



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อพันธุ์พื้นเมืองส่วนที่ 1”
ส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮื้อโดยวิธีการคัด
เลือกเพื่อการผสมพันธุ์

องศาสตราจารย์ ดร. เติมศักดิ์ จารยะพันธุ์และคณะ

มิถุนายน 2546



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮือพันธุ์พื้นเมืองส่วนที่ 1”
ส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือโดยวิธีการคัด
เลือกเพื่อการผสมพันธุ์

โดยรองศาสตราจารย์ ดร. เพลิมศักดิ์ จารยะพันธุ์และคณะ
มิถุนายน 2546

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮื้อพันธุ์พื้นเมืองส่วนที่ 1”
ส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮื้อโดยวิธีการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์

คณะผู้วิจัย

สังกัด

รองศาสตราจารย์ ดร. เผด็จศักดิ์ จารยะพันธุ์
นางสาวสุภลักษณ์ ธีรวิชย์
นายทวี หมัดอะด้า
นายสุนทร เทพมูล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ และ
สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครือข่ายวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมพืชและสัตว์น้ำ

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

บทสรุปผู้บริหาร	4
Executive Summary	5
1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	6
2. วัตถุประสงค์ของโครงการ	8
3. วิธีดำเนินงาน	8
4. ผลการดำเนินงาน	10
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	16
ภาคผนวก	
รายงานการเงิน	

บทสรุปผู้บริหาร

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือไทยชนิด *Haliotis asinina* ในงานวิจัยเรื่องโปรแกรมคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ได้เริ่มขึ้นจากการสร้างประชากรพื้นฐานด้วยประชากรหอยเป่าฮือจากธรรมชาติขึ้นในปี พ.ศ. 2543 โดยใช้ข้อมูลด้านพันธุศาสตร์ประชากรของหอยเป่าฮือที่พบในน่านน้ำของประเทศไทยเป็นเกณฑ์ประกอบการพิจารณาแหล่งที่มาของพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในโปรแกรมหอยเป่าฮือรุ่น F_1 ได้ถูกผลิตขึ้นเพื่อใช้ประเมินผลตอบสนองต่อการคัดพันธุ์สำหรับอัตราการเติบโตในปี พ.ศ. 2545 ค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ (h^2) สำหรับอัตราการเติบโตที่อายุ 9, 11 และ 13 เดือน (หอยขนาดคอกเทล) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.41 นำค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้มาทำนายเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมีค่าอยู่ระหว่าง 16.8 ถึง 28.1% ต่อการคัดพันธุ์หนึ่งรุ่น ซึ่งแสดงถึงความเป็นไปได้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือชนิดนี้โดยโปรแกรมคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ด้วยวิธีการคัดพันธุ์ และเป็นที่คาดหวังต่อไปอีกว่าการนำเอาวิธีการทางพันธุศาสตร์พื้นฐานและอนุพันธุศาสตร์มาผสมผสานกันอย่างเหมาะสมเพื่อใช้ในโปรแกรมคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์จะเป็นผลสำเร็จที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือไทยชนิด *H. asinina* ในอนาคตอันใกล้ นอกจากนี้งานวิจัยและพัฒนาทางด้าน ระบบการเพาะเลี้ยง โภชนาการ โรค การแปรรูป และการจัดการฟาร์ม ฯลฯ ยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องค้นคว้าต่อไปเพื่อประกันความยั่งยืนของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตัวใหม่ที่มีศักยภาพของประเทศไทย

Executive Summary

To increase production efficiency of *Haliotis asinina* in Thailand, a research on selective breeding program was conducted. Results obtained from studies on population genetics of abalone population founded in Thai waters were considered and used as guideline for based population production in 2000. Response to selection method was used to investigate a possibility on applying selection technique in this species. In 2001, the F_1 generation was produced and responses to selection for the growth rate were estimated in 2002. Realized heritabilities (h^2) for the growth rate at 9, 11, and 13 months old (market size for cocktail) were ranged from 0.36 to 0.41. The predicted percentage of weight gain per generation was then calculated with the value range from 16.8 to 28.1 %. These demonstrate the potential of selective breeding programs in *H. asinina*. It is expected further that combinations among classical and molecular genetics in the selective breeding program of *H. asinina* will significantly increase production efficiency of *H. asinina* in the near future. In addition, more research and development works in the areas such as culture system, nutrition, disease, abalone processing and farm management etc., are recommended to ensure sustainability of this promising new candidate species for aquaculture in this country.

1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

หอยเป่าชื่อ หรือที่เรียกในภาษาอังกฤษว่า อา-บะ-โล-นี (Abalone) เป็นหอยทะเลฝาเดียวที่รู้จักและเป็นที่นิยมบริโภคในหมู่ชนชาวเอเชียมาเป็นเวลานานโดยจัดเป็นสินค้าที่มีราคาอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงสามารถนำไปประกอบอาหารที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานทั้งในขนาดค็อกเทล* (cocktail size) ได้แก่ที่ขนาดน้ำหนักตัวโดยรวมระหว่าง 30-50 กรัม และขนาดสเต็ก** (steak size) ได้แก่ที่ขนาดน้ำหนักตัวโดยรวมมีค่าระหว่าง 80-120 กรัม ในขณะที่ผลผลิตหอยเป่าชื่อรวมของโลกที่ได้จากการจับมีแนวโน้มที่ลดลงประมาณ 30% ในช่วงระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา ผลผลิตหอยเป่าชื่อรวมของโลกที่ได้จากการเพาะเลี้ยงกลับมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นถึง 600% ในช่วงเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ที่คาดกันว่าอุปสงค์ของหอยเป่าชื่อขนาดสเต็กจะยังสูงกว่าอุปทานอยู่อีกประมาณ 5,000 ตันในปี ค.ศ. 2004 (รูปที่ 1.1) (Gordon and Cook, 2000) เป็นเหตุให้ผลผลิตและธุรกิจ การเพาะเลี้ยงหอยเป่าชื่อเริ่มได้รับความนิยมและมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

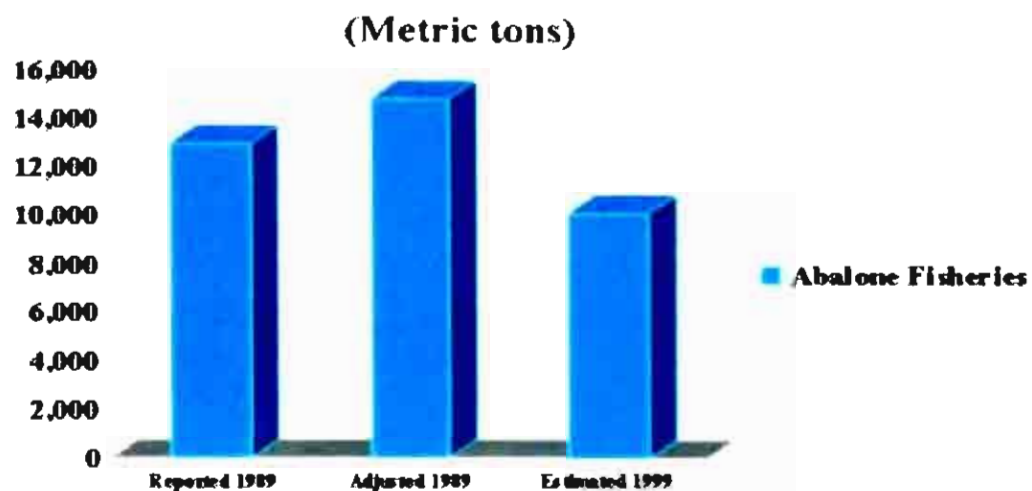
สำหรับประเทศไทย พบว่ามีหอยเป่าชื่อที่อาศัยในน่านน้ำไทยอยู่ 3 ชนิดได้แก่ *Haliotis asinina*, *H. ovina*, และ *H. varia* โดยหอยเป่าชื่อชนิด *H. asinina* เป็นชนิดที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาให้เกิดระบบการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์แบบครบวงจรได้ (Jarayabhand and Paphavasit, 1996) ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการพัฒนาสู่วัยเจริญพันธุ์และควบคุมให้มีการเจริญพันธุ์ได้ตลอดปีในระบบเลี้ยง อนึ่ง เป็นที่น่าสังเกตว่าแม้หอยเป่าชื่อชนิดนี้จะได้รับการยอมรับว่าเป็นหอยเป่าชื่อที่มีอัตราการเติบโตที่สูงที่สุดในบรรดาหอยเป่าชื่อที่มีการเพาะเลี้ยงกันอยู่ในปัจจุบันแต่ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตเพื่อให้ได้ขนาดตลาดก็ยังคงอยู่ระหว่าง 12-24 เดือนจากขนาดเริ่มเลี้ยงที่ความยาวเปลือก 20 มม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดตลาดที่ต้องการผลิตซึ่งก็ถือว่ายังเป็นระยะเวลาที่ค่อนข้างนานและเป็นส่วนของต้นทุนการผลิตที่สำคัญ ดังนั้นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตที่มุ่งเน้นไปที่การลดระยะเวลาการผลิตซึ่งก็หมายถึงการเพิ่มอัตราการเติบโตของหอยเป่าชื่อถ้าสามารถทำได้ก็จะมีส่วนสำคัญในการลดต้นทุนการผลิตเพื่อการคงไว้ซึ่งความสามารถในการแข่งขันของธุรกิจนี้ในตลาดโลกซึ่งเป็นที่คาดการณ์ว่าจะมีการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นอย่างแน่นอนในอนาคต

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าชื่อสามารถทำได้หลายด้านด้วยกัน อย่างไรก็ตามวิธีหนึ่งที่ได้ผลและยังเป็นวิธีที่ให้ผลแบบสะสมไปได้เรื่อย ๆ นั่นก็คือการปรับปรุงหรือพัฒนาด้านพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่เป็นที่ต้องการซึ่งในที่นี้ก็ได้แก่อัตราการเติบโต อย่างไรก็ตามการหาวิธีในการปรับปรุงพันธุ์ที่เหมาะสมในสิ่งมีชีวิตใด ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการผลิตไม่ว่าจะเป็นในขั้นการผลิตลูกพันธุ์ การเลี้ยงให้ไปสู่ขนาดตลาดและการควบคุมระยะต่าง ๆ ที่สำคัญในวงจรชีวิตจำเป็นที่จะต้องมีความแน่นอนในระดับหนึ่ง ซึ่งในกรณีของหอยเป่าชื่อในปัจจุบันผลที่ได้รับจากโครงการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าชื่อเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ และ โครงการพัฒนาการผลิตหอยเป่าชื่อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก (เผด็จศักดิ์ จารยะพันธุ์ 2546 ก ข) อยู่ในเกณฑ์ที่ได้ผลและมีประสิทธิภาพในระดับหนึ่งจึงทำให้มีความพร้อมที่จะดำเนินการทดลองทางด้านการปรับปรุงพันธุ์หรือที่เรียกว่าโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ที่เหมาะสมได้

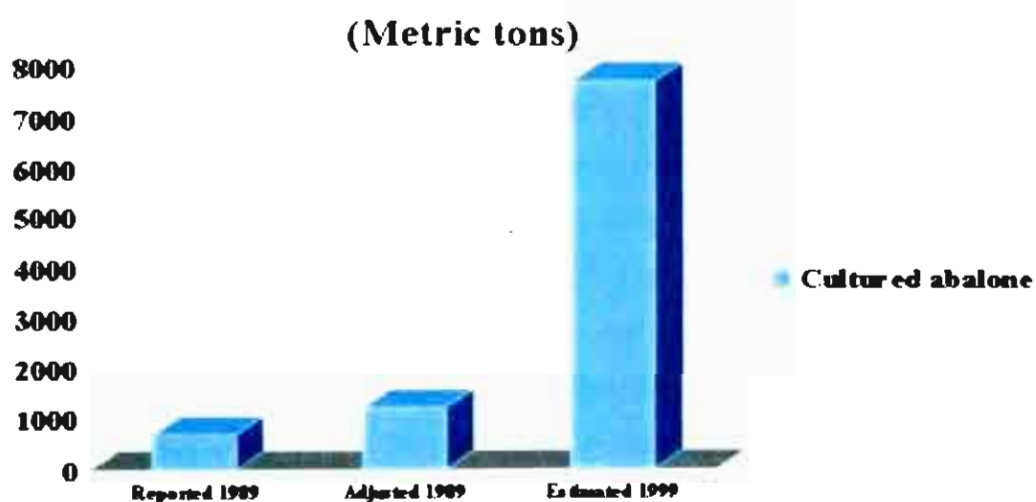
ขนาดค็อกเทล (cocktail size) หมายถึง หอยที่มีน้ำหนักตัวโดยรวมอยู่ระหว่าง 30-50 กรัม

ขนาดสเต็ก (steak size) หมายถึง หอยที่มีน้ำหนักตัวโดยรวมอยู่ระหว่าง 80-120 กรัม

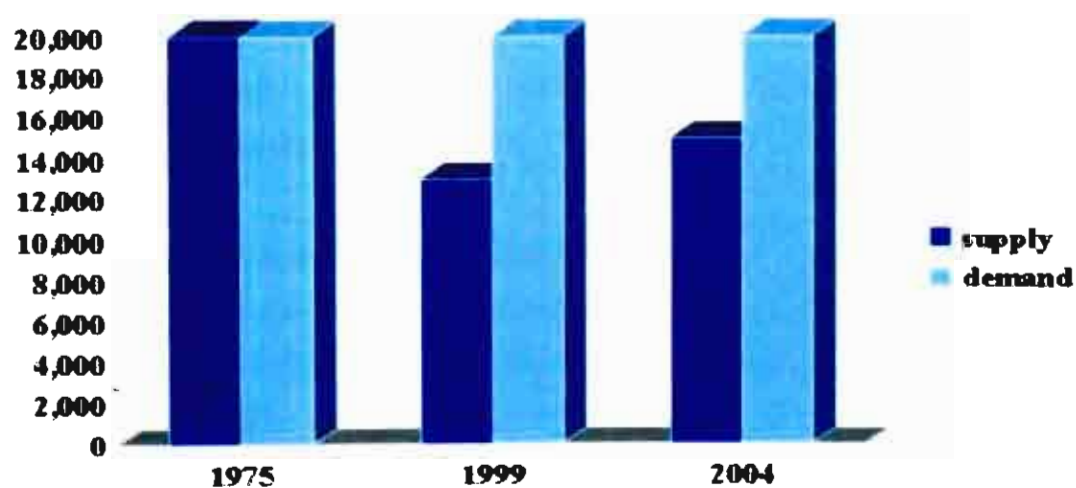
a)



b)



c)



รูปที่ 1.1 แสดงผลผลิตหอยเป๋าฮื้อโลกจากการประมงโดยการจับ (a) การประมงโดยการเพาะเลี้ยง (b) และค่าประมาณการปริมาณความต้องการหอยเป๋าฮื้อของโลกเทียบกับกำลังผลิต (c) (Gordon and Cook, 2000)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือโดยโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ (Selective Breeding Program; SBP)

3. วิธีการดำเนินงาน

สำหรับการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังรายละเอียดและจุดมุ่งหมายในการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 การผลิตประชากรพื้นฐาน (Production of based population)

เป็นการผลิตประชากรพื้นฐานของหอยเป่าฮือโดยทำการผลิตลูกพันธุ์หอยเป่าฮือจากพ่อแม่พันธุ์ที่เก็บจากธรรมชาติบริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง โดยการกระตุ้นให้เกิดการวางไข่และปล่อยน้ำเชื้อแบบรวม (mass spawning) พ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์แต่ละครั้งมีจำนวนอยู่ระหว่าง 20-30 ตัวต่อชุด ทั้งนี้เพื่อให้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมที่สูงในประชากรพื้นฐาน โดยทำการผลิตทั้งสิ้นเป็นจำนวน 3 ชุดด้วยกัน ได้แก่ ประชากรพื้นฐานชุดที่ 1 ผลิตเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2543 (BP0243) ประชากรพื้นฐานชุดที่ 2 ผลิตเมื่อเดือนมีนาคม 2543 (BP0343) และประชากรพื้นฐานชุดที่ 3 ผลิตเมื่อเดือนเมษายน 2543 (BP0443) เมื่อทั้งสามกลุ่มมีขนาดความยาวเปลือกประมาณ 20-25 มม. จึงทำการติดเบอร์เพื่อเป็นข้อมูลรายตัวสำหรับใช้ติดตามอัตราการเติบโตและเป็นข้อมูลประกอบสำหรับการคัดพันธุ์ต่อไป จากนั้นนำลงเลี้ยงในบ่อเลี้ยงจริงของระบบการทำฟาร์มบนบกในระบบน้ำหมุนเวียนแบบกึ่งปิดที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ติดตามอัตราการเติบโตและการเจริญพันธุ์ เมื่อมีการเจริญพันธุ์เป็นพ่อแม่พันธุ์จึงนำประชากรพื้นฐานดังกล่าวไปเลี้ยงต่อเพื่อรอการเพาะที่สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง ซึ่งเป็นที่ตั้งของโครงการผลิตลูกพันธุ์เพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ต่อไป

ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อความน่าเชื่อถือของผลที่ได้จะใช้เฉพาะประชากรพื้นฐานชุดที่ 3 (BP0443) ในการผลิต F_1 สำหรับการทดลองเท่านั้น

3.2 การผลิตชุดคัดพันธุ์เพื่อหาค่าอัตราพันธุกรรม

สำหรับชุดคัดพันธุ์รุ่น F_1 ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการหาค่าอัตราพันธุกรรมนั้นได้แบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยวิธีหาค่าอัตราพันธุกรรมที่เลือกใช้จะเป็นโดยวิธีการหาค่าตอบสนองต่อการคัดพันธุ์ (response to selection) ซึ่งค่าที่ได้เรียกว่าค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ (realized heritability; h^2) สาเหตุที่เลือกวิธีนี้เพราะจัดได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมและสามารถปรับแต่งเพื่อให้ดำเนินการร่วมกับระบบการผลิตลูกพันธุ์ที่ดำเนินการอยู่จริงได้ นอกจากนี้แล้วการหาค่าอัตราพันธุกรรมโดยวิธีดังกล่าวยังจะได้ประชากร F_1 ที่ผ่านการคัดพันธุ์แล้วไว้ใช้ต่อได้อีกด้วย การดำเนินการในขั้นนี้ได้แบ่งการผลิตชุดคัดพันธุ์ออกเป็นสองชุดได้แก่

3.2.1 ชุดที่ 1 ทำการผลิตเมื่อเดือนสิงหาคม 2544 (BP0443F,0844) โดยแบ่งพ่อแม่พันธุ์ในกลุ่มประชากรพื้นฐานเพื่อผลิต F_1 ออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่กลุ่มโตเร็ว (ประมาณ 10% ขนาดใหญ่) โตปานกลาง (10% ขนาดปานกลาง) และกลุ่มโตช้า (15% ขนาดเล็ก)

3.2.2 ชุดที่ 2 ทำการผลิตเมื่อเดือนธันวาคม 2544 (BP0443F,1244) โดยคัดพันธุ์เฉพาะ 2 กลุ่มได้แก่กลุ่มโตเร็ว (10% ขนาดใหญ่) และกลุ่มโตปานกลาง (10% ขนาดกลาง)

3.3 การติดตามอัตราการเติบโตเพื่อประเมินค่าอัตราพันธุกรรม

หอยเป่าสีในรุ่น F₁ ที่ผลิตได้แต่ละชุดจะทำการเลี้ยงแยกกลุ่มจนมีขนาดความยาวเปลือกประมาณ 15-20 มม. จึงทำการติดเบอร์รายตัวแล้วนำกลับไปเลี้ยงรวมกันให้ได้ขนาดออกเทลงในระบบผลิตจริงภายใต้โครงการพัฒนาการผลิตหอยเป่าสีเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบกที่สถานีวิจัย ฯ อ่างศิลา โดยแต่ละชุดมี 3 ซ้ำทำการติดตามอัตราการเติบโตด้วยการชั่งน้ำหนักตัวโดยรวมของแต่ละตัวเป็นระยะ ๆ จนเริ่มมีส่วนที่โตได้ถึงขนาดออกเท ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 9-13 เดือน นำค่าอัตราการเติบโตที่ได้มาคำนวณหาอัตราพันธุกรรมประจักษ์ของอัตราการเติบโตของทั้งสองชุด

4. ผลการดำเนินงาน

เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจการนำเสนอจะได้แบ่งผลการดำเนินงานออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

4.1 ประชากรพื้นฐาน (BP0443) จำนวนประชากรพื้นฐานในรุ่นที่ผลิตและคัดเบอร์เพื่อติดตามอัตราการเติบโตโดยเริ่มจากหอยที่มีขนาดความยาวเปลือกและน้ำหนักตัวโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ± 0.492 ซม. และ 10.8 ± 4.512 กรัม ตามลำดับ เป็นจำนวนทั้งสิ้น 555 ตัว การเติบโตและจำนวนที่เหลือที่อายุต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของน้ำหนักตัวโดยรวมของประชากรพื้นฐาน BP0443 ที่อายุต่างๆ

อายุ (เดือน)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ฐาน (กรัม)	จำนวน	หมายเหตุ
13	7.48 ± 3.27	555	เริ่มคัดเบอร์รายตัว
16	10.86 ± 4.50	550	ใช้เป็นเกณฑ์สร้าง F, ชุดที่ 1
17	15.62 ± 6.96	431	
19	15.31 ± 7.16	378	ใช้เป็นเกณฑ์สร้าง F, ชุดที่ 2
21	17.31 ± 7.48	333	

เมื่อประชากรพื้นฐานมีอายุได้ 16 เดือนนำมาคัดขนาดออกเป็น 3 กลุ่มอันได้แก่ กลุ่มโตเร็ว (F), กลุ่มโตปานกลาง (M), และกลุ่มโตช้า (S) ในชุดที่ 1 โดยพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้มีค่าเฉลี่ยของขนาดในแต่ละกลุ่ม และคะแนนมาตรฐานของการคัดเลือก (standard selection score) ที่ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.2 สำหรับชุดที่ 2 เมื่อพ่อแม่พันธุ์มีอายุได้ 19 เดือน ซึ่งจะมีขนาดความยาวเปลือกและน้ำหนักตัวโดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.89 ± 0.562 ซม. และ 15.3 ± 7.16 กรัม ตามลำดับ ในชุดที่ 2 นี้มีจำนวนพ่อแม่พันธุ์ทั้งสิ้น 378 ตัวโดยในชุดที่ 2 นี้จะแบ่งออกเป็นเพียง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มโตเร็ว (F) และกลุ่มโตปานกลาง (M)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของน้ำหนักตัวโดยรวมและค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานของการคัดเลือก (Standard selection score) ที่ใช้ในการเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิต F₁ กลุ่มโตเร็ว (F) กลุ่มโตปานกลาง (M) และ กลุ่มโตช้า (S) สำหรับชุดที่ 1 ที่อายุ 16 เดือน และ กลุ่มโตเร็ว (F) และ กลุ่มโตปานกลาง (M) สำหรับชุดที่ 2 ที่อายุ 19 เดือน

ชุดที่	กลุ่ม	น้ำหนักตัวโดยรวม (กรัม) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าคะแนนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน
1	F	18.60 $\pm$ 2.91	1.72 $\pm$ 0.65	51
	M	9.66 $\pm$ 1.19	-0.27 $\pm$ 0.26	41
	S	5.07 $\pm$ 1.23	-1.29 $\pm$ 0.27	48
2	F	27.50 $\pm$ 5.60	1.70 $\pm$ 0.78	47
	M	14.35 $\pm$ 2.22	-0.13 $\pm$ 0.31	37

4.2 ชุดกักพันธุ์ F₁ ตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยในรูปน้ำหนักตัวโดยรวมของหอยเป่าฮื้อชุด F₁ กลุ่มต่างๆ ที่ถูกคัดเลือก ของชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวโดยรวมของหอยรุ่น F₁ กลุ่มต่างๆ ของแต่ละชั่วที่ผลิตในชุดที่ 1 (BP0443F₁0844) เมื่อมีอายุได้ 11 และ 13 เดือน

ชั้นที่	กลุ่ม	น้ำหนักตัวโดยรวม (กรัม) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน	หมายเหตุ
อายุ 11 เดือน				
1	F	5.88 $\pm$ 2.21	47	ชั้นนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ผลจากกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยกลุ่ม F แตกต่างจากกลุ่ม M และ S ในขณะที่กลุ่ม M และ S ไม่แตกต่างกัน
	M	4.55 $\pm$ 1.82	55	
	S	4.03 $\pm$ 1.60	27	
2	F	6.44 $\pm$ 2.50	55	
	M	4.70 $\pm$ 1.87	59	
	S	4.58 $\pm$ 1.70	30	
3	F	6.61 $\pm$ 2.39	52	
	M	4.69 $\pm$ 2.07	49	
	S	5.25 $\pm$ 2.14	24	
อายุ 13 เดือน				
1	F	9.27 $\pm$ 3.02	22	ชั้นนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ผลจากกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยกลุ่ม F แตกต่างจากกลุ่ม M และ S ในขณะ ที่กลุ่ม M และ S ไม่แตกต่างกัน
	M	7.18 $\pm$ 2.00	27	
	S	6.75 $\pm$ 3.06	10	
2	F	10.20 $\pm$ 4.04	9	
	M	7.12 $\pm$ 1.17	10	
	S	6.27 $\pm$ 3.23	3	
3	F	11.62 $\pm$ 4.86	25	
	M	7.76 $\pm$ 3.22	20	
	S	8.31 $\pm$ 3.28	8	

โดยในกรณีของชุดที่ 1 จากการทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มที่ถูกคัดเลือกพบว่าหอยในกลุ่มโตเร็วจะมีน้ำหนักตัวโดยรวมที่สูงกว่าหอยในกลุ่มโตปานกลางและกลุ่มโตช้าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในขณะที่หอยกลุ่มโตปานกลางและกลุ่มโตช้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจะเป็นเช่นนี้ทั้งที่อายุ 11 และ 13 เดือนในขณะที่ชั่วนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวโดยรวมของหอยรุ่น F_1 กลุ่มต่างๆ ของแต่ละชั่วที่ผลิตในชุดที่ 2 (BP0443F₁1244) เมื่อมีอายุได้ 9 เดือน และ 11 เดือน

ข้อที่	กลุ่ม	น้ำหนักตัวโดยรวม (กรัม) ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน	หมายเหตุ
อายุ 9 เดือน				
1	F	1.79 ± 0.93	51	ข้อนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ผลจากกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
	M	1.04 ± 0.56	36	
2	F	2.11 ± 2.02	46	
	M	1.18 ± 0.72	39	
3	F	1.93 ± 1.00	48	
	M	1.07 ± 0.59	39	
อายุ 11 เดือน				
1	F	5.96 ± 3.08	21	ข้อนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่ผลจากกลุ่มมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
	M	3.13 ± 1.33	8	
2	F	7.11 ± 3.51	20	
	M	6.11 ± 2.75	10	
3	F	7.87 ± 4.21	23	
	M	4.70 ± 2.53	8	

สำหรับตารางที่ 4.5 และ 4.6 เป็นค่าคะแนนมาตรฐานของการตอบสนอง (standard response score) ที่มีต่อการคัดเลือกสำหรับ F_1 ที่คำนวณได้จากการทดลองในชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักตัวโดยรวมและค่าเฉลี่ยของคะแนนมาตรฐานของการตอบสนองต่อการคัดเลือก (Standard response to selection score) ที่ใช้ในการเลือกพ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิต F₁ กลุ่มโตเร็ว (F) กลุ่มโตปานกลาง (M) และ กลุ่มโตช้า (S) สำหรับชุดที่ 1 ที่อายุ 11 และ 13 เดือน และ กลุ่มโตเร็ว (F) และ กลุ่มโตปานกลาง (M) สำหรับชุดที่ 2 ที่อายุ 9 และ 11 เดือน

ชุดที่	กลุ่ม	น้ำหนักตัวโดยรวม (กรัม) ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าคะแนนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	จำนวน
1	อายุ 11 เดือน			
	F	6.33 $\pm$ 2.38	0.46 $\pm$ 1.06	154
	M	4.65 $\pm$ 1.91	-0.28 $\pm$ 0.86	163
	S	4.60 $\pm$ 1.85	-0.31 $\pm$ 0.81	81
	อายุ 13 เดือน			
	F	10.47 $\pm$ 4.16	0.48 $\pm$ 1.12	56
	M	7.37 $\pm$ 2.38	-0.34 $\pm$ 0.67	57
	S	7.28 $\pm$ 3.12	-0.37 $\pm$ 0.84	21
2	อายุ 9 เดือน			
	F	1.94 $\pm$ 1.39	0.31 $\pm$ 1.16	145
	M	1.10 $\pm$ 0.63	-0.39 $\pm$ 0.52	115
	อายุ 11 เดือน			
	F	7.00 $\pm$ 3.68	0.188 $\pm$ 1.036	64
	M	4.76 $\pm$ 2.57	-0.463 $\pm$ 0.681	26

4.3 อัตราพันธุกรรมประจักษ์ ตารางที่ 4.6 แสดงค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ที่ตอบสนองต่อการคัดพันธุ์ในชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับและคะแนนมาตรฐานของการตอบสนอง (standard response score)

ตารางที่ 4.6 ค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ของอัตราการเติบโตโดยน้ำหนักตัวของหอยเป่าฮือชุดที่ 1 (คัดทางบวก, คัดทางลบ ค่ารวม) ที่อายุ 11 และ 13 เดือน และชุดที่ 2 ที่อายุ 9 และ 11 เดือน

ชุดที่	อายุ (เดือน)	ประเภทการคัด	ค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์
1	11	ทางบวก	0.372
		ทางลบ	-0.023
		รวม	0.254
	13	ทางบวก	0.410
		ทางลบ	-0.037
		รวม	0.284
2	9	ทางบวก	0.386
	11	ทางบวก	0.356

4.4 การทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์ต่อรุ่น (percent gain per generation)

ตารางที่ 4.7 เป็นการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ตอบสนองต่อการคัดเลือกที่ระดับต่าง ๆ กันได้แก่ 20 15 และ 10% ตามลำดับ โดยใช้ค่าอัตราพันธุกรรมที่ 3 ระดับ ได้แก่ 0.3 0.35 และ 0.4 โดยค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation; CV) ของน้ำหนักตัวโดยรวมมีค่าอยู่ที่ 40%

ตารางที่ 4.7 ค่าเปอร์เซ็นต์ตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์ต่อรุ่น (percent gain per generation) ที่คิดหาไว้ได้
ที่ค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่างๆ กัน

ความเข้มข้นการคัดเลือก (selection intensity)	% การคัดเลือกไว้ (% cull)	ค่าอัตราพันธุกรรม			หมายเหตุ
		0.30	0.35	0.40	
1.400	20	16.8	19.6	22.4	ค่า CV ของน้ำหนักตัวโดยรวมที่ใช้อยู่ที่ 40%
1.554	15	18.6	21.8	24.9	
1.755	10	21.1	24.6	28.1	

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ดังที่ทราบแล้วว่าวัตถุประสงค์ของการดำเนินการวิจัยในโครงการนี้มุ่งเน้นเพื่อที่จะให้ได้วิธีการที่เหมาะสมในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือโดยโปรแกรมคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ (Selective Breeding Program; SBP) สำหรับหอยเป่าฮือไทยชนิด *H. asinina* ที่ผลิตได้จากการเพาะเลี้ยง การวิจัยจึงได้มุ่งไปที่การคำนวณค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) ของลักษณะที่มีความสำคัญกับประสิทธิภาพการผลิตของหอยเป่าฮือซึ่งในที่นี้ได้แก่ อัตราการเติบโต (growth rate) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววิธีการคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมนั้นทำได้หลายวิธี (Falconer, 1989 Tave, 1992 และ เฟดิมสคักด์ จารยะพันธุ์ พ.ศ. 2539) แต่เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในหลาย ๆ ประการดังที่ได้ชี้แจงไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.2 การศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกเอาวิธีการหาค่าอัตราพันธุกรรมโดยคำนวณจากผลการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์ (response to selection) อัตราพันธุกรรมที่ได้จากการคำนวณโดยวิธีนี้มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งที่เหมาะสมกว่าว่า อัตราพันธุกรรมประจักษ์ (realized heritability) โดยการดำเนินงานจะเริ่มจากการสร้างประชากรพื้นฐาน (base population) จากนั้นจึงทำการคัดเลือกโดยการผลิตรุ่น F_1 ซึ่งเป็นการคัดเลือกกลุ่มต่าง ๆ ตามอัตราการเติบโตที่ได้ในระบบการผลิตจริง ประเด็นที่สำคัญจึงอยู่ที่ว่าค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ที่คำนวณได้จะมีค่าสูงพอที่จะทำการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์ (selection) ได้หรือไม่หรือจะต้องเริ่มโดยการทำลูกผสม (hybridization) จากค่าอัตราพันธุกรรมที่ประเมินได้ในลักษณะการคัดเลือกพันธุ์ในทางบวกมีค่าอยู่ระหว่าง 0.356-0.401 สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมในทางลบมีค่าน้อยและไม่แตกต่างไปจาก 0 (-0.037 ถึง -0.023) แสดงให้เห็นถึงความไม่สมมูล (asymmetry) ของการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์ซึ่งอาจจะมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากอัตราการรอดตายที่ต่างกันระหว่างหอยในแต่ละกลุ่มโดยเฉพาะหอยที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการรอดตายเฉลี่ยที่ต่ำกว่าหอยที่มีขนาดใหญ่หรือที่มีอัตราการเติบโตที่สูง โดยปกติแล้วสำหรับการคัดเลือกพันธุ์ในสัตว์น้ำค่าอัตราพันธุกรรมมากกว่า 0.25 ขึ้นไปถือว่าสูงพอสำหรับการใช้วิธีการคัดเลือกพันธุ์ในโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ (Tave, 1992) ได้โดยการผสมพันธุ์สามารถใช้การผสมรวม (mass spawn) โดยการเพาะแยกระหว่างกลุ่มเพศผู้และเพศเมียออกจากกันโดยใช้กลุ่มโคปานกลางเป็นกลุ่มควบคุมโดยสามารถดำเนินการควบคุมไปกับระบบการผลิตลูกพันธุ์จริงได้ โดยเพิ่มการติดเบอร์รายตัวเข้ามาเป็นเทคนิคเสริม จากการคำนวณเพื่อทำนายเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อการคัดเลือกพันธุ์ต่อรุ่น (percent gain per generation) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 16.8-28.1 % (ตารางที่ 4.7) ค่าที่ได้แสดงว่าการประยุกต์ใช้โปรแกรมการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์โดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์ในหอยเป่าฮือชนิด *H. asinina* โดยใช้ประชากรพื้นฐานที่ได้ผลิตขึ้น สามารถเพิ่มผลผลิตในรูปของน้ำหนักรวมโดยเฉลี่ยได้ระหว่าง 16.8 ถึง 28.1% ต่อการคัดพันธุ์หนึ่งรุ่น ถ้ามีการจัดการที่ถูกต้อง ซึ่งก็นับว่าให้ผลลัพธ์ที่สำคัญและน่าพอใจสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือไทยโดยการใช้การคัดเลือกพันธุ์ได้ในอนาคตอันใกล้ นอกจากนี้แล้วจากการศึกษาครั้งนี้ยังได้ พ่อแม่พันธุ์ในกลุ่มประชากรพื้นฐาน (BP), F_1 และ F_2 ที่พร้อมสำหรับใช้ในการคัดเลือกพันธุ์รุ่นต่อไปได้ อันจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของหอยเป่าฮือไทยให้มีความก้าวหน้าขึ้นเรื่อย ๆ อย่างต่อเนื่องแบบสะสม (cumulative effects) ได้อีกด้วย

ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของหอยเป่าฮือนั้น สามารถดำเนินการได้ทั้งในส่วนของการจัดการสิ่งแวดล้อม (environmental management) รอบตัวหอยและส่วนของการจัดการด้านพันธุกรรม (genetic management) ระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนานในการเลี้ยงหอยเป่าฮือชนิดนี้สู่ขนาดตลาดทำให้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนาในด้านต่างๆ เพื่อนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้แก่การวิจัยและพัฒนาด้าน

ระบบการเพาะเลี้ยง โภชนาการ โรค การแปรรูป และการจัดการฟาร์ม ฯลฯ นอกเหนือจากการวิจัยและพัฒนาที่มีการผสมผสานกันระหว่างวิธีการทางพันธุศาสตร์พื้นฐานด้านต่างๆ รวมทั้งเทคนิคทางพันธุศาสตร์ใหม่ๆ อาทิเช่น อนุพันธุศาสตร์เข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม สิ่งเหล่านี้ยังคงเป็นประเด็นโจทย์วิจัยที่มีความจำเป็นต้องค้นคว้าต่อไปทั้งนี้เพื่อเป็นการประกันความยั่งยืนและคงไว้ซึ่งความสามารถในการแข่งขันของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮือไทยซึ่งจัดเป็นสัตว์น้ำตัวใหม่ที่มีศักยภาพของประเทศไทยสู่ตลาดโลกได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำ สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึคนิคมิตเกาะสีชัง สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ และสถานีวิจัยสัตว์ทะเล อ่างศิลา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทดลองอย่างต่อเนื่องจนทำให้ การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนด้านเงินทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ภายใต้โครงการพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเป่าฮือพันธุ์พื้นเมือง ส่วนที่ 1 ใน ส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยเป่าฮือโดยวิธีการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ รหัสโครงการเลข ที่ PG2/015/2539

เอกสารอ้างอิง

- Falconer, D.S., 1989. Introduction to Quantitative Genetics. 3rd edition, Longman, New York, 340 pp.
- Gordon, H.R. and Cook, P.A. 2001. World abalone supply, market and pricing: historical, current and Future perspectives. J. Shellfish Res. 1 (2): 567-570.
- Jarayabhand , P. and Paphavasit, N. 1996. A review of the culture of tropical abalone with special Reference to Thailand. Aquaculture. 140: 159-168.
- Tave, D. 1993. Genetics for fish hatchery manager. 2nd ed. New York: AVI Publish 415 pp.
- เผด็จศึกดิ์ จารยะพันธุ์. 2539. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงหอยเป๋าฮื้อพันธุ์พื้นเมือง. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ
- เผด็จศึกดิ์ จารยะพันธุ์. 2546 ก. การผลิตลูกพันธุ์หอยเป๋าฮื้อเพื่อส่งเสริมฟาร์มเลี้ยงในเชิงพาณิชย์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ
- เผด็จศึกดิ์ จารยะพันธุ์. 2546 ข. การพัฒนาการผลิตหอยเป๋าฮื้อเชิงพาณิชย์ในระบบการทำฟาร์มบนบก. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). กรุงเทพฯ