

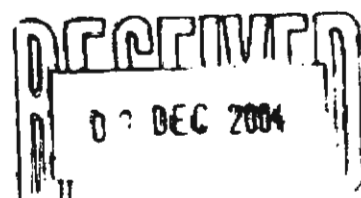


รายงานฉบับสมบูรณ์



โครงการ “การพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮือเชิงพาณิชย์
ในระบบการทำฟาร์มบนบก”

โดย รองศาสตราจารย์ ดร. เติมศักดิ์ จารยะพันธุ์และคณะ
พฤศจิกายน 2547



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การพัฒนาการผลิตหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก
Development on Commercial Production of Cocktail Size Abalone, *Haliotis asinina*
by Land Based System

คณะผู้วิจัย

สังกัด

รองศาสตราจารย์ ดร. เติมศักดิ์ จารยะพันธุ์
นายทวี หมั่นอะคำ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์
และสถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครือข่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมพืชและสัตว์น้ำ
สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

ใบสรุปโครงการฉบับสมบูรณ์	I
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	IV
Executive Summary	V
1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
3. ผลการดำเนินงาน	2
3.1 พื้นที่ศึกษาวิจัย	
3.2 ลูกพันธุ์	
3.3 อาหาร	
3.4 ระบบการผลิตหอยเป่าสีขนาดคอกเทล จากฟาร์มต้นแบบของโครงการฯ	
3.5 ต้นทุนและผลตอบแทน	
3.6 หอยเป่าสีขนาดตลาดและการทดลองตลาด	
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	10
5. กิตติกรรมประกาศ	13
6. เอกสารอ้างอิง	14
7. ภาคผนวก	15
7.1 ภาคผนวก ก คู่มือการเลี้ยงหอยเป่าสีไทยชนิด <i>Haliothis asinina</i> ให้ได้ขนาดตลาด โดยรูป แบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด	
7.2 ภาคผนวก ข ตารางที่ 1 กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	
7.3 ภาคผนวก ค ตารางที่ 2 บทความ-เผยแพร่-รางวัล	
7.4 ภาคผนวก ง คำเนาคำขอรับสิทธิบัตรเรื่อง “ระบบการทำฟาร์มเลี้ยงหอยเป่าสีเขตร้อน บนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด”	
7.5 ภาคผนวก จ บทความวิจัยที่ตีพิมพ์	

สัญญาเลขที่ RDG 4120037

โครงการ การพัฒนาการผลิตหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก

Development on Commercial Production of Cocktail Size Abalone, *Haliotis asinina*

by Land Based System

ใบสรุปโครงการฉบับสมบูรณ์

ระยะเวลาในการดำเนินการ	วันที่ 1 กรกฎาคม 2541 ถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2544
รายงานในช่วงวันที่	1 สิงหาคม 2542 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2545
ชื่อหัวหน้าโครงการ	รองศาสตราจารย์ ดร. เหมศักดิ์ จารยะพันธุ์
หน่วยงาน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
หน่วยงานที่ร่วมมือ	สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัท ไทยอินโนเวชั่น เคมีคอล จำกัด บริษัท ฟู้ดโปรเจก (สยาม) จำกัด บริษัท รีเฟอร์เทรคคิง จำกัด

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

หอยเป๋าฮื้อจัดเป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากมีความต้องการทางตลาดสูงและมีราคาค่อนข้างแพง ผลผลิตเกือบทั้งหมดได้มาจากการจับจากธรรมชาติ อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมาผลผลิตเป๋าฮื้อโดยรวมของโลกมีแนวโน้มที่ลดลงมาโดยตลอดอย่างเห็นได้ชัดทำให้แนวคิดในการผลิตหอยเป๋าฮื้อโดยการเพาะเลี้ยงเป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจอย่างกว้างขวาง ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ได้โดยในโครงการนี้จะเน้นชนิดหนึ่งในสามของหอยเป๋าฮื้อที่พบได้ในประเทศซึ่งจัดเป็นหอยเป๋าฮื้อเขตร้อนอันได้แก่หอยเป๋าฮื้อชนิด *Haliotis asinina* ถึงแม้ว่าหอยเป๋าฮื้อเขตร้อนจะมีขนาดเล็กแต่ก็มีข้อดีอยู่หลายประการอันเป็นผลทำให้มีความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ให้ได้หอยเป๋าฮื้อโดยเฉพาะสำหรับตลาดหอยขนาดค็อกเทล (cocktail size abalone) ซึ่งหมายถึงหอยที่มีขนาดความยาวเปลือกระหว่าง 50-60 มม. หรือน้ำหนักตัวโดยรวมระหว่าง 30-50 กรัม

วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของระบบการผลิตและระบบการตลาดของหอยเป่าฮื้อชนิด *Haliotis asinina* ขนาดคอกเทล จากลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟัก โดยใช้ระบบการทำฟาร์มบนบก

รายละเอียดผลดำเนินงานของโครงการตามแผนงานโดยสรุป

1. กิจกรรม	2. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3. ผลการดำเนินงาน	4. หมายเหตุ
1.1 การศึกษาความเป็นไปได้ในระบบการผลิตหอยเป่าฮื้อขนาดคอกเทลจากลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟักจากโครงการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าฮื้อเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์	2.1 ได้ระบบการผลิตที่เป็นไปได้ของหอยเป่าฮื้อขนาดคอกเทล โดยเริ่มจากลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟัก	3.1 ได้ระบบการผลิตหอยเป่าฮื้อขนาดคอกเทลที่เรียกว่าเป็น “การทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด” กำลังอยู่ระหว่างดำเนินการจดสิทธิบัตร	4.1 เนื่องจากหอยเป่าฮื้อที่ทำการศึกษาสามารถจำหน่ายในตลาดหอยขนาดกลางหรือที่เรียกว่าขนาดสเด็กได้ด้วยดังนั้น การศึกษาในช่วงต่อไปจึงควรเน้นไปที่ตลาดหอยเป่าฮื้อขนาดนี้เพิ่มขึ้นอีกด้วย
1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ของระบบการตลาดของหอยเป่าฮื้อขนาดคอกเทล	2.2 ได้ระบบการตลาดที่เป็นไปได้ของหอยเป่าฮื้อขนาดคอกเทล	3.2 ได้ระบบการตลาดของหอยเป่าฮื้อขนาดคอกเทล	4.2 ระบบตลาดที่ได้มีทั้งที่เป็นตลาดภายในประเทศและตลาดภายนอกประเทศ

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ต่อ สกว.

โครงการการพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบกนี้จัดเป็นโครงการหนึ่งในชุดโครงการวิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อเชิงพาณิชย์ที่ได้รับการสนับสนุนโดย สกว. การดำเนินงานเท่าที่ผ่านมาได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีในการดำเนินงานรวมทั้งผลที่

คาดว่าจะได้รับจากโครงการมาเป็นระยะๆ โดยการปรับเปลี่ยนดังกล่าวเป็นการนำเอาผลและข้อจำกัดที่ได้จากโครงการอื่นๆ ภายในชุดเข้ามาประกอบโดยใช้ความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์เป็นตัวตั้ง ผลที่ได้จากโครงการสามารถนำไปใช้สนับสนุนให้เกิดระบบการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮือไทยที่มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์อย่างมั่นคงและครบวงจร อย่างไรก็ตามประเด็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหรือการลดต้นทุนการผลิตยังคงเป็นสิ่งที่ต้องดำเนินการต่อไปและควรที่จะได้รับการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องโดยสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีการมองถึงรูปแบบการสนับสนุนในลักษณะใหม่ที่เหมาะสมทั้งนี้เพื่อความสามารถในการแข่งขันอันจะนำไปสู่ความยั่งยืนของกิจกรรมนี้ต่อไปในอนาคต

ผลที่ได้รับจากโครงการนี้นอกจากเป็นผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้ของโครงการโดยตรงตามที่ได้ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ของโครงการซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจในระดับหนึ่งแล้วยังสามารถใช้ประสบการณ์และแนวทางในการดำเนินงานที่ได้จากการบริหารชุดโครงการชุดนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาแลบริหารงานวิจัยในลักษณะของชุดโครงการชุดอื่นๆ เพื่อนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากงานวิจัยอย่างแท้จริงได้อีกด้วยอันจะเป็นประโยชน์ต่อแนวปฏิบัติและการบริหารงานวิจัยของสกว. ในลักษณะของการวิจัยและพัฒนาได้อีกทางหนึ่ง

ลงนาม



(รองศาสตราจารย์ ดร. เปติมศักดิ์ จารยะพันธุ์)

(หัวหน้าโครงการ)

วันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2547

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

หอยเป่าอื้อจัดเป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีความต้องการทางตลาดสูง และมีราคาก่อนล้างแพง ผลผลิตเกือบทั้งหมดได้มาจากการจับจากธรรมชาติ อย่างไรก็ตามในช่วงระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมาผลผลิตหอยเป่าอื้อโดยรวมของโลกมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด และต่อเนื่อง ทำให้แนวคิดในการผลิตหอยเป่าอื้อโดยการเพาะเลี้ยงเป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการสนใจอย่างกว้างขวาง

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในเขตร้อนที่มีหอยเป่าอื้อเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีศักยภาพสูงในการพัฒนาให้เกิดการเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ได้ โดยในโครงการนี้จะเน้นหอยเป่าอื้อหนึ่งในสามชนิดของหอยเป่าอื้อที่พบในประเทศซึ่งจัดเป็นหอยเป่าอื้อเขตร้อนอันได้แก่ *Haliotis asinina* ถึงแม้ว่าหอยเป่าอื้อเขตร้อนจะมีขนาดเล็กแต่ก็มีข้อดีอยู่หลายประการอันเป็นผลทำให้มีความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์ให้ได้หอยเป่าอื้อโดยเฉพาะสำหรับตลาดหอยขนาดคอกเทล (cocktail size abalone) การวิจัยและพัฒนาในโครงการ “การพัฒนาระบบการผลิตหอยเป่าอื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก” มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของระบบการผลิตและระบบการตลาดของหอยเป่าอื้อชนิด *Haliotis asinina* ขนาดคอกเทล จากลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟักโดยใช้ระบบการทำฟาร์มบนบก

ผลที่ได้จากโครงการดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบการผลิตหอยเป่าอื้อเชิงพาณิชย์ขนาดคอกเทลมีความเป็นไปได้ ระบบที่เสนอแนะจากโครงการนี้คือ “การทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด” ขนาดลูกหอยเริ่มต้นที่เหมาะสมคือที่ความยาวเปลือก 2 ซม. ขึ้นไป ลูกพันธุ์ควรมีราคาไม่เกิน 12 บาทต่อตัว ระยะเวลาในการเลี้ยงจนได้ขนาดคอกเทล อยู่ที่ 12 เดือน อัตรารอดมีค่าระหว่าง 75-80% อาหารที่ให้ เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่สามารถผลิตขึ้นใช้ได้เลยที่ราคาค้นทุนขั้นต่ำประมาณ 30-35 บาทต่อกิโลกรัม โดยอัตราส่วนแลกเนื้อเท่ากับ 3:1 ราคาค้นทุนการผลิตอยู่ที่ 800-1,100 บาทต่อกิโลกรัม
2. ระบบการตลาดหอยเป่าอื้อขนาดคอกเทลที่มีน้ำหนักตัวรวมเปลือกระหว่าง 30-50 กรัมต่อตัว ความต้องการหอยเป่าอื้อขนาดคอกเทลในประเทศมีอยู่ที่ประมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อเดือนในระยะแรกและสามารถเพิ่มได้ถึง 5,000 กิโลกรัมต่อเดือน ในลักษณะหอยสดมีชีวิต ร้านอาหารที่สามารถนำส่งได้แก่ร้านอาหารจีนและญี่ปุ่นทั้งในกรุงเทพฯ และจังหวัดชายทะเลที่มีการท่องเที่ยว สำหรับตลาดต่างประเทศต้องการหอยเป่าอื้อทั้งขนาดนี้และที่มีขนาดใหญ่กว่านี้คือที่ขนาดเด็กที่มีน้ำหนักตัวรวมเปลือกระหว่าง 80-120 กรัมต่อตัว โดยคาดว่าปริมาณความต้องการของตลาดต่างประเทศในระยะแรกจะอยู่ที่ 100-500 ตันต่อปี และสามารถเพิ่มให้สูงขึ้นถึง 5,000 ตันต่อปี ในรูปหอยสดมีชีวิต หอยแช่แข็ง และหอยกระป๋องได้ถ้าผลผลิตมีมากพอ

Executive Summary

Abalone is a marine gastropod that is considered to be economically important because of the high demand in the market and the high price. Most of the abalone production comes from capture fisheries. However, the total production of abalone worldwide has been declining significantly in the past 30 years. This causes the idea of abalone culture to be one of the ideas interested widely.

Thailand is a tropical country inhabited abalone species that has a very high potential for commercial aquaculture. This project will concentrate on one of the three tropical abalone species that was found in Thailand called *Haliotis asinina*. Although the tropical abalone is relatively small in size, it also has many advantages which make them attractive for aquaculture, especially for the market of cocktail size abalone. The objective of the project "Development on Commercial Production of Cocktail Size Abalone, *Haliotis asinina* by a Land Based System" is to study the feasibility of the production and marketing system of the cocktail size, *Haliotis asinina*, obtained from hatchery by a land based system.

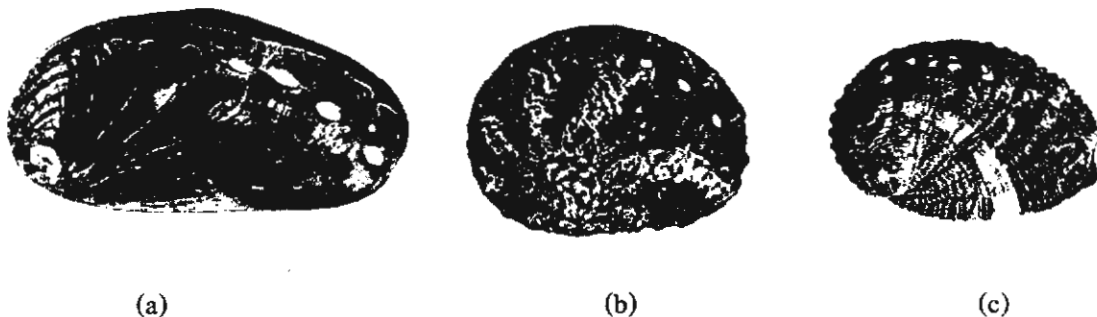
Results from the project are summarized as follow:

1. There is an economical possibility for the production of cocktail-size abalone. From this project, the recommended system is the "semi-closed re-circulating land based system". The appropriated sized of the abalone to start with is 2 cm. in shell length. The price of the seed should be lower than 12 baht each. The time used to grow abalones to cocktail-size is 12 months. The survival rate is between 75 – 80%. The food used is an artificial diet which can be produced at the cost of 35 baht per kilogram with the food conversion ratios of 3:1. The cocktail size abalone production cost is between 800 to 1,100 baht per kilogram.
2. There are both local and international markets for this abalone species. The demand for the cocktail size abalone in Thailand is estimated about 1,000 kg/month in the first period and can increase up to 5,000 kg/month later in the form of fresh live abalone. Potential customers are both Chinese restaurant and Japanese restaurant in Bangkok and tourist attractive province by the sea. For the international market, there are demand for cocktail-size abalone and the bigger steak-size abalone which is between 80 to 120 gram whole live weight. The expected demand for the international market in the first period is expected to be between 100 to 500 ton per year and can increase up to 5,000 ton per year in the form of whole live abalone, frozen, and canned abalone if production is enough.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

หอยเป๋าฮื้อจัดเป็นหอยทะเลฝาเดียวที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีความต้องการทางตลาดสูง และมีราคาก่อนข้างแพง ผลผลิตเกือบทั้งหมดได้มาจากการจับจากธรรมชาติ (capture fisheries) อย่างไรก็ดีในช่วงระยะเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมาผลผลิตเป๋าฮื้อโดยรวมของโลกมีแนวโน้มที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทำให้แนวคิดในการผลิตเป๋าฮื้อโดยการเพาะเลี้ยงเป็นแนวคิดหนึ่งที่ได้รับการสนใจอย่างกว้างขวาง และได้รับการยอมรับเพิ่มขึ้นตามลำดับ

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ได้โดยมีหอยเป๋าฮื้อที่จัดเป็นหอยเป๋าฮื้อเขตร้อนที่สามารถพบได้ในน่านน้ำไทยด้วยกันทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ *Haliotis asinina*, *H. ovina*, และ *H. varia* (ภาพที่ 1) โดยโครงการวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้ได้นับหอยเป๋าฮื้อหนึ่งในสามชนิดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น อันได้แก่ *H. asinina* ถึงแม้ว่าหอยเป๋าฮื้อเขตร้อนชนิดนี้จะมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับหอยเป๋าฮื้อที่นิยมบริโภคกันอยู่ทั่วโลกในปัจจุบันแต่ก็มีข้อดีอยู่หลายประการ ได้แก่ อัตราการเติบโตที่สูง สัดส่วนของเนื้อที่บริโภคที่สูงระหว่าง 55-80% ขึ้นกับขนาดของตัวหอย ความสามารถในการสืบพันธุ์ที่เกิดและควบคุมได้ตลอดปี (year-round spawner) รวมถึงความสามารถในการเจริญพันธุ์ได้เองในระบบเลี้ยง จากสาเหตุดังกล่าวเป็นผลทำให้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ที่จะค้นคว้าและพัฒนากระบวนการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อชนิดนี้ในเชิงพาณิชย์ โดยในระยะแรกได้นับเฉพาะระบบการเลี้ยงเชิงพาณิชย์สำหรับตลาดหอยเป๋าฮื้อขนาดคอกเทล (cocktail size abalone) ก่อนซึ่งจะมีความยาวเปลือกอยู่ระหว่าง 40-60 มม. หรือที่ขนาดน้ำหนักตัวรวมเปลือกมีค่าระหว่าง 30-50 กรัมต่อตัว



ภาพที่ 1 หอยเป๋าฮื้อทั้ง 3 ชนิด ที่พบในประเทศไทย (a) *Haliotis asinina* (b) *H. ovina* และ (c) *H. varia* (ที่มา: www.sbnature.org/geiger/worldmap.html)

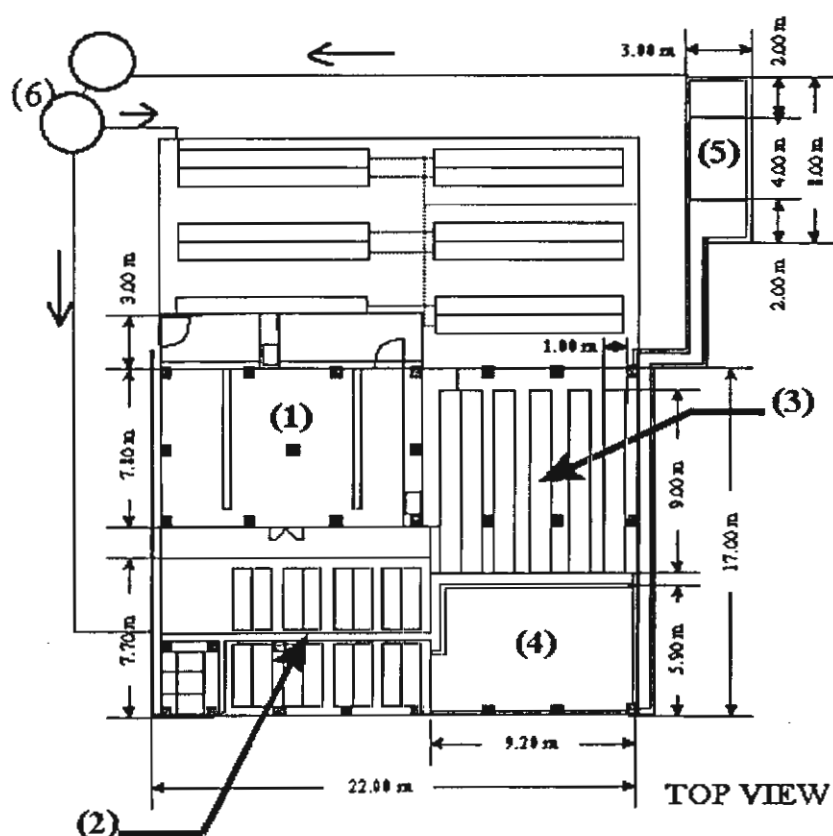
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของระบบการผลิตและระบบการตลาดของหอยเป่าชื่อชนิด *Haliotis asinina* ขนาดออกทะเล จากลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟักโดยใช้ระบบการทำฟาร์มบนบก

3. ผลการดำเนินงาน

3.1 พื้นที่ศึกษาวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ระบบบ่อเลี้ยงเดิมที่มีอยู่ ณ สถานีวิจัยสัตว์ทะเล อย่างศิลา จ. ชลบุรี โดยเป็นบ่อขนาดความจุ 2.5 ตัน จำนวน 16 บ่อ และบ่อขนาดความจุ 5.4 ตันอีกจำนวน 6 บ่อรวมกับการปรับปรุงและก่อสร้างบ่อเลี้ยงพร้อมหลังคาเพิ่มเติมอีก 11 บ่อ (ขนาดประมาณ 1x9x0.8 เมตร ความจุ 5.4 ตัน) รวมทั้งการปรับปรุง ระบบบ่อพักน้ำ ระบบกรองน้ำชีวภาพ ระบบจ่ายอากาศภายในฟาร์ม และระบบปั๊มสำหรับการหมุนเวียนน้ำทะเล และอื่น ๆ (ภาพที่ 3.1)

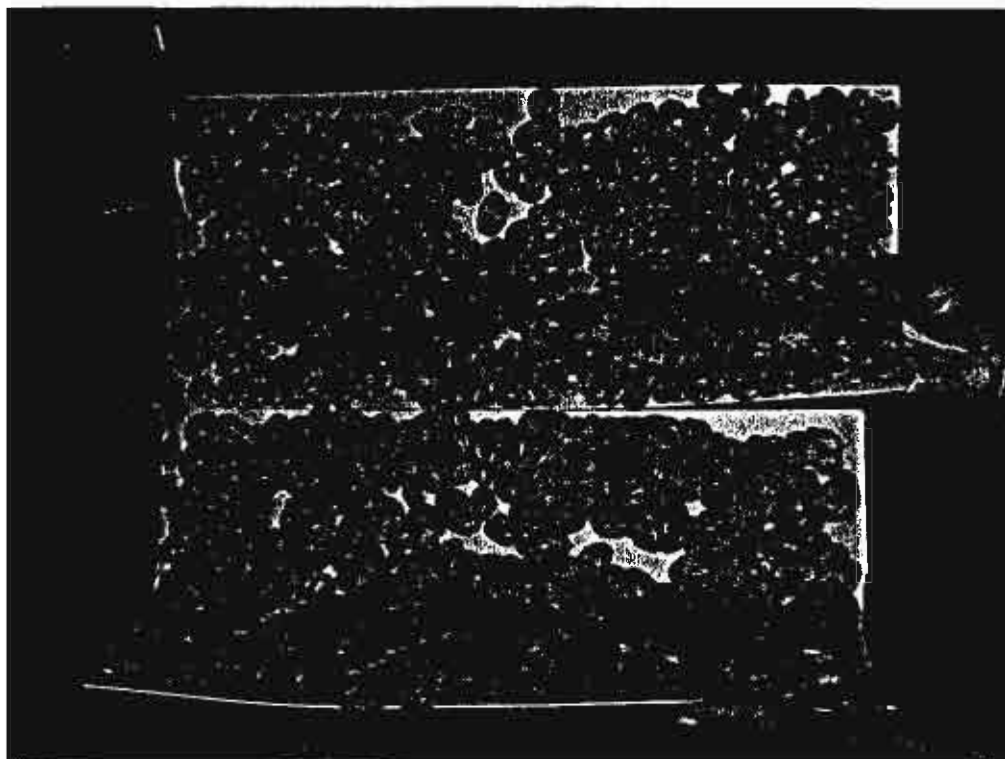


ภาพที่ 3.1 ระบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดที่ใช้ในโครงการประกอบด้วย (1) บริเวณโรงเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ (2) บ่อเลี้ยงขนาด 0.8x2.5x0.6 เมตร จำนวน 16 บ่อ (3) บ่อเลี้ยงขนาดประมาณ 1x9x0.8 เมตร จำนวน 6 บ่อ (4) บ่อพักน้ำความจุประมาณ 30 ตัน จำนวน 1 บ่อ (5) บ่อกรองชีวภาพขนาดความจุประมาณ 24 ตัน จำนวน 1 บ่อ (6) ถังสูบน้ำระบบแรงโน้มถ่วงโลกขนาดความจุประมาณ 20 ตัน 2 ใบ (7) บ่อเลี้ยงขนาดประมาณ 1x9x0.8 เมตร ที่สร้างเพิ่มขึ้นใหม่จำนวน 11 บ่อ

3.2 ลูกพันธุ์

3.2.1 ที่มา: จากแผนงานที่กำหนดไว้แต่เดิมคาดว่าจะได้รับลูกพันธุ์หอยเป่าชื่อขนาด 5-10 ม.ม. จากโครงการ “การวิจัยและพัฒนาเพื่อการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าชื่อของไทยชนิด *Halotis asinina* และ *H. ovina* เจริญพาณิชย์” ซึ่งดำเนินการโดยกรมประมง แต่เนื่องจากมีข้อขัดข้องบางประการทำให้ทางโครงการไม่สามารถส่งลูกหอยดังกล่าวได้อย่างต่อเนื่องทำให้เป็นอุปสรรคสำคัญต่อการศึกษาระบบการเลี้ยงของโครงการฯ จนในที่สุดต้องมีการพัฒนาโครงการวิจัยและพัฒนาในเรื่องดังกล่าวเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งโครงการซึ่งมีชื่อว่า “การผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าชื่อเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเจริญพาณิชย์” รหัสโครงการที่ RDG4220027 โดยใช้ครุภัณฑ์บางส่วนจากโครงการเดิมประกอบกับการพัฒนาระบบคั่นแบบของโรงเพาะฟักลูกพันธุ์หอยเป่าชื่อที่ปรับปรุงขึ้นเองให้เหมาะสมกับสภาพของประเทศไทยโดยมีวัตถุประสงค์หลักในการผลิตลูกพันธุ์เพื่อสนับสนุนและใช้ในการทดสอบระบบเลี้ยงจริงของโครงการนี้ตามข้อกำหนดที่ต้องการอย่างต่อเนื่องทำให้โครงการนี้ต้องเสียเวลาไประยะหนึ่งเพราะต้องรอให้โครงการผลิตลูกพันธุ์สามารถดำเนินการให้ได้ผลในระดับหนึ่งอย่างต่อเนื่องก่อน และในที่สุดความสำเร็จของโครงการผลิตลูกพันธุ์สามารถส่งเสริมทำให้โครงการนี้สามารถดำเนินการต่อไปได้จนได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์หลักที่ได้ตั้งไว้

3.2.2 ขนาด: ผลที่ได้จากการทำการศึกษาในรูปชุดโครงการทำให้เป็นความจำเป็นที่ต้องปรับขนาดลูกหอยที่ใช้เลี้ยงจากแผนเดิมซึ่งมีขนาดความยาวเปลือกที่ 0.5 ซม. โดยจากการทดลองเลี้ยงลูกหอยที่ขนาดความยาวเปลือกต่าง ๆ กันได้แก่ 0.5, 1, 1.5, 2 และ 2.5 ซม. สรุปได้ว่าลูกหอยที่ขนาดความยาวเปลือก 2.0 ซม. (ภาพที่ 3.2) เป็นขนาดที่มีความเหมาะสมเมื่อพิจารณาในแง่ของการปฏิบัติโดยเฉพาะความสะดวกด้านการจัดการฟาร์ม การลดอัตราเสี่ยง และความต้นทุนของการดำเนินกิจกรรมการเลี้ยงหอยเป่าชื่อขนาดคอกเทลในระยะเริ่มต้น



ภาพที่ 3.2 ลูกหอยขนาดความยาวเปลือก 2 ซม. จากโครงการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าสื่อเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์

3.2.3 ปริมาณ: เนื่องจากปรับขนาดลูกหอยที่เข้าระบบให้โตขึ้น จำนวนลูกหอยที่ใช้จึงลดลงเนื่องจาก อัตราอดสูงขึ้น ระบบและขนาดของฟาร์มต้นแบบของโครงการฯ ที่สถานีวิจัยฯ อ่างศิลา มีความสามารถในการรองรับได้ที่ 2,000 ตัวต่อเดือนอย่างต่อเนื่องโดยลูกหอยแต่ละรุ่นใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 10-12 เดือนจึงถึงขนาดออกทะเล

3.3 อาหาร

จากความคิดตั้งแต่เริ่มที่ต้องการให้ระบบการเลี้ยงที่ใช้สามารถใช้ทั้งอาหารธรรมชาติซึ่งได้แก่ สาหร่ายใบพวกลำสาหร่ายผมนางในกลุ่ม Gracilaria และอาหารสำเร็จรูป แต่เนื่องจากการใช้สาหร่ายในกรณีของฟาร์มต้นแบบที่สถานีวิจัยฯ อ่างศิลา จะมีต้นทุนค่าขนส่งสูงเนื่องจากอยู่ห่างไกลจากแหล่งธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านความต่อเนื่องในรอบปี การพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ผลิตจากโครงการเองจึงเป็นสิ่งจำเป็น การพัฒนาสูตรอาหารขั้นต้นจะเน้นที่ความคุ้มค่าในระบบผลิตที่พัฒนาขึ้นเป็นหลัก สูตรที่ได้จึงเป็นสูตรที่ทำได้ง่าย อาศัยแรงงานภายในฟาร์ม การลดต้นทุนจาก 80 บาทต่อกิโลกรัมในระยะเริ่มแรกลงเหลือเพียงประมาณ 35 บาทต่อกิโลกรัม โดยผลที่ได้สรุปได้ว่าหอยเป่าสื่อที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีอัตราการเติบโตสูงกว่าใช้อาหารธรรมชาติอันได้แก่สาหร่ายใบชนิด

Gracilaria edulis แต่ยังมีจุดอ่อนที่ต้องการความพิถีพิถันในการดูแลระบบน้ำในฟาร์มมากขึ้นกว่าการเลี้ยงด้วยสาหร่ายเนื่องจากอาหารเม็ดจะเน่าเสียหรือขึ้นราได้ง่าย หากปล่อยทิ้งไว้ในระบบนานเกินไปอย่างไรก็ดี ในที่สุดผลที่ได้จากโครงการก็แสดงให้เห็นว่าการจัดการฟาร์มที่เหมาะสม การดำเนินงานเชิงรุกในทางป้องกันมากกว่าการแก้ไข สามารถจัดการและควบคุมปัญหาดังกล่าวได้เป็นอย่างดีและในขณะเดียวกันก็มีความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ (ตารางที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.3)

ตารางที่ 3.1 สูตรอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้พร้อมราคาต่อกิโลกรัม

วัตถุดิบ	ราคา (บาท)	หนึ่งหน่วย	สูตรอาหารสำเร็จรูป	
			กรัมต่อกิโลกรัม	ราคาต่อกิโลกรัม
ปลาป่น	24	กิโลกรัม	340	8.16
กากถั่วเหลือง	12	กิโลกรัม	457.5	5.49
แป้งมัน	10.5	กิโลกรัม	110	1.16
สาหร่าย	70	กิโลกรัม	50	3.5
วิตามินรวม	160	กิโลกรัม	10	1.6
เกลือแร่	240	กิโลกรัม	10	2.4
วิตามินซี	350	กิโลกรัม	10	3.5
ไขมัน	1,000	กิโลกรัม	2.5	2.5
น้ำมันปลา	125	ลิตร	10	1.25
ค่าไฟ+น้ำ+แก๊ส				5
รวม			1,000	34.56



ภาพที่ 3.3 อาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือ

3.4 ระบบการผลิตหอยเป่าฮือขนาดคอกเทล จากฟาร์มต้นแบบของโครงการฯ

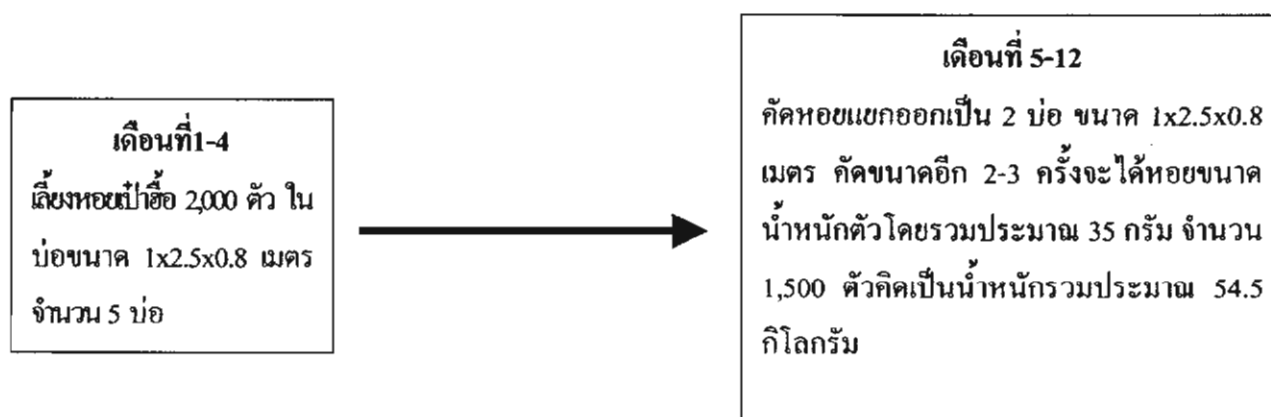
จากการดำเนินการจริงในฟาร์มต้นแบบของโครงการฯ ที่มีอยู่ที่สถานีวิจัยฯ อ่างศิลา การเลี้ยงให้ได้หอยเป่าฮือขนาดคอกเทลจะเริ่มต้นด้วยการนำลูกหอยขนาดความยาวเปลือกประมาณ 2 ซม. ที่มีคุณภาพดีเข้ามาเลี้ยงในระบบ จำนวน 2,000 ตัวต่อเดือนอย่างต่อเนื่อง โดยในระยะ 4 เดือนแรกจะเป็นการเลี้ยงในบ่อซีเมนต์สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 1x2.5x0.8 เมตร จำนวนเดือนละ 5 บ่อ โดยใส่หอยบ่อละ 400 ตัว พร้อมภาชนะที่เรียกว่าบ้านหอย หลังจากนั้นเมื่อครบเดือนที่ 4 จึงทำการคัดแยกหอยขนาดใหญ่และเล็กเพื่อลงเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาดใหญ่ขึ้นคือที่บ่อขนาดประมาณ 1x9x0.8 เมตรจำนวน 2 บ่อ เลี้ยงต่ออีกเป็นเวลาอีกประมาณ 8 เดือนโดยในระหว่างนี้จะมีการคัดขนาด (grading) อีก 2-3 ครั้งตามความเหมาะสมทั้งนี้เพื่อให้หอยที่เลี้ยงในแต่ละบ่อมีขนาดใกล้เคียงกันให้มากที่สุด เมื่อครบ 12 เดือนจะได้หอยเป่าฮือขนาดน้ำหนักรวมเปลือกโดยเฉลี่ยตัวละประมาณ 35 กรัม มีอัตราการรอดโดยรวมประมาณ 75% และในเดือนที่ 13 เป็นต้นไปจะได้ผลผลิตคิดเป็นน้ำหนักโดยรวมต่อรุ่นประมาณ 52.5 กิโลกรัมต่อเดือน (ภาพที่ 3.4)



ภาพบ่อ B



ภาพบ่อ C



ภาพที่ 3.4 บ่อและปริมาณของลูกพันธุ์หอยเป่าชื่อขนาดความยาวเปลือก 2 ซม. ที่เลี้ยงจนครบ 12 เดือน ได้ขนาดออกทะเล ที่มีน้ำหนักตัวโดยรวมประมาณ 35 กรัมต่อตัวที่ฟาร์มต้นแบบ ณ สถานีวิจัย ฯ อ่างศิลา

หมายเหตุ

เดือนที่ 1-4

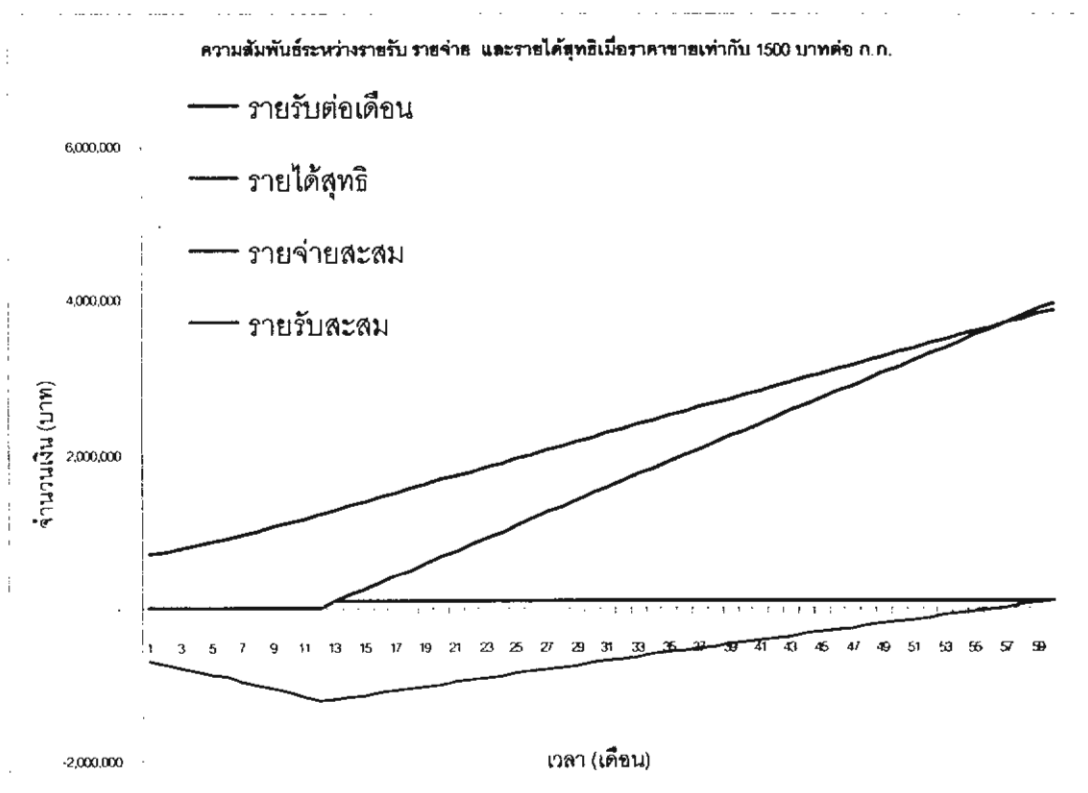
เริ่มเลี้ยงในบ่อขนาด 1x2.5x0.8 เมตร ที่ความหนาแน่น 200 ตัว / ตารางเมตร เป็นเวลา 4 เดือน (เท่ากับบ่อ 1x9x0.8 เมตร 1 บ่อ) (ภาพที่ 3.4 บ่อB)

เดือนที่ 5-12

ย้ายลงบ่อยาวขนาด 1x9x0.8 เมตร โดยแยกออกเป็น 2 บ่อ มีการคัดขนาดออกเป็น 2 กลุ่มแล้วเลี้ยงต่อจนได้ขนาดตลาดซึ่งจะใช้เวลาอีกประมาณ 8 เดือนในช่วงนี้จะทำการคัดขนาดอีก 2-3 ครั้งตามความเหมาะสม (ภาพที่ 3.4 บ่อC)

3.5 ต้นทุนและผลตอบแทน

ระบบในข้อ 3.4 ได้ถูกนำไปใช้เป็นต้นแบบที่ให้กำลังผลิต 0.63 ตันต่อปี โดยมีการปรับปรุงเป็นการใช้บ่อขนาด 1x10x0.8 เมตร ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานจำนวน 24 บ่อ กำลังคนจำนวน 3-4 คน และลงทุนประมาณ 1-1.5 ล้านบาท ระยะเวลาถึงจุดคุ้มทุนประมาณ 50-60 เดือน ผลตอบแทนหลังจากจุดคุ้มทุน 20,000-25,000 บาทต่อเดือนอย่างต่อเนื่อง (ภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 รายรับ รายจ่ายสะสม รายได้สุทธิและระยะเวลาคุ้มทุนของระบบการเลี้ยงหอยเป่าชื่อขนาดคอกเทลในรูปแบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด ของฟาร์มต้นแบบที่สถานีวิจัย ๑ อ่างศิลาโดยมีการนำเข้าหอยเป่าชื่อขนาดความยาวเปลือก 2 ซม. ในจำนวน 2,000 ตัวต่อเดือนอย่างต่อเนื่อง

อนึ่ง ระบบที่รายงานนี้เป็นตัวเลขที่ได้จากฟาร์มต้นแบบซึ่งมีข้อจำกัดทั้งในเรื่องของขนาดของบ่อเลี้ยง จำนวนบ่อ ขนาดบ่อพักน้ำ และอื่นๆ อย่างไรก็ตามข้อมูลแนวทางในการปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วสามารถนำไปใช้ประกอบการออกแบบฟาร์มเลี้ยงใหม่โดยแนวคิดและหลักการเหมือนเดิม

สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งของระบบการผลิตดังกล่าวเมื่อดำเนินการได้อย่างถูกต้องก็คือในกระบวนการผลิตทั้งหมดไม่จำเป็นต้องมีการใช้ยาปฏิชีวนะแต่อย่างใด สำหรับสารเคมีที่ใช้มีเพียงคลอรีนและ EDTA ซึ่งใช้ในการเตรียมน้ำก่อนนำเข้ามาในระบบในแต่ละครั้งในตอนแรกเท่านั้นโดยปริมาณการใช้น้อยมากและไม่มีการตกค้างแต่อย่างใด (คลอรีนใช้ 10 กรัมต่อน้ำทะเล 1 ตัน และ EDTA ใช้ 5 กรัมต่อน้ำทะเล 1 ตัน)

3.6 หอยเป่าชื่อขนาดตลาดและการทดลองตลาด

ผลผลิตที่ได้จากโครงการที่ผ่านมามีประมาณ 40-50 กิโลกรัมต่อเดือน แต่ยังคงมีความต่อเนื่องอยู่บ้าง ผลผลิตที่ได้มีการทดลองนำส่งภัตตาคารอาหารญี่ปุ่น 1 ร้านและภัตตาคารอาหารจีน 1 ร้าน นักวิจัยและลูกค้ารายย่อยอีกจำนวนหนึ่งทั้งนี้เพื่อเป็นการทดสอบความยอมรับของตลาดต่อหอยเป่าชื่อที่ผลิตได้จากโครงการฯ ผลที่ได้พบว่าสินค้าดังกล่าวได้รับการตอบรับเป็นอย่างดีทั้งในรูปของเมนูอาหารญี่ปุ่นและอาหารจีนนอกจากนี้ยังได้รับการติดต่อจากผู้ค้าส่งในต่างประเทศอีกจำนวนหนึ่ง ผลโดยรวมทำให้สามารถสรุปได้ว่าหอยเป่าชื่อของไทยเป็นสัตว์น้ำที่มีศักยภาพ ตลาดต้องการ โดยได้ทำการประมาณไว้ว่าปริมาณความต้องการขั้นต่ำภายในประเทศจะอยู่ที่ 12 ตันต่อปีและ 36 ตันต่อปีสำหรับตลาดต่างประเทศโดยมีข้อแม้อยู่ที่ ราคา คุณภาพและความต่อเนื่องของสินค้ารวมถึงความสะอาดของสินค้าและระบบการผลิตและสามารถขยายให้เพิ่มมากขึ้นได้ตามความต้องการของตลาดโลก

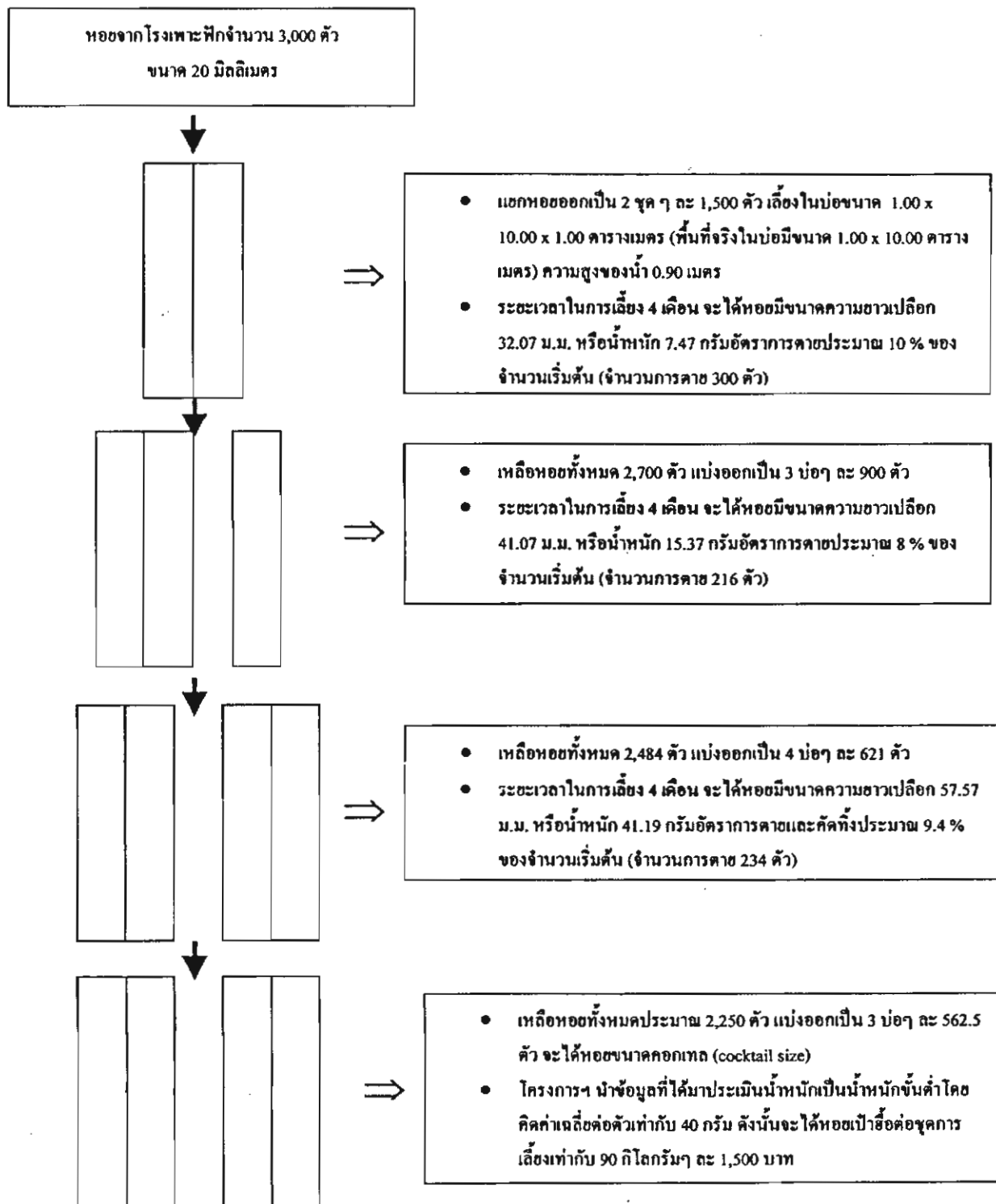
4. สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการเรื่องการพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮือเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบกมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของระบบการผลิตและระบบการตลาดของหอยเป่าฮือชนิด *H. asinina* ขนาดคอกเทล โดยใช้ลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟัก ผลที่ได้สรุปได้ว่าระบบที่เหมาะสมในเชิงพาณิชย์ระบบหนึ่งได้แก่ระบบที่เรียกว่า “การทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด” ซึ่งจัดได้ว่าเป็นระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการแข่งขัน เหมาะสำหรับการพัฒนาเพื่อลดต้นทุนการผลิตหรืออีกนัยหนึ่งคือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เป็นระบบที่เน้นการจัดการในเชิงรุกภายใต้ความควบคุมของผู้ปฏิบัติการได้ดี มีความยืดหยุ่นสูงและไม่มีการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะที่จะมีผลเสียต่อความชอบรับของผู้บริโภค สินค้าที่ผลิตจากระบบได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั้งในรูปอาหารญี่ปุ่นและอาหารจีน มีความต้องการทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยสามารถนำผลผลิตเข้าสู่ตลาดโลกได้ถ้ามีผลผลิตที่มากเพียงพอ

แนวทางการพัฒนาในขั้นต่อไปได้แก่การสนับสนุนให้เกิดฟาร์มเลี้ยงในภาคเอกชนโดยคัดลอกจากต้นแบบที่ได้จากโครงการนี้ซึ่งหน่วยผลิตที่เล็กที่สุดจะเป็นที่ขนาดฟาร์มที่ใช้การนำเข้าของลูกหอยขนาดความยาวเปลือก 2 ซม. ที่ 3,000 ตัวต่อเดือนต่อหนึ่งหน่วยการผลิต ซึ่งหลังจากการเลี้ยงเป็นเวลา 12 เดือนจะได้หอยเป่าฮือขนาด 40 กรัมเป็นน้ำหนักรวมเปลือกอยู่ที่ประมาณ 90 กิโลกรัมต่อเดือนอย่างต่อเนื่อง สำหรับรูปแบบของฟาร์ม การจัดการต่างๆ ดังได้แสดงไว้ใน ภาพที่ 3.6

สำหรับการส่งเสริมและสนับสนุนดังกล่าวในระยะแรกควรเริ่มที่การจัดให้มีหน่วยให้คำปรึกษาด้านธุรกิจและการลงทุนในด้านนี้ การให้คำปรึกษาด้านเทคนิคต่างๆ ด้านการเลี้ยงและการจัดการฟาร์ม รวมถึงการจัดให้มีหน่วยจำหน่ายลูกพันธุ์คุณภาพเพื่อการเลี้ยงให้ก่อนในระยะแรกอย่างต่อเนื่อง การดำเนินการลักษณะดังกล่าวนอกจากจะเป็นตัวกระตุ้นและให้ความมั่นใจกับฟาร์มเลี้ยงที่จะเกิดขึ้นแล้วยังจะเป็นการสร้างมาตรฐานของลูกพันธุ์ที่เน้นคุณภาพที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในระบบการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮือต่อไปในอนาคตอีกด้วย ซึ่งระบบดังกล่าวก็พร้อมอยู่แล้วภายใต้ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮือเชิงพาณิชย์อันได้แก่ผลที่ได้รับจากโครงการ “การผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าฮือเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์”

สำหรับประเด็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาในเรื่องต่างๆ ในเชิงรุกต่อไปก็เป็นที่มีความจำเป็นและจะต้องมีการวางแผนการดำเนินงานให้เป็นขั้นเป็นตอนอย่างรอบคอบและรัดกุม มองการวิจัยและพัฒนาที่มุ่งไปสู่การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจโดยรวมทั้งนี้เพราะในระยะยาวผลผลิตหอยเป่าฮือน่าจะเป็นสินค้าส่งออกสู่ตลาดโลก ตัวอย่างประเด็นวิจัยและพัฒนาที่ควรมีการดำเนินการต่อไป ได้แก่การวิจัยและพัฒนาระบบการเลี้ยง โภชนาการ โรค การป้องกันและการแก้ไข การปรับปรุงพันธุ์ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพด้านต่างๆ การศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเช่นการแปรรูป เหล่านี้เป็นต้น



รูปที่ 3.6 รูปแบบการเลี้ยงหอยเปลือกในระบบการทำฟาร์มบนบก โดยเลี้ยงในระบบน้ำแบบกึ่งปิด

สุดท้ายนี้ขอเสนอข้อความที่แปลจากหนังสือ Abalone Farming ซึ่งเขียนโดย Rick Fallu ในปี ค.ศ. 1991 ที่ได้กล่าวไว้ว่า “กุญแจสู่ความสำเร็จทางธุรกิจด้านวาริชกรรมการเพาะเลี้ยงที่สำคัญอยู่ที่ ความเร็วในการเติบโตสู่ขนาดตลาดของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ มิได้อยู่ที่ขนาดใหญ่ที่สุดของสิ่งมีชีวิตชนิด นั้นๆ” จากความจริงดังกล่าว อนาคตของการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อน่าจะอยู่ที่การดำเนินการในเขตร้อน โดยใช้หอยเป๋าฮื้อเขตร้อน (หอยเป๋าฮื้อไทย) ที่มีการเติบโตที่รวดเร็ว

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการวิจัยทุกท่านตลอดจนเจ้าหน้าที่ของสถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้เสียสละกำลังกายกำลังใจดำเนินงานศึกษาวิจัยโครงการนี้จนสำเร็จ เกิดเป็นผลกระทบในวงกว้าง พร้อมกันนี้ขอขอบคุณฝ่ายเกษตร สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้อนุมัติทุนวิจัยเลขที่ RDG4120037 โครงการพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮือเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบกและ RDG4220027 โครงการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าฮือเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ ให้เกิดขึ้นต่อเนื่องกัน เป็นผลให้โครงการวิจัยทั้งสองสามารถดำเนินมาได้จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

6. เอกสารอ้างอิง

Fallu, R. *Abalone Farming*. Fishing News Books, Oxford 1991. 195 pp.

Jarayabhand, P., and Paphavasit, N., 1996. *A review of the culture of tropical abalone with special reference to Thailand*. Aquaculture, 140:159-168.

เผด็จศึก จารยะพันธุ์. ร่างคู่มือการเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อไทยชนิด *Haliotis asinina* ให้ได้ขนาดตลาดใน
รูปแบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการ
วิจัย (สกว.)

สำเนาคำขอรับสิทธิบัตรเรื่อง “ระบบการทำฟาร์มเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อเขตร้อนบนบกในระบบน้ำหมุนเวียน
แบบกึ่งปิด”

www.sbnature.org/geiger/worldmap.html

7. ภาคผนวก

ร่าง

คู่มือการเลี้ยงหอยเป่าฮือไทยชนิด *Haliotis asinina* ให้ได้ขนาดตลาด
ในรูปแบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. เผด็จศักดิ์ จารยะพันธุ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์

และ

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)



กล่าวนำ

สำหรับประเทศไทยการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อจัดเป็นแนวคิดใหม่ที่เริ่มได้รับความสนใจมากขึ้นตามลำดับทั้งนี้เพราะหอยเป่าฮื้อเป็นทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำที่มีความสำคัญในรูปของสินค้าเกษตรประเภทอาหารทะเล ที่มีราคาปานกลางถึงราคาสูง มีปริมาณความต้องการต่อปีที่สูงมากกว่ากำลังผลิตรวมของโลกทั้งในอดีต ปัจจุบันและที่คาดการณ์ในอนาคต

แต่เดิมผลผลิตหอยเป่าฮื้อของโลกได้มาจากการประมงโดยการจับจากธรรมชาติอย่างไรก็ดีในระยะเวลาประมาณ 30 ปีที่ผ่านมาผลผลิตหอยเป่าฮื้อโดยรวมของโลกมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ ทำให้แนวคิดของการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อเพื่อให้ได้ผลผลิตมาทดแทนส่วนของความต้องการที่ขาดอยู่เริ่มได้รับการยอมรับและความสนใจโดยเฉพาะจากประเทศผู้ผลิตหอยเป่าฮื้อที่เป็นรายใหญ่ของโลกซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะเป็นประเทศที่อยู่ในเขตอบอุ่นและเขตกึ่งร้อน โดยใช้หอยเป่าฮื้อชนิดที่มีอยู่ตามธรรมชาติในแต่ละที่ซึ่งมักจะประสบกับปัญหาที่เกี่ยวข้องไปถึงต้นทุนการผลิตโดยเฉพาะในเรื่องของระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตที่ยาวนาน รวมถึงความสามารถในการควบคุมขั้นตอนต่างๆ ในการผลิต

ปัจจุบันหอยเป่าฮื้อที่ได้จากการเพาะเลี้ยงที่มีการผลิตป้อนสู่ตลาดโลกมีอยู่ด้วยกัน 2 ขนาดได้แก่หอยเป่าฮื้อขนาดสเต็ก (steak size) ที่มีน้ำหนักรวมเปลือกตัวละประมาณ 80-120 กรัม และขนาดค็อกเทล (cocktail size) ที่มีน้ำหนักรวมเปลือกตัวละประมาณ 30-50 กรัม

ประเทศไทยมีหอยเป่าฮื้อพันธุ์พื้นบ้านอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ *Haliotis asinina*, *H. ovina* และ *H. varia* จากการศึกษาอย่างต่อเนื่องในแง่มุมต่างๆ โดยการสนับสนุนในรูปแบบของกลุ่มโครงการวิจัยและพัฒนาจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ว่าหอยเป่าฮื้อไทยชนิด *H. asinina* มีศักยภาพสูงในการพัฒนาให้มีผลผลิตโดยการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์แบบครบวงจรเพื่อป้อนผลผลิตสู่ตลาดโลกได้ทั้งหอยขนาดสเต็กและขนาดค็อกเทล โดยใช้ระยะเวลาที่สั้นกว่าการผลิตโดยปกติของประเทศในเขตกึ่งร้อนและเขตอบอุ่นอยู่ประมาณ 1.5-2 เท่า

สำหรับเนื้อหาในคู่มือการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อไทยชนิด *H. asinina* ให้ได้ขนาดตลาดในรูปแบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดเล่มนี้เป็นผลงานที่ได้รับจากโครงการวิจัยและพัฒนาในหัวข้อเรื่อง “การพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของระบบการผลิตและระบบการตลาดของหอยเป่าฮื้อชนิด *H. asinina* ขนาดค็อกเทล จากลูกพันธุ์ที่ผลิตจากโรงเพาะฟักโดยใช้ระบบการทำฟาร์มบนบกที่สนับสนุนด้านเงินทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ร่วมกับ บริษัทไทยอินโนเวชั่น เคมีคอล จำกัด, บริษัทฟู๊ดโปรเจค (สยาม) จำกัด และบริษัทรีเฟอร์เทรคดิง จำกัด ดำเนินการวิจัยโดยคณาจารย์และนักวิจัยจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือเล่มนี้จะครอบคลุมขั้นตอนที่ 1-8 และภาคผนวก โดยนำเสนอเป็นตอนๆ แยกออกจากกัน ประกอบกับรูปภาพโดยมุ่งเน้นให้ผู้อ่านที่เป็นผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงทางน้ำ ใช้

เป็นหนังสืออ่านประกอบภาคปฏิบัติสำหรับนิสิตและนักศึกษาที่มีความสนใจด้านการเพาะเลี้ยง
ทางน้ำ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่ายสามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าฮือ
ที่มีคุณภาพโดยใช้เทคนิคที่มีความเหมาะสมกับประเทศไทยเพื่อให้เกิดความคุ้มทุนในการ
ประกอบการหรือนำลูกพันธุ์ที่ได้ไปใช้ในภาคศึกษาเชิงลึกต่อไปตามความต้องการในแต่ละกลุ่มผู้
อ่าน สำหรับความรู้พื้นฐานในด้านต่างๆ ของหอยเป่าฮือผู้อ่านสามารถหาอ่านเพิ่มเติมได้จาก
ตำราหรือหนังสือที่เกี่ยวกับหอยเป่าฮือทั่วไปได้

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนในการ
วิจัยในครั้งนี้รวมทั้งสนับสนุนทุนในการจัดพิมพ์คู่มือเล่มนี้

คณะผู้จัดทำ

1. ระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อแบบต่าง ๆ

เมื่อลูกหอยมีการเติบโตผ่านระยะอนุบาลสู่หอยระยะวัยรุ่นก็จะมีรูปร่างและความต้องการการดูแลต่างๆ เหมือนกับหอยเป่าอื้อขนาดใหญ่ทุกประการ การเลี้ยงหอยในระยะนี้เรียกว่าการเลี้ยงหอยสู่ขนาดตลาดหรือในภาษาอังกฤษมักเรียกระยะนี้ว่า grow-out phase

การเลี้ยงหอยเป่าอื้อให้ได้ขนาดตลาดจัดเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างมากขั้นตอนหนึ่งในระบบการผลิตหอยเป่าอื้อเชิงพาณิชย์โดยการเพาะเลี้ยง ทั้งนี้เพราะเป็นช่วงที่มีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการรวมถึงการลงทุนในสัดส่วนที่สูงกว่าขั้นตอนอื่นๆ มาก นอกจากนี้แล้วการเลี้ยงหอยเป่าอื้อในขั้นตอนนี้ยังมีอัตราความเสี่ยงสูงอันเนื่องมาจากระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงที่ยาวนานอีกด้วย ดังนั้นการดูแลเอาใจใส่อย่างดีและต่อเนื่องจึงเป็นส่วนประกอบสำคัญของความสำเร็จในกิจการนี้และจากความจริงที่ว่าหอยเป่าอื้อเป็นสัตว์ที่ต้องการน้ำทะเลที่สะอาดไหลผ่านอยู่ตลอดเวลาประกอบกับหอยเป่าอื้อจะหลบแสงในเวลากลางวันและออกหากินในเวลากลางคืน ดังนั้นระบบการเลี้ยงในขั้นนี้จะต้องมีการจัดสภาพบ่อเลี้ยงให้เหมาะสมกับความต้องการดังกล่าวด้วยไมเช่นนั้นหอยก็จะอยู่ในสภาพเครียด มีอัตราการเติบโตที่ช้า สามารถติดเชื้อโรคได้ง่ายและอาจตายได้ในที่สุด

สำหรับในกรณีของการเลี้ยงหอยเป่าอื้อเขตร้อนของไทยชนิด *H. asinina* สู่ขนาดตลาดถึงแม้ว่าระยะเวลาที่ใช้จะสั้นกว่าการเลี้ยงหอยเป่าอื้อเขตอบอุ่น ที่มีการดำเนินการอยู่ในประเทศต่างๆ เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา หรือ ออสเตรเลีย ประมาณ 1.5 ถึง 3 เท่าที่ขนาดตลาดเท่ากันก็ตาม แต่ระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงสู่ขนาดตลาดของหอยเป่าอื้อเขตร้อนของไทยก็ยังคงจัดว่านานโดยจะอยู่ที่ระหว่าง 8-24 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดลูกหอยที่นำเข้ามาเลี้ยง (initial size) และขนาดตลาดของผลผลิต (market size) (ตารางที่ 1.1)

ระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อสู่ขนาดตลาดที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วโลกในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็นสองแบบใหญ่ๆ โดยมีรายละเอียดพอสังเขปดังต่อไปนี้

1.1 ระบบการทำฟาร์มในทะเล (sea-based or sea farming system)

การเลี้ยงหอยเป่าอื้อในทะเล เป็นการเลี้ยงโดยอาศัยปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมภายนอกทั้งปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพ การเลี้ยงในทะเลมีหลายรูปแบบ เช่น นำลูกหอยเป่าอื้อที่มีขนาดที่เหมาะสม (โดยปกติจะมีขนาดความยาวเปลือกมากกว่า 30 มม. ขึ้นไป) ปล่อยลงสู่ทะเลในพื้นที่ธรรมชาติที่มีสาหร่ายใบ (sea weed) ที่เป็นอาหารของหอยเป่าอื้ออยู่หรือในบางที่อาจจะมีการเตรียมพื้นที่ไว้ให้เหมาะสมกับการเติบโตของหอยเป่าอื้อเช่นการเตรียมอาหารไว้ก่อนที่จะทำการปล่อยและคอยดูแลกำจัดศัตรูของหอยเป่าอื้อที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ดาวทะเล เป็นต้น ปล่อยให้หอยเติบโตในธรรมชาติจนถึงขนาดตลาดที่กำหนดจึงอนุญาตให้มีการจับได้โดยมีการควบคุมปริมาณการจับและชนิดของเครื่องมือที่ใช้

อนึ่ง การเลี้ยงในบางแห่งอาจมีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงตามชายฝั่ง เพื่อให้สามารถเก็บกักน้ำไว้สำหรับเลี้ยงหอยเป่าฮื้อได้และส่วนการหมุนเวียนของน้ำจะเกิดขึ้นในช่วงที่น้ำขึ้นเท่านั้นโดยใช้พลังงานจากธรรมชาติเรียกว่าเป็นแบบบ่อเลี้ยงน้ำขึ้นลงตามธรรมชาติ (intertidal pond) นอกจากนี้ในบางประเทศยังสามารถเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในทะเลโดยการนำหอยเป่าฮื้อใส่ในกล่องหรือถังไปแขวนไว้กับแพหรือทุ่นที่อยู่ในทะเลก็ได้ตัวอย่างการเลี้ยงแบบนี้เช่นในประเทศนิวซีแลนด์ เป็นต้น

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อชนิด *H. asinina* ให้ได้ขนาดตลาด (50 และ 100 กรัมต่อตัว) โดยเริ่มจากหอยขนาดต่างๆ (10 และ 20 ม.ม.)

ขนาดเริ่มต้น ความยาวเปลือก (ม.ม.)	ขนาดตลาด		ระยะเวลา ในการเลี้ยง (เดือน)
	ความยาวเปลือก (ม.ม.)	น้ำหนักรวม (กรัม)	
10	55-60	40-50	12-14
	70-80	80-100	24-28
20	55-60	40-50	10-12
	70-80	80-100	22-24

ที่มา: โครงการ "การพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก"

หมายเหตุ น้ำหนักรวมทั้งเปลือกประมาณ 30-50 กรัม/ตัว เรียกว่าขนาดค็อกเทล (cocktail size)

น้ำหนักรวมทั้งเปลือกประมาณ 80-120 กรัม/ตัว เรียกว่าขนาดสเต็ก (steak size)

1.1.1 ประเทศที่มีการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในระบบการทำฟาร์มในทะเล

สำหรับประเทศที่มีกิจกรรมการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในทะเลเชิงพาณิชย์มีหลายประเทศแต่เฉพาะที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมากและมีรูปแบบการจัดการที่น่าสนใจและสมควรจะนำมากล่าวในที่นี้ ได้แก่

1.1.1.1 ประเทศญี่ปุ่น

การเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในทะเล จะเป็นลักษณะที่ปล่อยลงสู่ทะเล โดยกลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มสหกรณ์จะซื้อลูกพันธุ์หอยเป่าฮื้อจากฟาร์มเพาะหอยเป่าฮื้อของทางราชการ ลูกหอยที่ได้จะถูกปล่อยในแหล่งน้ำในเขตที่กลุ่มนั้นๆ รับผิดชอบหรือดูแลอยู่ การจับหอยเป่าฮื้อเพื่อจำหน่าย มีการออกกฎหมายและรูปแบบในการจับรวมถึงควบคุมปริมาณการจับ เพื่อป้องกันปัญหาการทำลายทรัพยากรทางธรรมชาติและปริมาณสินค้าล้นตลาด ซึ่งจะมีผลต่อราคาของหอยเป่าฮื้อในท้องตลาดด้วย

1.1.1.2 ประเทศไต้หวัน

หอยเป่าฮื้อที่ทำการเลี้ยงในประเทศไต้หวันเป็นชนิด *H. diversicolor supertexta* ซึ่งเป็นหอยเขตกึ่งร้อน (subtropical abalone) ที่ใกล้เคียงกับหอยเป่าฮื้อเขตร้อนของไทยมากที่สุดและตลาดส่วนใหญ่จะเป็นหอยขนาดค็อกเทล การเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในประเทศ

ได้หวนจะทำในลักษณะสร้างเขื่อนกันน้ำในบริเวณเขื่อนน้ำขึ้นน้ำลงหรือบริเวณชายฝั่งเพื่อให้สามารถกักน้ำและจำกัดบริเวณที่จะใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือ การหมุนเวียนของน้ำเกิดขึ้นในช่วงที่มีน้ำขึ้นน้ำลง โดยส่วนใหญ่แล้วผู้ที่เลี้ยงจะเป็นกลุ่มเอกชน ซึ่งการจัดการจะแตกต่างจากการเลี้ยงในทะเลของประเทศญี่ปุ่นอย่างไรก็ดีในระยะหลังนี้ทางรัฐบาลประเทศไต้หวันได้พยายามที่จะห้ามการเลี้ยงในลักษณะนี้เนื่องจากมีปัญหาเรื่องการขยายเขตการเลี้ยงและประกอบกับระบบดังกล่าวมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมชายฝั่งเป็นอย่างมาก

1.1.2 ปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงหอยสู้นาคตลาดในระบบการทำฟาร์มในทะเล
สำหรับวิธีการเลี้ยงหอยสู้นาคตลาดในระบบการทำฟาร์มในทะเลที่ได้ผลสิ่งที่จะต้องคำนึงเป็นอย่างมากได้แก่ปัจจัยต่างๆ ทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมทั้งด้านกายภาพและชีวภาพ ปัจจัยดังกล่าวได้แก่

1.1.2.1 ลักษณะของพื้นที่ทะเล

ลักษณะของพื้นที่สำหรับการเลี้ยง บริเวณพื้นที่ทะเลจะต้องมีลักษณะเป็นแนวปะการังที่ตายแล้วหรือแนวพื้นที่ที่ส่วนใหญ่เป็นหิน เนื่องจากหอยเป่าฮือจะต้องใช้พื้นที่ในการยึดเกาะและเคลื่อนที่ บริเวณที่พื้นทะเลเป็นทรายหรือดินเลน หอยเป่าฮือไม่สามารถอาศัยอยู่ได้จึงไม่เหมาะสม

1.1.2.2 ความเค็ม

หอยเป่าฮือเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดน้ำเค็มโดยแท้ (true marine species) จึงต้องอาศัยอยู่ในบริเวณที่น้ำทะเลมีความเค็มค่อนข้างสูงและคงที่ โดยมีค่าความเค็มอยู่ในช่วงประมาณ 30 – 35 ส่วนในพันส่วน ดังนั้นพื้นที่ที่เหมาะสมจะต้องมีความเค็มของน้ำทะเลสูงคงที่ตลอดทั้งปีหรือมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ ในระยะเวลาอันสั้น บริเวณพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำ น้ำจากชายฝั่ง หรืออิทธิพลของฤดูกาลจะไม่สามารถใช้ทำการเลี้ยงหอยเป่าฮือในระบบนี้ได้

1.1.2.3 ศัตรูของหอยเป่าฮือ

ในการเลี้ยงหอยเป่าฮือในลักษณะปล่อยลงสู่ทะเล จะต้องทำการศึกษาว่าแหล่งที่จะปล่อยนั้นมีศัตรูของหอยเป่าฮือมากน้อยแค่ไหน เช่น ในประเทศญี่ปุ่น ดาวทะเลหลายชนิดจะเป็นศัตรูที่สำคัญที่คอยจับหอยเป่าฮือกินเป็นอาหารดังนั้นในช่วงของการเตรียมพื้นที่และระหว่างการเลี้ยงจึงต้องมีการเฝ้าระวังรวมถึงการกำจัดศัตรูเหล่านี้เป็นระยะๆ

1.1.2.4 ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีหรือซีปลาวาฟ (red tide)

บริเวณที่จะเลี้ยงหอยเป่าฮือในระบบนี้จะต้องไม่มีประวัติการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีหรือซีปลาวาฟ (red tide) ทั้งนี้เนื่องจากหากเกิดปรากฏการณ์ดังกล่าวแสดงว่าบริเวณนั้นมีปริมาณสารอาหารมากเกินไปทำให้แพลงก์ตอนเกิดการขยายจำนวนอย่างรวดเร็วและเมื่อแพลงก์ตอนเหล่านี้ได้ตายลงก็จะเกิดสารบางชนิดออกมารวมทั้ง แอมโมเนีย ซึ่งจะเป็นพิษโดยตรงต่อหอยเป่าฮือ นอกจากนี้แล้วการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสียังมีผลทำให้ปริมาณ

ออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) ลดลงจนเป็นอันตรายต่อหอยเป่าฮื้อได้เพราะหอยเป่าฮื้อต้องการออกซิเจนละลายในปริมาณที่สูง (ไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร)

1.1.2.5 ลักษณะคลื่นลม

โดยปกติหอยเป่าฮื้อมักอาศัยและเติบโตได้ดีตามบริเวณหาดหินที่มีคลื่นลมแรง อย่างไรก็ตามการที่กระแสน้ำหรือลมพัดแรงเกินไปหรือพัดนานเกินไปจะทำให้หอยเป่าฮื้อตายได้ หรือที่น้ำตื้นเกินไปหอยเป่าฮื้อก็จะไม่เหมาะสม ควรที่จะหาบริเวณที่มีที่กำบังคลื่นลมได้ดีและไม่มีประวัติของภัยธรรมชาติที่รุนแรงเกิดขึ้นในบริเวณนั้น

การทำฟาร์มหอยเป่าฮื้อในทะเล มีข้อดีคือเป็นการทำฟาร์มที่ลงทุนน้อย และให้ผลผลิตที่คุ้มค่าดำเนินการได้ถูกต้องในพื้นที่ที่มีความเหมาะสม อย่างไรก็ตามข้อเสียคือไม่สามารถควบคุมปัจจัยภายนอกได้ นอกจากนี้การจัดการและการดูแลกระทำได้อย่างผู้เลี้ยงจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานในทะเลเป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วระบบการทำฟาร์มในทะเลดำเนินการในบางบริเวณจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยตรงอีกด้วย

1.2 ระบบการทำฟาร์มบนพื้นที่ชายฝั่งหรือระบบการทำฟาร์มบนบก (land-based farming system)

จากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในทะเลให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า แต่ยังมีปัจจัยจำกัดหลายประการที่ยากต่อการควบคุมและการจัดการ เช่นการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในบริเวณที่ทำการเลี้ยงหอย ความยุ่งยากในเรื่องการดูแลและการให้อาหาร อีกทั้งในบางพื้นที่มีการขโมย ซึ่งเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยากโดยเฉพาะในประเด็นของประเทศไทย ดังนั้นการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในลักษณะการทำฟาร์มบนบกน่าจะมีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ในบางส่วน ถึงแม้ว่าการทำฟาร์มเลี้ยงในลักษณะการทำฟาร์มบนบกจะสามารถทำให้การควบคุมและการจัดการฟาร์มทำได้ดีขึ้นแล้ว แต่ยังมีประเด็นสำคัญอีกข้อหนึ่งคือ การลงทุนในการทำบ่อเลี้ยงและการปลูกสร้างต่างๆ ค่อนข้างสูง แต่ก็น่าจะเป็นทางเลือกที่ดี ทางหนึ่งสำหรับประเทศไทย

สำหรับการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในระบบการทำฟาร์มบนบกนั้นยังสามารถแบ่งต่อไปได้อีกเป็น

1.2.1 ระบบน้ำไหลแบบเปิด (open flow through land-based system)

การเลี้ยงในระบบนี้จะมีการนำน้ำทะเลที่ใช้สำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติขึ้นมาใช้โดยตรงหรืออาจมีระบบการกรองอย่างง่าย ๆ ไปจนถึงระบบการกรองและการเตรียมน้ำเป็นอย่างดี จากนั้นน้ำทะเลจะถูกนำเข้ามาในระบบการเลี้ยงซึ่งส่วนใหญ่มักเป็นบ่อซีเมนต์หรือบ่อผ้าใบ จำนวนบ่อมากน้อยขึ้นอยู่กับระบบกำลังการผลิตของแต่ละฟาร์ม รูปทรงของบ่อเลี้ยงอาจเป็น บ่อกลม บ่อสี่เหลี่ยม หรือเป็นบ่อยาวแบบ raceway เมื่อน้ำผ่านระบบการเลี้ยงแล้วน้ำก็จะถูกปล่อยทิ้งกลับสู่ธรรมชาติเลยโดยตรงในบริเวณที่ห่างจากจุดนำน้ำเข้าหรือในบางกรณีก็อาจจะให้ผ่านบ่อพักเพื่อให้กระบวนการตามธรรมชาติเป็นตัวปรับสภาพน้ำให้ดีขึ้นมาใหม่แต่ไม่มีการนำน้ำนั้นกลับขึ้นมาใช้อีก การเลี้ยงลักษณะนี้จะต้องอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำ

ธรรมชาติในปริมาณที่มากทั้งนี้เพราะในแต่ละบ่อเลี้ยงจะมีน้ำทะเลใหม่ที่สะอาดไหลผ่านในอัตราที่สูงมาก การเลี้ยงโดยใช้ระบบน้ำไหลแบบเปิดนี้จะต้องมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพน้ำเหมาะสมตลอดเวลา หากพบว่าบางช่วงคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมก็ไม่สามารถนำน้ำขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งน้ำที่ผ่านการเลี้ยงแล้วถือว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพต่ำ มีปริมาณของเสียทั้งที่ขับถ่ายออกจากตัวหอยและเศษอาหารที่เหลือและเน่าเสียละลายอยู่ในน้ำในรูปสารละลายและเศษตะกอนที่ค่อนข้างสูง หากมีการจัดการน้ำที่ผ่านการเลี้ยงแล้วไม่ดีพอและมีการปล่อยน้ำดังกล่าวกลับลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ก็จะมีผลทำให้คุณภาพน้ำในบริเวณดังกล่าวต่ำลงได้ วิธีแก้ไขปัญหาลำสำหรับการเลี้ยงในระบบนี้คือการเลือกสถานที่ทำการเลี้ยงที่เหมาะสมมีน้ำทะเลที่สะอาด และคงที่ตลอดปี อาหารที่ใช้เลี้ยงจะเป็นพวกสาหร่ายใบ ซึ่ง สาหร่ายที่เหลือจากการกินจะยังคงไม่เน่าเสียทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย นอกจากนี้อาจจัดให้มีระบบบ่อกักน้ำก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ระบบนี้นิยมใช้กันอยู่ในประเทศ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และได้หวัน เป็นต้น โดยมีระบบการดูแลน้ำทิ้งที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่กรณี

1.2.2 ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด (closed re-circulating land-based system)

เป็นระบบที่มีการนำน้ำทะเลจากแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับเลี้ยงหอยเป่าชื่อเพียงครั้งเดียว โดยน้ำที่นำเข้ามาจะถูกทำให้สะอาดเหมาะสมกับการเลี้ยงโดยกระบวนการทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือร่วมกันตามความเหมาะสม จากนั้นน้ำจะถูกนำเข้าสู่ระบบการเลี้ยงและเมื่อน้ำผ่านระบบการเลี้ยงแล้วก็จะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ อีก โดยก่อนที่น้ำจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่นี้จะต้องผ่านระบบการกรองทั้งทางกายภาพและชีวภาพที่เหมาะสมเพื่อเป็นการปรับปรุงคุณภาพของน้ำให้เหมาะสมกับการเลี้ยง จากนั้นน้ำดังกล่าว จะถูกนำมาเข้าสู่ระบบการเลี้ยงใหม่อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

โดยทางทฤษฎีแล้วระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดจะไม่มีมีการนำน้ำทะเลจากภายนอกเข้ามาใช้อีก แต่ความเป็นจริงในทางปฏิบัติแล้วระบบปิดแบบ 100% นั้นเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มโดยเฉพาะในเขตร้อนอย่างประเทศไทยจะมีปัญหาเกี่ยวกับความเค็มที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการระเหยของน้ำทะเลทำให้น้ำที่หมุนเวียนในระบบมีความเค็มสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงต้องมีการปรับความเค็มของน้ำทะเลให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม โดยการนำน้ำจืดเข้ามาเติมในระบบเพื่อลดความเค็มลงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนี้แล้ว จากการทดลองศึกษาระบบเลี้ยงแบบปิดอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานยังพบว่าน้ำทะเลที่หมุนเวียนอยู่ในระบบดังกล่าว มีสารเคมีบางตัวที่ละลายอยู่ในน้ำลดลงหรือหมดไปจนทำให้คุณสมบัติทางเคมีของคุณภาพน้ำเปลี่ยนไปตัวอย่างที่พบได้แก่การที่น้ำในระบบมีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีการเติมสารเคมีบางตัวเข้าไปซึ่งในกรณีนี้ได้แก่ ปูนขาวเพื่อเป็นการปรับคุณภาพของน้ำในระบบให้เหมาะสม เป็นต้น จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าระบบการเลี้ยงแบบนี้จะต้องมีการติดตามคุณภาพน้ำอยู่เป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่องและเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจนเกินขีดความเหมาะสมจะต้องทราบว่าจะจัดการกับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างไรอย่างถูกหลักวิชา เป็นระบบเลี้ยงที่ต้องอาศัยความรู้ในการจัดการมากกว่าระบบอื่นๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นโดยเฉพาะในประเด็นของคุณภาพน้ำในระบบ ข้อดีของระบบนี้ได้แก่

ความสามารถในการควบคุมและจัดการทุกขั้นตอนของการเลี้ยงได้เองในระบบ สามารถใช้อาหารได้ทั้งที่เป็นสหาร่ายและอาหารเม็ดสำเร็จรูป การเก็บเกี่ยวทำได้ง่ายและปลอดภัยทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูง เป็นระบบการเลี้ยงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด และประการสำคัญที่สุดของการเลี้ยงในระบบนี้ได้แก่ศักยภาพที่จะใช้เป็นต้นแบบเพื่อการวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อสู่ขนาดตลาดให้เข้าสู่ระบบเกษตรอุตสาหกรรมที่ยั่งยืนและเหมาะสมกับสภาพของประเทศไทยได้ในที่สุด

จากระบบการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อสู่ขนาดตลาดในระบบการทำฟาร์มบนบกทั้งสองแบบ ที่ได้กล่าวมาแล้วจะเห็นทั้งข้อได้เปรียบเสียเปรียบของแต่ละระบบในแต่ละแง่มุมจึงเกิดเป็นระบบการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อสู่ขนาดตลาดระบบที่สามขึ้นมาซึ่งเป็นการนำเอาข้อดีต่างๆ ของทั้งระบบเปิดและระบบปิดมารวมเข้าไว้ด้วยกันซึ่งจะนำเสนอในหัวข้อต่อไป

1.2.3 ระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด (semi-closed re-circulating land-based system)

จากที่ได้กล่าวไว้แล้วพอสังเขปเกี่ยวกับระบบน้ำไหลแบบเปิดและระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด ระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดนี้เป็นการนำเอาข้อดีต่างๆ ของระบบการเลี้ยงทั้งสองระบบเข้ามาไว้ด้วยกันซึ่งทำให้ระบบนี้มีความยืดหยุ่นสูงไม่ว่าจะเป็นเรื่องของอาหารที่ใช้ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งสหาร่ายและอาหารเม็ดสำเร็จรูป ความสามารถในการเปิดและปิดระบบเลี้ยงเมื่อคุณภาพน้ำทะเลภายนอกเหมาะสมและไม่เหมาะสมตามลำดับ (ในทางปฏิบัติแล้วส่วนใหญ่การจัดการระบบจะเป็นในลักษณะระบบปิดมากกว่าระบบเปิดและระบบเปิดในที่นี้ก็จะเป็นการนำน้ำเข้ามามากกว่าการถ่ายออก) คุณภาพน้ำภายในระบบที่จำเป็นต่อการเติบโตของหอยเป่าฮื้อโดยรวมจะคงที่มากกว่าภายนอก และในหลายกรณีสามารถดำเนินกิจกรรมได้ในบริเวณที่ระบบเปิดไม่มีความเหมาะสมทำให้มีพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อสู่ขนาดตลาดสำหรับประเทศไทยได้มากขึ้นกว่าการใช้ระบบเปิดซึ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมจะมีค่อนข้างจำกัด นอกจากนี้แล้วยังเป็นระบบการเลี้ยงที่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยมากอีกด้วย อย่างไรก็ตามข้อพึงระวังของระบบนี้ได้แก่ความเอาใจใส่ประกอบการตรวจเฝ้าระวังในทุกขั้นตอนของการจัดการ ทั้งตัวหอยเอง สภาพแวดล้อมของน้ำ บ่อเลี้ยงและอื่นๆ รวมทั้งความสะอาดภายในฟาร์ม การใช้มาตรการป้องกันมากกว่าการแก้ไขรวมถึงการใช้มาตรการประกันคุณภาพมาใช้ในการบววนการเลี้ยง ระบบการจัดการฟาร์มโดยส่วนใหญ่จะอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ประกอบการทำให้มีโอกาสในการวิจัยและพัฒนาเพื่อนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการลดต้นทุนการผลิตได้อีกมาก

จากระบบการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อสู่ขนาดตลาดแบบต่างๆ ที่ได้นำเสนอมาข้างต้นประกอบกับความต้องการและศักยภาพของประเทศไทยที่จะเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกหอยเป่าฮื้อโดยการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ผลที่ได้รับจากโครงการ “การพัฒนาการผลิตหอยเป่าฮื้อในระบบการทำฟาร์มบนบก” ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในเชิงพาณิชย์ของระบบการผลิตและระบบการตลาดของหอยเป่าฮื้อชนิด *H. asinina* ขนาดคอกเทล จากลูกพันธุ์ที่ผลิตจาก

โรงเพาะฟักโดยใช้ระบบการทำฟาร์มบนบก ผลที่ได้รับจากโครงการนี้ชี้ชัดเจนว่าสำหรับระบบการผลิตหอยเป่าอี้อขนาดคอกเทลในเชิงพาณิชย์ ระบบการผลิตที่มีความเป็นไปได้คือการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดและเป็นระบบที่จะนำเสนอต่อไป

อนึ่ง ระบบการเลี้ยงที่จะนำเสนอต่อไปนี้มีใช้ระบบที่ดีที่สุด ยังคงจะต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อไปโดยมุ่งไปที่การลดต้นทุนการผลิตแต่แนวคิดหลักจะยังคงอยู่และน่าจะเหมาะกับระบบการเลี้ยงในสภาพโดยส่วนใหญ่ของประเทศไทยและแนวทางในการขยายกำลังผลิตอย่างมั่นคงในอนาคต สำหรับระบบการเลี้ยงแบบการทำฟาร์มบนบกโดยทั่วไปก็จะมีส่วนประกอบหลักและแนวทางในการดูแลเช่นเดียวกันกับที่จะได้นำเสนอในคู่มือนี้ ส่วนรายละเอียดปลีกย่อย อาทิเช่น ผลผลิต ต้นทุนในการผลิต ฯลฯ จะแตกต่างกันออกไปในแต่ละฟาร์ม ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องหาตัวเลขในรายละเอียดเฉพาะแต่ละฟาร์มแต่ละพื้นที่เอง เมื่อได้เริ่มดำเนินการไปแล้ว

ตารางที่ 1.2 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบการเลี้ยงหอยเป่าขึ้นอยู่กับขนาดตลาดแบบต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

ปัจจัย	การทำฟาร์มในทะเล	การทำฟาร์มบนบก		
		ระบบน้ำไหลแบบเปิด	ระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิด	ระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด
ต้นทุน	ถูกที่สุด	แพง	แพงมาก	แพง
ความรู้ที่ใช้	ปานกลาง	ปานกลาง	มากที่สุด	มาก
ภัยธรรมชาติ	เสี่ยงสูง	เสี่ยงปานกลาง	เสี่ยงต่ำ	เสี่ยงต่ำ
ผลกระทบภายนอก	มาก	มาก	น้อยที่สุด	น้อย
พื้นที่เหมาะสม	น้อย	น้อย	มาก	มาก
อาหารที่ใช้	สาหร่าย	สาหร่าย	สาหร่าย/อาหารเม็ด	สาหร่าย/อาหารเม็ด
ขนาดหอยเริ่มต้น	30 ม.ม. ขึ้นไป	20 ม.ม.	20 ม.ม.	20 ม.ม.
ระยะเวลาในการเลี้ยง	อยู่ระหว่างการทดลองแต่น่าจะอยู่ระหว่าง 8-20 เดือน	8-24 เดือน ขึ้นกับขนาดตลาด	8-24 เดือน ขึ้นกับขนาดตลาด	8-24 เดือน ขึ้นกับขนาดตลาด
คุณภาพของสินค้า	ปานกลางถึงดี	ดี	ดี	ดี
การเก็บเกี่ยว	ง่าย	ง่ายกว่า	ง่ายกว่า	ง่ายกว่า
อนาคตในการพัฒนา	ไม่มาก	มาก	มาก	มากที่สุด

2. ระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อต้นแบบจากโครงการวิจัย

ตามที่ได้มีการเกริ่นนำไว้ในบทที่แล้วเกี่ยวกับระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อให้ได้ขนาดตลาดในแบบต่างๆ รวมทั้งการเปรียบเทียบข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบรวมทั้งสิ่งที่ต้องคำนึงถึงด้านต่างๆ ในแต่ละระบบ สำหรับระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อต้นแบบจากโครงการที่จะนำเสนอนี้เป็นรูปแบบที่เรียกว่าการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด (Semi-closed recirculating landbased system) ซึ่งเป็นระบบที่ได้จากโรงเลี้ยงต้นแบบจากโครงการวิจัยและพัฒนาเรื่อง “การพัฒนาการผลิตหอยเป่าอื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก” ถึงแม้ว่าระบบที่นำเสนอจะยังไม่ใช้ระบบที่ดีที่สุดแต่ก็มีความคุ้มค่าในการดำเนินการระดับหนึ่งและเป็นระบบที่สามารถรองรับการวิจัยและพัฒนาได้อย่างต่อเนื่อง มีศักยภาพและความเหมาะสมในการที่จะถูกพัฒนาให้ดียิ่งๆ ขึ้นไปได้ ประเด็นที่สำคัญและนับว่าเป็นจุดเด่นของระบบนี้ได้แก่ความสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนากิจการด้านวาริชกรรมการเพาะเลี้ยงพืชและสัตว์น้ำของประเทศไทยให้เป็นไปตามแนวทางการพัฒนาของโลกที่ได้วางไว้นั้นก็คือการดำเนินการวาริชกรรมการเพาะเลี้ยงพืชและสัตว์น้ำอย่างมีความรับผิดชอบ (responsible aquaculture) ดังที่ได้ถูกระบุไว้ใน BANGKOK DECLARATION ที่เป็นผลจากการประชุมที่ว่าด้วยการเพาะเลี้ยงพืชและสัตว์น้ำในสหสหัสวรรษที่ 3 ระหว่างวันที่ 20-25 กุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2543 ซึ่งจัดโดย NACA และ FAO (NACA, 2000)

2.1 ระบบน้ำ

โดยธรรมชาตินั้น หอยเป่าอื้อมักจะพบอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี กล่าวคือเป็นบริเวณที่มีน้ำใส ความเค็มของน้ำค่อนข้างสูงและคงที่ตลอดทั้งปี ทำให้บริเวณที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยเป่าอื้อตามชายฝั่งของประเทศไทยมีค่อนข้างน้อยหรือไม่ก็ราคาค่อนข้างแพง ทำให้โอกาสในการขยายการเลี้ยงทำได้ยาก รวมทั้งปัญหาของฟาร์มเลี้ยงซึ่งมีโอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มากนักน้อย ทำให้แนวคิดในการเลี้ยงหอยเป่าอื้อในระบบน้ำแบบกึ่งปิดริเริ่มขึ้นในโครงการ การพัฒนาการผลิตหอยเป่าอื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก (ระบบน้ำแบบกึ่งปิด หมายถึง การนำน้ำที่มีคุณภาพดีเข้าสู่ระบบเลี้ยงเพียงครั้งเดียว โดยน้ำที่ผ่านการเลี้ยงแล้วจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ หลังจากได้ผ่านการกรอง เพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของน้ำในระบบการเลี้ยง จะมีการเติมน้ำเข้าระบบเลี้ยงเพียงเล็กน้อย เพื่อปรับคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นและช่วยควบคุมความเค็มไม่ให้สูงเกินกว่าที่กำหนด เนื่องจากการระเหยของน้ำ) เพื่อเป็นการเพิ่มพื้นที่บริเวณชายฝั่งที่ไม่เหมาะสมกับการเลี้ยงในระบบน้ำแบบเปิดให้สามารถเลี้ยงได้และยังช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ เนื่องจากมีการถ่ายเทน้ำในระบบออกสู่ภายนอกน้อยมากและก็เป็นน้ำที่มีคุณภาพดี อีกทั้งยังสามารถควบคุมคุณภาพน้ำในระบบให้มีความคงที่ได้

สิ่งสำคัญของระบบจ่ายน้ำในการเลี้ยงหอยเป่าคือจะต้องเปิดจ่ายน้ำไหลผ่านระบบเลี้ยงหอยอยู่ตลอดเวลาหรือเกือบตลอดเวลา โดยอัตราการไหลของน้ำควรอยู่ที่ประมาณ 300 – 500 ลิตรต่อวินาที ต่อวัน ทั้งนี้เพราะธรรมชาติของหอยเป่าคือมักจะพบอาศัยอยู่ตามโขดหินที่มีน้ำไหลผ่านถ่ายเทอยู่ตลอดเวลา การเปิดน้ำในระบบการเลี้ยงให้ไหลผ่านจึงเป็นการเลียนแบบสภาพแวดล้อมของหอยในธรรมชาติและยังเป็นการควบคุมคุณภาพน้ำในระบบการเลี้ยง เนื่องจากหอยเป่ามีความทนทานต่อของเสียและความเป็นพิษของน้ำได้ต่ำ โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนีย การเปิดน้ำไหลผ่านจึงเป็นการช่วยลดของเสียที่อยู่ในบ่อเลี้ยงได้ดี น้ำที่ผ่านการเลี้ยงแล้วจะไหลไปตามรางน้ำและลงไปรวมกันในบ่อพักน้ำ ในบ่อนี้ น้ำดังกล่าวจะมีโอกาสผสมกับน้ำในบ่อพักน้ำเป็นระยะเวลาหนึ่งช่วยให้คุณภาพของน้ำดีขึ้น เป็นการปรับปรุงคุณภาพขึ้นหนึ่งก่อนเข้าที่น้ำจะไหลต่อเข้าไปในระบบกรอง น้ำจากระบบกรองจะถูกสูบขึ้นไปเก็บไว้ในถังสูงสำหรับการใช้จ่ายให้กลับตามท่อสู่ระบบเลี้ยงเป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

2.2 ระบบบ่อ

ในการทำฟาร์มเลี้ยงหอยเป่าอื้อบนบกโดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงเป็นอันดับแรกคือการวางรูปแบบและลักษณะของระบบบ่อต่างๆ ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการเลี้ยงที่มีรูปแบบและระบบที่ไม่เหมาะสม เช่น ปัญหาการหมุนเวียนและถ่ายเทของน้ำในระบบ ปัญหาการกำจัดของเสียในระบบหรือปัญหาของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้นในบางช่วง เป็นต้น ดังนั้นการวางรูปแบบและระบบบ่อต่างๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงวัสดุที่ใช้ในการทำบ่อจะช่วยลดปัญหาและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่อาจจะเกิดตามมาภายหลังได้อีกด้วย ระบบบ่อในฟาร์มเลี้ยงหอยเป่าอื้อ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ระบบใหญ่ๆ ดังนี้คือ

2.2.1 ระบบบ่อปรับคุณภาพน้ำจากทะเล เนื่องจากน้ำทะเลที่สูบเข้ามาโดยปกติจะมีทั้งพืชและสัตว์น้ำขนาดเล็ก ตัวอ่อนต่างๆ รวมทั้งตะกอนแขวนลอยอีกมากมาย นอกจากนี้แล้วในบางครั้งความเค็มอาจสูงหรือต่ำเกินไป ดังนั้นก่อนที่จะนำน้ำเข้าสู่ระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อ จะต้องทำการปรับคุณภาพน้ำให้ได้มาตรฐานตามความต้องการในระดับหนึ่งเสียก่อน การกำจัดตะกอนแขวนลอยและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ไม่เป็นที่ต้องการซึ่งทำได้โดยการเติมน้ำด้วยคลอรีนในอัตราส่วนผสมคลอรีนผง 10 กรัม ต่อ น้ำ 1 ตัน ให้อากาศโดยแรงเพื่อเกิดการผสมที่ดีและเป็นการไล่คลอรีนที่เหลือทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วันจากนั้นให้เติม EDTA ในปริมาณสัดส่วน 5 กรัม ต่อ น้ำ 1 ตัน เพื่อช่วยในการตกตะกอนสารโลหะหนักต่างๆ (ถ้ามี) โดยการดำเนินการทั้งหมดทุกขั้นตอนสามารถดำเนินการได้ในบ่อปรับคุณภาพน้ำจากทะเลนี้ได้ เมื่อผ่านกระบวนการดังกล่าวแล้วก็สามารถนำน้ำเข้าสู่ระบบเลี้ยงได้ สำหรับขนาดของบ่อพักน้ำจากทะเลขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้น้ำภายในฟาร์มเลี้ยงโดยระบบที่ใช้อยู่ในโครงการจะเป็นบ่อความจุขนาดประมาณ 20 ตัน จำนวน 3 บ่อ โดยบ่อปรับคุณภาพน้ำจากทะเลดังกล่าวควรมีหลังคาปิดและใช้เป็นบ่อเก็บสำรองน้ำคุณภาพดีในกรณีที่ไม่สามารถใช้น้ำจากแหล่งน้ำได้หรือในบางช่วงแหล่งน้ำไม่เหมาะสมสำหรับการนำเข้ามาเลี้ยงหอยเป่าอื้อเช่นในช่วงที่มีความเค็มต่ำเนื่องมาจากน้ำฝน หรือเกิดน้ำเสียของแหล่งน้ำภายนอก

2.2.2 **ถังสูงหรือบ่อจ่ายน้ำ** การไหลของน้ำจากถังสูงมายังบ่อเลี้ยงอาศัยหลักการนำไหลจากที่สูงไปยังที่ต่ำเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน โดยขนาดของถังสูงควรมีขนาดและความสูงที่เหมาะสมกับขนาดของฟาร์ม ถังสูงที่มีขนาดใหญ่หรือสูงจนเกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง ท่อสำหรับจ่ายน้ำที่ออกมาจากถังสูงควรมีขนาดใหญ่และมีจำนวนท่อจ่ายน้ำหลายท่อ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการจ่ายน้ำไม่เพียงพอและเพื่อรองรับการเพิ่มจำนวนบ่อเลี้ยงสิ่งเหล่านี้ควรที่จะต้องมีการคำนวณและวางแผนล่วงหน้าไว้อย่างเหมาะสม นอกจากท่อจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบเลี้ยงแล้วถังสูงควรมีท่อน้ำล้นเพื่อช่วยในการควบคุมและทราบถึงปริมาณน้ำที่จ่ายในระบบโดยให้ท่อน้ำล้นดังกล่าวมาเปิดลงที่บ่อเลี้ยงโคบ่อเลี้ยงหนึ่งหรือไหลกลับลงบ่อพักน้ำก็ได้

2.2.3 **บ่อเลี้ยง** บ่อที่ใช้เลี้ยง ควรเป็นบ่อคามแนวยาว เช่น บ่อขนาด $1 \times 10 \times 0.8$ เมตร เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงทำได้ดีขึ้น และผู้เลี้ยงสามารถดูแลความสะดวกและสามารถจัดการบ่อเลี้ยงได้อย่างทั่วถึงโดยท่อจ่ายน้ำจากถังสูงจะต้องอยู่ที่หัวบ่อ และท่อน้ำล้นจะต้องอยู่ที่ปลายบ่อ ปริมาณน้ำที่ปล่อยออกมาถูกควบคุมโดยวาล์วน้ำ โดยปกติอัตราการปล่อยน้ำเข้าบ่อเลี้ยงจะอยู่ที่ประมาณ 300-500 เปอร์เซ็นต์หรือ 3-4 เท่าของปริมาณน้ำในบ่อเลี้ยงต่อวัน น้ำที่เข้าบ่อเลี้ยงจะผสมผสานกับน้ำในบ่อที่มีคุณภาพต่ำกว่าทำให้น้ำในบ่อมีคุณภาพดีขึ้น และยังช่วยผลักดันน้ำที่ผ่านการเลี้ยงออกจากบ่อเลี้ยงบริเวณท่อน้ำล้น น้ำที่ล้นออกจากบ่อจะไหลไปตามรางน้ำซึ่งการเลี้ยงหอยในระบบกึ่งปิดนี้รางน้ำจะเป็นจุดเชื่อมต่อกับบ่อเลี้ยงทุกบ่อ น้ำที่ล้นออกมาจากบ่อเลี้ยงทุกบ่อจะไหลไปตามรางน้ำเข้าสู่บ่อพักน้ำต่อไป

2.2.4 **บ่อพักน้ำ** เป็นบ่อที่ทำหน้าที่ผสมผสานน้ำที่ผ่านการเลี้ยงแล้วซึ่งมักจะมีปริมาณสารอินทรีย์จากอาหารที่เหลือและของเสียที่ขับถ่ายออกจากตัวหอยสูงให้มีโอกาสตกตะกอนและผ่านการปรับคุณภาพในระดับหนึ่งและยังเป็นบ่อที่ช่วยควบคุมการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระบบ เช่น อุณหภูมิ ความเค็ม ฯลฯ เนื่องจากน้ำในบ่อพักน้ำจะมีปริมาณมากซึ่งจะคอยควบคุมให้การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ของคุณภาพน้ำในระบบเป็นไปอย่างช้าๆ โดยบ่อพักน้ำดังกล่าวควรมีขนาดเป็นสัดส่วนประมาณ 50 – 70 % ของปริมาณน้ำที่อยู่ในระบบทั้งหมด

2.2.5 **บ่อกรอง** บ่อกรองที่ใช้ในระบบการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในโครงการนี้ อาจเรียกได้ว่าเป็นบ่อกรองชีวภาพ (biological filter system) ซึ่งจะทำหน้าที่กรองสารแขวนลอย สิ่งสกปรกของเสียอื่นๆ และช่วยลดปริมาณแอมโมเนีย เนื่องจากในระบบกรองจะเป็นที่เกาะของแบคทีเรียที่สามารถย่อยสลายสารที่เป็นองค์ประกอบของแอมโมเนียได้ มีระบบควบคุมสีและความเป็นกรดด่างของน้ำทะเล สำหรับบ่อกรองอาจมีได้หลายขนาดและรูปแบบตามความเหมาะสม โดยรายละเอียดจะได้อธิบายต่อไปในหัวข้อระบบกรองน้ำแบบชีวภาพ (2.4)

2. 3 ระบบอากาศ

อากาศที่ให้ในระบบเลี้ยงหอยเป่าฮื้อมีความสำคัญมาก เนื่องจากหอยเป่าฮื้อมีความทนทานต่อของเสียได้น้อย หากมีปริมาณของเสียที่เกิดจากการปล่อยของเสียของสัตว์เองหรือของเสียที่เกิดจากอาหารที่ให้มีมากเกินไป อาจมีผลทำให้หอยเป่าฮื้อเกิดความเครียดและตายได้ในที่สุด การให้อากาศในระบบซึ่งจะให้ทั้งในบ่อเลี้ยงและบ่อพักน้ำจะช่วยทำให้น้ำมีการหมุนเวียน

มากขึ้น ทำให้ของเสียในบ่อเลี้ยงมีปริมาณลดลงและยังช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงให้มากขึ้นอีกด้วย โดยปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้หอยเป่าอื้อเจริญเติบโตได้ดีและควรควบคุมไม่ให้ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ระบบอากาศที่ใช้จะจ่ายลงในบ่อเลี้ยงและบ่อพักอยู่ตลอดเวลาโดยมีจำนวนจุดจ่ายที่มากเพียงพอ

2.4 ระบบกรองน้ำแบบชีวภาพ

สำหรับระบบกรองน้ำแบบชีวภาพนี้ถือได้ว่าเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่งของระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดทั้งนี้เพราะจะเป็นตัวที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพน้ำทะเลที่ไหลเวียนอยู่ในระบบเลี้ยงให้อยู่ในระดับเหมาะสมกับการเติบโตของหอยเป่าอื้อทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ตัวระบบกรองแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ด้วยกัน 5 ส่วน ได้แก่

2.4.1 ส่วนพักน้ำก่อนกรอง เป็นส่วนที่จัดให้มีการตกตะกอนของตะกอนแขวนลอยในน้ำที่มีขนาดใหญ่เช่น เศษของอาหารที่เหลือ รวมทั้งของเสียที่ไม่ละลายน้ำ

2.4.2 ส่วนชั้นเปลือกหอยนางรม เนื่องจากเปลือกหอยนางรมจะช่วยควบคุมความเป็นกรดด่างภายในระบบ และยังเป็นที่พักของแบคทีเรียที่จะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ได้

2.4.3 ส่วนชั้นถ่านไม้ เพื่อเป็นการควบคุมสีและกลิ่นของน้ำทะเลที่อยู่ในระบบ

2.4.4 ส่วนชั้นทราย เพื่อเป็นการกรองน้ำทะเลก่อนไหลผ่านเข้าสู่ส่วนที่ 5

2.4.5 ส่วนพักน้ำก่อนปั๊มขึ้นถังสูงเพื่อจ่ายไปยังบ่อเลี้ยง

สำหรับในส่วนของการย่อยจะต่อเนื่องกันโดยระบบน้ำไหลขึ้นจากด้านล่าง (upwelling) โดยอาศัยแรงดันที่เกิดจากความแตกต่างของระดับน้ำ และในแต่ละส่วนของบ่อจะมีท่อน้ำทิ้งอยู่ที่กันบ่อเพื่อใช้เวลาทำความสะอาดแต่ละส่วนโดยระบบการไหลย้อนกลับ (back wash system) ซึ่งจะช่วยให้อสิ่งสกปรกที่อยู่ในระบบกรองแต่ละส่วนหลุดออกไปได้ ซึ่งในกระบวนการทำความสะอาดนี้จะทำทุกๆ 7-14 วันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมวลชีวภาพของหอยที่อยู่ในระบบโดยรวมและข้อมูลจากการติดตามคุณภาพน้ำในระบบ

2.5 ระบบเครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในกันอย่างแพร่หลายในด้านการเพาะเลี้ยงเป็นเครื่องสูบน้ำประเภทปั๊มน้ำแบบหอยโข่ง (centrifugal pump) ปั๊มน้ำประเภทนี้จะเพิ่มพลังให้แก่ของเหลวโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของครีบบพัดต่อของเหลวที่อยู่รอบๆ คือน้ำหรือของเหลวอื่นได้รับการถ่ายทอดกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ในการขับใบพัดให้หมุน เมื่อของเหลวถูกหมุนให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางความกดดันของของเหลวจะมีค่ามากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของใบพัดมากขึ้น เมื่อความเร็วของใบพัดซึ่งหมุนอยู่ในภาชนะที่ปิดมากพอ ความกดดันที่จุดศูนย์กลางจะต่ำกว่าความกดดันของบรรยากาศ ดังนั้นจึงมีทางไหลของเหลวไหลเข้า (ทางดูด) อยู่ที่ศูนย์กลางของใบพัดและเมื่อถูกผลักดันออกไปด้วยแรงผลักรวมของครีบบพัดและแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางก็จะไหลออกมาตลอดตามแนวเส้นรอบวงไปสู่ทางจ่ายที่ต่อเข้ากับท่อส่งหรือระบบ ใบพัดเครื่องสูบน้ำ

น้ำแบบหอยโข่งมีทิศทางขนานกับแกนเพลาล้อแล้วไหลออกท่ามุม 90 องศาทิศทางไหลเข้าของเรือนปั่น

ในการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำ ควรพิจารณาดังต่อไปนี้คือ

2.5.1 ชนิดของเครื่องสูบน้ำ ควรเลือกชนิดที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากราคาจะถูกแล้ว การซ่อมบำรุงก็สามารถทำได้ง่าย

2.5.2 เลือกขนาดตามความต้องการใช้ปริมาณน้ำ การเลือกเครื่องสูบน้ำที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ใช้ เช่นซื้อเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องสูบน้ำที่แพงแล้ว ยังจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงาน เนื่องจากเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่จะต้องใช้มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่อีกด้วย

2.5.3 ควรมีเครื่องสูบน้ำสำรองไว้สำหรับสลับการใช้งานอีกหนึ่งชุดรวมทั้งแผนการดูแลและซ่อมบำรุงที่เหมาะสม

สำหรับระบบเครื่องสูบน้ำที่ใช้ในระบบการเลี้ยงคันแบบเป็นแบบหอยโข่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ 3 เฟสขนาด 5 แรงม้า มีการเปลี่ยนตัวใบพัดและแกนเป็นเหล็กสแตนเลสโดยมีตัวคุมสำหรับตัดไฟเวลาไฟฟ้าขาดเฟสเพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดกับมอเตอร์

2.6 ระบบบ้านที่ใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือ

หอยเป่าฮือในธรรมชาติจะอาศัยซากปะการัง ก้อนหิน หรือซอกหินในการหลบซ่อนหรืออำพรางให้พ้นจากบริเวณที่มีแสงสว่างมากเกินไปในช่วงเวลากลางวันและยังช่วยในการหลบซ่อนตัวจากศัตรูอีกด้วย ดังนั้นการนำหอยเป่าฮือมาเลี้ยงในบ่อ หรือในภาชนะต่างๆ ก็จะต้องปรับสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติที่หอยเป่าฮืออาศัยอยู่ สิ่งสำคัญที่จะต้องมีในบ่อเลี้ยงนั้นคือ วัสดุสำหรับหลบซ่อนตัวจากแสงสว่างในช่วงเวลากลางวัน แต่การที่จะปรับสภาพบ่อเลี้ยงให้ใกล้เคียงกับธรรมชาติโดยการใช้วัสดุที่มาจากธรรมชาติ เช่น ก้อนหิน ซากปะการัง มาใส่ในบ่อเลี้ยงนั้น จะทำให้เกิดปัญหาในการจัดการเกี่ยวกับการทำความสะอาดบ่อเลี้ยง การให้อาหาร และการติดตามอัตราการเจริญเติบโตจะทำให้ยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นผู้เลี้ยงจะต้องมองหาวัสดุชนิดอื่นที่ใช้สำหรับทำเป็นที่หลบซ่อนหรืออาจเรียกว่า “บ้านหอย” แทนที่วัสดุที่มาจากธรรมชาติ โดยจะต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้คือ บ้านหอยจะต้องเป็นวัสดุที่สามารถหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด ราคาไม่แพงจนเกินไป มีความคงทนและที่สำคัญจะต้องไม่เกิดสนิม ทำความสะอาดได้ง่าย สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ไม่เป็นแหล่งสะสมสิ่งสกปรกหรือเชื้อโรค ไม่เป็นอันตรายต่อหอย วัสดุที่ใช้ควรมีสีเข้มเพื่อลดการสะท้อนของแสงและควรเป็นวัสดุที่สามารถถ่ายเทน้ำภายในและภายนอกได้ดี โดยโครงการฯ ได้ใช้ถังพลาสติกสีดำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 เซนติเมตรโดยจากการศึกษาในต้นแบบสิด้าจะให้ผลดีที่สุด นอกจากนี้แล้วถังพลาสติกที่สูงจนเกินไปเป็นการเพิ่มระยะทางในการเดินเข้าระหว่างพื้นที่บ้านและพื้นที่กินอาหาร ซึ่งจะทำให้มีการเสียพลังงานมากยิ่งขึ้น ลักษณะของบ้านหอยจะมีการเจาะรูที่ก้นถังพร้อมทั้งใส่อากาศในถังเลี้ยง ช่วยให้มีการหมุนเวียนน้ำในบ้านหอยทำได้ดีขึ้น โดยบ่อเลี้ยงหอยขนาด 1 x

10 x 0.8 เมตร สามารถใส่บ้านหอยได้ประมาณ 15 – 20 ใบ นอกจากนี้จำนวนบ้านหอยที่อยู่ในบ่อเลี้ยงจะต้องมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่หอยจะออกมาหาอาหารในดอนกลางคืนด้วย หากพื้นที่สำหรับหาอาหารมีน้อย หอยบางส่วนจะไม่สามารถออกมากินอาหารได้ ประโยชน์ของบ้านหอยนอกจากจะใช้เป็นที่หลบซ่อนแล้วยังสามารถเพิ่มพื้นที่ในการยึดเกาะของหอยเป่าฮื้อได้อีกด้วย

3. การรับลูกพันธุ์และการดูแลก่อนนำเข้าระบบเลี้ยง

ขั้นตอนดำเนินการในการรับลูกพันธุ์และการดูแลก่อนนำเข้าระบบเลี้ยงนั้นมีความสำคัญมาก เนื่องจากระบบการเลี้ยงที่ใช้เป็นระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดมวนน้ำที่ใช้ทั้งหมดในระบบจะติดต่อกันหมดโดยจะนำน้ำที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่และน้ำที่อยู่ในระบบเลี้ยงจะถูกส่งไปยังบ่อเลี้ยงทุกบ่อ หากเกิดการติดเชื้อหรือมีการติดเชื้อจากภายนอกก็มีโอกาสที่เชื้อสามารถแพร่กระจายไปยังบ่อเลี้ยงทุกบ่อได้ ดังนั้นการนำลูกพันธุ์เข้ามาในระบบการเลี้ยงจะต้องมีการควบคุมดูแลไม่ให้เกิดความเสียหายอันมีสาเหตุมาจากการติดเชื้อจากภายนอกได้

เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบการเลี้ยงจึงควรมีข้อควรระวังและข้อพึงปฏิบัติดังต่อไปนี้

3.1 ข้อที่ควรระวัง

ในกรณีที่ต้องมีการนำลูกพันธุ์มาจากที่อื่นเพื่อเข้ามาเลี้ยง ควรมีข้อควรระวังดังต่อไปนี้

3.1.1 ความแตกต่างของคุณภาพน้ำระหว่างโรงเพาะพันธุ์กับโรงเลี้ยง

ควรมีการตรวจสอบให้แน่นอนกับทางโรงเพาะพันธุ์ ถ้าเป็นไปได้ขอให้ทางโรงเพาะพันธุ์ปรับความเค็มให้เหมาะสมก่อนการส่งมายังโรงเลี้ยง โดยความแตกต่างไม่ควรเกิน 5 ส่วนในพัน โดยต้องมีความเค็มไม่ต่ำกว่า 25 ส่วนในพัน

3.1.2 การขนส่ง

ในขั้นตอนนี้มีโอกาสที่จะทำให้ลูกพันธุ์เกิดความบอบช้ำได้ ดังนั้นควรทราบระยะเวลาตั้งแต่เริ่มบรรจุลูกหอยจนถึงฟาร์มเลี้ยงว่าใช้เป็นเวลาทั้งสิ้นเท่าใด โดยปกติไม่ควรเกิน 12 ชั่วโมง

3.1.3 การติดเชื้อของลูกพันธุ์จากโรงเพาะฟัก

ควรมีข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงประวัติ และมาตรฐานในการผลิตลูกพันธุ์ของฟาร์มเพาะลูกพันธุ์นั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลอดระยะเวลาในการผลิตจะต้องไม่มีการใช้ยาปฏิชีวนะใดๆ ทั้งสิ้น

3.1.4 คุณภาพของลูกพันธุ์ที่ได้จากโรงเพาะฟัก

ลูกพันธุ์ที่ได้รับต้องมีอัตราการเติบโตที่เป็นไปตามกำหนด โดยอาจขอดูและเยี่ยมชมระบบการผลิตลูกพันธุ์ของฟาร์มนั้นๆ ก่อน

3.2 ข้อพึงปฏิบัติในการรับลูกพันธุ์และการดูแลก่อนนำเข้าระบบเลี้ยง

ในทางปฏิบัตินั้นขั้นตอนการรับและการดูแลลูกพันธุ์สามารถทำได้ 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ การปรับสภาพหรือการปรับน้ำให้มีค่าใกล้เคียงกับระบบการเลี้ยงและการฆ่าเชื้อที่ติดมากับลูกพันธุ์

3.2.1 การปรับสภาพ

ก่อนที่จะทำการฆ่าเชื้อที่ติดมากับลูกหอย จะต้องนำลูกหอยมาปรับสภาพเสียก่อนทั้ง อุณหภูมิและความเค็ม เนื่องจากในกระบวนการขนส่งนั้นจะมีการลดอุณหภูมิเพื่อลดกิจกรรม ภายในร่างกาย เป็นการลดของเสียที่ปล่อยออกมาจากลูกหอย ในการปรับอุณหภูมิสามารถทำได้โดยนำถุงที่บรรจุลูกหอยมาแช่ในบ่อพักประมาณ 15 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิในถุงเท่ากับภายนอก ส่วนความเค็มนั้นในกรณีที่ความเค็มมีความแตกต่างกัน จะต้องทำการปรับความเค็มโดยให้น้ำในระบบเลี้ยงไหลผ่านในถุงบรรจุลูกหอยประมาณ 20-30 นาทีเป็นการปรับความเค็มให้เท่ากัน เมื่อผ่านขั้นตอนนี้แล้วจึงจะนำลูกหอยเข้าสู่ระบบการฆ่าเชื้อต่อไป

3.2.2 การฆ่าเชื้อ

ระบบกึ่งปิดเป็นระบบที่มีการระวังและป้องกันไม่ให้เกิดการติดเชื้อหรือนำเชื้อโรคเข้าสู่ระบบ เนื่องจากระบบน้ำที่ใช้ในระบบนี้จะถูกนำกลับไปใช้ใหม่ หากมีการติดเชื้อจากภายนอกจะทำให้เชื้อหมุนเวียนอยู่ในระบบ ส่งผลทำให้ทั้งระบบเกิดการติดเชื้อ ถ้าเป็นขั้นรุนแรงอาจทำให้หอยที่เลี้ยงอยู่ในระบบตายทั้งหมดก็ได้ ดังนั้นการป้องกันไม่ให้เชื้อจากภายนอกเข้าสู่ระบบจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในการเลี้ยงหอยเป่าอื้อในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิด

ขั้นตอนในการฆ่าเชื่อนั้นสามารถทำได้โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

3.2.2.1 เตรียมน้ำยาฆ่าเชื้อ โดยใช้ยาไฮโอคลีนในอัตราส่วน 20 มิลลิกรัมต่อน้ำทะเล 100 ลิตร ใส่ในภาชนะที่ต้องการ โดยปกติจะใช้ถังพลาสติกขนาด 200-300 ลิตร

3.2.2.2 นำบ้านหอยมาแช่น้ำในบ่อฆ่าเชื้อโดยให้บ้านหอยอยู่ในลักษณะหงายและจมน้ำแค่บางส่วน พร้อมทั้งให้อากาศเพื่อให้บ้านหอยมีการหมุนเวียน

3.2.2.3 นำลูกพันธุ์มาใส่ในบ้านหอยโดยเฉลี่ยประมาณบ้านละ 250 ตัว แช่ทิ้งไว้ 30 นาที หรือ 1 ชั่วโมง ซึ่งลูกหอยที่ปกติและแข็งแรงจะเกาะติดกับบ้านหอยโดยเร็ว

3.2.2.4 สังเกตความผิดปกติของลูกพันธุ์โดยดูจากการตายหรืออ่อนแอเป็นหลักโดยหอยที่ตายหรืออ่อนแอจะไม่เกาะกับบ้านหอย หากไม่มีปัญหาดังกล่าว ให้นำบ้านหอยแต่ละหลังมาล้างด้วยน้ำทะเลสะอาดและนำเข้าระบบเลี้ยงต่อไป

3.2.2.5 ลูกหอยในวันแรกยังไม่ต้องให้อาหาร เริ่มให้อาหารในวันที่ 2 โดยให้แค่ประมาณ 50% ของปริมาณปกติจากนั้นจึงค่อย ๆ เพิ่มจนมีปริมาณปกติในวันต่อมา

4. อาหารหอยเป่าฮื้อ

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในการดำเนินกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำว่าอาหารจัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่ออัตราการเติบโตของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของต้นทุนการผลิตอีกด้วย ความจริงดังกล่าวสามารถนำมาใช้ได้กับการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อเช่นเดียวกัน

ทั้งนี้เพราะเนื่องจากในอาหารจะมีสารประกอบต่างๆ ทางเคมีที่มีประโยชน์ต่อร่างกายทั้งในด้านการเพิ่มปริมาณเนื้อและสร้างความแข็งแรงให้กับสัตว์น้ำ สารประกอบทางเคมีต่างๆ ที่มีอยู่ในอาหาร เรียกว่า สารอาหาร ซึ่งประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ และน้ำ อาหารที่ถูกกินเข้าไป ร่างกายจะนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและมีการถ่ายทอดพลังงาน โดยอาศัยพลังงานที่แฝงอยู่ในอาหารที่สิ่งมีชีวิตกินเข้าไป พลังงานที่ได้ในรูปของอาหารจะถูกนำไปใช้ในการทำงานของเซลล์เพื่อดำรงชีวิตอยู่ การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ สัดส่วนของพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีวิตขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ว่าเป็นสัตว์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิของร่างกายหรือสัตว์ที่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย รวมทั้งอายุ สภาพแวดล้อม คุณภาพของอาหาร และสภาพความเจริญทางเพศ

4.1 ความสำคัญของสารอาหารที่ประกอบอยู่ในอาหาร

4.1.1 โปรตีน

เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญที่สุด เนื่องจากสัตว์น้ำมีการใช้โปรตีนในการเพิ่มปริมาณเนื้อหรืออัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หน้าที่ของโปรตีนคือเพิ่มการเจริญเติบโต ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ สร้างเอนไซม์และฮอร์โมนต่างๆ รวมถึงเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ด้วย แหล่งของโปรตีนมีทั้งในพืชและสัตว์ โปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ กรดอะมิโนที่สัตว์น้ำสามารถสร้างขึ้นเองได้และกรดอะมิโนที่สัตว์น้ำไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ จะต้องได้รับจากอาหารที่สัตว์น้ำกินเข้าไป แหล่งของโปรตีนที่ได้จากสัตว์ได้แก่ ปลาป่น ส่วนแหล่งโปรตีนที่ได้จากพืช ได้แก่ กากถั่วเหลือง เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่ดีกว่าในพืชชนิดอื่น โดยมีปริมาณโปรตีนและไขมันประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมดและยังมีสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตรวมอยู่ด้วย ซึ่งโปรตีนในกากถั่วเหลืองส่วนใหญ่เป็น globulin โดยโมเลกุลของโปรตีนเชื่อมต่อกันด้วย Disulfide linkage ถึงแม้ว่าโปรตีนในถั่วเหลืองจะมีองค์ประกอบของโปรตีนที่ดีกว่าในพืชชนิดอื่น แต่ในถั่วเหลืองเองก็มีสารยับยั้งการย่อยสลายและการดูดซึมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ สารยับยั้งตัวนี้คือ Trypsin inhibitors ซึ่งสามารถลดปริมาณสารยับยั้งได้โดยการใช้ความร้อน เพื่อให้สามารถใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด โดยทั่วไปอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงหอยเป่าฮื้อจะมีระดับของโปรตีนประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 คาร์โบไฮเดรต

เป็นสารอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล โดยสามารถให้พลังงานรองลงมาจากไขมัน คาร์โบไฮเดรตถือว่ามีความสำคัญน้อยในส่วนประกอบของอาหารหอยเป่าฮื้อ ปริมาณแป้งหรือเดกซ์ตรินที่เติมเข้าไปในอาหารควรอยู่ที่ประมาณ 5 – 30 เปอร์เซนต์

4.1.3 ไขมัน

เป็นสารอินทรีย์ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ ในอาหารของสัตว์น้ำมักอยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ โดยกรดไขมันจะมี 2 ประเภทด้วยกันคือ กรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว สามารถละลายในตัวทำละลายที่ไม่มีประจุ เช่น แอลกอฮอล์ กรดไขมันยังมีหน้าที่ในการนำสารบางชนิดไปใช้ในการเจริญเติบโต เช่น วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค เป็นต้น หอยเป่าฮื้อที่กินอาหารที่ขาดกรดไขมันที่จำเป็น มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตช้า ดับมีสีซีด มีไขมันมาก ท้องบวมและเม็ดเลือดแดงแตก เป็นต้น ปริมาณไขมันที่ใส่ลงในอาหารหอยเป่าฮื้อควรอยู่ที่ประมาณ 5 เปอร์เซนต์ของอาหารทั้งหมด

4.1.4 วิตามิน

เป็นสารอินทรีย์ที่สัตว์น้ำต้องการในปริมาณน้อย เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและอัตราการเจริญเติบโต และยังทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี วิตามินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือวิตามินที่ละลายในน้ำ ได้แก่ วิตามินบี คอมเพล็กซ์ (B complex) และวิตามินซี หากได้รับวิตามินมากเกินไป จะมีผลกระทบในวิตามินที่ละลายในไขมัน เนื่องจากไม่สามารถกำจัดออกจากร่างกายได้ จะต้องสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อในส่วนที่เป็นไขมันของร่างกาย

4.1.5 เกลือแร่

มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำเนื่องจากเกลือแร่ทำหน้าที่เสริมสร้างโครงกระดูก การย่อยอาหาร การหายใจและการรักษาระดับเกลือแร่ในร่างกาย เกลือแร่ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสัตว์น้ำได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม กำมะถัน คลอรีน และแมกนีเซียม นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่รองได้แก่ เหล็ก ทองแดง เป็นต้น ในสัตว์ทะเลจะมีความต้องการเกลือแร่น้อยกว่าในสัตว์น้ำจืด ดังนั้นปริมาณเกลือแร่ที่ใส่ในอาหารจะอยู่ประมาณ 5 เปอร์เซนต์ของอาหารทั้งหมด

4.2 อาหารสำหรับเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ

อาหารของหอยเป่าฮื้อมีหลายรูปแบบ และหนึ่งในนั้นก็คืออาหารจากธรรมชาติ ซึ่งเข้าใจกันว่าเป็น สาหร่ายขนาดใหญ่ (macroalgae) แบคทีเรีย และไดอะตอม ลักษณะการกินอาหารของหอยเป่าฮื้อนั้นจะเป็นลักษณะการดูดตะไคร่ไปตามพื้นผิวสัมผัส ซึ่งเหมาะสำหรับกินอาหารจำพวกดังกล่าว แต่สำหรับการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อในเชิงพาณิชย์นั้น จะต้องคำนึงถึงต้นทุนการผลิต ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาชนิดของอาหารจากธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงพบว่า หอยเป่าฮื้อเลือกกินอาหารจากสาหร่ายสีแดง ได้แก่ สาหร่ายเซากวาง และสาหร่ายผมนาง เป็นต้น ซึ่งให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการอดดีกว่าในสาหร่ายชนิดอื่น

ถึงแม้ว่าหอยเป่าฮือจะเลือกกินสาหร่ายสีแดงมากกว่าสาหร่ายหรืออาหารชนิดอื่นก็ตาม แต่เราพบว่าหอยเป่าฮือสามารถมีความต้องการโปรตีนได้มากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร คือ มากกว่าที่พบใน สาหร่ายขนาดใหญ่ ฉะนั้นหอยเป่าฮือที่กินเพียงสาหร่ายขนาดใหญ่ จะมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ เนื่องจากสาหร่ายมีคุณค่าทางอาหารที่ต่ำ ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตช้า หากนำมาใช้เลี้ยงในเชิงพาณิชย์จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและยังมีปัญหาอื่นๆ ที่เกิดขึ้นสำหรับการเลี้ยงหอยเป่าฮือด้วยอาหารธรรมชาติ คือ จะต้องมีการเลี้ยงสาหร่ายเพื่อรองรับความต้องการอาหารในหอยเป่าฮือ แหล่งที่พบสาหร่ายมีค่อนข้างน้อย ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในกรณีแหล่งสาหร่ายอยู่ไกลและในบางฤดูกาลมีการขาดแคลนเนื่องจากสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม และมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ามาก เป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าแหล่งเลี้ยงบางบริเวณอยู่ใกล้แหล่งที่สามารถจัดหารสาหร่ายจากธรรมชาติได้โดยเฉพาะสาหร่ายในกลุ่มพวก Gracilaria ก็อาจมีความเหมาะสมที่จะใช้สาหร่ายดังกล่าวเป็นอาหารหลักได้เช่นกันโดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนระบบการเลี้ยง ทั้งนี้เพราะระบบการเลี้ยงหอยคันแบบที่ใช้ยูนีมีความเหมาะสมกับอาหารทั้งจากธรรมชาติและอาหารสำเร็จรูป

อย่างไรก็ดีสืบเนื่องจากปัญหาหลายๆ ด้านที่พบจากการใช้สาหร่ายเป็นอาหารดังที่ได้กล่าวไว้แล้วในช่วงต้นนั้น ทำให้มีการริเริ่มใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหอยเป่าฮือ เพื่อลดปัญหาดังกล่าว เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการทำอาหารหาซื้อได้ง่าย มีขายตลอดทั้งปี ผู้เลี้ยงสามารถทำได้และยังควบคุมคุณภาพและคุณค่าทางอาหารได้ดีกว่าสาหร่ายธรรมชาติ ซึ่งอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือในปัจจุบันมีโปรตีนประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของอาหารสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางอาหารสูงจะต้องมีอัตราการแลกเนื้อ หรือค่า FCR (food conversion ratio) ต่ำ ตัวอย่างเช่น อาหารที่ใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือในปัจจุบันมีค่า FCR เท่ากับ 4 ต่อ 1 หมายความว่า จะต้องใช้อาหาร 4 กิโลกรัมเพื่อที่จะให้ได้หอยเป่าฮือ 1 กิโลกรัม เป็นต้น ถ้าค่า FCR ยิ่งต่ำจะทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำไปด้วย เนื่องจากเมื่อหอยเป่าฮือมีอัตราการเจริญเติบโตสูงระยะเวลาในการเลี้ยงก็จะลดลง

อนึ่ง ในสูตรอาหารสำเร็จรูปก็ยังคงมีการผสมสาหร่ายจากธรรมชาติ โดยเฉพาะสาหร่ายผสมนาง แต่จะใช้ในปริมาณน้อยและเก็บรักษาในรูปของสาหร่ายผงเพื่อช่วยกระตุ้นการกินอาหารและเป็นตัวช่วยในการประสานให้อาหารยึดเกาะกันแน่นยิ่งขึ้น

4.3 ส่วนประกอบของอาหารและการให้

อาหารที่ใช้เลี้ยงหอยเป่าฮือ เป็นอาหารสำเร็จรูปโดยมีส่วนผสมของปลาป่น กากถั่วเหลือง แป้งมัน สาหร่ายผง วิตามิน เกลือแร่ วิตามินซี ผงกุ้ง และน้ำมันปลา ในอัตราส่วนที่กำหนดไว้ เม็ดอาหารมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมเล็กๆ เพื่อให้อาหารกระจายไปทั่วทั้งบ่อ อาหารที่ใช้เลี้ยงเป็นอาหารจม ช่วงเวลาของการให้อาหารจะเริ่มให้ในเวลาประมาณ 19.00 - 20.00 น. ของทุกวัน โดยจะให้อาหารเพียงครั้งเดียว เนื่องจากหอยเป่าฮือออกหากินในเวลากลางคืน อาหารที่โปรยลงในบ่อเลี้ยงจะกระจายตัวไปตามพื้นบ่อและหอยเป่าฮือก็จะออกมากินอาหารที่โปรยไว้ ในการให้อาหารในแต่ละบ่อจะต้องคำนึงถึงขนาดของหอยเป่าฮือและขนาดของ

อาหารเม็ดด้วยคือ หอยเป้าชื้อขนาดเล็กจะต้องให้อาหารที่มีเม็ดเล็กด้วย ส่วนหอยขนาดใหญ่สามารถให้อาหารเม็ดใหญ่ได้อย่างไรก็ตามขนาดอาหารที่ให้อยู่ในปัจจุบันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดพื้นที่ต่อเม็ดประมาณ 1 ตร.ซม. โดยมีความหนาอยู่ที่ประมาณ 1 มม.

ตารางที่ 4.3 ราคาและสัดส่วนขององค์ประกอบที่ใช้ในการทำอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหอยเป้าชื้อ

วัตถุดิบ	ราคา / หน่วย	ปริมาณที่ใช้ กรัม / กก.	ราคาอาหาร / กก.
ปลาป่น	24 บาท / กก.	340	8.16
กากถั่วเหลือง	12 บาท / กก.	447.5	5.37
แป้งมัน	10.5 บาท / กก.	115	1.21
สาหร่าย	70 บาท / กก.	50	3.5
วิตามินรวม	160 บาท / กก.	10	1.6
เกลือแร่	240 บาท / กก.	10	2.4
วิตามินซี	350 บาท / กก.	10	3.5
ผงวัน	1000 บาท / กก.	2.5	2.5
น้ำมันปลา	125 บาท / ลิตร	15 (20 มล.)	2.5
ค่าน้ำ + ไฟ + แก๊ส			5.0
รวม		1000	35.74

หมายเหตุ ราคาที่ใช้เป็นราคาขายปลีกถ้าซื้อเป็นปริมาณมากๆ ราคาวัตถุดิบจะถูกกว่านี้
ที่มา: เป็นสูตรที่ใช้เลี้ยงหอยเป้าชื้อในโครงการ การพัฒนาการผลิตหอยเป้าชื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก

4.4 การเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนในการทำอาหาร

4.4.1 การเตรียมวัตถุดิบ

4.4.1.1 ปลาป่น ปลาป่นที่ขายอยู่ตามท้องตลาดจะมีความละเอียดน้อย จะต้องนำมาบดให้ละเอียดให้มีขนาดประมาณ 100 ไมครอนเพื่อลดการสูญเสียเนื่องจากปลาป่นบางขนาดหอยเป้าชื้อไม่สามารถกินเข้าไปได้

4.4.1.2 กากถั่วเหลือง จะต้องนำมาบดเช่นเดียวกับปลาป่น โดยก่อนที่จะนำกากถั่วเหลืองมาบดนั้นจะต้องตากหรืออบให้แห้งสนิท เนื่องจากกากถั่วเหลืองที่มีขายอยู่จะยังมีความชื้นอยู่บ้าง การนำไปอบหรือตากแห้งจะทำให้สามารถบดกากถั่วเหลืองได้ง่ายขึ้น

4.4.1.3 สาหร่ายผง สามารถเตรียมได้โดยการนำสาหร่ายผสมนางสดที่ให้อยู่ได้แก่ชนิดที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *G. edulis* มาตากแห้ง แล้วนำไปบดให้ละเอียด เช่นเดียวกับปลาป่นและกากถั่วเหลือง

4.4.1.4 ส่วนวัตถุดิบที่เหลือ ได้แก่ วิตามินรวม วิตามินซี แป้งมัน แป้งกลูเท็น ผล
วัน และน้ำมันปลาที่มีความละเอียดอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องนำไปบดเหมือนกับวัตถุดิบ 3 ชนิด
แรก

4.4.2 ขั้นตอนในการทำอาหาร

การทำสำเร็จรูปหรืออาหารเม็ดนั้นไม่มีขั้นตอนที่สลับซับซ้อน สามารถทำได้ง่าย โดยมี
ขั้นตอนดังนี้คือ

4.4.2.1 ทำการซังปลาปน กากถั่วเหลือง สาหร่ายผง แป้งมัน วิตามินรวม และ
กลูเท็น คลุกเคล้าให้เข้ากัน

4.4.2.2 นำส่วนผสมที่ได้เทใส่ในกะละมังหรือถังปลาปนที่บดเสร็จเรียบร้อยแล้ว เติมน้ำ
สะอาดและคนให้ส่วนผสมเข้ากันทั้งหมด เมื่อส่วนผสมทั้งหมดคลุกเคล้าเข้ากันดีแล้ว ตักทิ้ง
ไว้

4.4.2.3 ซังวันและวิตามินซีเทลงในกระทะ ใส่ไฟพร้อมทั้งคนให้วันและวิตามินซี
ละลาย นำส่วนผสมที่เตรียมไว้เทลงในกระทะ

4.4.2.4 ตั้งไฟ พร้อมทั้งคนให้ทั่วกระทะ คอยคนหมั่นไม่ให้เกิน 55-58 องศา
เซลเซียส เพื่อป้องกันไม่ให้วิตามินและโปรตีนย่อยสลายเนื่องจากความร้อน

4.4.4.5 เมื่ออุณหภูมิขึ้นมาถึงที่กำหนดไว้ให้ปิดแก๊ส แล้วเทน้ำเปล่าคนให้เข้า
กัน หลังจากนั้นเทใส่ภาชนะ วางทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที ทำการกรีดเป็นแผ่นเล็กๆ ขนาด 1 x 1
ซ.ม. นำไปตากแดดหรือเข้าตู้อบ

4.4.4.6 เมื่อแห้งดีแล้วจึงนำไปใช้ได้ทันทีหรืออาจเก็บในถุงพลาสติกแบบกัน
อากาศ จดวันเดือนปีที่ผลิตพร้อมปริมาณ แล้วนำไปแช่ไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิประมาณ -20
องศาเซลเซียส อาหารดังกล่าวสามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานานประมาณ 2-4 อาทิตย์ อย่างไรก็ตามการ
ให้อาหารที่เตรียมใหม่ๆ โดยไม่เก็บไว้นานก็จะให้ผลโดยรวมที่ดีกว่าทั้งในแง่ของการกินและ
การมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในระบบโดยรวม

4.5 การปรับปริมาณอาหาร

การปรับปริมาณอาหารในแต่ละบ่อเลี้ยง ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญอีกประการหนึ่งในการ
เลี้ยงหอยเป่าฮือ เนื่องจากในแต่ละบ่อเลี้ยงมีความต้องการปริมาณอาหารที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับ
ขนาดตัวและน้ำหนักของหอยเป่าฮือรวมถึงสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงด้วย การเฝ้าระวังจะ
ทำให้สามารถติดตามปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทั่วทั้งที่ การควบคุมปริมาณอาหารให้อยู่ใน
ปริมาณเหมาะสมจะช่วยให้หอยเป่าฮือมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีสุขภาพที่แข็งแรง และยัง
ช่วยในแง่ของการควบคุมต้นทุนการผลิตอีกด้วย การปรับปริมาณอาหารที่ไม่เหมาะสมหรือมี
อาหารเหลือในบ่อเลี้ยงมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้หอยเป่าฮือเกิดความเครียด กินอาหารลดลง
มีสุขภาพอ่อนแอ ส่งผลให้เกิดโรคในหอยเป่าฮือและตายในที่สุด เนื่องจากการให้อาหารน้อยเกินไป
จะทำให้หอยเป่าฮือได้รับสารอาหารไม่เพียงพอหรือการให้อาหารมากเกินไปจะทำให้มีอาหาร

เหลือในบ่อเลี้ยงมากเกินไป จะทำให้คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงมีค่าต่ำกว่าปกติ ดังนั้นการตรวจและปรับปริมาณอาหารในบ่อเลี้ยงจึงจำเป็นจะต้องกระทำเป็นประจำโดยเฉพาะในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศมาก เช่นในฤดูหนาว อัตราการกินอาหารของหอยเป่าฮือจะลดลงกว่าปกติ การปรับปริมาณอาหารทำได้ 2 วิธีคือ

4.5.1 ปรับอาหารตามน้ำหนักของหอยเป่าฮือ

การปรับอาหารตามน้ำหนัก คือ การให้อาหารโดยการคำนวณจาก 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือจาก 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักหอยในบ่อทั้งหมด วิธีดังกล่าวเป็นตัวอย่างในการประมาณการให้อาหารในแต่ละครั้ง เช่น หอยเป่าฮือในบ่อ C10 มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ดังนั้นจะต้องให้อาหารในบ่อ C10 เป็นจำนวนเท่ากับ 10 กิโลกรัม/100 มีค่าเท่ากับ 0.1 กิโลกรัม หรือ 100 กรัมต่อวัน และช่วยในการวางแผนการผลิตอาหารในภาพรวมได้ตีรวมไปถึงการประมาณการค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับอาหารและวัตถุดิบที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละเดือนได้เป็นอย่างดี

4.5.2 ปรับอาหารโดยดูจากปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละบ่อ

การปรับอาหารโดยใช้วิธีนี้จะให้ผลที่ดีกว่าในวิธีแรกและสามารถนำมาใช้ในการปรับปริมาณอาหารรายวันได้ แต่ควรใช้ทั้งสองวิธีควบคู่กันเพื่อใช้ในการสังเกตความผิดปกติในการกินอาหาร คือ ถ้าปริมาณอาหารที่ให้จริงมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณมาก แสดงว่าหอยในบ่อเลี้ยงเริ่มเข้าสู่สภาวะที่ผิดปกติ จะต้องรีบแก้ไขและให้รู้สาเหตุโดยทันทีได้ว่าความผิดปกติที่เกิดขึ้นมีสาเหตุมาจากอะไร เช่นมีอยู่บ่อยครั้งเมื่อมีความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำหรือความเค็มของน้ำในระบบจะมีผลต่ออัตราการกินอาหารของหอยเป่าฮือได้อย่างรวดเร็วและชัดเจนในกรณีนี้ควรที่จะมีการปรับอาหารที่ให้เป็นรายวันเป็นการเฉพาะนอกเหนือไปจากการปรับในข้อที่ 4.5.1 แล้ว

กล่าวโดยสรุปแล้วสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการให้อาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหอยเป่าฮือคืออัตราการเจริญเติบโตของหอยเป่าฮือจะขึ้นอยู่กับคุณภาพและความเหมาะสมของส่วนประกอบของสารอาหาร โดยมีโปรตีนเป็นสารอาหารหลัก หอยเป่าฮือมีความต้องการสารอาหารต่างๆ ในปริมาณเหมาะสมเท่านั้น หากมีการให้สารอาหารที่มากหรือน้อยเกินความต้องการ ไม่ได้ทำให้หอยเป่าฮือมีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเท่านั้น แต่ยังคงส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำรวมทั้งเป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิตอีกด้วย ถึงแม้ว่าสูตรอาหารที่แนะนำให้ใช้อยู่ในคู่มือฉบับนี้จะมีความสะดวกในการเตรียม ให้ผลคุ้มทุนในการเลี้ยงโดยรวมแต่ก็ยังคงมีประเด็นอีกหลายข้อที่ต้องมีการวิจัยและพัฒนาต่อไปอีกทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตหอยเป่าฮือต่อกิโลกรัมเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันการผลิตหอยเป่าฮือชนิดนี้ในตลาดโลกได้อย่างต่อเนื่อง

5. การจัดการระบบการเลี้ยงและการดูแล

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่าแม้ระบบการเลี้ยงหอยเป่าอื้อแบบที่เรียกว่า การทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดจะมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าในการผลิต แต่ก็ยังต้องการความเข้าใจและการดูแลระบบในการเลี้ยงที่ถูกต้องอย่างมีประสิทธิภาพและต่อเนื่องในบทนี้จึงจะขอกล่าวถึงแนววิธีในการทำงานรายวัน รายอาทิตย์และรายเดือน เพื่อดูแลและควบคุมระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ โดยมีหัวข้อและวิธีในการทำงานดังต่อไปนี้

5.1 ทำความสะอาดบ่อ

จากที่ได้กล่าวไว้แล้วใน บทที่ 4 ว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนประกอบหลายอย่างที่น่าเสียไค้นอกจากนี้ยังมีของเสียที่เกิดจากการกินอาหารของหอยออกมาซึ่งจะตกค้างอยู่ในบ่อและสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายในเช้ารุ่งขึ้นของวันต่อมาซึ่งถ้าปล่อยให้เศษอาหารและของเสียเหล่านี้ตกค้างอยู่ในบ่อจะเกิดการเน่าเสียได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะในสภาพอากาศที่อยู่ในเขตร้อนอย่างบ้านเรา การทำความสะอาดบ่อจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องแบบไม่มีวันหยุด ในระยะแรกของโครงการวิธีที่ใช้ได้แก่การดูดตะกอนที่ตกค้างอยู่ในบ่อเลี้ยงแต่ละบ่อซึ่งเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในแง่ความสะอาด แต่เนื่องจากการดำเนินการดังกล่าวจะมีปริมาณงานต่อวันในรูปของระยะเวลาที่ต้องใช้และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ โดยเฉพาะเมื่อมีหอยที่ใช้เลี้ยงเต็มระบบทำให้ต้องมีการดัดแปลงวิธีในการทำทำความสะอาดบ่อมาเป็นการเปลี่ยนถ่ายน้ำทั้งบ่อแล้วฉีดทำความสะอาดเศษอาหารที่เหลือและของเสียในบ่อเลี้ยงทั้งหมด การดำเนินการดังกล่าวเมื่อปฏิบัติอย่างต่อเนื่องไปได้ระยะหนึ่งเมื่อมีความชำนาญก็จะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีแรกจึงจัดได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการปรับปรุงแบบของบ่อรวมไปถึงวางระบายน้ำที่เหมาะสมอาจเป็นประเด็นที่ควรมีการทดลองและดูว่าจะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำทำความสะอาดรายวันให้ดีขึ้นได้หรือไม่ นอกจากการทำทำความสะอาดบ่อรายวันแล้วเมื่อมีการคักขนาดหอยและย้ายหอยไปยังบ่ออื่นๆ การทำความสะอาดทั้งบ่อก็สามารถทำได้โดยมีความถี่ที่สอดคล้องกับการย้ายบ่อและช่วงการคักแยกขนาดหอยโดยการขัดล้างทั้งบ่อแล้วปล่อยให้แห้งและในบางครั้งอาจมีการแช่คลอรีนที่ความเข้มข้น 10 ส่วนในพันทั้งบ่อเป็นเวลา 1-3 วันตามความเหมาะสมแล้วจึงนำมาใช้เป็นบ่อเลี้ยงได้ใหม่

อนึ่งในการทำทำความสะอาดในแต่ละครั้งไม่จำเป็นที่จะเป็นการทำความสะอาดรายวันหรืออื่นๆ ไม่ควรไปยุ่งหรือรบกวนหอยที่เลี้ยงจนเกินความจำเป็นเพราะจะทำให้หอยหยุดหรือกินอาหารลดลงอันจะมีผลต่ออัตราการเติบโตหรือแม้แต่อัตราการอยู่รอดได้

5.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำในระบบ

โดยปกติถ้าการจัดการและดูแลระบบเป็นไปอย่างถูกต้องการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลในระบบในปริมาณมากๆ เกือบจะไม่ต้องมีแต่จะยังคงมีการนำน้ำเข้ามาในระบบซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการนำน้ำจืด น้ำทะเล หรือน้ำทะเลความเค็มสูงเข้ามาในระบบ โดยมีอยู่บ่อยครั้งที่น้ำทะเลในระบบเมื่อมีการหมุนเวียนได้สักระยะหนึ่งความเค็มในระบบจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากการระเหยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำน้ำจืดเข้ามาเพิ่มในระบบ นอกจากนี้เมื่อมีการดูดตะกอนและทำความสะอาดบ่อเลี้ยงและรางน้ำต่างๆ ในระบบไปสักระยะหนึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียของน้ำในระบบขึ้นจึงมีการต้องเติมน้ำใหม่เข้ามาในระบบ ในทุกกรณีน้ำที่นำเข้ามาจะต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนก่อน ประเด็นที่สำคัญของการนำน้ำเข้ามาเติมในระบบจะต้องเป็นไปในลักษณะค่อยเป็นค่อยไปทีละน้อยและไม่ควรเกิน 10% ของมวลน้ำในระบบต่อวันไม่ควรปล่อยน้ำใหม่ที่นำเข้ามาผ่านลงไปในระบบกรองชีวภาพโดยตรงและในอัตราไหลที่สูงกว่าอัตราไหลปกติ ในทางปฏิบัติที่ได้ก็คือเตรียมน้ำแล้วนำเข้ามาในบ่อเลี้ยงที่วางอยู่แล้วปล่อยให้น้ำไหลเข้าระบบตามอัตราไหลล้นปกติของแต่ละบ่อ ในกรณีของการนำน้ำจืดเข้าในระบบควรมีการคำนวณและติดตามความเค็มที่เปลี่ยนแปลงไม่ให้เปลี่ยนมากขึ้นหรือลดลงจากความเค็มเดิมมากกว่า 2 ส่วนในพันต่อวัน

ในกรณีของการเปลี่ยนน้ำใหม่ทั้งระบบหรือเมื่อเริ่มระบบการเลี้ยงใหม่ในระยะแรกควรมีช่วงระยะเวลาที่ปล่อยให้น้ำมีการหมุนเวียนในระบบก่อนนำหอยเข้าเลี้ยงเป็นเวลาประมาณ 2-3 วันเพื่อให้ประชากรของแบคทีเรียที่ใช้ออกาที่อาศัยอยู่ในระบบกรองชีวภาพเพิ่มจำนวนมากพอที่จะควบคุมคุณภาพน้ำในระบบได้เพื่อประสิทธิภาพของระบบกรองดังกล่าว

5.3 การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ

การเลี้ยงหอยเป่าฮือในระบบกึ่งปิดนี้ ผู้เลี้ยงสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการตาย ระยะเวลาในการเลี้ยงและสุขภาพของหอยเป่าฮือ เป็นต้น ดังนั้นการดูแลระบบโดยการติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในระบบถือได้ว่าเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ การที่ผู้เลี้ยงสามารถควบคุมปัจจัยต่างๆ นี้ได้ที่จะทำการเลี้ยงหอยเป่าฮือเป็นไปได้ตามเป้าหมายที่วางไว้

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทุกชนิด ทั้งนี้เพราะสัตว์น้ำส่วนใหญ่ต้องอาศัยอยู่ในน้ำตลอดช่วงระยะเวลาการเลี้ยง น้ำที่มีคุณภาพดีเท่านั้นจึงจะสามารถเลี้ยงสัตว์น้ำให้มีการเจริญเติบโตและมีสุขภาพที่ดีได้ ทั้งนี้เนื่องจากน้ำจะทำหน้าที่เป็นเสมือนบ้านโดยเป็นตัวกลางให้สัตว์น้ำได้อยู่อาศัย ดำรงชีพ หายใจ กินอาหาร สืบพันธุ์และขับถ่าย เป็นต้น ผู้ประกอบการที่จะสามารถประสบความสำเร็จในกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ จึงจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจทางด้านคุณภาพน้ำในบ่อและบริเวณที่เพาะเลี้ยงเป็นอย่างดี ในการเลี้ยงหอยเป่าฮือก็เช่นเดียวกัน ถ้าสภาพของน้ำที่ไม่ดี อาจทำให้อัตราการเจริญเติบโตต่ำ อัตราการตายสูง หอยเกิดความเครียดและอาจตายในที่สุด ดังนั้นการควบคุมคุณภาพน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของหอยเป่าฮือจะสามารถทำให้ได้ผลผลิตตามที่ได้คาดการณ์ไว้