มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ดีกว่าลูกหอยที่มีขนาดเริ่มต้น >2-3 เซนติเมตร ($p<0.05$) (ดังรูปที่ 3.17-3.19) และอัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยขนาดเริ่มต้นแตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการรอดของลูกหอยที่มีขนาดเริ่มต้น 1-2 เซนติเมตร และ >2-3 เซนติเมตร คือ 90.99 และ 95.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดังรูปที่ 3.20-3.21)



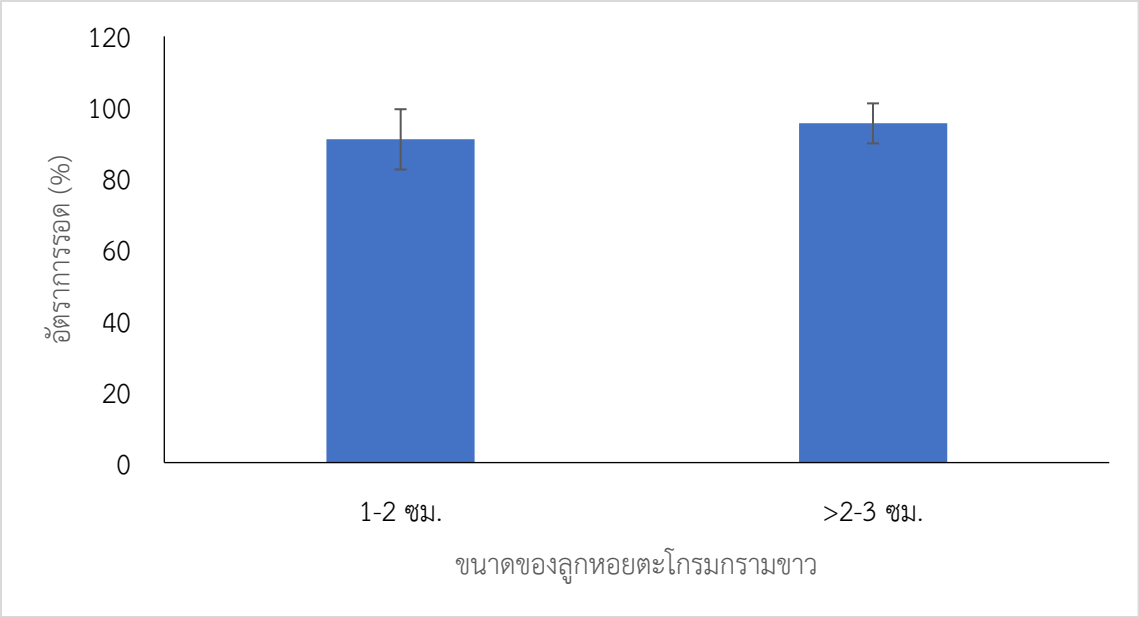
ภาพที่ 3.17 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่มีขนาดของลูกหอยแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 3.18 อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่มีขนาดของลูกหอยแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 3.19 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่มีขนาดของลูกหอยแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 3.20 อัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่มีขนาดของลูกหอยแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 3 เดือน

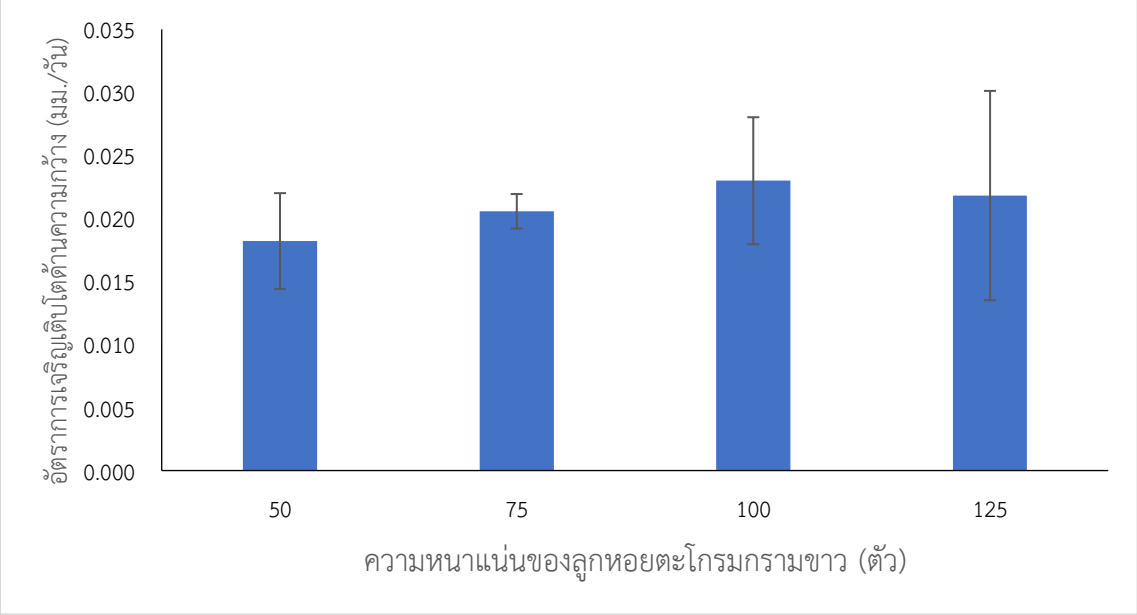
ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้อมูลปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้นในบ่อดิน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน พบว่าอุณหภูมิน้ำ 28.0-33.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 15.0-27.0 พีพีที ปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ น้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 7.0-8.5 พีพีเอ็ม ค่าพีเอช 7.5-8.5 และปริมาณอัลคาไลน์ 136-170 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต

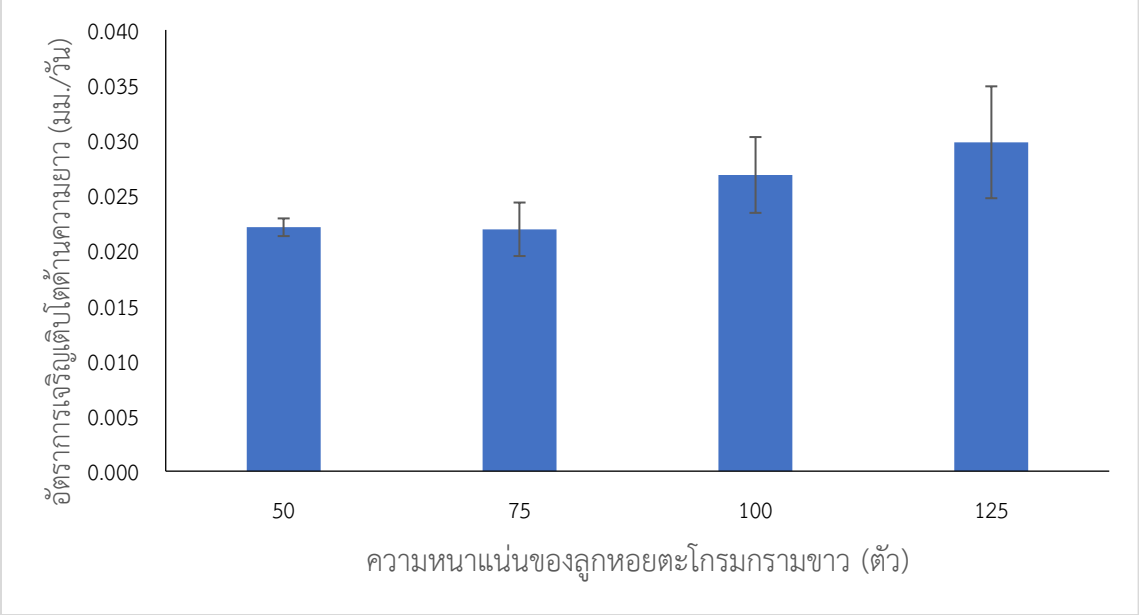
ภาพที่ 3.21 ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่มีขนาดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน (ก-ข) เริ่มต้นการทดลอง และ (ค-ง) สิ้นสุดการทดลอง

3.2.2.3 การอนุบาลลูกหอยตะโกรมกรามขาวด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น

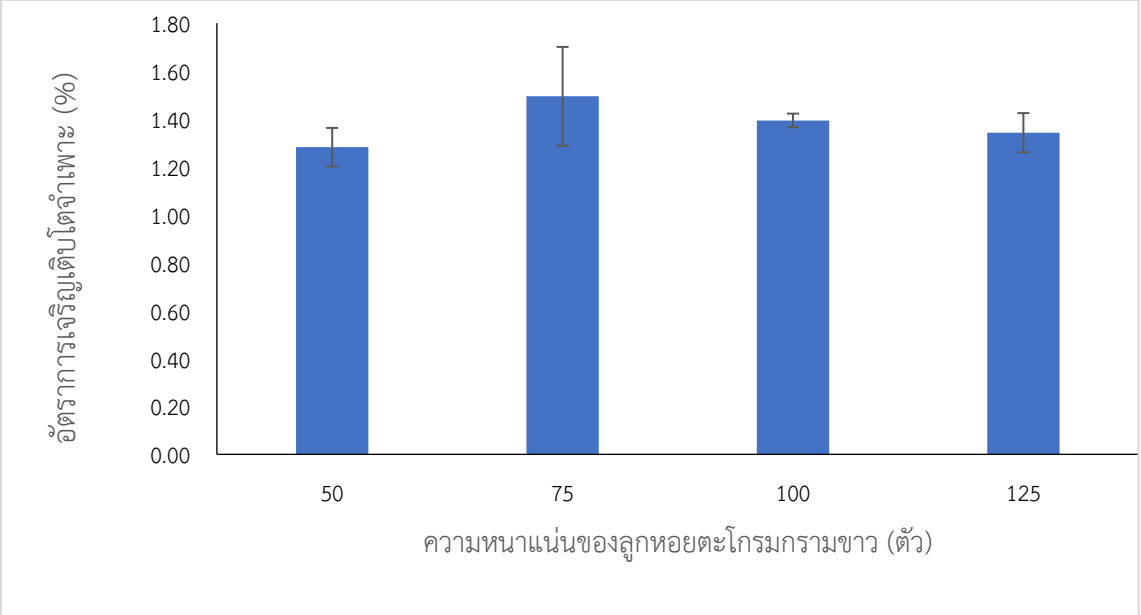
จากการทดลองอนุบาลหอยนางรมด้วยระบบตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ด้วยความหนาแน่น 4 ระดับ คือ 50 75 100 และ 125 ตัวต่อพื้นที่ 1,800 ตารางเซนติเมตรของตะแกรงพลาสติก ลูกหอยที่ใช้ในการทดลองมีขนาดความกว้างเปลือกเริ่มต้นเฉลี่ย 3.05±0.08 เซนติเมตร ความยาวเปลือกเฉลี่ย 3.18±0.08 เซนติเมตร ขนาดช่องตาของตะแกรงพลาสติกที่ใช้ 1 เซนติเมตร การดำเนินการเลี้ยงลูกหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นด้วยระบบตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น จากการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวและความกว้างเปลือก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ดังรูปที่ 3.22-3.23) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด พบว่า ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่น 75 ตัวต่อพื้นที่ 1,800 ตารางเซนติเมตรของตะกร้าพลาสติก แต่ไม่มีความแตกต่างกับระดับความหนาแน่นอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ดังรูปที่ 3.24) และอัตราการรอดของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่เลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่นแตกต่างกันทั้ง 4 ระดับ ไม่พบตัวลูกหอยตาย มีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ (ดังรูปที่ 3.25-3.26)



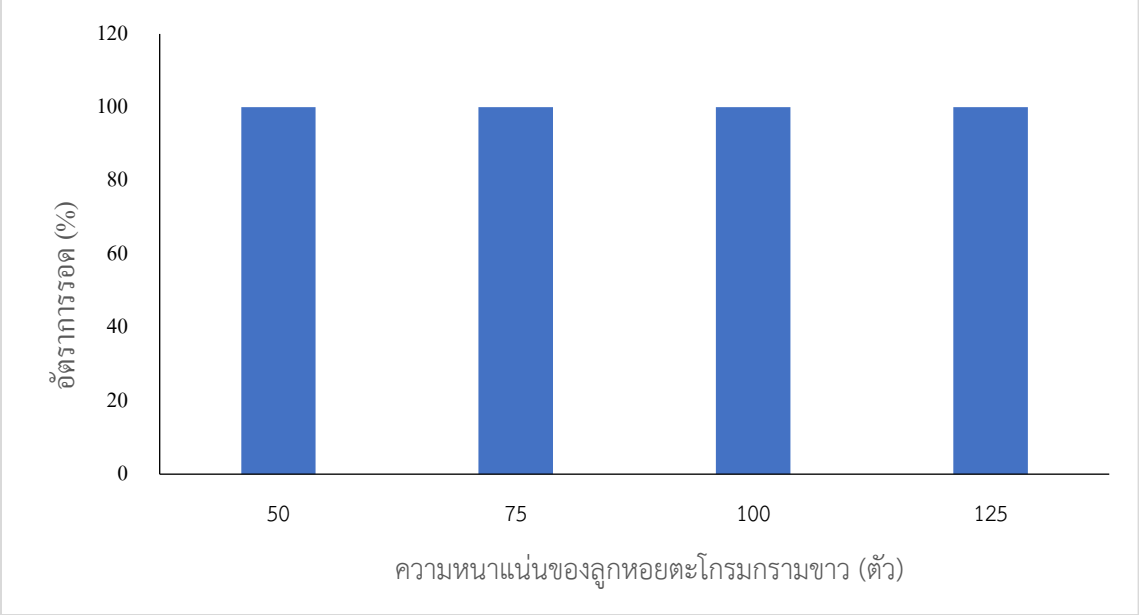
ภาพที่ 3.22 อัตราการเจริญเติบโตด้านความกว้างของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน



ภาพที่ 3.23 อัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน



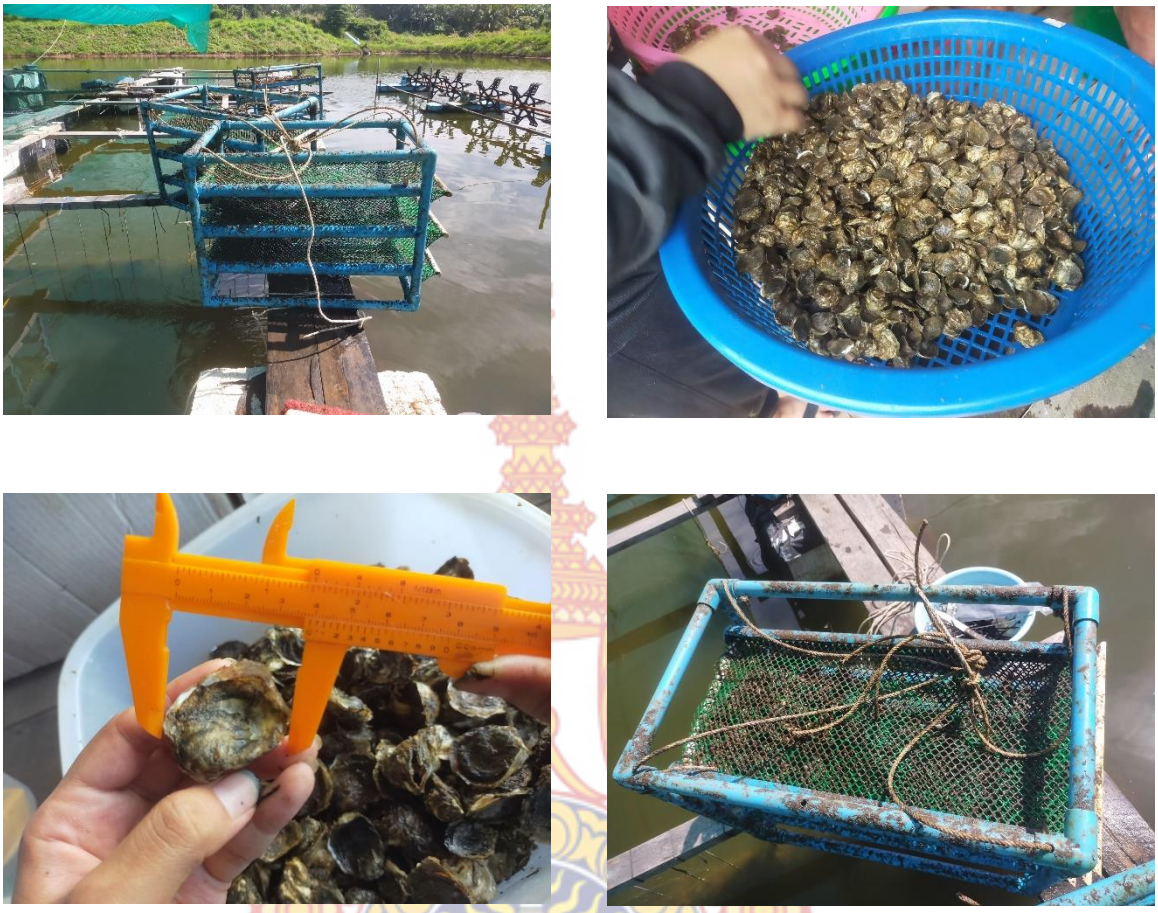
ภาพที่ 3.24 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน



ภาพที่ 3.25 อัตราการรอดตายของลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน

ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาข้อมูลปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้นในบ่อดิน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน พบว่าอุณหภูมิน้ำ 28.0-33.0 องศาเซลเซียส ความเค็ม 15.0-27.0 พีพีที ปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่า 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ น้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ 5.0-8.0 พีพีเอ็ม ค่าพีเอช 7.0-8.5 และปริมาณอัลคาไลน์ 136-170 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต



ภาพที่ 3.26 ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่อนุบาลด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 2 เดือน

3.3 การศึกษาต้นทุนในการอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตรถึงขนาด 5 เซนติเมตร

3.3.1 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกหอยนางรมในระบบทุ่นลอยน้ำ

การศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร จากโรงเพาะฟัก ในระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน ที่มีความยาวขนาด 5 เมตร กว้าง 3.5 เมตร ระบบเลี้ยงประกอบด้วย 10 ถังอนุบาล ซึ่งสามารถอนุบาลลูกหอยได้จำนวน 10,000 ตัว ใช้ระยะเวลาในการอนุบาล 1 เดือน จะได้ลูกหอยนางรมที่มีขนาด 1-2 เซนติเมตร เป็นระบบที่ขับเคลื่อนโดยกระแสไฟที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์สลับกับกระแสไฟของการไฟฟ้าภูมิภาค (ภาพที่ 3.27) พบว่า มีกำไรสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายลูกหอยนางรมตัวละ 2 บาท ที่อัตราการรอด 98 % เท่ากับ 39,200 บาท มีกำไรสุทธิ เท่ากับ 31,239.16 บาทต่อรอบการผลิต โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ

392.41 ต้นทุนรวมทั้งหมดในการเลี้ยงหอยนางรมด้วยระบบทุ่นลอยน้ำเท่ากับ 7,960.84 บาท/รอบการเลี้ยง แบ่งเป็นต้นทุนคงที่ เท่ากับ 2,684.18 บาท/รอบการเลี้ยง ด้านต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 5,276.67 บาท/รอบการเลี้ยง

ภาพที่ 3.27 ระบบอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร แบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดิน

3.3.2 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกหอยนางรมด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน

การศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 2 เซนติเมตร ด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น จนได้ลูกหอยที่มีขนาดประมาณ 4-5 เซนติเมตร โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเป็นเวลา 4 เดือน โดยลูกหอยมีอัตราการรอดตายประมาณ 98 % ซึ่งสามารถเลี้ยงลูกหอย 450 ตัวต่อชุดการการเลี้ยง (ตะกร้า 3 ชั้น) ซึ่งจำหน่ายในราคาตัวละ 4 บาท พบว่า มีกำไรสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายลูกหอยนางรม เท่ากับ 1,362.55 บาท โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 348.98 ต้นทุนรวมทั้งหมดในการเลี้ยงหอยนางรมด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดินต่อชุดการเลี้ยง เท่ากับ 401.45 บาท/รอบการเลี้ยง แบ่งเป็นต้นทุนคงที่ เท่ากับ 38.45 บาท/รอบการเลี้ยง ด้านต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 363.00 บาท/รอบการเลี้ยง

จากการวิเคราะห์ต้นทุน ผลผลิตและผลตอบแทนของลูกหอยนางรมที่เลี้ยงด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น โดยมีการเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน พบว่า มีกำไรสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายลูกหอยนางรมและปลานิลแดง เท่ากับ 126,558.72 บาท โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 144.08 โดยมีต้นทุนรวมทั้งหมดในการเลี้ยงหอยนางรมด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น ร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน เท่ากับ 87,841.28 บาท/รอบการเลี้ยง แบ่งเป็นต้นทุนคงที่ เท่ากับ 27,490.62 บาท/รอบการเลี้ยง ด้านต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 60,350.67 บาท/รอบการเลี้ยง

3.3.3 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกหอยนางรมด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดิน

การศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 2 เซนติเมตร ด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น จนได้ลูกหอยที่มีขนาดประมาณ 4-5 เซนติเมตร โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงเป็นเวลา 4 เดือน โดยลูกหอยมีอัตราการรอดตายประมาณ 98 % ซึ่งสามารถเลี้ยงลูกหอย 900 ตัวต่อชุดการการเลี้ยง (ตะแกรง 3 ชั้น) ซึ่งจำหน่ายในราคาตัวละ 4 บาท พบว่า มีกำไรสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายลูกหอยนางรม เท่ากับ 2,793.14 บาท โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 380.09 ต้นทุนรวมทั้งหมดในการเลี้ยงหอยนางรมด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดินต่อชุดการเลี้ยง เท่ากับ 734.86 บาท/รอบการเลี้ยง แบ่งเป็นต้นทุนคงที่ เท่ากับ 146.86 บาท/รอบการเลี้ยง ด้านต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 734.86 บาท/รอบการเลี้ยง

จากการวิเคราะห์ต้นทุน ผลผลิตและผลตอบแทนของลูกหอยนางรมที่เลี้ยงด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น และมีการเลี้ยงร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน พบว่า มีกำไรสุทธิเฉลี่ยจากการจำหน่ายลูกหอยนางรมและปลานิลแดง เท่ากับ 171,581.98 บาท โดยมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) เท่ากับ 190.95 โดยมีต้นทุนรวมทั้งหมดในการเลี้ยงหอยนางรมด้วยตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ร่วมกับปลานิลแดงในบ่อดิน เท่ากับ 89,858.02 บาท/รอบการเลี้ยง แบ่งเป็นต้นทุนคงที่ เท่ากับ 28,475.36 บาท/รอบการเลี้ยง ด้านต้นทุนผันแปรรวม เท่ากับ 61,382.67 บาท/รอบการเลี้ยง

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการวิจัย

กระบวนการในการผลิตลูกหอยพันธุ์หอยสองฝาจากโรงเพาะฟักประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ 1) การปรับสภาพพ่อแม่พันธ์ 2) การอนุบาลลูกหอยวัยอ่อน และ 3) การอนุบาลลูกหอยวัยเกล็ด การดำเนินการทั้ง 3 ส่วนนั้น มีปัจจัยหลายอย่างเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อให้ประสบความสำเร็จ ทั้งปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและอาหาร (แพลงก์ตอนพืช) ซึ่งอาหารเป็นสำหรับปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์เป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ของพ่อแม่พันธุ์ (Gallager and Mann, 1986). ทั้งนี้ความสมบูรณ์ของเซลล์สืบพันธุ์นั้นขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่เลือกว่าอยู่ในระยะการสร้างเซลล์ระยะใดและที่สำคัญคือช่วงเวลาในการสร้างเซลล์พันธุ์ในรอบปี (Robinson, 1992). หอยนางรมเป็นหอยสองฝาที่สามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี ลักษณะระบบสืบพันธุ์จะเป็นท่อแตกแขนงปกคลุมทั้ง 2 ข้างของลำตัว บริเวณของเซลล์สืบพันธุ์จะปกคลุมออกมาด้านนอกถึงบริเวณของกระเพาะอาหาร หอยนางรมจะมีขนาดของบริเวณเซลล์สืบพันธุ์ที่แตกต่างกันแต่ละชนิด การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ให้มีความสมบูรณ์นั้นสามารถดำเนินการหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น การใช้อาหารชนิดต่าง ๆ ในโรงเพาะฟัก (Berntsson et al., 1997) การใช้อุณหภูมิร่วมกับอาหาร (Arguello-Guevara et al., 2013) การใช้อุณหภูมิ (Chávez-Villalba et al., 2002) การเสริมกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFAs) ร่วมกับสาหร่ายเซลล์เดียว (สุวัจน์ และวรพร, 2560) การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในบ่อเลี้ยงกุ้งและในคลองป่าชายเลน (สุวัจน์ และวรพร, 2560) การปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ในบ่อดิน (สุวัจน์ และคณะ 2563) เป็นต้น การศึกษาในครั้งนี้ทำการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ของหอยนางรม *C.belcheri* ในแหล่งน้ำ 2 แหล่ง คือ ในคลองธรรมชาติและระบบทุ่นลอยน้ำในบ่อดินที่มีเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่น โดยพบว่าหอยนางรมที่แขวนเลี้ยงในแหล่งน้ำทั้ง 2 แหล่งเป็นเวลา 1 เดือน มีค่า GSI มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์ที่นำมาทำการศึกษาเริ่มต้นเป็นช่วงที่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เต็มที่ เป็นผลให้พ่อแม่พันธุ์มีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ช่วงที่ทำการศึกษา ส่งผลต่อประมาณ GSI ลดลงในช่วงของการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ ปริมาณ GSI จะมีค่าที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงที่มีกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และค่าจะลดต่ำลงเมื่อช่วงฤดูกาลปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ (Gosling 2003) อุณหภูมิในพื้นที่ทำการเลี้ยงหรือการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์พบว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญหากอุณหภูมิอยู่ในช่วง 16-22 องศาเซลเซียสพบว่ามีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์จะลดลงเมื่อมีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้มีอุณหภูมิตลอดการเลี้ยง อยู่ในช่วง 28.9-33.3 องศาเซลเซียส หรือค่า GSI ของหอยนางรมจะสูงสุดในช่วงเริ่มเข้าฤดูร้อน และค่าต่ำสุดช่วงเริ่มฤดูหนาว (Choi et al., 1993) ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากการที่หอยนางรมมีอัตราการกรองกินที่ลดลงในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว (Chavez-Villalba, et al., 2002) มีนักวิจัยหลายท่านทำการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมโดยการศึกษามีถึงพัฒนาการของระบบสืบพันธุ์พบว่า *C.gigas* มีค่า GSI อยู่ในช่วง 5.1-

60% (Kang et al.,2003; Ngo et al., 2006; Mondol, et al., 2016) และ *C.virginica* (Choi et al., 1993) *C.belcheri* (สุวัจน์ และคณะ 2563) นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านความหลากหลายและความชุมชุมของแพลงก์ตอนพืชทั้ง 2 แหล่งเลี้ยงเป็นปัจจัยที่สำคัญ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ความหลากหลายและปริมาณของสาหร่ายเซลล์เดียวแต่ละกลุ่มที่พบจะจำเพาะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม ภูมิอากาศ ปริมาณสารอาหารที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายเซลล์เดียวแต่ละชนิด จากการศึกษาในครั้งพบว่าในแพลงก์ตอนพืชที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำทั้ง 2 แหล่งเลี้ยง คือ มีไดอะตอมเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูงกว่ากลุ่มอื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Narasimham and Kripa (2007) พบว่าไดอะตอมเป็นองค์ประกอบหลักสำหรับหอยนางรม ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการอนุบาลหรือเลี้ยงหอยนางรมทั้งในด้านของขนาดที่เหมาะสมและคุณค่าทางอาหาร (Martínezfernández et al., 2006; Martínezfernández and Southgate, 2007)

กรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (Highly unsaturated fatty acids; HUFAs) จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกหอย (Brown et al., 1997; Knauerand Southgate, 1999) มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFAs) 3 ชนิด ที่มีบทบาท คือ Eicosapentaenoic acid (EPA, C20 : 5n-3) และ Docosahexaenoic acid (DHA, C22 : 6n-3) Arachidonic acid (ARA, C20 : 4n-6) สำคัญต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกหอยวัยอ่อน (Knauer and Southgate 1999) รวมทั้งในการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของหอยสองฝาและปริมาณของกรดไขมันมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของคุณภาพของเซลล์ไข่ ดังนั้นหากพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมมีการกรองกินสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีกรดไขมันชนิด EPA, DHA, ARA เข้าไป นอกจากจะส่งผลต่อการพัฒนารังไข่ในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์แล้วยังจะเป็นแหล่งพลังงานในช่วงการพัฒนาของคัพภะ (embryo) และตัวอ่อน (larval) จากการศึกษาในครั้งนี้พบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้ง 3 ชนิด ในหอยนางรมที่ปรับสภาพทั้ง 2 แหล่ง แต่พบว่าในแหล่งเลี้ยงในบ่อดินที่เลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นพบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวทั้ง 3 ชนิด ต่ำกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องในช่วงที่ทำการศึกษามีปริมาณฝนตก และปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่พบในบ่อดินเป็นกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตและไซยาโนแบคทีเรียเป็นกลุ่มที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งพบแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมในปริมาณน้อย ขณะที่การศึกษาของ (สุวัจน์ และคณะ 2563) พบปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงในหอยนางรมที่ปรับสภาพในบ่อดินสูงกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณและชนิดของสาหร่ายเซลล์เดียวในน้ำในบ่อดินที่ทำการศึกษาโดยส่วนใหญ่กลุ่มเด่นที่พบคือ Bacillariophyceae กลุ่มไดอะตอม ซึ่งสาหร่ายเซลล์เดียวกลุ่มไดอะตอมชนิด *Chaetoceros* sp. พบว่ามีปริมาณกรดไขมันชนิด EPA ที่สูง ขณะที่สาหร่ายเซลล์เดียวชนิด *Isochrysis* sp. พบว่ากรดไขมันชนิด DHA สูง ดังนั้นการที่หอยนางรมได้รับอาหารเหล่านี้เข้าไปเป็นผลให้ได้รับสารอาหารที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิดที่มีผลการสร้างเซลล์สืบพันธุ์รวมถึงการถ่ายทอดสารที่สำคัญเหล่านี้ไปยังลูกหอยในระยะวัยอ่อนด้วย ปริมาณและชนิด

ของสาหร่ายเซลล์เดียวที่แตกต่างกันมีผลต่อการพัฒนาความดกของไข่และการปรับสภาพของพ่อแม่พันธุ์ รวมทั้ง CI สูงขึ้นด้วย (Buchanan et al., 1998; Delaporte et al., 2003; Pronker et al., 2008)

การอนุบาลลูกหอยจากโรงเพาะฟักที่มีขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิเมตร ด้วยระบบทุ่นลอยน้ำ FLUPSY ในบ่อดินร่วมกับสัตวน้ำชนิดอื่น เป็นอีกระบบอาศัยมอเตอร์หมุนใบพัดตีน้ำในบ่อดินเพื่อเข้ามายังถังเลี้ยงลูกหอยหรือปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์ ซึ่งเป็นการนำเอาอาหารแพลงก์ตอนพืช สารอินทรีย์ในมวลน้ำเข้ามา จากการศึกษาในครั้งพบว่าการใช้ระบบดังกล่าวในการอนุบาลลูกหอยนางรมที่มีขนาด 5 มิลลิเมตร ให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูง สอดคล้องกับการศึกษาของ (สุวัจน์ และคณะ 2563, RaLonde, 1999 และ Chessa et al., 2013).ทำการอนุบาลลูกหอย (*Crassostrea belcheri, C. gigas* และ *Venerupis decussata*) ในระบบทุ่นลอยน้ำ FLUPSY พบว่า ลูกหอยนางรมมีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูง ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการไหลเวียนของน้ำที่มีความต่อเนื่องจากการหมุนของใบพัด เกิดการกระจายตัวสามารถนำอินทรีย์สาร แพลงก์ตอนพืช ได้ตลอดเวลาแม้ว่าการอนุบาลลูกหอยในระบบที่มีความหนาแน่นสูง จากการศึกษาของ Jara-Jara et al., (1997) พบว่า การเพิ่มความหนาแน่นของลูกหอยส่งผลให้การเจริญเติบโตลดต่ำลง อาจเนื่องจากการแย่งอาหารของลูกหอยต่อพื้นที่เลี้ยงในระบบจำกัด จากการศึกษาการอนุบาลลูกหอยด้วยระบบทุ่นลอยน้ำนี้พบว่ามีการจัดการระหว่างการเลี้ยงที่ดี การทำความสะอาด ดูแลรักษาลูกหอยง่ายและรวดเร็ว (Chessa et al., 2013)

การเลี้ยงด้วยตะแกรงพลาสติกแบบเลื่อน 3 ชั้น และแบบตะกร้าพลาสติกแบบแขวน 3 ชั้น ร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่น พบว่าลูกหอยทั้ง 2 รูปแบบการเลี้ยงที่เริ่มต้นขนาดของลูกหอย 1 เซนติเมตร -5 เซนติเมตร ในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ให้การเจริญเติบโตที่ดีทั้งความยาว ความกว้างและน้ำหนักและอัตราการรอดที่สูง ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สุพัชชา และคณะ (2563) อนุบาลลูกหอยนางรมด้วยตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น และ ตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในแหล่งน้ำธรรมชาติในพื้นที่ลุ่มน้ำปะเหลียน พบว่าให้การเจริญเติบโตและอัตราการอดที่สูงไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Tanyaros et al (2015) ทำการทดลองเลี้ยงหอยนางรมตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri* ด้วยตะแกรงพลาสติก 4 ชั้น แบบแขวนทั้งแนวนอนและแนวตั้ง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ของความกว้างเปลือก อัตราการรอด ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ลูกหอยที่แขวนแบบแนวตั้งมีอัตราการเจริญเติบโตสมบูรณ์ของความยาวเปลือกที่ดีกว่าแบบแนวนอนเนื่องจากการเลี้ยงแบบแนวนอนลูกหอยมักจะมีการมารวมตัวกองกันอยู่บริเวณกลางตะแกรงพลาสติก

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลี้ยงหอยนางรมในทุกระยะการเจริญเติบโต คือ ความหนาแน่นของลูกหอยในการเลี้ยง จากการทดลองเลี้ยงด้วยทั้ง 2 รูปแบบที่ความหนาแน่นต่างกันตามขนาดของลูกหอยที่เลี้ยง พบว่าทั้ง 2 รูปแบบการเลี้ยงที่ความหนาแน่นต่ำหอยนางรมระยะกึ่งวัยรุ่นจะมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่ดีกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Roncarati et al (2017) ศึกษาการเลี้ยงหอยนางรม

Crassostrea gigas ด้วย polyvinyl chloride cylinders ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และมีความยาว 24 เซนติเมตร ซึ่งแบ่งเป็นชั้นทั้ง 5 ชั้น โดยเลี้ยงลูกหอยที่ความหนาแน่น 2 ระดับ คือ ความหนาแน่นสูง 5,055 ตัว/ชั้น (เฉลี่ย 167.3 กรัม/ชั้น) และความหนาแน่นต่ำ 2,530 ตัว/ชั้น (เฉลี่ย 83.7 กรัม/ชั้น) เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยลูกหอยระยะวัยเกล็ดที่มีความหนาแน่นต่ำมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า จากการศึกษาของ Fisheries (2001) พบว่าการเลี้ยงหอยนางรม (*Crassostrea virginica*) ที่มีขนาดความยาวเปลือกเริ่มต้น 23.3 มิลลิเมตร ที่ความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ พบว่าที่ความหนาแน่นต่ำ 500-750 ตัว มีการเจริญเติบโตที่ดีไม่มีความแตกต่างกัน ขณะที่อัตราการตายของลูกหอยพบว่าที่ความหนาแน่นต่ำมีค่าสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นอื่น จากการเลี้ยงหอยนางรมที่ความหนาแน่นต่ำจะมีการเจริญเติบโตที่ดีเนื่องจากเป็นการเพิ่มพื้นที่ในการเจริญเติบโตเป็นผลให้หอยนางรมมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น (Holliday et al., 1993; Mgaya and Mercer, 1995; Roncarati et al., 2017). นอกจากนี้ยังพบว่าการเลี้ยงหอยนางรมที่ความหนาแน่นสูงมักจะเป็นผลให้หอยที่เลี้ยงมีความแข็งแรงน้อยลง เปราะบาง ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงจนถึงขนาดตลาดต้องการเพิ่มขึ้นและมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ รวมทั้งอัตราการตายเพิ่มขึ้นและบางครั้งหอยนางรมมีลักษณะรูปร่างที่ผิดปกติและอยู่รวมติดกันเป็นกระจุก อีกทั้งในการเลี้ยงหอยนางรมที่มีความหนาแน่นสูงจะเป็นการลดอัตราการไหลผ่านของน้ำ อาหารภายในระบบเลี้ยงหรือจากแหล่งเลี้ยงหอยนางรม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการกรองกินของหอยนางรมโดยตรงทีมความสัมพันธ์กับอัตราการกรองและการเจริญเติบโต (Cole et al., 1992; Honkoop and Bayne, 2002) อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการเลี้ยงลูกหอยทั้ง 3 รูปแบบ ในบ่อดินที่มีการเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นด้วย เป็นผลให้มีปริมาณอาหารที่เพียงพอและตลอดเวลาเหมาะแก่การเจริญเติบโตของลูกหอย รวมถึงพบว่าน้ำในบ่อดินยังมีองค์ประกอบของ Clay ซึ่งเป็นสารแขวนลอยที่มีผลต่อการย่อยและการดูดซึมสารอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตในลูกหอยนางรมที่อนุบาลด้วย (Newell and Jordan 1983)

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้ในการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์จาก 2 แหล่ง คือ แหล่งเลี้ยงธรรมชาติและในระบบทุ่นลอยน้ำ เป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าจากหลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 1 เดือน GSI มีปริมาณลดต่ำลงจากปริมาณเริ่มต้น เนื่องจากตัวอย่างหอยนางรมมีการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ระหว่างดำเนินการศึกษา เป็นผลให้การเพาะพันธุ์พ่อแม่พันธุ์มีความสมบูรณ์ต่ำส่งผลให้การอนุบาลลูกหอยนางรมในโรงเพาะฟักมีอัตราการรอดและการเจริญเติบโตที่ต่ำ

การอนุบาลลูกหอยในระบบทุ่นลอยน้ำ (Flupsy) ตะกร้าพลาสติก 3 ชั้น และตะแกรงพลาสติก 3 ชั้น ในบ่อดินร่วมกับการเลี้ยงปลานิลแดง พบว่า ลูกหอยมีการเจริญเติบโตที่ดี ทั้งด้านความยาว ความกว้าง น้ำหนัก และอัตราการรอดตาย ทั้งนี้เนื่องจากลูกหอยนางรมที่อนุบาลได้รับปริมาณอาหารที่เพียงพอจากการขับถ่ายของเสียของปลาซึ่งเป็นปุ๋ยในการผลิตแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของลูกหอยนางรม

คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาพบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

บรรณานุกรม

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

จินตนา นักระนาด. 2530. การเพาะพันธุ์หอยตะโกรม. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. กองประมงน้ำกร่อย. กรมประมง. 6 หน้า.

เฉลิมขวัญ ครุฑบุญยงค์. 2554. การวิเคราะห์รายงานทางการเงิน.กรุงเทพฯ. 353 หน้า.

ชนากานต์ สุขอุดม, เมธี แก้วเนิน, อิสริยา วุฒิสินธุ์, Yoshikawa, T., Okamoto, Y., Watanabe, K., Ishikawa, S., และจินตนา และน้อย. 2558. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินตะกอนในพื้นที่เลี้ยงหอยแครงบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารแก่นเกษตร. 43(2). 265-276.

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี. 2544. เศรษฐศาสตร์การวิเคราะห์โครงการ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, จันทรา ศรีสมวงศ์ และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2546. ศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 41: สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ทรงชัย สหวัชรินทร์, จินตนา นักระนาด และคม ศิลปจารย์. 2532. การเพาะเลี้ยงหอยตะโกรม. หน้า 8-22. รายงานการวิจัย เรื่อง การพัฒนาการผลิตหอยนางรมพันธุ์ใหญ่. ในความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ธีรยา ช่วยสุรินทร์ และประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ. 2547. แพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอน. บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี. สัมมนาวิชาการประมง. 801-815.

นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา. 2540. การสำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

บุสยา ปล้องอ่อน, จินตนา สและน้อย, ชัชรี แก้วสุรลิขิต และไพลิน จิตรชุ่ม. 2559. การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 24, 588-598.

ประดิษฐ์ ชนชื่นชอบ และธีรยา ช่วยสุรินทร์. 2546. การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี ศูนย์วิจัยพัฒนาประมงชายฝั่งสุราษฎร์ธานี.

ประเดิม อุทธยานมณี. 2555. การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและเชิงพื้นที่ของคุณภาพน บริเวณปากแม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์วิทยาศตรมหาบัณฑิต,. สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

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

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

สุพัชชา ชูเสียงแจ้ว, สุวัจน์ ธัญรส, เตือนใจ ปิยัง, กัตตินาฏ สกุลสวัสดิพันธ์, อรอนงค์ อำภา และภูมินทร์ อินทร์แป้น. 2563. การพัฒนาระบบการเลี้ยงหอยนางรมแบบความหนาแน่นสูงเพื่อยกระดับเศรษฐกิจชุมชนลุ่มน้ำปะเหลียน ตำบลวังวน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.

สุวัจน์ ธัญรส, และวรพร ธารางกูร. 2019. ผล ของการปรับสภาพพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาว *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 **รายงานการวิจัยการพัฒนาการวิจัยการเกษตรฉบับสมบูรณ์ 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.

Buchanan, J. T., Roppolo, G. S., Supan, J. E., and Tiersch, T. R. 1998. Conditioning of eastern oysters in a closed, recirculating system. Journal of shellfish research, 17(4), 1183-1190.

Capelle, J. J., Hartog, E., Creemers, J., Heringa, J., and Kamermans, P. 2020. Effects of stocking density and immersion time on the performance of oysters in intertidal off-bottom culture. **Aquaculture International**, 28(1), 249-264.

Chávez-Villalba, J., Pommier, J., Andriamiseza, J., Pouvreau, S., Barret, J., Cochard, J. C., and Le Pennec, M. 2002. Broodstock conditioning of the oyster *Crassostrea gigas*: origin and temperature effect. Aquaculture, 214(1-4), 115-130.

Chessa, G., Serra, S., Saba, S., Manca, S., Chessa, F., Trentadue, M., & Fois, N. 2013. The floating upwelling system (FLUPSY) for breeding of *Venerupis decussata* (Linnaeus, 1758) juveniles in a coastal lagoon in Sardinia (Italy). Transitional Waters Bulletin, 7(2), 53-61.

Choi, K. S., Lewis, D. H., Powell, E. N., and Ray, S. M. 1993. Quantitative measurement of reproductive output in the American oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin), using an enzyme‐linked immunosorbent assay (ELISA). Aquaculture Research, 24(3), 299-322.

Chueachat, P., Tarangkoon, W., and Tanyaros, S. 2018. A comparative study on the nursery culture of hatchery-reared sub-adult cupped oyster, *Crassostrea iredalei* (Faustino, 1932), in an earthen pond and a mangrove canal. **Fisheries & Aquatic Life**, 26(4), 217-222.

Cole, B. E., Thompson, J. K., and Cloern, J. E. 1992. Measurement of filtration rates by infaunal bivalves in a recirculating flume. **Marine Biology**, 113(2), 219-225.

Comeau, L. A., Sonier, R., Lanteigne, L., and Landry, T. 2010. A novel approach to measuring chlorophyll uptake by cultivated oysters. **Aquacultural engineering**, 43(2), 71-77.

Delaporte, M., Soudant, P., Moal, J., Lambert, C., Quéré, C., Miner, P., and Samain, J. F. 2003. Effect of a mono-specific algal diet on immune functions in two bivalve species-*Crassostrea gigas* and *Ruditapes philippinarum*. Journal of Experimental Biology, 206(17), 3053-3064.

Fisheries, Aquaculture and Environment. 2001. Evaluation of Stocking Density in Off Bottom Oyster Culture. 2 pp.

Gallager, S. M., and Mann, R. 1986. Growth and survival of larvae of *Mercenaria mercenaria* (L.) and *Crassostrea virginica* (Gmelin) relative to broodstock conditioning and lipid content of eggs. Aquaculture, 56(2), 105-121.

Gosling, E. M. 2003. Bivalve molluscs. Blackwell Pub.

Holliday, J.E., Allan, G.L. and Nell, J.A. 1993. Effects of stocking density on juvenile Sydney rock oysters, *Saccostrea commercialis* (Iredale & Roughley), in cylinders. **Aquaculture**, 109(1), 13-26.

Honkoop, P. J. C., and Bayne, B. L. 2002. Stocking density and growth of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and the Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) in Port Stephens, Australia. **Aquaculture**, 213(1-4), 171-186.

Jara-Jara R, Pazos AJ, Abad M, Garcia-Martin LO, Sanchez JL 1997. Growth of clam seed (*Ruditapes decussatus*) reared in the wastewater effluent from a fish farm in Galicia (NW Spain). Aquaculture 158: 247-262.

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.

Mallet, A. L., Carver, C. E., Doiron, S., and Theriault, M. H. 2013. Growth performance of eastern oysters *Crassostrea virginica* in Atlantic Canada: effect of the culture gear. **Aquaculture**, 396, 1-7.

Martínez-Fernández, E., and Southgate, P. C. 2007. Use of tropical microalgae as food for larvae of the black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera*. Aquaculture, 263(1-4), 220-226.

Martínez-Fernández, E., Acosta-Salmón, H., and Southgate, P. C. 2006. The nutritional value of seven species of tropical microalgae for black-lip pearl oyster (*Pinctada margaritifera*, L.) larvae. Aquaculture, 257(1-4), 491-503.

Mgaya, Y. D., and Mercer, J. P. 1995. The effects of size grading and stocking density on growth performance of juvenile abalone, *Haliotis tuberculata* Linnaeus. **Aquaculture**, 136(3-4), 297-312.

Mo, K. H., Park, Y. J., Jung, E. Y., Kim, Y. G., Jeong, C. H., and Han, K. N. 2012. Comparisons of growth and mortality of the tidal flat oyster *Crassostrea gigas* by the net bag rack culture system in two districts in western Korea. **The Korean Journal of Malacology**, 28(1), 45-54.

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.

Narasimham, K. A., and Kripa, V. (2007). Textbook of oyster biology and culture in India. Directorate of Information and Publications of Agriculture.

Newell, R. I., & Jordan, S. J. 1983. Preferential ingestion of organic material by the American oyster *Crassostrea virginica*. Marine ecology progress series. Oldendorf, 13(1), 47-53.

Pronker, A. E., Nevejan, N. M., Peene, F., Geijsen, P., and Sorgeloos, P. 2008. Hatchery broodstock conditioning of the blue mussel *Mytilus edulis* (Linnaeus 1758). Part I. Impact of different micro-algae mixtures on broodstock performance.

Ra Londe, R. 1999. Final Report of the Kachemak Bay Shellfish Nursery Culture Project.

Robinson, A. 1992. Gonadal cycle of *Crassostrea gigas* kumamoto (Thunberg) in Yaquina Bay, Oregon and optimum conditions for broodstock oysters and larval culture. Aquaculture, 106(1), 89-97.

Roncarati, A., Felici, A., Magi, G. E., Bilandzic, N., and Melotti, P. 2017. Growth and survival of cupped oysters (*Crassostrea gigas*) during nursery and pre growing stages in open sea facilities using different stocking densities. **Aquaculture International,** 25(5), 1777-1785.

Southgate, P. C. and Beer, A. C. 2000. Growth of blacklip pearl oyster (*Pinctada margaritifera*) juveniles using different nursery culture techniques. **Aquaculture**, 187(1-2), 97-104.

Spencer, B. E., Key, D., Millican, P. F., and Thomas, M. J. 1978. The effect of intertidal exposure on the growth and survival of hatchery-reared Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) kept in trays during their first on growing season. **Aquaculture,** 13(3), 191-203.

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,, Anan K. and Kitt, L.M. 2008. Nursing and grow-out hatchery-reared big oyster (*Crassostrea belcheri* Sowerby 1871) in the intertidal mangrove area. Kasetsart Journal (**Natural Science**). 42: 495–502.

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., Tarangkoon W. 2014. Water quality, growth and mortality of tropical oyster *Crassostrea belcheri* spat in the conserved natural oyster beds of Trang province, southern Thailand – In: 2nd International Conference on Fisheries Science. 30-31 July, 2014. Colombo, Sri Lanka.

Tanyaros, S., Ruengying, A. and Tarangkoon, W. 2015. Nursery Culture of Oyster *Crassostrea belcheri* (G.B. Sowerby II 1871) Spat in Plastic Mesh Nets Suspended Vertically and Horizontally. **Asian Fisheries Science** 28: 83-88.

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.

Tanyaros, S., W. Tarangkoon and T. Klomkleing. 2016. Evaluation of flocculated concentrates from intensive shrimp pond water as a substitute for microalgae in the nursery culture of juvenile cupped oysters (*Crassostrea belcheri*). **International Aquatic Research**. 8(2): 149-160.