รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเงินทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ 2538-2540

เรื่อง

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วท
วท 15
009660

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการอนุมัติการสนับสนุนจากคณะกรรมการวิจัย ฝ่ายวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้เงินงบประมาณในหมวดเงินอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินปีงบประมาณ พ.ศ. 2538-2540 ซึ่งทางผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

การดำเนินงานโดยเฉพาะในส่วนของโรงเพาะเลี้ยงและการทดลองในภาคสนามได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากเจ้าหน้าที่ และนิสิตระดับปริญญาตรีและปริญญามหาบัณฑิตหลายท่านที่ทำงานวิจัยที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดชลบุรี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณสมาชิกทุกคนในครอบครัว "จารยะพันธุ์" ที่ให้โอกาส ความเข้าใจ การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 8 ก.ย. 2544

I18293384

ชื่อโครงการวิจัย การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871

บทคัดย่อ

ทำการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871 ด้วยวิธี sib analysis โดยทำการผลิตครอบครัวที่เป็น fullsib จำนวน 18 ครอบครัวจากโรงเพาะฟักโดยใช้เพศผู้ 6 ตัวเพศเมีย 18 ตัว หอยที่ผลิตได้ทำการเลี้ยงเพื่อคำนวณค่าอัตราพันธุกรรมเป็นระยะ ๆ จนมีอายุครบ 12 เดือนในระบบรางน้ำไหลที่มีน้ำทะเลธรรมชาติผสมกับสาหร่ายเซลเดียวหลายชนิด อาทิเช่น *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana*, และ *Tetraselmis sp.* ที่ผลิตแบบมหมวล ที่ระยะวัยอ่อนค่าอัตราพันธุกรรมดังกล่าวในรูปของความกว้างและความยาวเปลือกมีค่าเท่ากับ 0.43±0.30, และ 0.47±0.35 สำหรับค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยที่ระยะวัยรุ่นและระยะตัวเต็มวัยในรูปของความกว้างเปลือก ความยาวเปลือกและน้ำหนักที่ค่าเท่ากับ 0.38±0.18, 0.60±0.20, 0.21±0.10 ,และ 0.04±0.04, 0.22±0.04, 0.08 ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้อยู่ในช่วงเดียวกันกับที่ได้มีรายงานไว้แล้วในหอยนางรมของไทยอีกสองชนิดได้แก่ *Saccostrea cucullata* และ *C. lugubris* นอกจากนี้แล้วการศึกษาในครั้งนี้ยังแสดงให้เห็นว่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกอันได้แก่ ความกว้างเปลือก ความยาวเปลือกและน้ำหนักนั้นยังมีค่าสูงอีกด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดทำให้สามารถสรุปได้ว่าสำหรับ *C. belcheri* นั้น อัตราการเติบโตสามารถถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรมโดยมีความแปรผันทางพันธุกรรมมากพอที่จะใช้ได้ในโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์โดยสามารถใช้ความกว้างหรือความยาวเปลือกเป็นตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรมดังกล่าว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Project Title HERITABILITY ESTIMATION ON GROWTH RATE OF TAKROM OYSTER, *Crassostrea belcheri*, Sowerby 1871.

Name of the Investigator Associate Professor Dr. Padermsak Jarayabhand

Year 1997

Abstract

Heritabilites for growth rate of oyster, *Crassostrea belcheri* Sowerby 1871, were estimated by sib analysis. Eighteen fullsib families (6 males and 18 females) were hatchery produced and reared up to the age of 12 months in a raceway continuously supplied with raw seawater together with mass culture of microscopic algae i.e. *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis galbana*, and *Tetraselmis sp.* Estimated heritabilities for growth rate expressed as shell width, and shell length at larval stage (D-shaped) are 0.43±0.30, and 0.47±0.35. For juvenile (4 months old) and adult (12 months old) stages, the heritabilities expressed as shell width, shell length and whole weight are 0.38±0.18, 0.60±0.20, 0.21±0.10 ,and 0.04±0.04, 0.22±0.04, 0.08, respectively. The obtained heritabilities are in the same range as those has been reported in the other two species of Thai oyster, i.e. *Saccostrea cucullata*, and *C. lugubris*. It is also demonstrated that phenotypic correlations among shell width, shell length, and whole weight are high. From these results, it is concluded that growth rate in *C. belcheri* is heritable with a reasonable amount of genetic variation which can be exploited by a selective breeding program. In addition, either shell width or shell length is an appropriate parameter for such program.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	
ภาษาไทย	iii
ภาษาอังกฤษ	iv
รายการตารางประกอบ	vi
รายการภาพประกอบ	vii
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การสำรวจเอกสาร	5
บทที่ 3 วิธีวิจัย	6
บทที่ 4 ผลการวิจัย	11
บทที่ 5 การอภิปรายผล สรุป และ ข้อเสนอแนะ	15
เอกสารอ้างอิง	18
ภาคผนวก	21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ ดพ
วท 15
เลขทะเบียน 009660
วัน,เดือน,ปี 30 เม.ย. 42

รายการตารางประกอบ

		หน้า
ตารางที่ 1	ผลผลิตหอยนางรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2537	1
ตารางที่ 2	ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (C.V.) ของความกว้าง (WD) ความยาวเปลือก (LT) และน้ำหนัก (WT) ของหอยตะโกรมกรามขาวที่อายุ 4 เดือน และ 12 เดือน ตามลำดับ	11
ตารางที่ 3	ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกของค่าแต่ละคู่ของทุกคู่ที่เป็นไปได้ของ ความกว้าง เปลือก (WD) ความยาวเปลือก (LT) และน้ำหนัก (WT)	12
ตารางที่ 4	อัตรารอดของหอยตะโกรมกรามขาวที่อายุ 4 เดือนและ 12 เดือน	13
ตารางที่ 5	ค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามขาวระยะวัยอ่อน (D-shaped) และค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามขาววัยรุ่น (Juvenile stage) และตัวเต็มวัย (Adult stage)	14
ตารางที่ 6	ค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยนางรมชนิด *Saccostrea cucullata* และ *Crassostrea lugubris*	16

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการภาพประกอบ

		หน้า
รูปที่ 1	บริเวณที่ทำการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย	2
รูปที่ 2	หอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri*	3
รูปที่ 3	แผนภาพการผสมพันธุ์หอยตะโกรมเพื่อผลิต fullsib 18 ครอบครัว	7
รูปที่ 4	การผสมพันธุ์หอยตะโกรมเพื่อผลิต fullsib 18 ครอบครัว	7
รูปที่ 5	ถังพลาสติกก้นกรวยที่ใช้แยกเลี้ยงลูกหอยแต่ละ fullsib	8
รูปที่ 6	ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่ติดเบอร์รายตัว	9
รูปที่ 7	การเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวในระบบรางน้ำไหล	9

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

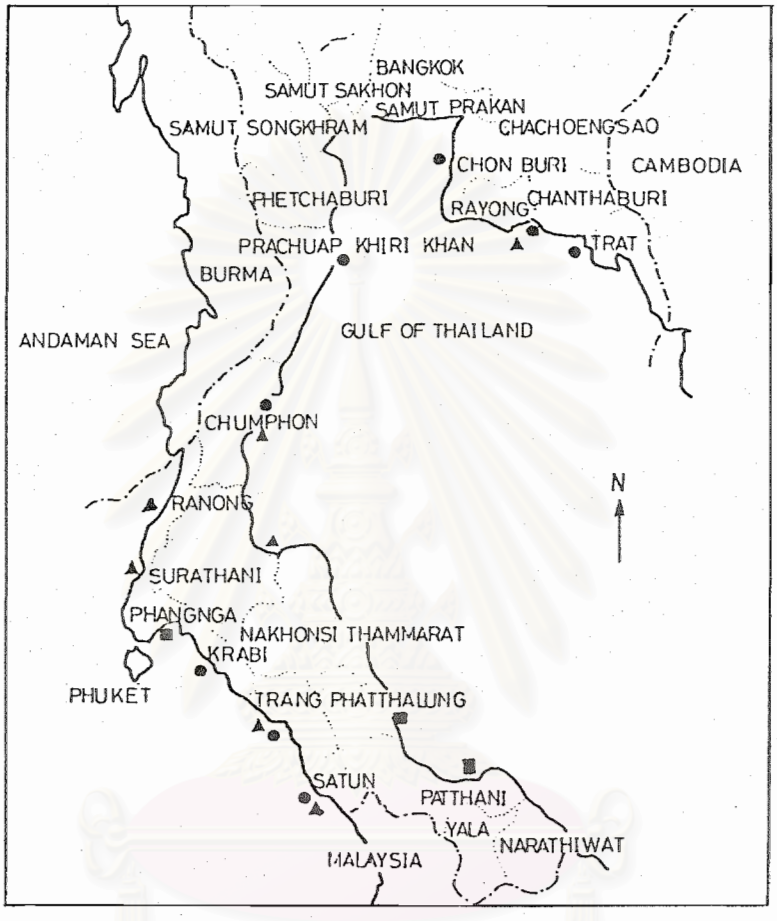
หอยนางรมจัดเป็นสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังประเภทหอยสองฝ่าที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื้อหอยนางรมจัดเป็นอาหารชั้นดีที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไปจนได้ชื่อว่าเป็นยอดอาหารจากท้องทะเล นอกจากนี้เปลือกของหอยนางรมก็ยังสามารถนำมาใช้ทำเป็นปูนขาวหรือทำเป็นอาหารเสริมสำหรับการเลี้ยงเป็ดและไก่รวมทั้งการนำมาใช้ในการก่อสร้างได้อีกด้วย

ประเทศไทยมีประวัติการเลี้ยงหอยนางรมมานานมากกว่า 50 ปี หอยนางรมที่เลี้ยงกันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ หอยนางรมปากจีบ *Saccostrea cucullata* หอยตะโกรมกรามดำ *Crassostrea lugubris* และหอยตะโกรมกรามขาว *C. belcheri* ได้มีการประมาณกันว่าผลผลิตโดยรวมของหอยนางรมของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2537 มีค่าเท่ากับ 19,274 เมตริกตัน (บรรจง เทียนส่งรัศมี, รอการตีพิมพ์) สำหรับผลผลิตของหอยนางรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2537 แสดงไว้ในตารางที่ 1 พื้นที่การเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยแสดงไว้ในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ผลผลิตหอยนางรมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-2537

ปี พ.ศ.	ผลผลิตหอยนางรม (ตัน)	พื้นที่ (ไร่)	มูลค่า (ล้านบาท)
2525	5,671	-	39.598
2526	5,322	-	38.689
2527	5,731	-	61.354
2528	5,241	-	53.135
2529	1,439	2,844	14.425
2530	2,532	4,902	23.947
2531	2,517	3,857	29.569
2532	2,798	4,237	22.497
2533	1,802	4,648	28.411
2534	3,311	4,800	49.291
2535	3,774	5,164	54
2536	17,811	7,022	576.4
2537	19,274	8,184	522.6

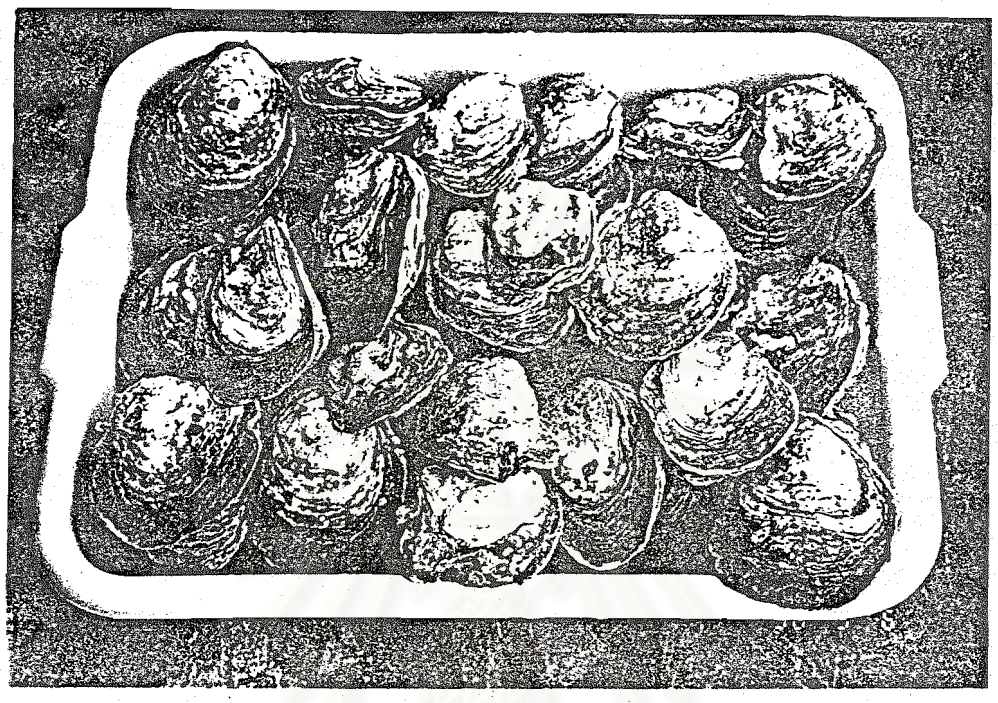
ที่มา : ดัดแปลงจากมณฑิรา ถาวรยุติการต์ (2537) และกลุ่มสถิติและสารสนเทศการประมง กรมประมง (2537)



รูปที่ 1 บริเวณที่ทำการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย (Jarayabhand and Thavornyutikarn, 1995)

- ● หอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*)
- ■ หอยตะโกรมกรามดำ (*Crassostrea lugubris*)
- ▲ หอยตะโกรมกรามขาว (*C. Belcheri*)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2 หอยตะโกรมกรามขาว *Crassostrea belcheri*

ในบรรดาหอยนางรมที่ทำการเลี้ยงกันอยู่ในปัจจุบันหอยตะโกรมกรามขาว (รูปที่ 2) จัดได้ว่าเป็นหอยนางรมที่มีราคาสูงที่สุด นิยมเลี้ยงกันมากทั้งทางภาคใต้ บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก บริเวณจังหวัดจันทบุรีและตราด หอยตะโกรมกรามขาวจัดเป็นหอยนางรมพันธุ์หนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย สำหรับสภาพการตลาดในปัจจุบันเป็นตลาดของผู้ขายทั้งนี้เนื่องจากปริมาณความต้องการของตลาดมีมากกว่าปริมาณการผลิต โดยราคาที่ขายกันตามภัตตาคารจะสูงถึง 30-40 บาทต่อตัว ประมาณกันว่า เฉพาะบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวอยู่เป็นจำนวน 450 ฟาร์ม ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7,500 ไร่ โดยในปี พ.ศ. 2539 มีผลผลิตหอยตะโกรมกรามขาวประมาณหกล้านตัว หรือคิดเป็นมูลค่าถึง 190 ล้านบาท (กฤตพล ยังวณิชเศรษฐ์, รอการตีพิมพ์)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นหอยนางรมชนิดใดก็ตามจะมีวิธีการเลี้ยงในลักษณะที่เลียนแบบธรรมชาติทั้งสิ้น โดยผู้ประกอบการจะนำวัสดุ (cultch) มาล่อให้ลูกหอยในธรรมชาติลงเกาะเป็นลูกหอยวัยเกล็ด (spat) แล้วนำลูกหอยที่ล่อได้มาเลี้ยงรวมกันจนมีขนาดตามที่ตลาดต้องการในพื้นที่

เดียวกัน ปัญหาสำคัญในปัจจุบันที่เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยนางรมประสบอยู่โดยทั่วไปคือปริมาณลูกหอยวัยเกล็ดจากธรรมชาติมีไม่แน่นอนและไม่เพียงพอต่อความต้องการอันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลผลิตหอยนางรมมีปริมาณลดลงในระยะ 4-5 ปีที่ผ่านมา (ไพโรจน์ พราหมานนท์, 2530; ศุภพงษ์ ภูวพัฒนะพันธุ์ , 2532; Pripanapong และ Kristensen, 1992) ทั้งนี้อาจจะเป็นผลกระทบที่สืบเนื่องมาจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติและปัญหามลภาวะในทะเลนอกเหนือไปจากวิธีการเลี้ยงที่อาศัยธรรมชาติตามที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น จากการสอบถามผู้ประกอบอาชีพเลี้ยงหอยตะโกรมในบริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีได้ข้อมูลที่สอดคล้องกันว่าลูกหอยวัยเกล็ดที่ได้จากธรรมชาติในบริเวณดังกล่าวมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้ประกอบการ นอกจากนี้ปริมาณของลูกหอยวัยเกล็ดที่รวบรวมได้จากธรรมชาติในแต่ละปีก็ไม่แน่นอนอีกด้วย จากปัญหาดังกล่าวได้มีผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายทั้งจากกรมประมงและมหาวิทยาลัยได้พยายามที่จะศึกษาหาวิธีที่เหมาะสมในการผลิตหอยตะโกรมกรามขาววัยเกล็ดให้ได้จากโรงเพาะฟักซึ่งจากสถานการณ์ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันสามารถที่จะกล่าวได้ว่าเทคนิคดังกล่าวได้รับการพัฒนาไปในระดับที่เรียกได้ว่าประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ Angell (1992) ได้กล่าวถึงบทบาทที่สำคัญของโรงเพาะฟักที่จะมีต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทหอยในเขตร้อนซึ่งก็รวมไปถึงหอยนางรมชนิดนี้ด้วย จากบทบาทของโรงเพาะฟักดังกล่าวจะทำให้มีความเป็นไปได้มากขึ้นที่จะมีการเพาะเลี้ยงหอยตะโกรมอย่างครบวงจรชีวิต ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการพ่อแม่พันธุ์ (Broodstock management) ของหอยตะโกรมกรามขาวทั้งในระยะสั้นและระยะยาวโดยใช้หลักการด้านพันธุศาสตร์มาใช้ในการควบคุมประสิทธิภาพการผลิตลูกพันธุ์หอยตะโกรมกรามขาววัยเกล็ดเพื่อสนับสนุนการเพาะเลี้ยงหอยชนิดนี้ต่อไปในอนาคต

จากการที่ได้เล็งเห็นประโยชน์ในการจัดการพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมดังกล่าวทำให้สาขาวิชาพันธุศาสตร์การเพาะเลี้ยง (Aquaculture Genetics) เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องและมีความสำคัญมากขึ้นในแง่การควบคุมและเพิ่มผลผลิตที่ได้อย่างครบวงจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแขนงวิชาพันธุศาสตร์เชิงปริมาณ (Quantitative Genetics) ในส่วนของการคัดเลือกพันธุ์ (selection) โดยยึดพื้นฐานที่ว่าลักษณะที่ดีมาจากยีนที่ควบคุมลักษณะนั้น (นอกเหนือจากสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแล้ว) และยีนยังสามารถถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการดังกล่าวไปสู่รุ่นลูกรุ่นหลานได้อีกด้วย การที่ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นต่อไปขึ้นอยู่กับค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (heritability) ของลักษณะนั้น ๆ ดังนั้นการประเมินค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจึงถูกจัดให้เป็นวัตถุประสงค์แรกในการศึกษาพันธุกรรมของลักษณะเชิงปริมาณโดยการคัดเลือกพันธุ์ สำหรับหอยนางรมโดยทั่วไปลักษณะภายนอกที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเป็นอันดับแรกคือ อัตราการเติบโต (Gjedrem, 1983; Mahon, 1983; Kinghorn, 1983; Newkirk, 1983 and 1986; Wada, 1987) จึงมีการศึกษาถึงการประเมินค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวกันมาก ซึ่ง ค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจะถูกประเมินได้อย่างน้อย 2 วิธีได้แก่ในทางปฏิบัติโดยลงมือทำการคัดเลือกพันธุ์จริง ๆ โดยจะได้ค่าอัตราถ่ายทอดทางพันธุกรรมประจักษ์ (realized heritability) และการคำนวณหาอัตราถ่ายทอดพันธุกรรมโดยวิธี sib-analysis ซึ่งจะสามารถใช้คำนวณหาค่าอัตราถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่เรียกว่า heritability in narrow sense หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า heritability ได้เช่นเดียวกัน

พระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
การสำรวจเอกสาร

ได้มีรายงานเกี่ยวกับผลสำเร็จในการเพาะเลี้ยงหอยนางรมหลายชนิดเช่นหอยนางรมพันธุ์เล็กชนิด (*Saccostrea cucullata*) และหอยนางรมพันธุ์ใหญ่หรือที่เรียกว่าหอยตะโกรมกรามดำ (*C. lugubris*) และหอยตะโกรมกรามขาว (*C. belcheri*) (เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ และ คณะ, 2528; Jarayabhand *et al.*, 1994) ซึ่งถือว่าเป็นก้าวสำคัญในการที่จะสนับสนุนให้การศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์สามารถดำเนินการได้ ในปี ค.ศ. 1995 Jarayabhand and Thavornyutikarn ได้ทำการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ของอัตราการเติบในหอยนางรมปากจีบ *Saccostrea cucullata* โดยคำนวณในรูปของน้ำหนักรวมที่อายุ 12 เดือนได้เท่ากับ 0.277±0.006 โดยได้สรุปว่ามีความเป็นไปได้สูงในการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของหอยนางรมชนิดนี้โดยการคัดพันธุ์แบบที่เรียกว่า mass selection ในปี พ.ศ. 2539 รุ่งตะวัน ยมหล้า ได้ทำการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของอัตราการเติบโตในหอยตะโกรมกรามดำ *Crassostrea lugubris* ในระบบรางน้ำไหลด้วยวิธี sib analysis โดยใช้ความกว้างเปลือกและความยาวเปลือกได้ค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.34±0.115, 0.39±0.121,และ 0.36±0.171 สำหรับความกว้างเปลือกและเท่ากับ0.26±0.079, 0.34±0.100,และ 0.33±0.100 สำหรับความยาวเปลือกที่อายุ 150, 180, และ 210 วันตามลำดับ โดยสรุปต่อไปอีกว่าสามารถที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตหอยตะโกรมกรามดำได้โดยการคัดเลือกพันธุ์โดยใช้ลักษณะความกว้างเปลือกหรือความยาวเปลือกเพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งทั้งนี้เพราะลักษณะทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อกัน อย่างไรก็ดีการทดลองที่จะประเมินหาค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมในการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาว *C. belcheri* ในประเทศไทยนั้นยังไม่มีรายงานในเรื่องดังกล่าวมาก่อนเลยโดยเฉพาะการประเมินโดยใช้วิธีแบบ sib-analysis (Falconer, 1989)

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยตะโกรมกรามขาวที่ระยะต่าง ๆ อันได้แก่ ระยะตัวอ่อน ระยะวัยรุ่นที่อายุ 4 เดือนและระยะโตเต็มวัยที่อายุ 12 เดือนตามลำดับ โดยวิธี sib-analysis รวมทั้งการหาค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกอันได้แก่ ความกว้างเปลือก ความยาวเปลือกและน้ำหนักซึ่งจัดเป็นลักษณะภายนอกที่สามารถใช้เป็นตัวแปรที่วัดได้สำหรับการวางแผนการคัดพันธุ์ได้อีกด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18293384

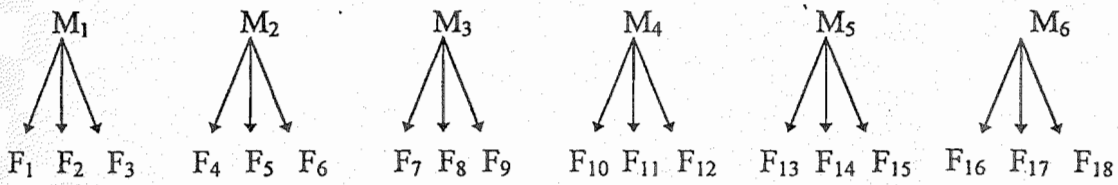
บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 การรวบรวมและการขุนพ่อแม่พันธุ์

ทำการรวบรวมพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวแบบสุ่มจากบริเวณฟาร์มเลี้ยงหอยตะโกรมในอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากนั้นนำพ่อแม่พันธุ์ที่รวบรวมได้กลับมาที่โรงเพาะฟักหอยนางรมที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี โดยจะทำความสะอาดเปลือกหอยตะโกรมดังกล่าวให้ปราศจากโคลนและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่เกาะติดมากับเปลือกหอยตะโกรม นำหอยตะโกรมที่ทำความสะอาดแล้วลงเลี้ยงในรางน้ำที่มีน้ำทะเลจากธรรมชาติไหลผ่านตลอดเวลาที่ความเค็ม 25-30 ส่วนในพันส่วนและอุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส นอกจากน้ำทะเลจากธรรมชาติแล้วจะมีการให้แพลงตอนพืชชนิดต่าง ๆ ที่เพาะแบบมหมวล (mass culture) เป็นอาหารเสริมด้วย แพลงตอนพืชที่ใช้ได้แก่ *Chaetoceros calcistrans*, *Isochrysis galbana*, และ *Tetraselmis sp.* โดยให้อย่างมากเกินพอเป็นระยะเวลาประมาณ 2 เดือน โดยจะทำความสะอาดรางน้ำดังกล่าวทุกอาทิตย์ การดำเนินการในลักษณะดังกล่าวเป็นการขุนให้พ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมมีความสมบูรณ์เพศ โดยจะมีการตรวจสอบความสมบูรณ์เพศของหอยตะโกรมพร้อมกับบันทึกอัตราส่วนเพศเป็นประจำทุกสัปดาห์

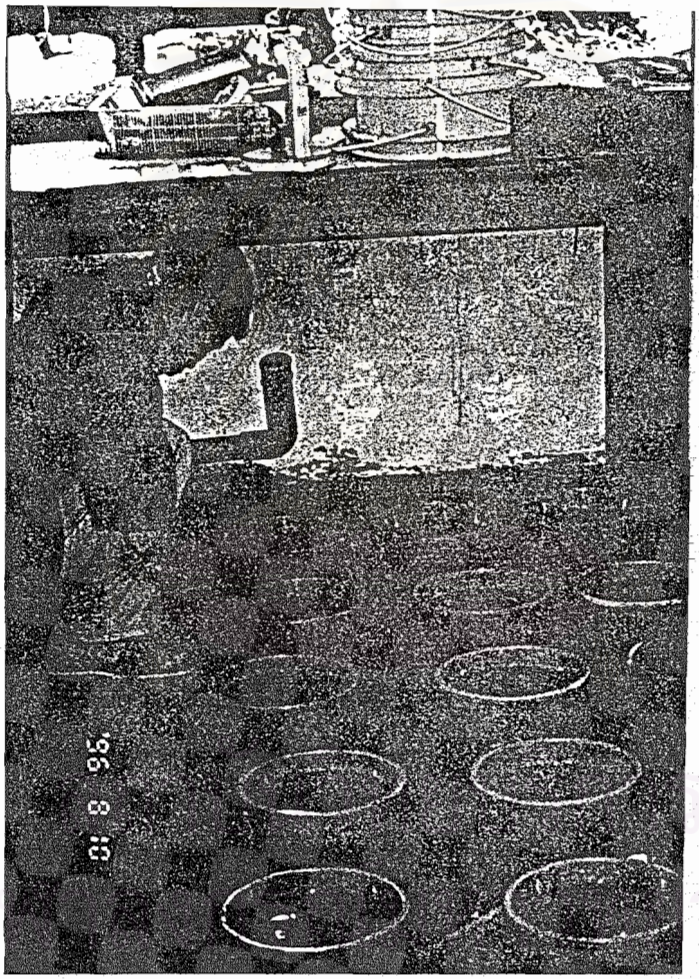
3.2 การผลิตครอบครัว fullsib

เมื่อตรวจสอบพบว่าพ่อแม่พันธุ์ที่ขุนไว้มีความสมบูรณ์เพศในระยะที่พร้อมจะผสมพันธุ์ได้มากกว่า 75% ก็จะทำการผสมเทียมพ่อแม่พันธุ์ดังกล่าวโดยวิธีผ่าเอาไข่และน้ำเชื้อเพศผู้มาผสมกันในสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:3 (รูปที่ 3) โดยในระยะนี้จะต้องระวังการปนเปื้อนของไข่และน้ำเชื้อเพศผู้อย่าให้มีการปนเปื้อนในชุดที่ไม่ต้องการ จากการดำเนินการจะได้ครอบครัวที่เป็น fullsib เป็นจำนวนเท่ากับ 18 ครอบครัว (ใช้เพศผู้ 6 ตัว เพศเมีย 18 ตัว) โดยไข่ที่ได้รับการผสมแต่ละครอบครัวจะถูกนำมาแยกเลี้ยงในถังพลาสติกก้นกรวยขนาดความจุ 150 ลิตร จำนวน 18 ใบโดยใช้น้ำทะเลที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองขนาด 1 ไมครอน ความเค็มเท่ากับ 25 ส่วนในพันส่วนและอุณหภูมิในการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 28-30 องศาเซลเซียส สำหรับวิธีการเลี้ยงตัวอ่อนหอยตะโกรมเพื่อให้ได้ลูกหอยวัยเกล็ดในแบบ cultchless นั้นทำตามวิธีของ (Jarayabhand *et al.*, 1994 และ Jarayabhand and Thavornyutikarn, 1995) โดยระหว่างการเลี้ยงดังกล่าวจะเก็บตัวอย่างตัวอ่อนหอยตะโกรมไว้เพื่อทำการหาอัตราพันธุกรรมในระยะตัวอ่อนนี้ด้วย ทำการเลี้ยงตัวอ่อนดังกล่าวของแต่ละครอบครัว fullsib แยกออกจากกันในแต่ละถัง โดยระวังไม่ให้มีการปนเปื้อนกันจนได้ระยะที่ลูกหอยลงเกาะเป็นหอยวัยเกล็ด

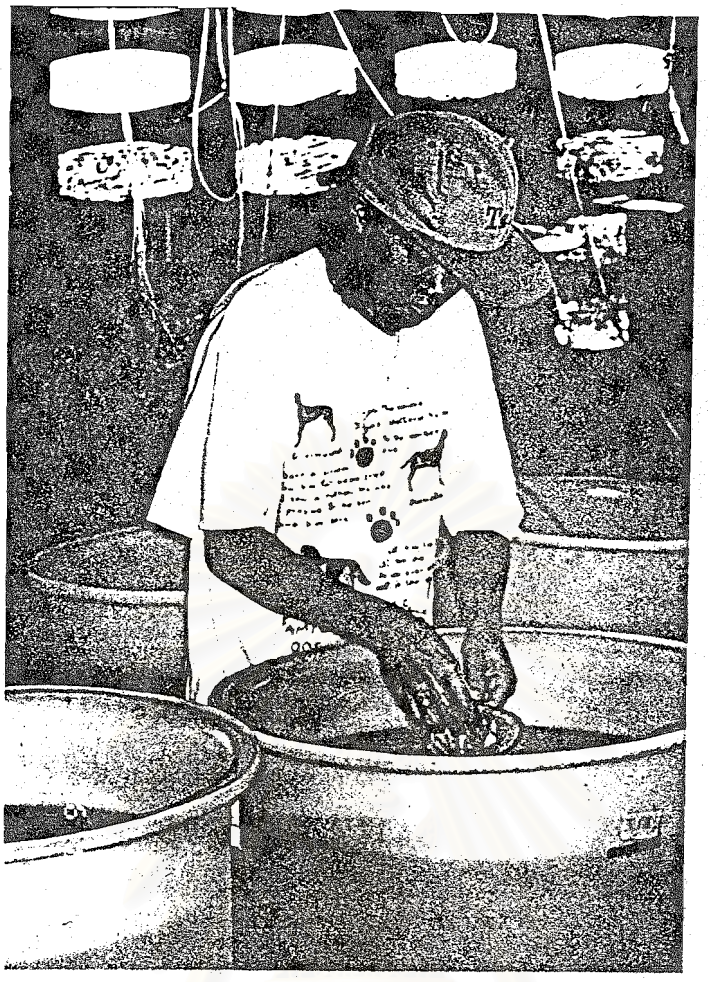


รูปที่ 3 แผนภาพการผสมพันธุ์หอยตะโกรมเพื่อผลิต fullsib 18 ครอบครัว

(M=male; F=female)



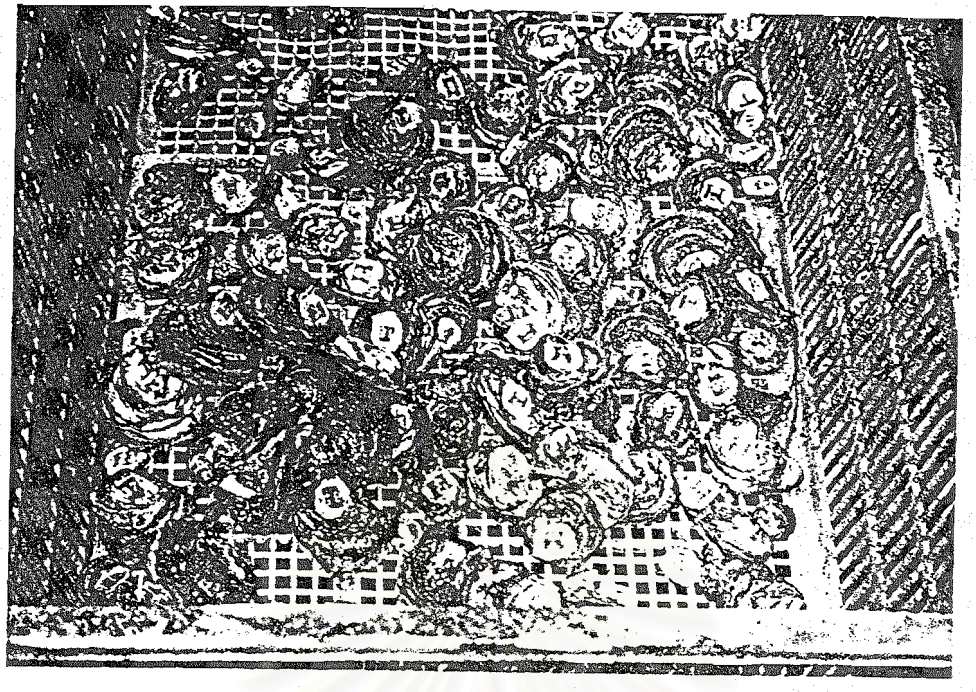
รูปที่ 4 การผสมพันธุ์หอยตะโกรมเพื่อผลิต fullsib 18 ครอบครัว



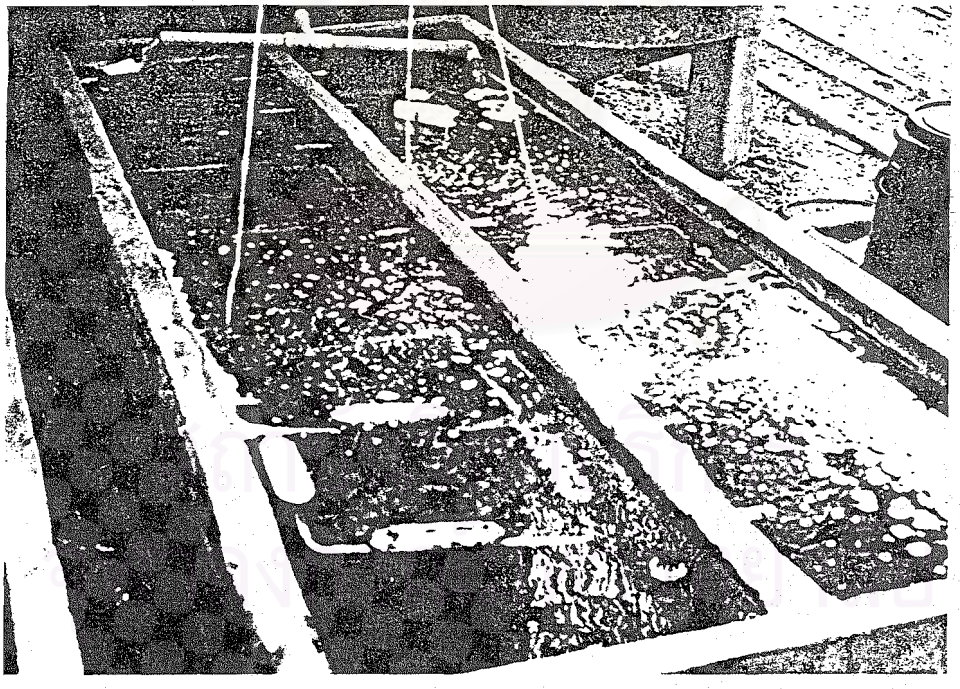
รูปที่ 5 ถังพลาสติกก้นกรวยที่ใช้แยกเลี้ยงลูกหอยแต่ละ fullsib

3.3 การเลี้ยงจนได้ขนาดอายุ 1 ปี

ลูกหอยวัยเกล็ดที่ได้จะทำการเลี้ยงในโรงเพาะต่ออีกเป็นเวลาประมาณ 3 เดือนก็จะทำการสุ่มตัวอย่างวัดขนาดเพื่อคำนวณหาอัตราพันธุกรรมที่อายุ 4 เดือนจากนั้นทำการติดเบอร์รายตัวของหอยแต่ละครอบครัวแล้วนำมาเลี้ยงรวมกันในตะกร้าพลาสติกขนาด 45x45 ตารางเซนติเมตร จำนวน 3 ซ้ำ ที่ความหนาแน่นประมาณ 80 ตัว/ตะกร้า (รูปที่ 6) โดยจัดให้มีสัดส่วนของแต่ละครอบครัวให้เท่ากันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ นำตะกร้าดังกล่าวลงเลี้ยงในรางน้ำไหล (รูปที่ 7) ที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเล อ่างศิลา จนลูกหอยมีอายุครบ 1 ปีโดยใช้อาหารที่มากับน้ำทะเลธรรมชาติ ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลองความเค็มของน้ำทะเลที่ใช้เลี้ยงมีค่าระหว่าง 10-30 ส่วนในพันส่วนและอุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส สำหรับน้ำทะเลที่ใช้จะมีการเสริมด้วยแพลงตอนพืชที่เพาะแบบมหมวล 3 ชนิดอันได้แก่ *Chaetoceros calcistrans*, *Isochrysis galbana*, และ *Tetraselmis sp.* โดยมีการทำความสะอาดหอย รางน้ำและตะกร้าดังกล่าวเดือนละ 1 ครั้งจนเสร็จการทดลอง



รูปที่ 6 ลูกหอยตะโกรมกรามขาวที่ติดเบอร์รายตัว



รูปที่ 7 การเลี้ยงหอยตะโกรมกรามขาวในระบบรางน้ำไหล

3.4 การวัดการเติบโตและการอยู่รอด

ตลอดระยะเวลา 1 ปี จะบันทึกอัตราการเติบโตที่ 3 ระยะอันได้แก่ ระยะตัวอ่อน ระยะวัยรุ่น (อายุ 4 เดือน) และระยะตัวเต็มวัย (อายุ 12 เดือน) ตามลำดับ โดยที่ระยะตัวอ่อนจะวัดเฉพาะความกว้างและความยาวเปลือก ส่วนน้ำหนักนั้นจะวัดเมื่อหอยมีอายุได้ 4 เดือนและ 12 เดือนตามลำดับ นอกจากนี้ก็ได้ทำการตรวจสอบอัตรารอดของแต่ละครอบครัว fullsib ที่อายุ 4 เดือนและ12 เดือน โดยไม่มีการใส่หอยเพิ่มลงไปใหม่

3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

การคำนวณทั้งหมดดำเนินการโดยใช้ SYSTAT version 6.0.1 for Windows (Wilkinson, 1966) และโปรแกรม EXCEL

3.5.1 การเติบโต การอยู่รอดและสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอก

การเติบโตแสดงโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในรูปของความกว้างเปลือก ความยาวเปลือกและน้ำหนัก รวมทั้งอัตรารอด สำหรับการหาค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกนั้นในค่าสหสัมพันธ์ Pearson ของค่าแต่ละคู่ทุก ๆ คู่ที่เป็นไปได้ของความกว้างเปลือก ความยาวเปลือกและน้ำหนักที่อายุ 4 เดือนและ 12 เดือน

3.5.2 การคำนวณค่าอัตราพันธุกรรม

ทำการคำนวณหาค่าอัตราพันธุกรรมที่ระยะตัวอ่อน ระยะวัยรุ่น (4 เดือน) และตัวเต็มวัย (12 เดือน) ตามลำดับโดยใช้วิธีของ Falconer (1989) และ Becker (1992)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการวิจัย

จากการทดลองครอบครัว fullsib ที่ผลิตได้มีจำนวนทั้งสิ้น 18 ครอบครัวโดยมีการติดตามการเติบโต การอยู่รอดค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกรวมทั้งการหาค่าอัตราพันธุกรรมในระยะต่าง ๆ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การเติบโต การอยู่รอดและสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอก

การเติบโตของหอยตะโกรมที่แสดงในรูปของ ความกว้าง ความยาวเปลือก และน้ำหนักตัวในระยะวัยรุ่นที่อายุ 4 เดือนและระยะวัยโตเต็มวัยที่อายุ 12 เดือนได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าต่ำสุด (Minimum) **ค่าสูงสุด** (Maximum) **ค่าเฉลี่ย** (Mean) **ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน** (Standard Deviation) **และค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน** (C.V.) **ของความกว้าง** (WD) **ความยาวเปลือก** (LT) **และน้ำหนัก** (WT) **ของหอยตะโกรมกรามขาวที่อายุ 4 เดือน และ 12 เดือน ตามลำดับ**

	อายุ 4 เดือน N=100			อายุ 12 เดือน N=78		
	WT_4 (g.)	LT_4 (cm.)	WD_4 (cm.)	WT_{12} (g.)	LT_{12} (cm.)	WD_{12} (cm.)
Minimum	0.37	1.40	1.30	0.46	1.30	1.10
Maximum	11.76	4.90	5.40	25.35	5.80	5.00
Mean	3.97	3.01	3.01	9.88	3.69	3.43
Standard Dev	2.80	0.91	0.88	6.01	0.96	0.90
C.V.	0.71	0.30	0.29	0.61	0.26	0.26

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกของค่าแต่ละคู่ของทุกคู่ที่เป็นไปได้ของ ความกว้างเปลือก (WD) ความยาวเปลือก (LT) และน้ำหนัก (WT)

	WT_3	WT_4	LT_4	WD_4	WT_{12}	LT_{12}	WD_{12}
WT_3	1.00						
WT_4		1.00					
LT_4		0.88	1.00				
WD_4		0.87	0.88	1.00			
WT_{12}					1.00		
LT_{12}					0.88	1.00	
WD_{12}					0.90	0.88	1.00

สำหรับอัตรารอดโดยรวมของหอยตะโกรมเมื่ออายุได้ 4 เดือน และ 12 เดือนมีค่าเท่ากับ 74.7% และ 60.5%โดยรายละเอียดย่อยของแต่ละครอบครัวดังแสดงในตารางที่ 4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 อัตรารอดของหอยตะโกรมกรามขาวที่อายุ 4 เดือนและ 12 เดือน

SIRE	DAM	PERCENT SURVIVAL (4 months)	PERCENT SURVIVAL (12 months)
1	1	100	85
	2	57	29
	3	0	0
2	4	0	0
	5	50	0
	6	100	67
3	7	100	60
	8	0	0
	9	100	100
4	10	100	100
	11	82	64
	12	88	76
5	13	100	75
	14	100	100
	15	100	100
6	16	67	33
	17	100	100
	18	100	100

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ค่าอัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้ในระยะตัวอ่อน ระยะวัยรุ่น (4 เดือน) และระยะตัวเต็มวัย (12 เดือน) มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5 ค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามขาว ระยะวัยอ่อน (D-shaped) และค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามขาววัยรุ่น (Juvenile stage) และตัวเต็มวัย (Adult stage)

Stage	h^2_D	h^2_S	h^2_{D+S}
D-shaped			
shell width	0.91±0.86	-0.06±0.23	0.43±0.30
shell length	0.70±0.98	0.23±0.32	0.47±0.35
Juvenile stage (4 months)			
shell width	0.64±0.59	0.12±0.40	0.38±0.18
shell length	1.39±0.86	-0.19±1.48	0.60±0.20
whole weight	0.58±0.60	-0.16±0.27	0.21±0.10
Adult stage (12 months)			
shell width	0.12±0.55	-0.05±0.21	0.04±0.04
shell length	0.81±0.76	-0.37±0.29	0.22±0.04
whole weight	0.57±0.69	-0.40±0.22	0.08

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การอภิปรายผล สรุป และ ข้อเสนอแนะ

สิ่งที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับทดลองทางด้านการประเมินหาค่าอัตราพันธุกรรมก็คือการที่จะต้องมีพ่อแม่พันธุ์ที่อยู่ในระยะพร้อมที่จะสามารถผสมพันธุ์ได้ในเวลาเดียวกันและมีระยะของการเจริญพันธุ์ที่ใกล้เคียงกันในจำนวนที่มากพอได้ตามที่ต้องการซึ่งทำให้ในระยะแรกของการทดลองจำเป็นจะต้องหาวิธีเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวให้ได้นานพอโดยไม่ตายและวิธีการขุนพ่อแม่พันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวที่สะดวกและทำได้โดยไม่ยุ่งยากจนเกินไป วิธีการขุนพ่อแม่พันธุ์ที่ใช้ในการทดลองนี้ (รางน้ำไหลที่มีน้ำทะเลธรรมชาติเสริมด้วยสาหร่ายชนิดต่าง ๆ) ให้ผลเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่งทำให้สรุปได้ว่าปริมาณอาหารที่พอเพียงและคุณภาพน้ำที่มีการถ่ายเทที่ดีเป็นตัวแปรที่สำคัญในการอยู่รอดและการเจริญพันธุ์ของหอยชนิดนี้ซึ่งก็เป็นไปในทางเดียวกันกับหอยนางรมปากจีบและหอยตะโกรมกรามดำ อย่างไรก็ดีหอยตะโกรมกรามขาวจะตอบสนองต่อระบบดังกล่าวได้ไม่ดีเท่าหอยนางรมปากจีบและหอยตะโกรมกรามดำทั้งนี้คงจะเนื่องมาจากความแตกต่างของระดับการคัดเลือกโดยธรรมชาติที่ต่างกันในหอยทั้งสามชนิดที่นำมาเลี้ยงไว้ที่สถานีวิจัย ฯ อ่างศิลา ซึ่งก็เป็นผลต่อเนื่องให้อัตราการรอดของหอยตำโกรมกรามขาวที่ผลิตได้มีค่าค่อนข้างต่ำในระยะอายุ 3-4 เดือนหลังจากนั้นอัตราการรอดอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ (67-70%)

สำหรับอัตราการเติบโตที่ได้จากการทดลองครั้งนี้นั้นต่ำกว่าที่ควรจะเป็นเมื่อเทียบกับหอยชนิดเดียวกันที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีซึ่งในการทดลองครั้งนี้ก็ได้พยายามที่จะนำเอาหอยที่ผลิตได้ส่วนหนึ่งไปเลี้ยงไว้ที่บริเวณอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีแต่ก็ได้ตายลงด้วยสาเหตุอย่างอื่นทำให้ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบได้ อย่างไรก็ดีจากการควบคุมการผลิตหอยให้ได้ครอบครัวที่เป็นแบบทั้ง halfsib และ fullsib ทำให้เห็นได้ว่าประชากรของหอยตะโกรมกรามขาวที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยเฉพาะพันธุกรรมที่มีความเกี่ยวเนื่องกับการเติบโตซึ่งแสดงออกในรูปของอัตราพันธุกรรมที่หามาได้ในระยะต่าง ๆ กันซึ่งจากแนวโน้มจะมีค่าลดลงเมื่อหอยมีอายุมากขึ้นซึ่งก็น่าจะเป็นเพราะการลดลงของอิทธิพลของส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรม (non-genetic factor) อาทิเช่น common environment (V_{Ec}), meternal effetct (V_{Em}) (Falconer, 1989) เป็นต้น ความแตกต่างของอัตรารอดที่ได้ระหว่างครอบครัว halfsib และ fullsib ก็มีส่วนเกี่ยวเนื่องกับความแตกต่างของพื้นฐานทางพันธุกรรมโดยเหตุข้างต้นเช่นเดียวกัน

สาเหตุหลักของความไม่คงที่ของค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้และค่าความคลาดเคลื่อนมาตราฐาน (standard error) ที่ค่อนข้างสูงนั้นโดยส่วนใหญ่แล้วมีสาเหตุมาจากอัตรารอดที่ต่ำทั้งในรูปของจำนวนครอบครัวและจำนวนตัวอย่างในแต่ละครอบครัวมีจำนวนน้อยถึงเป็นศูนย์ซึ่งเป็นประเด็นที่จะต้องให้ความระมัดระวังมากเป็นพิเศษสำหรับการทดลองลักษณะนี้ในวาระต่อ ๆ ไป อย่างไรก็ดีเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมของการเติบโตในหอยตะโกรมกรามขาวที่คำนวณได้จากการศึกษาในครั้งนี้กับหอยนางรมอีกสองชนิดอันได้แก่หอยนางรมปากจีบและหอยตะโกรมกรามดำก็พบว่าค่าที่ได้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ค่าอัตราพันธุกรรมในอัตราการเติบโตของหอยนางรมชนิด *Saccostrea cucullata* และ *Crassostrea lugubris* (Jarayabhand, in press)

Species	Trait (stocking density)	Methods of estimation	Heritability±S.E.
Saccostrea cucullata (Hoi nang rom)	whole weight at 15 months (50)	realized heritability	0.18
	whole weight at 15 months (150)	realized heritability	0.15
	whole weight at 15 months (300)	realized heritability	0.13
	whole weight at 15 months (600)	realized heritability	0.21
	whole weight at 15 months (150)	realized heritability	0.28±0.006
	shell length at 12 months (100)	sib analysis	0.30±0.001
	whole weight at 12 months (100)	sib analysis	0.41±0.197
Crassostrea lugubris (Hoi takrom kram dum)	shell length at 210 days (80)	sib analysis	0.33±0.100[1] 0.27±0.106[2]
	shell width at 210 days (80)	sib analysis	0.36±0.117[1] 0.25±0.099[2]
	whole weight at 210 days (80)	sib analysis	0.41±0.123[1] 0.27±0.097[2]
	shell length at 210 days (320)	sib analysis	0.29±0.091[1] 0.21±0.085[2]
	shell width at 210 days (320)	sib analysis	0.31±0.102[1] 0.19±0.078[2]
	whole weight at 210 days (320)	sib analysis	0.35±0.105[1] 0.21±0.078[2]

[1] in raceway

[2] in farming condition

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะภายนอกที่ได้แสดงให้เห็นว่าในการคัดพันธุ์หอยตะโกรมกรามขาวนั้นสามารถที่จะใช้ความกว้าง ความยาวเปลือก หรือน้ำหนัก อย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นตัวแปรในการวัดทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าตัวแปรใดมีความสะดวกในการวัดและเมื่อพิจารณาจากการทดลองครั้งนี้แล้วเห็นว่าความกว้างและความยาวเปลือกน่าจะเป็นตัวแปรที่มีความเหมาะสมมากที่สุดทั้งนี้เพราะสามารถวัดได้โดยง่ายและมีความผิดพลาดน้อย

หากจะกล่าวโดยรวมแล้วสามารถสรุปได้ว่าอัตราการเติบโตในหอยตะโกรมกรามขาวสามารถถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรมโดยมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวที่สามารถใช้ได้สำหรับโปรแกรมการคัดเลือกพันธุ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้โดยสามารถที่จะใช้ความกว้างเปลือก หรือ ความยาวเปลือกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างเป็นตัวแปรในโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อการผสมพันธุ์ดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กฤตพล ยังวณิชเศรษฐ์ และอนุวัฒน์ รัตนโชติ. 2540. ประเด็นการตายอย่างมากในปลายปี พ.ศ. 2539 ของหอยตะโกรมอ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. การประชุมเผยแพร่ผลงานวิจัยการเพาะเลี้ยงและพันธุศาสตร์หอยนางรมเขตร้อน โรงแรมรอยัลปริ๊นเซส จ.ระนอง ระหว่างวันที่ 1-2 พฤษภาคม 2540

กลุ่มสถิติและสารสนเทศการประมง กองเศรษฐกิจการประมง. 2537. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2537. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 93 หน้า

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2540. สถานภาพการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทย. การประชุมเผยแพร่ผลงานวิจัยการเพาะเลี้ยงและพันธุศาสตร์หอยนางรมเขตร้อน โรงแรมรอยัลปริ๊นเซส จ.ระนอง ระหว่างวันที่ 1-2 พฤษภาคม 2540

เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์, สมภพ รุ่งสุภา, นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธิ์และไพโรจน์ กาญจนมาวินทร์.2528. การผสมพันธุ์หอยนางรม (*Crassostrea spp.*)ในประเทศไทย รายงานวิชาการที่ 6,28 หน้า สถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเลและศูนย์ฝึกนิสิตเกาะสีชัง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพโรจน์ พรหมานนท์. 2530. สภาวะการเพาะเลี้ยงชายฝั่งของประเทศไทยและแนวทางในการพัฒนาในอนาคต. อนาคตประมงไทย. รายงานผลการสัมมนาร่วมภาครัฐบาลและภาคเอกชน 4-6 มิถุนายน ศูนย์พัฒนาการประมงแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้. หน้า 195-322.

มณฑิรา ถาวรยุติการต์. 2537. การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ต่อการเติบโตของหอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cuculata*). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 116 หน้า

รุ่งตะวัน ยมหล้า 2539. การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมต่อการเติบโตของหอยตะโกรมกรามดำ *Crassostrea lugubris* SOWERBY 1871 โดยวิธี SIB ANALYSIS. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 92 หน้า

ศุภพงษ์ ภูวพัฒนะพันธุ์ 2532. การพัฒนาการผลิตหอยนางรมขนาดใหญ่ รายงานผลการวิจัย สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ภาษาอังกฤษ

Angell, C.A. 1992. Hatchery play a significant role in tropical shellfish culture. Bay of Bengal News, 46:2-4.

Becker, W.A., 1992. Manual of Quantitative Genetics. Fifth Edition. Academic Enterprises. 191 pp.

Falconer, D.S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. Third Edition. New York Long Man Inc. 340 pp.

Gjedrem, T., 1983. Genetics variation in quantitative traits and selective breeding in fish and shellfish. Aquaculture, 33:51-72.

Jarayabhand, P., Jaroentia, S., Srisaard, C., and Menasveta, P., 1994. Experiments on larviculture of three Thai oyster species. Thai J. of Aqua. Sci.1(1):43-53.

Jarayabhand, P., and Thavornyutikarn, M., 1995. Realized heritability estimation on growth rate of oyster, *Saccostrea cucullata* Born, 1778. Aquaculture, 138 :111-118.

Jarayabhand, P., in press. Selective breeding programme in Thai Oyster. Proceeding on Aquaculture and Genetics of Tropical Oyster. 1-2 May, 1997, Royal Princess, Ranong, Thailand.

Kinghorn, B.P., 1983. A review of quantitative genetics in fish breeding. Aquaculture, 31:283-304.

Mahon, G.A.T. 1983. Selective goals in oyster breeding , Aquaculture 33:141-143.

Newkirk, G.F., 1983. Applied breeding of commercially important molluscs: A summary of discussion. Aquaculture, 33:415-422.

Newkirk, G.F., 1986. Controlled mating of the European oyster, *Ostrea edulis*. Aquaculture, 57:111-116.

Pripanapong, S., and Kristensen, H., 1992. WANTED: Spat supplies for oyster culture in Ranong. Bay of Bengal News, 46:5-8.

Wada, K.T. 1987. Selective breeding and intraspecific hybridization molluscs. World symposium on selection, hybridization and genetic engineering in Aquaculture.Bordearux 27-30 May,1968. vol.I, Berlin. pp. 313-322.

Wilkinson, L., 1996. SYSTAT 6.0 for Window. SPSS Inc.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

a1) D-shaped stage shell width (WD_0)

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	5	39.836	σ^2_S=-0.314
DAMS (SIRE)	10	29.851	σ^2_D=4.883
PROGENIES	304	16.812	σ^2_W=16.812
			σ^2_T=21.382

a2) D-shaped stage shell length (LT_0)

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	5	81.872	σ^2_S=1.728
DAMS (SIRE)	10	47.354	σ^2_D=11.695
PROGENIES	304	16.129	σ^2_W=16.129
			σ^2_T=29.552

b1) Juvenile stage shell width (WD_4)

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	5	2.108	σ^2_S=0.024
DAMS (SIRE)	9	1.239	σ^2_D=0.129
PROGENIES	85	0.653	σ^2_W=0.653
			σ^2_T=0.806

b2) Juvenile stage shell length (LT_4)

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	5	2.490	σ^2_S=-0.042
DAMS (SIRE)	9	1.970	σ^2_D=0.300
PROGENIES	85	0.607	σ^2_W=0.607
			σ^2_T=0.865

b3) Juvenile stage whole weight (WT_4)

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	5	11.399	σ^2_S=-0.305
DAMS (SIRE)	9	11.829	σ^2_D=1.106
PROGENIES	85	6.800	σ^2_W=6.800
			σ^2_T=7.601

c1) Adult stage shell width (WD_{12})

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	4	0.840	σ^2_S=-0.010
DAMS (SIRE)	8	0.030	σ^2_D=0.059
PROGENIES	65	0.779	σ^2_W=0.779
			σ^2_T=0.828

c2) Adult stage shell length (LT_{12})

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	4	1.140	σ^2_S=-0.086
DAMS (SIRE)	8	1.622	σ^2_D=0.189
PROGENIES	65	0.828	σ^2_W=0.828
			σ^2_T=0.931

c3) Adult stage whole weight (WT_{12})

Source of variation	Degree of freedom	Mean square	Components of variance
SIRES	4	23.935	σ^2_S=-3.600
DAMS (SIRE)	8	55.768	σ^2_D=5.095
PROGENIES	65	34.371	σ^2_W=34.370
			σ^2_T=35.865

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย