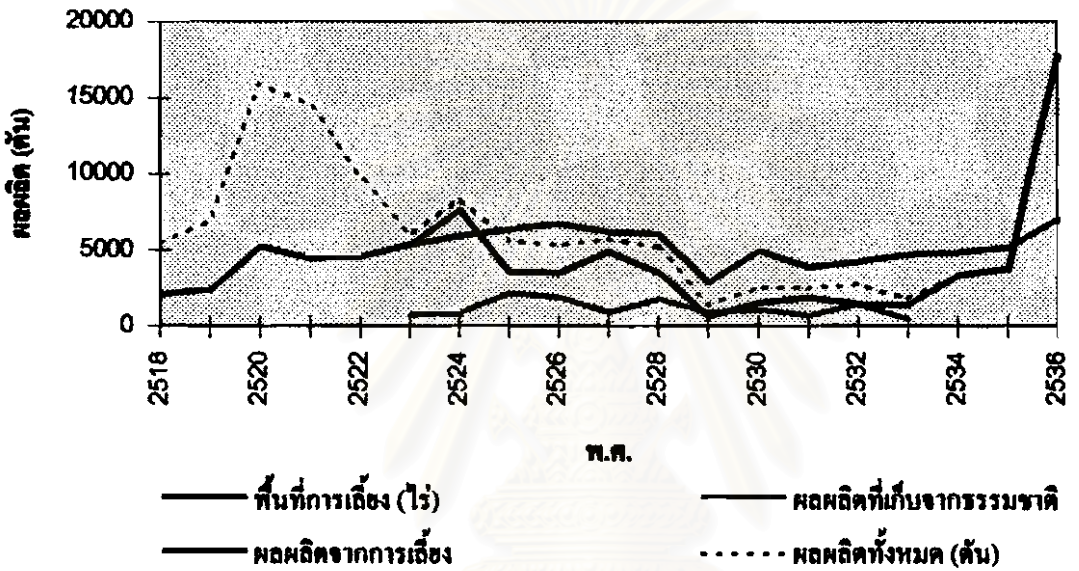
# บทที่ 1

## บทนำ

หอยนางรมชนิดต่างๆ เช่น หอยนางรมปากจีบ (*Saccostrea cucullata*) หอยตะโกรมกรามขาว (*Crassostrea belcheri*) และหอยตะโกรมกรามดำ (*C. lugubris*) จัดเป็นผลผลิตสัตว์น้ำจากท้องทะเลชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในรูปอาหารสดและอาหารแปรรูป ปัจจุบันพบว่าหอยนางรมที่ซื้อขายกันอยู่นั้นส่วนใหญ่เป็นผลผลิตที่เก็บได้จากธรรมชาติและมีปริมาณลดลงจากอดีตเป็นอันมาก (สถิติกรมประมง, 2531 และ 2539) ดังนั้นผลผลิตหอยนางรมจากการเพาะเลี้ยงจึงเริ่มเข้ามามีบทบาทและมีความสำคัญมากขึ้นขึ้น (รูปที่ 1) จากการลดลงของผลผลิตหอยนางรมดังกล่าวอาจเกิดมาจากหลายสาเหตุ เช่น ปัญหาสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เสื่อมโทรมไม่ว่าจะเป็นป่าชายเลนซึ่งเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่สำคัญรวมถึงปัญหามลภาวะในแหล่งเลี้ยงหอยนางรม ปัญหาการขาดแคลนลูกพันธุ์และการขาดความรู้และประสบการณ์ในการเลี้ยงหอยนางรม (ไพโรจน์ พรหมานนท์, 2530) กรมประมงได้มีแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการอนุรักษ์ป่าชายเลนรวมถึงการจัดการปล่อยพ่อแม่พันธุ์หอยนางรม ซึ่งประสบผลสำเร็จในการเพิ่มผลผลิตในปี พ.ศ. 2536 แต่ปัจจุบันเกษตรกรที่ประกอบอาชีพการเลี้ยงหอยนางรมต้องประสบกับปัญหาที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติคือการที่น้ำทะเลมีความเค็มลดต่ำลงมากในฤดูฝน จึงทำให้หอยนางรมของเกษตรกรที่เลี้ยงรวมถึงพ่อแม่พันธุ์หอยนางรมที่เจ้าหน้าที่กรมประมงได้ปล่อยให้เป็นแหล่งผลิตลูกพันธุ์ตามธรรมชาติได้ตายลงเป็นจำนวนมาก ดังนั้นแนวโน้มการเพาะเลี้ยงหอยนางรมในอนาคตเพื่อสามารถควบคุมทุกขั้นตอนการผลิตก็ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น

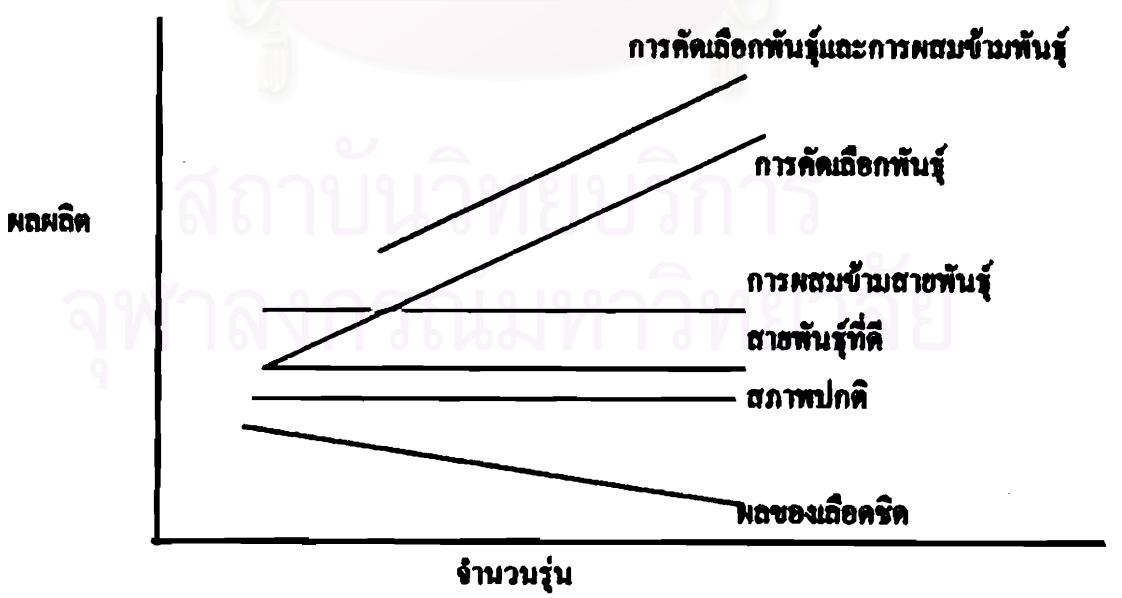
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย




**รูปที่ 1 ผลผลิตหอยนางรมทั้งหมดในปี พ.ศ. 2528-2536 (ข้อมูลจาก สถิติกรมประมง, 2531 และ 2539)**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

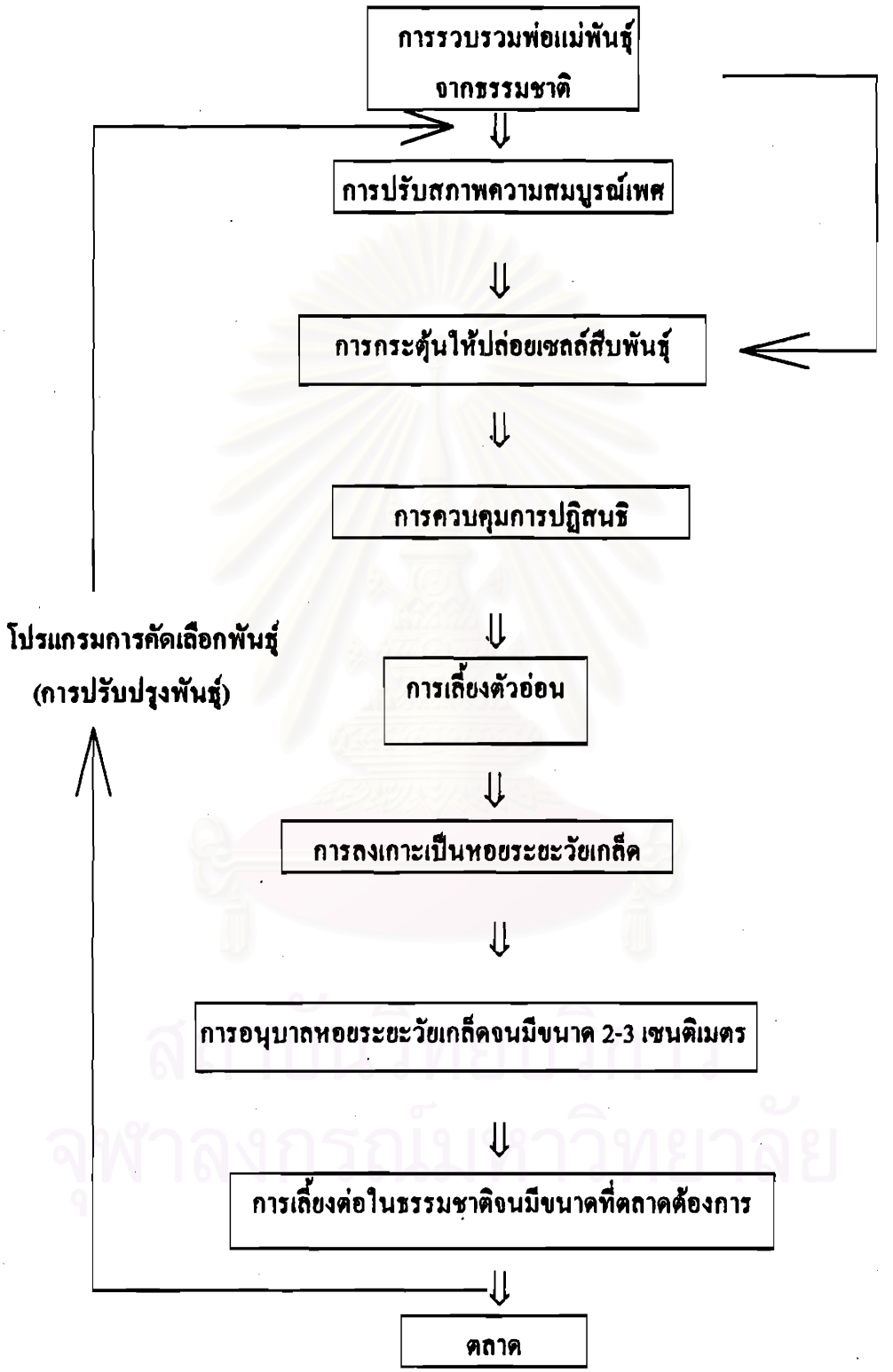
จากอดีตที่ผ่านมานักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ให้ความสำคัญแก่ของการเพิ่มผลผลิตโดยการปรับปรุงส่วนประกอบของอาหารต่าง ๆ และแก้ไขสภาพแวดล้อม ซึ่งล้วนแต่เป็นการจัดการด้านสภาพแวดล้อมเพียงด้านเดียวโดยไม่ได้คำนึงถึงศักยภาพพื้นฐานของตัวสัตว์น้ำ หรืออาจกล่าวได้ว่าให้ความสนใจกับคุณสมบัติทางด้านพันธุกรรมน้อยมาก การเพิ่มผลผลิตโดยการจัดการด้านสภาพแวดล้อมเพียงด้านเดียวนั้นมีขีดจำกัดเมื่อเปรียบเทียบกับการเพิ่มผลผลิตโดยการจัดการด้านพันธุกรรมควบคู่ไปด้วย จากรูปที่ 2 พบว่าผลผลิตสัตว์น้ำภายใต้โปรแกรมการคัดพันธุ์ในสภาพปัจจุบันคือผลผลิตที่ได้ต่อรุ่นมีแนวโน้มลดลง เนื่องมาจากการมุ่งเน้นไปด้านสิ่งแวดล้อมเพียงด้านเดียวหรือขาดการจัดการด้านพันธุกรรมที่เหมาะสม ปัญหาที่ประสบคือขนาดของสัตว์น้ำที่เล็กลงเพราะผลของเลือดชิด เช่น กุ้งกร้ามกรามและปลาดุกด้าน เป็นต้น แต่ถ้าปล่อยไว้ในสภาพปกติโดยที่ไม่ต้องเข้าไปจัดการด้านต่าง ๆ แล้วผลผลิตที่ได้ต่อรุ่นคงที่ ในขณะที่เมื่อพยายามคัดสายพันธุ์ที่ดีที่สุดหรือทำการผสมข้ามพันธุ์พบว่าผลผลิตที่ได้เพิ่มสูงกว่าสภาพปกติ แต่ทั้ง 3 กรณีคือ สภาพปกติ สายพันธุ์ที่ดีและการผสมข้ามพันธุ์นั้นพบว่าผลผลิตที่ได้ต่อรุ่นยังคงที่ แต่เมื่อใดก็ตามที่มีการนำโปรแกรมการคัดพันธุ์เข้ามาร่วมด้วยแล้วผลผลิตต่อรุ่นที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะเมื่อทำการคัดเลือกพันธุ์ร่วมกับการผสมข้ามพันธุ์ สุภัทรา อุไรวรรณ์ (2533) กล่าวถึงการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีการทางพันธุศาสตร์ว่าเป็นการพัฒนาในด้านพันธุกรรมของสัตว์ให้ได้พันธุ์ที่มีลักษณะดี เช่น สัตว์น้ำที่มีอัตราการเติบโตดีจะถูกคัดเลือกเป็นพ่อแม่และสามารถถ่ายทอดลักษณะที่ดีไปสู่รุ่นลูกต่อไป




รูปที่ 2 ผลผลิตสัตว์น้ำภายใต้โปรแกรมการคัดพันธุ์ (ดัดแปลงจาก Tave, 1993)

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการนำความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์เพื่อมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ประกอบความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมขั้นตอนทุกขั้นตอนของการผลิตได้ (รูปที่ 3) ซึ่งถือว่าเป็นการเลี้ยงกึ่งพัฒนาหมายความว่ามีการจัดการควบคุมการผลิตในบางส่วนหรืออาจจะทั้งหมด เช่น การเพาะพักในโรงเรือนเมื่อได้ถูกหอยระยะวัยเกล็ดแล้วอาจนำไปเลี้ยงต่อในทะเลหรือเลี้ยงในระบบที่จัดเตรียมไว้คือระบบรางน้ำไหลเป็นต้น เมื่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์จนสมบูรณ์เพศก็นำมาเพาะพันธุ์ได้ นั้นคือใช้ประโยชน์จากพ่อแม่พันธุ์จากธรรมชาติซึ่งมีความแปรปรวนของจีนสูงเพื่อเป็นแหล่งของการคัดเลือกพันธุ์ให้ได้ลักษณะตามต้องการ ในการคัดเลือกพันธุ์ภายใต้โปรแกรมการปรับปรุงพันธุ์ประกอบการเพาะเลี้ยงนั้นมีได้หลายวิธี ซึ่ง Doyle (1983) ได้กล่าวถึงเทคนิคในการคัดเลือกพันธุ์ว่าสามารถศึกษาได้โดยใช้ลักษณะการเติบโตที่ระดับอาหารต่าง ๆ อายุการเก็บผลผลิตหรือการเติบโตอันเนื่องมาจากผลของพันธุกรรมต่อสภาพการเลี้ยงต่าง ๆ กัน เป็นต้น ในขณะที่ Gjedrem (1983) กล่าวว่าก่อนที่จะทำโปรแกรมการคัดเลือกพันธุ์นั้นจะต้องมีจุดประสงค์ในการคัดเลือกพันธุ์ที่แน่นอน ในสัตว์น้ำกลุ่มหอยนั้นลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้เป็นหลักในการคัดเลือก เช่น อัตราการเติบโต อัตราการตาย คุณภาพเนื้อ ความต้านทานโรค และลักษณะเปลือกของหอยมุก (Wada, 1987 และ 1994) นอกจากนี้ลักษณะที่อยู่รอดและการเติบโตของหอยนางรมในระยะเริ่มเพาะพันธุ์จนถึงระยะเริ่มลงเกาะเป็นลักษณะที่สำคัญในการคัดเลือก (Mahon, 1983)

ค่าอัตราพันธุกรรมและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่สำคัญในการที่จะบ่งบอกถึงลักษณะต่าง ๆ ของการคัดเลือกพันธุ์ (Gjedrem, 1983) ในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมสามารถทำได้หลายวิธีคือการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยวิธี sib analysis การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยอาศัยสมการ offspring-parent regression และการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ (realized heritability) ซึ่งจากการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมที่กล่าวมานี้การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยวิธี sib analysis เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมศึกษากัน โดยใช้พ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์แต่ละตัวผสมพันธุ์กับเพศตรงข้ามมากกว่า 1 ตัว ซึ่งความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างลูก ระหว่างแม่หรือระหว่างพ่อ เป็นตัวที่บ่งบอกถึงองค์ประกอบของความแปรปรวนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรวมทั้งความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรม โดยค่าอัตราพันธุกรรมคือสัดส่วนของความแปรปรวนของยีนบวกสะสม (additive gene) ต่อความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้น ค่าอัตราพันธุกรรมนี้ถือว่าเป็นค่าอัตราพันธุกรรมทางแคบ (heritability in narrow sense) ซึ่งมีประโยชน์มากที่สุดสำหรับโปรแกรมการคัดพันธุ์ (Falconer, 1989) การศึกษาครั้งนี้ได้ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมของหอยตะโกรมกรามดำในระยะตัวอ่อน ระยะวัยเกล็ด และระยะโตเต็มวัย โดยวิธี sib analysis วิธีการนี้มีความ




รูปที่ 3 การเพาะเลี้ยงหอยนางรมแบบครบวงจรชีวิต (ดัดแปลงจาก มณฑิรา ถาวรยุติการต์, 2537)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สะดวกและเหมาะสมคือเมื่อเราไม่ทราบค่าทางสถิติต่าง ๆ เช่น ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของรุ่นพ่อแม่รวมถึงในกรณีของสัตว์ทดลองที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ นอกจากนี้ยังเป็นการประหยัดเวลาที่ใช้ในการทดลองเพราะสามารถใช้สัตว์ทดลองเพียงรุ่นเดียว

จากเป้าหมายของการคัดเลือกพันธุ์ คือ การคัดเลือกลักษณะต่างๆ ที่ต้องการ ซึ่งในระหว่างโปรแกรมการคัดเลือกพันธุ์ของลักษณะหนึ่งนั้นอาจจะไปมีผลกระทบต่อลักษณะอื่นทั้งด้านบวกหรือลบ นั้นคือถ้ามีผลกระทบด้านบวกหรือค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกหมายถึงลักษณะหนึ่งเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีกลักษณะหนึ่งก็เพิ่มขึ้นไปในทางเดียวกันด้วย แต่ถ้ามีผลกระทบด้านลบหรือค่าสหสัมพันธ์เป็นลบหมายถึงเมื่อลักษณะหนึ่งเพิ่มขึ้นแต่อีกลักษณะหนึ่งลดลง ดังนั้นถ้าทราบว่าลักษณะความกว้างและความยาวของเปลือกหอยตะโกรมกรามดำมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน ในโปรแกรมการคัดเลือกนักปรับปรุงพันธุ์สามารถเลือกลักษณะใดลักษณะหนึ่งที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงเพียงอย่างเดียวมาพิจารณาในการปรับปรุงได้ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงมีการประเมินค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation) ระหว่างความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามดำอายุ 210 วัน มีขนาดประมาณ 30-40 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นขนาดใกล้เคียงกับที่ตลาดต้องการ การหาค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะต่าง ๆ ที่ปรากฏเป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่ควรกระทำทุกครั้งภายหลังจากการคัดเลือกพันธุ์ ทั้งนี้เพื่อป้องกันผลในทางลบระหว่างลักษณะต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้

โดยทั่วไปการเติบโตหรือลักษณะปรากฏเป็นผลเนื่องจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ในบางครั้งอาจพบว่าสัตว์น้ำที่เลี้ยงในสภาพแวดหนึ่งมีการเติบโตดี แต่เมื่อเลี้ยงในสภาพแวดล้อมอีกที่กลับมีการเติบโตที่ลดลง ทั้งนี้เพราะเกิดปฏิกริยาร่วมของพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม นั้นคือ การแสดงออกของพันธุกรรมอาจถูกจำกัดด้วยสภาพแวดล้อมหนึ่งแต่ไม่ถูกจำกัดในอีกสภาพแวดล้อมหนึ่ง หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงในลำดับความสามารถทางพันธุกรรมจากสภาพแวดล้อมหนึ่งไปยังอีกสภาพแวดล้อมหนึ่ง เช่น สภาพแวดล้อมหนึ่งพันธุกรรม A ดีที่สุด ในขณะที่อีกสภาพแวดล้อมหนึ่งพันธุกรรม B กลับเหนือกว่า (สมชัย จันทร์สว่าง, 2530) ทำนองเดียวกับที่ Mallet and Haley (1983) เปรียบเทียบการเติบโตของหอยนางรม *Crassostrea virginica* ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ต่างประชากรกันและผสมพันธุ์ในประชากรเดียวกัน พบว่าลูกหอยที่ได้จากการผสมพันธุ์ในประชากรเดียวกันและต่างประชากรกันเมื่อนำไปเลี้ยงในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ มีการเติบโตที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจว่าหอยตะโกรมกรามดำที่มีพันธุกรรมเหมือนกันแต่เลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน คือ ระหว่างระบบรางน้ำไหล (race- ways) กับในทะเลนั้นมีค่าอัตราพันธุกรรมต่อการเติบโตของของหอยตะโกรมกรามดำจะต่างกันอย่างไร

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมต่อการเติบโตของหอยตะโกรมกรามดำในระยะตัวอ่อน ระยะวัยเกล็ดและระยะโตเต็มวัย รวมถึงการเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันมีผลกระทบต่อค่าอัตราพันธุกรรมอย่างไรซึ่งถ้วนเป็นความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ครบวงจร นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการจัดการพ่อแม่พันธุ์ให้เหมาะสม เพื่อส่งเสริมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประโยชน์อีกประการหนึ่งได้แก่การหาแหล่งผลิตลูกพันธุ์ที่เหมาะสมด้วย

## วัตถุประสงค์

1. ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของหอยตะโกรมกรามดำในระยะตัวอ่อน ระยะวัยเกล็ดและระยะโตเต็มวัย
2. ประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของหอยตะโกรมกรามดำในระยะโตเต็มวัยที่เลี้ยงในระบบรางน้ำไหลและในทะเล
3. ประเมินค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อม และสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏของความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามดำอายุ 210 วัน
4. หาค่าสหสัมพันธ์ของความกว้างและความยาวเปลือกในหอยตะโกรมกรามดำที่เลี้ยงในระบบรางน้ำไหลและเลี้ยงในทะเล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# การสำรวจเอกสาร

## 1. ชีววิทยาบางประการของหอยตะโกรมกรามดำ

หอยตะโกรมกรามดำเป็นหอยนางรมขนาดกลาง มีความสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี จึงพบได้โดยทั่วไปทั้งในเขตชายฝั่งทะเลบริเวณน้ำลงต่ำสุด (subtidal zone) ของภาคตะวันออก เช่น จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี เป็นต้น รวมถึงชายฝั่งทะเลที่ภาคใต้ เช่น ชุมพร ระนอง เป็นต้น

### 1.1 อนุกรมวิธาน

| | |
|---|---|
| Phylum | Mollusca |
| Class | Bivalvia |
| Subclass | Pteriomorphia |
| Order | Pterioida |
| Suborder | Ostreina |
| Superfamily | Ostreacea |
| Family | Ostreidae |
| Subfamily | Ostreinae |
| Genus | *Crassostrea lugubris* Sowerby, 1871 |

ชื่อสามัญ (common name) หอยนางรม, หอยปลอม และหอยตะโกรมกรามดำ

### 1.2 รูปร่างลักษณะและการกินอาหาร

หอยตะโกรมกรามดำเป็นหอยสองฝาที่มีขนาดประมาณ 4-10 เซนติเมตร เปลือกทั้งสองข้างมีเนื้อขนาดแข็งห่อหุ้มเนื้อหอยไว้ด้านใน ฝาด้านล่างหรือเปลือกด้านซ้ายมีลักษณะเว้าลึกคล้ายถ้วย ส่วนฝาบนหรือเปลือกด้านขวามีลักษณะแบนและเล็กกว่าฝาล่าง ขอบด้านในของเปลือกไม่มีร่องหรือสันเล็ก ๆ (chromata) กล้ามเนื้อยึดเปลือกอยู่ค่อนไปทางท้ายตัว (วันทนา อยู่สุข, 2528) ในสภาพตามธรรมชาตินั้นเปลือกด้านซ้ายเกาะติดกับโขดหินหรือวัสดุที่ค่อนข้างแข็งซึ่งการที่หอยตะโกรมกรามดำมีรูปร่างลักษณะเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมที่ลงเกาะติดนั้น เรียกว่า "Xenomorphism" สำหรับการกินอาหารของหอยตะโกรมกรามดำนั้นมีเหงือกสองคู่ช่วยในการกรองโดยน้ำที่ไหลผ่านเข้ามาใน mantle cavity แล้วไหลผ่านเหงือกทางท่อน้ำออก อาหารต่าง ๆ ที่ถูกพัดมากับน้ำจะติดซี่เหงือก อาหารที่มีขนาดใหญ่เกินไปจะตกลงมายังส่วนล่างของ mantle cavity และถูกขับออกทางท่อน้ำออก ส่วนอาหารที่มีขนาดเล็กถูกส่งทางเดินอาหารต่อ

ไป ขบวนการกรองอาหารดังกล่าวจะเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพดีก็ต่อเมื่อปริมาณของไหลที่ผ่านเข้าสู่ mantle cavity มีมากพอ และตัวหอยอยู่ในน้ำตลอดเวลา (กรมประมง, 2536)

1.3 เพศ ฤดูกาลสืบพันธุ์ และวิธีการเพาะพันธุ์ของหอยตะโกรมกรามดำ

ในสภาพธรรมชาติหอยตะโกรมกรามดำมีเพศแยกออกจากกัน ซึ่งไม่สามารถแยกเพศของหอยตะโกรมกรามดำได้จากลักษณะภายนอก ในการแยกเพศนั้นสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อทำการผ่าอวัยวะสืบพันธุ์แล้วนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ Quayle and Newkirk (1989) กล่าวว่าหอยสกุล *Crassostrea* สามารถเปลี่ยนเพศไปมาในแต่ละฤดูกาลสืบพันธุ์ได้ โดยการกำหนดเพศขึ้นอยู่กับอายุของหอยสภาพของอุณหภูมิและปริมาณอาหาร แต่ในสภาพโดยรวมระดับประชากรแล้วจะยังคงรักษาสภาพของอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียที่เหมาะสม หอยตะโกรมกรามดำมีช่วงสมบูรณ์เพศยาวนานเกือบตลอดปี แต่ส่วนมากจะไม่พบเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และเดือนกุมภาพันธ์

วิธีการเพาะพันธุ์หอยตะโกรมกรามดำสามารถทำการเพาะพันธุ์ได้หลายวิธีการ เช่น การเพาะพันธุ์โดยวิธีการปล่อยให้ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยมีวิธีการง่าย ๆ คือ การทำความสะอาดพ่อแม่พันธุ์ที่สมบูรณ์เพศแล้วนำมาเลี้ยงรวมกัน เมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสมแล้วหอยนางรมจะปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาผสมกันเองในน้ำ วิธีการผสมพันธุ์แบบเลียนแบบธรรมชาติทำได้โดยการกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ให้ปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมา ในการกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ทำได้โดยใช้อุณหภูมิ การปล่อยให้แห้ง หรือการใช้สารเคมีเป็นตัวกระตุ้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีวิธีการผสมเทียมทำได้โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์เพศมาล้างทำความสะอาดแล้วใช้วิธีการผ่าเปลือกของหอยนางรมเพื่อให้ได้เซลล์สืบพันธุ์ (ดัดแปลงจาก กรมประมง, 2536)

1.4 การพัฒนาการของหอยตะโกรมกรามดำระยะตัวอ่อน

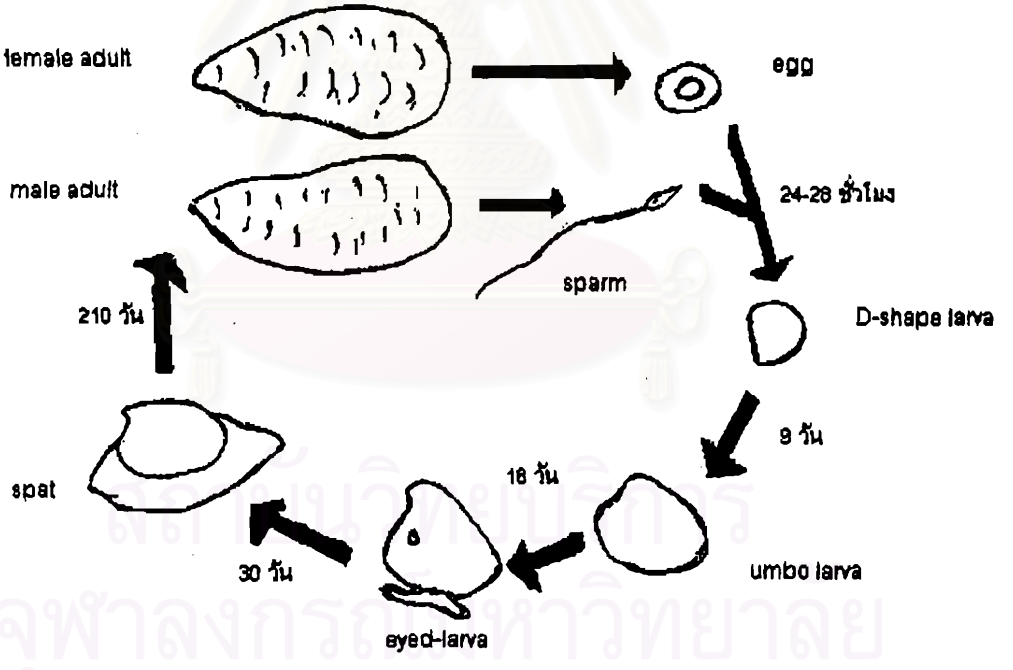
ไข่ของหอยตะโกรมกรามดำที่ได้รับการผสมแล้วฟักเป็นตัวอ่อนที่ว่ายน้ำได้ภายใน 4 ชั่วโมง และสร้างเปลือกเสร็จสมบูรณ์ภายใน 24-28 ชั่วโมง ตัวอ่อนในระยะมีลักษณะคล้ายตัว D จึงเรียกระยะนี้ว่าระยะ "D-shape" ซึ่งตัวอ่อนในระยะนี้มีขนาดประมาณ 55-65 ไมครอน หลังจากนั้นลูกหอยตัวอ่อนจะเข้าสู่ระยะ umbo (หลังจากเริ่มเพาะพันธุ์ประมาณ 5 วัน) จะสังเกตเห็น umbo ได้ชัดเจนและพบว่าเปลือกทั้ง 2 ข้างมีขนาดที่ไม่เท่ากัน ในระยะนี้ขนาดประมาณ 100-125 ไมครอน เมื่อลูกหอยอายุประมาณ 15 วัน เริ่มเข้าสู่ระยะ eye larvae โดยสังเกตพบจุดดำเล็ก ๆ ในเปลือกทั้งสองข้างของลูกหอย เรียกลูกหอยในระยะนี้ว่าระยะ "eye spot" ในระยะนี้มีขนาดประมาณ 250-300 ไมครอน (ตารางที่ 1 และรูปที่ 4 ) หลังจากผ่านระยะ eye spot

มาแล้ว 3-5 วัน พบว่าลูกหอยเริ่มใช้เท้าคืบคลานสำรวจผิววัตถุสำหรับลงเกาะ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลูกหอยในระยะนี้พร้อมที่จะเปลี่ยนสภาพ (metamorphosis) เป็นหอยตะโกรมกรามดำระยะวัยเกล็ด ในสภาพธรรมชาติลูกหอยในระยะพร้อมที่จะลงเกาะนี้มักมีพฤติกรรมชอบวัสดุที่ลงเกาะมีพื้นผิววัสดุที่แข็ง แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิของน้ำทะเล ความเค็ม แสง การขึ้นลงของน้ำ อิทธิพลของดวงจันทร์และกระแสน้ำ ความลึก ลักษณะพื้นผิวและสีวัสดุที่ใช้ล่อรวมถึงความสะอาดของวัสดุที่ใช้ล่อ ความเร็วของกระแสน้ำและการรวมตัวของลูกหอย (Quayle and Newkirk , 1989) เนื่องจากการเลี้ยงหอยนางรมในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังคงอาศัยพันธุ์ลูกหอยจากธรรมชาติวัสดุที่ใช้ล่อลูกจึงมีความสำคัญยิ่ง ซึ่งวัสดุที่ใช้ล่อลูกหอยที่นิยมทั่วไป ได้แก่ ไม้ไผ่ ก้อนหิน หลอดซิเมนต์ ยางรถยนต์ แต่ส่วนใหญ่นิยมใช้วัสดุที่มีความคงทน คือ ก้อนหิน และหลอดซิเมนต์ (กรมประมง, 2536) ส่วนในโรงเพาะฟักนั้น สุวราภรณ์ จึงแย้มปิ่น และคณะ (2526) และทรงชัย สหวัชรินทร์ (2530) ได้ศึกษาการลงเกาะของลูกหอยนางรมในโรงเพาะฟัก พบว่าลูกหอยนางรมจะลงเกาะบนเปลือกหอยนางรมมากที่สุด ส่วนวิธีการล่อให้ลูกหอยนางรมลงเกาะโดยใช้เปลือกหอยนางรมป่นเป็นวิธีการพัฒนาการล่อลูกหอยลงเกาะในโรงเพาะฟักเพื่อลดการใช้เปลือกหอยนางรมและมีประโยชน์คือสามารถล่อลูกหอยได้แบบตัวเดี่ยว ๆ (single spat) นอกจากนี้วัสดุที่ใช้ล่อลูกหอยนางรมให้ลงเกาะในโรงเพาะฟักยังประกอบด้วยเปลือกหอยร้อยเป็นพวง แผ่น PVC หรือแผ่นกระเบื้องเรียบและแผ่นพลาสติก เป็นต้น (กรมประมง, 2536)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 ขนาดของหอยตะโกรมกรามดำในระยะตัวอ่อน (ข้อมูลจากการเพาะเลี้ยงที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเล ต. อ่างศิลา อ. เมือง จ. ชลบุรี )

| ระยะ | อายุ | ขนาด (ไมครอน) |
|---|---|---|
| Fertilized egg | 0 | 45-30 |
| D-shape larva | 24-28 ชั่วโมง | 55-65 |
| Umbo stage | 5 วัน | 100-125 |
| Eye-larva | 15-18 วัน | 250-300 |




รูปที่ 4 วงชีวิตของหอยนางรม (ดัดแปลงจาก Quayle and Newkirk, 1989)

1.5 การเลี้ยง

การเลี้ยงหอยตะโกรมกรามตำส่วนใหญ่จะแตกต่างกันออกไปในแต่ละพื้นที่โดยขึ้นกับลักษณะภูมิประเทศและพื้นทะเลของแต่ละบริเวณที่เลี้ยง วิธีที่นิยมเลี้ยงคือการเลี้ยงบนก้อนหิน โดยใช้ก้อนหินวางระหว่างแนวขึ้นลงของน้ำเพื่อล่อให้ลูกหอยลงเกาะโดยทำการวางก้อนหินออกเป็นกอง ๆ ละประมาณ 5-10 ก้อน วางห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร วิธีนี้เหมาะสำหรับบริเวณที่เป็นพื้นที่ค่อนข้างแข็งเพื่อกองหินจะไม่ทรุดตัวและการเลี้ยงแบบเสาซีเมนต์ (เผดิมศักดิ์ จารยะพันธุ์ และคณะ, 2534) ส่วนมากในการเลี้ยงหอยตะโกรมกรามตำมักเลี้ยงในระดับที่น้ำลงต่ำสุดนั้นคือจะพยายามให้หอยตะโกรมกรามตำอยู่ในน้ำตลอดเวลา นอกจากนี้ยังเลี้ยงบนก้อนหินและการเลี้ยงแบบเสาซีเมนต์แล้ว วิธีการเลี้ยงที่นิยมอีกอย่างหนึ่งคือการเลี้ยงแบบหอยพวงโดยใช้ปูนซีเมนต์หล่อเป็นก้อนวงรีขนาดความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เชื่อมติดเป็นลูกตุ้มกับเชือกประมาณ 5 ชิ้นต่อ 1 เชือก นำไปแขวนล่อลูกหอยแล้วนำไปแขวนเลี้ยงต่อบนร้านจนได้ขนาดที่ตลาดต้องการ

2. พันธุศาสตร์กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ลักษณะปรากฏต่าง ๆ เป็นผลมาจากผลร่วมกันของจีน(genes) ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทตามจำนวนจีนที่ควบคุมคือลักษณะที่ควบคุมด้วยจีนจำนวนน้อยคู่หรือเพียงคู่เดียว เรียกว่าลักษณะทางคุณภาพ (qualitative traits) ซึ่งการแสดงออกของลักษณะปรากฏขึ้นอยู่กับปฏิกริยาระหว่างอัลลีล (allele) หรืออาจกล่าวได้ว่าจีนมีอิทธิพลมากต่อการแสดงออกของลักษณะปรากฏ เช่น ลักษณะสีผิวของสัตว์น้ำ เป็นต้น และลักษณะที่ควบคุมด้วยจีนจำนวนมากเรียกว่าลักษณะทางปริมาณ (quatitative traits) ซึ่งจีนแต่ละคู่จะมีอิทธิพลต่ำต่อการแสดงออกของลักษณะปรากฏนั้นคือมีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมามีผลต่อลักษณะปรากฏ ลักษณะทางปริมาณส่วนใหญ่เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจในแง่ของการผลิต เช่น น้ำหนัก ความยาว อัตราการเติบโต ซึ่งในการศึกษาลักษณะเหล่านี้ต้องใช้การ ชั่ง ตวง วัด จึงเรียกลักษณะเหล่านี้ว่าลักษณะเมตริก (metric traits) หรือลักษณะต่อเนื่อง (continuous traits) ซึ่งลักษณะทางปริมาณเหล่านี้เป็นเป้าหมายหลักในการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์

Falconer (1989) ได้แสดงความสัมพันธ์ที่ระหว่างลักษณะปรากฏกับค่าพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ได้ดังสมการ

$$P = G + E \qquad 1.1$$

เนื่องจากลักษณะทางปริมาณส่วนใหญ่เป็นผลร่วมกันของจีน ดังนั้นเมื่อมีการคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการแล้วลักษณะที่ปรากฏภายนอกเป็นผลมาจากการคัดเลือกและเป็นตัวบ่งชี้ว่าจีนมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร ซึ่งคุณสมบัติที่จะใช้บ่งบอกถึงความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เช่น ค่าเฉลี่ย (mean) ความแปรปรวน (variance) เป็นต้น เมื่อพิจารณาถึงลักษณะที่ปรากฏทั้งประชากรสามารถแจกแจงความแปรปรวนทั้งหมดออกได้เป็นความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏเป็นผลมาจากความแปรปรวนที่เกิดจากพันธุกรรม ความแปรปรวนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมและความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างพันธุกรรมกับสภาพแวดล้อม (Falconer, 1989) ดังสมการ

$$V_P = V_G + V_E + 2\,\mathrm{cov}_{G-E} \qquad 1.2$$

นอกจากนี้ความแปรปรวนทางพันธุกรรมยังจำแนกออกเป็นความแปรปรวนอันเกิดจากจีนในรูปแบบต่างๆ ดังสมการ

$$V_G = V_A + V_D + V_I \qquad 1.3$$

จากความแปรปรวนทางพันธุกรรม (genetic variance) นั้น โดยเฉพาะความแปรปรวนที่เกิดจากจีนบวก ($V_A$) ในแต่ละอัลลิลมีความสำคัญในการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์และเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำ เพราะเมื่อสัตว์น้ำสร้างเซลล์สืบพันธุ์คือไข่และน้ำเชื้อแล้วจีนซึ่งปรากฏอยู่เป็นคู่ในแต่ละจีโนไทป์จะแยกตัวออกจากกันอย่างเป็นอิสระและเมื่อเกิดการปฏิสนธิขึ้นจีนก็จะรวมตัวกันใหม่อีกครั้ง ผลที่เกิดจากความแปรปรวนของจีนบวกแต่ละอัลลิลก็จะแสดงออกเหมือนในรุ่นพ่อแม่แม้ว่าจะไม่จับคู่อยู่ในจีโนไทป์เดิม ส่วน $V_D$ นั้นเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากปฏิกริยาของจีนที่ตำแหน่งเดียวกันหรือเป็นความแปรปรวนที่เกิดจากผลของจีโนไทป์ นั้นคือเมื่อสัตว์น้ำสร้างเซลล์สืบพันธุ์ยีนที่ปรากฏก็จะแยกตัวและเมื่อเกิดการปฏิสนธิก็จะเกิดการรวมตัวของจีน ดังนั้นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นใหม่จะเปลี่ยนไปหมายความว่าการที่พ่อแม่มีลักษณะดีแล้วนำมาผสมกันลูกที่ได้อาจมีลักษณะที่ไม่ดี เพราะลักษณะนั้นเกิดจากผลของ $V_D$ เป็นสำคัญ ส่วน $V_I$ เกิดจากปฏิกริยาร่วมของจีนต่างตำแหน่งดังนั้นจึงไม่สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกในทำนองเดียวกันกับ $V_D$ (Tave, 1993)

2.1 อัตราพันธุกรรม (heritability)

อัตราพันธุกรรม : $h^2$ เป็นค่าที่แสดงถึงอัตราส่วนความแปรปรวนของพันธุกรรมที่เกิดจากความแปรปรวนของจีนที่เกี่ยวข้องรวมกันต่อความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าการแสดงออกของลักษณะทั้งหมดเป็นผลมาจากพันธุกรรมโดยที่สภาพแวดล้อมไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง ถ้าอัตราพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏล้วนมีผลมาจากสิ่งแวดล้อม ค่าอัตราพันธุกรรมที่มีค่าต่ำคือมีค่าน้อยกว่า 0.15 ส่วนค่าอัตราพันธุกรรมปานกลางอยู่ระหว่าง 0.15-0.3 และถ้ามีค่ามากกว่า 0.3 จัดเป็นค่าอัตราพันธุกรรมที่สูง (Tave, 1993) ในการคัดเลือกลักษณะต่าง ๆ ที่ต้องการนั้นในการปรับปรุงพันธุ์นั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องทราบค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปรากฏนั้น ๆ ก่อน ซึ่ง Falconer (1989) แบ่งค่าอัตราพันธุกรรมออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 อัตราพันธุกรรมทางกว้าง (heritability in the broad sense) คิดจากสัดส่วนความแปรปรวนของจีนทั้งหมดเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ

$$h^2 = \frac{V_G}{V_P} \qquad 1.4$$

และจะได้ว่า

$$h^2 = \frac{V_G}{(V_G + V_E)} \qquad 1.5$$

2.1.2 อัตราพันธุกรรมทางแคบ (heritability in the narrow sense) คิดโดยแยกความแปรปรวนของพันธุกรรมออกเป็นผลเนื่องจากความแปรปรวนของจีนแบบต่าง ๆ แล้ววัดผลของความแปรปรวนของจีนแบบบวกสะสมต่อความแปรปรวนของลักษณะที่ปรากฏ ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมทางแคบจะมีประโยชน์มากกว่าค่าอัตราพันธุกรรมทางกว้าง เนื่องจากเป็นการคำนวณผลจากจีนที่สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกได้โดยตรง

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P} \qquad 1.6$$

จากสมการ 1.2 จะได้ว่า

$$h^2 = \frac{V_A}{(V_G + V_E)} \qquad 1.7$$

และจากสมการ 1.3 จะได้ว่า

$$h^2 = \frac{V_A}{(V_A + V_D + V_I + V_E)} \qquad 1.8$$

2.2 การประเมินค่าอัตราพันธุกรรม

การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมมี 3 วิธี (Falconer, 1989) คือ การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยวิธี sib analysis การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยอาศัยสมการ offspring-parent regression และการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ (realized heritability) (รายละเอียดในการคำนวณในหนังสือ Becker, 1967)

2.2.1 การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยวิธี sib analysis ทำได้โดยแบ่งความแปรปรวนของลักษณะปรากฏที่วัดได้แล้วแยกตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความแปรปรวน เช่น กลุ่มของลูกที่เกิดจากพ่อและแม่เดียวกัน (full sib families) กลุ่มของลูกที่เกิดจากพ่อหรือแม่เดียวกัน (half sib families) ซึ่งลูกที่เกิดจากพ่อและแม่เดียวกันจะมีพันธุกรรมเหมือนกันมากที่สุด ดังนั้นความแปรปรวนใด ๆ ที่เกิดภายในครอบครัวถือว่าเป็นผลจากสิ่งแวดล้อมหรือความผิดพลาด ส่วนลูกที่เกิดจากพ่อเดียวกันแต่ต่างแม่จะมีพันธุกรรมครึ่งหนึ่งที่เหมือนกันความแปรปรวนใด ๆ ที่เกิดขึ้นจะเป็นผลมาจากพันธุกรรมของแม่และผลจากความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อม ลูกที่เกิดจากพ่อคนละตัวจะมีพันธุกรรมต่างกันความแปรปรวนที่เกิดขึ้นจะเป็นผลจากความแตกต่างของพันธุกรรมของพ่อในแต่ละตัว (อุทัยรัตน์ ณ นคร, 2538) จากความแปรปรวนดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้โดยใช้ตาราง ANOVA (Analysis of Varience) รายละเอียดของการวิเคราะห์อยู่ในบทที่ 2 ในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมสามารถคำนวณได้จาก

$$h_S^2 = \frac{4\sigma_S^2}{\sigma_T^2} \qquad 1.9$$

$$h_D^2 = \frac{4\sigma_D^2}{\sigma_T^2} \qquad 1.10$$

และ

$$h_{S+D}^2 = \frac{2\left(\sigma_S^2 + \sigma_D^2\right)}{\sigma_T^2} \qquad 1.11$$

โดยองค์ประกอบของความแปรปรวนแต่ละค่าจะบอกถึงองค์ประกอบทางพันธุกรรมในการวิเคราะห์ข้อมูลจากวิธี sib analysis ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแปรผลจากค่าองค์ประกอบของความแปรปรวน (Falconer, 1989)

| Observational component | Covariance and causal components estimated | |
|---|---|---|
| Sires : พ่อ | $\sigma_S^2 = \text{cov}_{(HS)}$ | $= \frac{1}{4}V_A$ |
| Dams : แม่ | $\sigma_D^2 = \text{cov}_{FS} - \text{cov}_{(HS)}$ | $= \frac{1}{4}V_A + \frac{1}{4}V_D + V_{EC}$ |
| Progenies : รุ่นลูก | $\sigma_W^2 = V_P - \text{cov}_{FS}$ | $= \frac{1}{2}V_A + \frac{3}{4}V_D + V_{EW}$ |
| Total : $\sigma_T^2 = \sigma_S^2 + \sigma_D^2 + \sigma_W^2$ | $= V_P$ | $= V_A + V_D + V_{EC+}V_{EW}$ |
| Sires + Dams : $\sigma_S^2 + \sigma_D^2 = \text{cov}_{(FS)}$ | $= \text{cov}_{(FS)}$ | $= \frac{1}{2}V_A + \frac{1}{4}V_D + V_{EC}$ |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2.2 การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยอาศัยสมการ offspring-parent regression เป็นการคำนวณโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดจากพ่อแม่และลูก แล้วนำค่าเฉลี่ยที่ได้จากพ่อแม่และลูกมาคำนวณจากสมการ regression โดยข้อมูลของพ่อแม่เป็นตัวแปรอิสระ (independent variable: X) และข้อมูลของลูกเป็นตัวแปรตาม (dependent variable:Y) ตามสมการ $Y=a+bX$ ซึ่งค่าความชัน (slope : b) ของสมการ regression ของเส้นตรงนี้ จะเป็นตัวกำหนดอัตราพันธุกรรม วิธีนี้จะใช้ได้ผลดีก็ต่อเมื่อความแปรปรวนจากพ่อและแม่ไม่แตกต่างกัน แต่มีข้อจำกัดคือต้องใช้พ่อแม่พันธุ์เป็นจำนวนมาก รวมถึงเวลาที่ใช้วัดของรุ่นลูกจะต้องเป็นเวลาช่วงเดียวกันกับที่วัดในรุ่นพ่อแม่

2.2.3 การประเมินค่าอัตราพันธุกรรมประจักษ์ เป็นการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมโดยคิดจากสัดส่วนของการตอบสนองต่อการคัดเลือกพันธุ์จริง ๆ นั้นคือสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$h^2 = \frac{R}{S} \qquad 1.12$$

โดยที่ค่า $R$ หาได้จากค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ต้องการศึกษาในแต่ละกลุ่มที่ถูกคัดเลือกนำมาเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานในรุ่นลูก ส่วนค่า $S$ หาได้จากค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ต้องการศึกษาที่ถูกคัดเลือกในแต่ละกลุ่มจากการเปรียบเทียบกับคะแนนมาตรฐานในรุ่นพ่อแม่ ข้อดีคือรุ่นลูกที่ได้รับการคัดพันธุ์สามารถใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ได้สำหรับรุ่นต่อไปควบคู่กับการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมได้ แต่ข้อเสียคือค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้อาจไม่ใช่ค่าที่ถูกต้องเนื่องจากระหว่างการคัดพันธุ์อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมหรือการเกิดการผสมเลือดชิดได้ซึ่งอาจทำให้ลักษณะโดยทั่วไปของประชากรด้อยลง

**3. สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ทางสภาพแวดล้อม และทางลักษณะปรากฏ (genetic, environmental and phenotypic correlations ; $r_G$, $r_E$ และ $r_P$ )**

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมหมายถึงความสัมพันธ์ร่วมในทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะสองลักษณะอาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ (Tave, 1993)

3.1 การที่ยีนตำแหน่งหนึ่งมีผลในการควบคุมลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ (pleiotrophy) ซึ่งถ้ากลุ่มของยีนที่ควบคุมลักษณะดังกล่าวมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน (linkage) จะถ่ายทอดไปด้วยกันและจะแยกจากกันก็ต่อเมื่อ เกิดการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนของโครโมโซม (crossing over) เท่านั้น

3.2 เกิดจากการคัดเลือกพันธุ์กล่าวคือการคัดเลือกโดยเน้นแต่ในลักษณะหนึ่งอาจมีผลทำให้ลักษณะหนึ่งดีด้วยหรือแบบสนับสนุนซึ่งกันและกัน (synergistic effect) บางครั้งอาจเป็นแบบตรงกันข้าม (antagonistic effect) นั้นคือการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะหนึ่งจะมีผลทำให้อีกลักษณะหนึ่งเสียลง

3.3 เกิดการคัดเลือกตามธรรมชาติ (natural selection) โดยความสัมพันธ์กันระหว่างลักษณะทางคุณภาพและความอยู่รอดจะเป็นตัวกำหนดสัดส่วนของจีนในสภาพตามธรรมชาติ

ในการประเมินค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีวิธีการประเมินคล้ายกับการประเมินค่าอัตราพันธุกรรม แต่ต่างกันตรงที่การประเมินค่าสหสัมพันธ์เป็นการวิเคราะห์วาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของ 2 ลักษณะพร้อมกัน (ลักษณะ X และ ลักษณะ Y เป็นลักษณะที่ต้องการศึกษา) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าตั้งแต่ +1 ถึง -1 ถ้าลักษณะสองลักษณะมีค่าสหสัมพันธ์เป็นค่าบวกหมายถึงเมื่อลักษณะหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้นอีกลักษณะหนึ่งก็จะเพิ่มตามไปด้วยซึ่งจะมากน้อยเพียงใดก็ขึ้นอยู่กับค่าสหสัมพันธ์ ถ้าค่าสหสัมพันธ์เป็นลบหมายถึงเมื่อลักษณะหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้นแต่อีกลักษณะหนึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้าม การประเมินค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี sib analysis สามารถคำนวณได้จากส่วนประกอบของวาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของพ่อพันธุ์ จากส่วนประกอบของวาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของแม่พันธุ์และคำนวณจากผลรวมของส่วนประกอบวาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ ในทำนองเดียวกันสามารถคำนวณค่าสหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อมจากผลรวมของส่วนประกอบวาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของพ่อพันธุ์ จากผลรวมของส่วนประกอบวาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของแม่พันธุ์และคำนวณจากผลรวมของส่วนประกอบวาเหรียนซ์และโควาเหรียนซ์ของพ่อพันธุ์ (วิธีการคำนวณในบทที่ 2 และรายละเอียดเพิ่มเติมใน Becker, 1967)

จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ 2 ลักษณะนอกจากขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของสัตว์น้ำแล้วสภาพแวดล้อมก็มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ปรากฏด้วย ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ X และลักษณะ Y มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$r_P = \frac{\mathrm{cov}_W + \mathrm{cov}_S + \mathrm{cov}_D}{\sqrt{\sigma^2_{W(X)} + \sigma^2_{S(X)} + \sigma^2_{D(X)}}\sqrt{\sigma^2_{W(Y)} + \sigma^2_{S(Y)} + \sigma^2_{D(Y)}}}$$

ดังนั้นในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมในการเติบโตของสัตว์น้ำนั้น ก็ควรที่จะประเมินค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อมและค่าสหสัมพันธ์ทาง

ลักษณะปรากฏด้วย เนื่องจากค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะล้วนมีประโยชน์ในการช่วยอธิบายผลของการคัดเลือกพันธุ์รวมถึงแนวโน้มว่าจะมีผลกระทบหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของในคัดเลือกรุ่นต่อไป

4. การศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ในการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมได้มีรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องดังตารางที่ 3

จากงานวิจัยที่ผ่านจะพบได้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมมีความสำคัญมากในการที่จะวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ ถึงแม้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมการเลี้ยง และช่วงอายุรวมถึงความแตกต่างอันของแหล่งประชากรหอยนางรม แต่ค่าอัตราพันธุกรรมก็เป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญในพืชรวมถึงสัตว์ชนิดต่าง ๆ เพื่อประโยชน์สูงสุดในคัดเลือกพันธุ์รวมถึงเพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจจะประสบความล้มเหลวขณะที่ทำการคัดเลือกพันธุ์ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงอายุของลักษณะหรือสภาพแวดล้อม เช่น Toro and Newkirk (1990) ศึกษาในหอยนางรม *Ostrea edulis* พบว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางสภาพแวดล้อมและสหสัมพันธ์ทางลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักและความหนาของเปลือกจะมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาลเลี้ยง ดังนั้นในการวางแผนการการคัดพันธุ์จึงควรศึกษาค่าสหสัมพันธ์ต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการประเมินค่าอัตราพันธุกรรมด้วยทุกครั้ง โดยเฉพาะที่สำคัญอย่างยิ่งคือค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและค่าอัตราพันธุกรรมของช่วงอายุก่อนที่จะทำการเพาะพันธุ์เพื่อคัดเลือกในรุ่นต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในสัตว์น้ำกลุ่มหอย

| Species | Traits | Heritabilities<br>$h_S^2 \pm S.E.$[1]<br>$h_D^2 \pm S.E.$[2]<br>$h_{S+D}^2 \pm S.E.$[3] | Authors |
|---|---|---|---|
| Oyster | | | Longwell (1976) ; Loss (1978) : |
| *C. virginica* | Larval growth (6-16 days) | 0.07-0.85[1] | Newkirk et al. (1977) |
| | Growth (6 days) | 0.43[1], 0.33[3] | (อ้างตาม Wada, 1979 และ Gjedrem, 1983) |
| | Growth (16 days) | 0.60[1], 0.50[3] | |
| | Length (7 days) | 0.44±0.21[3] | |
| | Length (7 weeks) | 0.50±0.30[3] | |
| | Juvinile length | 0.29-0.71[1] | |
| *C. gigas* | Larval survival (%) | 0.31±0.06[1] | Lanna (1972) |
| | Size (18 months) | 0.15[1] | (อ้างตาม Wada, 1987) |
| | Shape (18 months) | 0.13[1] | |
| | Meat weight (18 months) | 0.37±0.06[1] | |
| | Total weight (18 months) | 0.33±0.19[1] | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในสัตว์น้ำกลุ่มหอย (ต่อ)

| Species | Traits | Heritabilities<br>$h_S^2 \pm S.E.$[1]<br>$h_D^2 \pm S.E.$[2]<br>$h_{S+D}^2 \pm S.E.$[3] | Authors |
|---|---|---|---|
| *Ostrea edulis* | Live weight (6 months) : Realized | 0.136±0.118 | Toro and Newkirk (1990) |
| | Shell hinght (6 months) : Realized | 0.112±0.041 | |
| | Live weight (18 months) : Realized | 0.243±0.202 | |
| | Shell hinght (18 months) : Realized | 0.194±0.070 | |
| | Correlated traits | 0.10 | Ruzzente and Newkirk (1988) |
| | Spat (no-competition) | | |
| | After the first growing season ( correlated traits) | | Jarayabhand (1989) |
| | : fullsib | 0.190±0.220 | |
| | : Offspring midparent regression | 0.226±0.066 | |
| | After the second growing season ( correlated traits) | | |
| | : fullsib | 0.267±0.312 | |
| | : Offspring midparent regression | 0.256±0.104 | |

ตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในสัตว์น้ำกลุ่มหอย (ต่อ)

| Species | Traits | Heritabilities<br>$h_S^2 \pm S.E.$[1]<br>$h_D^2 \pm S.E.$[2]<br>$h_{S+D}^2 \pm S.E.$[3] | Authors |
|---|---|---|---|
| *O. edulis* | Weight offspring midparent regression : within-family | 0.013±0.055 | Jarayabhand (1989) |
| | Weight offspring midparent regression : family | 0.404±0.110 | |
| | Weight offspring midparent regression : individual | 0.050±0.53 | |
| | Weight offspring midparent regression : combined | 0.239±0.075 | |
| | Weight offspring midparent regression : fullsib | 0.229±0.130 | |
| *O. shilensis* | Whole weight (30 months) : Realzied | 0.34±0.12 | Toro and Newkirk (1991) |
| *S. cucullata* | Whole weight (15 months) : Realzied | 0.277±0.006 | Jarayabhand and Thanvoryutikarn (1995) |
| | น้ำหนักทั้งเปลือก (อายุ 15 เดือน) : อัตราพันธุกรรมประจักษ์ | 0.148±0.184 | มณฑิรา ถาวรยุติการต์ (2537) |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในสัตว์น้ำกลุ่มหอย (ต่อ)

| Species | Traits | Heritabilities<br>$h_S^2 \pm S.E.$[1]<br>$h_D^2 \pm S.E.$[2]<br>$h_{S+D}^2 \pm S.E.$[3] | Authors |
|---|---|---|---|
| Pearl oyster | | | |
| *Pinctada funcata* | Length (4-5 days) | 0.335[1] | Wada (1986, 1989) |
| *martensii* | Length (10 days) | 0.18[1] | |
| | Length (15 days) | 0.078[1] | |
| | Shell width (3 years) : Realized | 0.467 | |
| | Shell convixity (3 years) : Realized | 0.350 | |
| Blue mussel | Length (16 days) | 0.29[1], 0.16[3] | Innes and Haley (1977) อ้างตาม Gjedrem, 1983) |
| | Growth rate | 0.62[1], 0.12[3] | Newkirk (1980) อ้างตาม Gjedrem, 1983) |
| | Length of larvae | 0.43[3] | Newkirk (1980) อ้างตาม Gjedrem, 1983) |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ ในสัตว์น้ำกลุ่มหอย (ต่อ)

| Species | Traits | Heritabilities<br>$h_S^2 \pm S.E.$[1]<br>$h_D^2 \pm S.E.$[2]<br>$h_{S+D}^2 \pm S.E.$[3] | Authors |
|---|---|---|---|
| *Mytilus edulis* | Larvae (14 days) | 0.8±0.5[1] | Stromgren and Nielsen (1998) |
| | | 0.9±0.3[2] | |
| | Larvae (28 days) | 0.5±0.3[1] | |
| | | 0.6±0.2[2] | |
| | Juviniles (4.5 months) length growth | 0.9±0.7[1] | |
| | | 1.2±0.5[2] | |
| | Juviniles (4.5 months) length | 0.6±0.3[1] | |
| | | 0.6±0.2[2] | |
| | Juviniles (13 months) | 0.5±0.2[1] | |
| | | 0.8±0.3[2] | |

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย