บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสาร

กุ้งก้ามกรามมีลำดับอนุกรมวิธาน ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Series Eumalacostraca

Superorder Eucarida

Order Decapoda

Suborder Natatia

Section Caridea

Family Palaemonidae

Subfamily Palaemonidae

Genus Macrobrachium

Species Macrobrachium rosenbergii

(Devant, 1963)

กุ้งก้ามกรามมีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า Giant freshwater prawn ในไทยมีชื่อเรียกมากมาย เช่น กุ้งนาง กุ้งใหญ่ กุ้งหลวง กุ้งก้ามคราม และแม่กุ้ง เป็นต้น

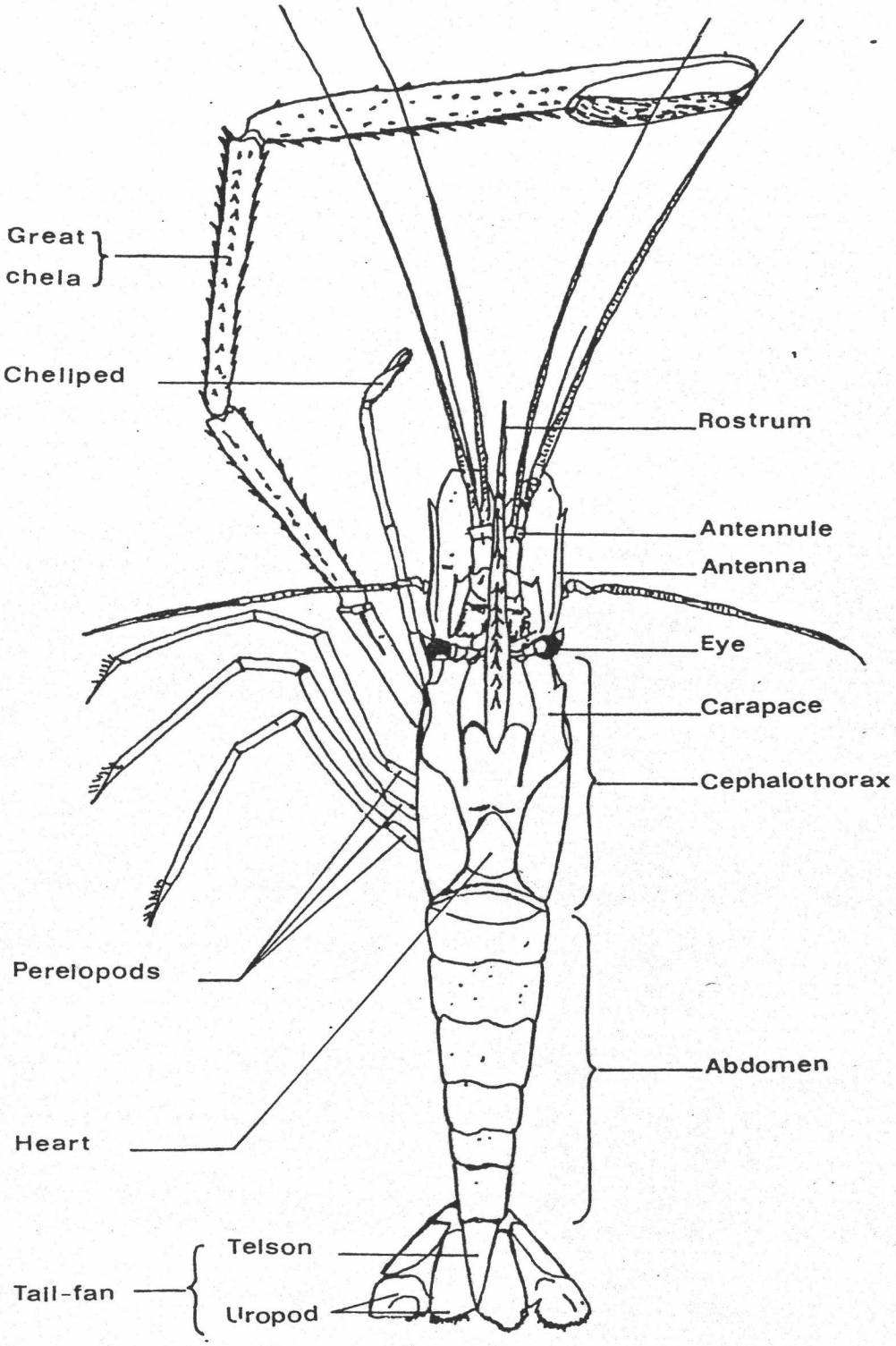
ชีวประวัติของกุ้งก้ามกราม

การแพร่กระจายของกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขต Indo-Pacific (Ling, 1969) เป็นกุ้งน้ำจืดที่มีการแพร่กระจายทั่วไป ในแหล่งน้ำจืดที่มีทางติดต่อกับทะเล แหล่งน้ำกร่อย บริเวณปากแม่น้ำ ลำคลองและทะเลสาบ ในประเทศไทยพบว่ามีกุ้งก้ามกรามอยู่ที่ภาคเหนือที่แม่น้ำเมย ภาคกลางพบกุ้งในแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำปราณบุรีและแม่น้ำนครนายก ภาคตะวันออกพบในแม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำเวฬุ แม่น้ำระยองและแม่น้ำตราด ภาคใต้พบในแม่น้ำตาปี แม่น้ำหลังสวน แม่น้ำกระบุรี แม่น้ำตรัง แม่น้ำปัตตานีและทะเลสาบสงขลา ปัจจุบันมีการนำกุ้งก้ามกรามไปเลี้ยงในทวีปต่าง ๆ เช่น ทวีปอัฟริกาในประเทศ Mauritius (FAO, 1989) ประเทศอิสราเอล ทวีปยุโรปพบในประเทศเยอรมัน (Bui Dinh Chung, 1988) ทวีปลาตินอเมริกาพบในประเทศ บราซิล เม็กซิโกและอเมริกา (FAO, 1989) ทางฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิคสามารถพบในธรรมชาติได้ ที่ทวีปเอเชียในประเทศเวียดนาม เขมร พม่า อินเดีย บัคลาเทศ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน โพลินิเซียและออสเตรเลีย (IFREMER, 1989)

ลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามมีลำตัวเป็นข้อและปล้องรวม 19 ปล้องลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนลำตัวหรือส่วนท้อง (แสดงในรูปที่ 2.1) มีส่วนหัวและส่วนอกติดกันเรียกว่า "Cephalothorax" ถูกปกคลุมด้วยเปลือกแข็งเรียกว่า "Carapace" ส่วนหน้าสุดมีส่วนยื่นออกไปข้างหน้าเรียกว่า "กรี" หรือ "rostrum" ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของกุ้งก้ามกราม คือ โคนกรีเป็นสันชัดเจน ปลายกรีจะยาวเรียวและโค้งงอขึ้นชี้ไปข้างหน้า ด้านบนและด้านล่างของกรีจะมีแง่ยื่นแบบฟัน



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามกราม

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลื่อยเรียกว่า "rostral teeth" จำนวนฟันบน Carapace มี 2-3 ซี่, ด้านบนกรีมี 12-15 ซี่และด้านล่างมี 10-15 ซี่ ซึ่งที่ทำการศึกษาโดยปกติมี 2, 13 และ 13 ตามลำดับ (พิมลพรรณ ลีละวัฒนากุล, 2518)

ระยางค์ (appendages) ของกุ้งก้ามกรามประกอบด้วย

ระยางค์ส่วนหัว (cephalic appendages) มี

1. ระยางค์หนวด มี 2 คู่ คือ

ระยางค์หนวดคู่ที่ 1 เรียก "antennule" สั้นกว่าระยางค์หนวดคู่ที่ 2 ประกอบด้วยก้านหนวด (antennular peduncle) มีลักษณะเป็นข้อ 3 ข้อ

ระยางค์หนวดคู่ที่ 2 เรียก "antenna" ยาวกว่าระยางค์หนวดคู่ที่ 1 มีช่องเล็กมาเปิด เป็นช่องของอวัยวะขับถ่าย (green gland)

2. ระยางค์ตัดและบดอาหาร (mandible) เป็นขากรรไกรทำหน้าที่บดและตัดอาหารก่อนนำเข้าสู่ปาก ประกอบด้วย coxopodite ซึ่งแยกเป็น 3 ตอน

3. ระยางค์ส่วน maxilla เป็นระยางค์ที่ใช้ช่วยกินอาหารมี 2 คู่ คือ maxilla คู่ที่ 1 และ maxilla คู่ที่ 2

ระยางค์ส่วนอก (thoracic appendages) ประกอบด้วย

1. maxillipeds เป็นระยางค์ที่ทำหน้าที่ช่วยในการกินอาหาร มี 3 คู่ คือ maxillipeds คู่ที่ 1, คู่ที่ 2 และคู่ที่ 3 ระยางค์ทั้ง 3 คู่นี้มีความแตกต่างกันที่รูปร่างและขนาดโดย maxillipeds คู่ที่ 3 มีขนาดใหญ่ที่สุด

2. ระยางค์สำหรับเดิน (pereiopods หรือ walking legs) ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ หาอาหาร และป้องกันตัว มีอยู่ 5 คู่ ระยางค์สำหรับเดินนี้แต่ละระยางค์จะประกอบด้วยข้อ 7 ข้อ คือ

ข้อที่ 1 เรียกว่า "Coxa" อยู่โคนสุดติดกับทรวงอกมีลักษณะสั้น

ข้อที่ 2 เรียกว่า "Basis" ต่อจากข้อที่ 1 ลักษณะสั้นเช่นกัน

ข้อที่ 3 เรียกว่า "Ischium" ต่อจากข้อที่ 2 เป็นรูปทรงกระบอก และเฉพาะข้อที่ 3 ของระยางค์ขาเดินคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า "upper arm"

ข้อที่ 4 เรียกว่า "merus" ต่อจากข้อที่ 3 เป็นรูปทรงกระบอก เฉพาะข้อที่ 4 ของระยางค์ขาเดินคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 เรียกอีกชื่อว่า "lower arm"

ข้อที่ 5 เรียกว่า "carpus" ต่อจากข้อที่ 4 เป็นรูปทรงกระบอก และเฉพาะข้อที่ 5 ของระยางค์ขาเดินคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 มีชื่อเรียกอีกชื่อว่า "รีส"

ข้อที่ 6 เรียกว่า "propus" ต่อจากข้อที่ 5 เป็นรูปทรงกระบอก และเฉพาะข้อที่ 6 ของระยางค์ขาเดินคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโคนของข้อเรียกว่า "palm" ส่วนปลายของข้อเรียกว่า "immovable finger"

ข้อที่ 7 เรียกว่า "dactylus" ต่อจากข้อที่ 6 เฉพาะข้อที่ 7 ของขาเดินคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 เรียกอีกชื่อว่า "movable finger"

สำหรับขาเดินคู่ที่ 1 และขาเดินคู่ที่ 2 นั้นตอนปลายมีลักษณะเป็นคีม โดยขาเดินคู่ที่ 1 ทำหน้าที่ฉีก จับอาหารและป้องกันตัว เรียกว่า "Chiliped" และขาเดินคู่ที่ 2 ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของกุ้งก้ามกรามจะมีขนาดใหญ่กว่าคู่ที่ 1 ทำหน้าที่ต่อสู้ป้องกันตัว เป็นอาวุธสำหรับจับเหยื่อและช่วยในการผสมพันธุ์ เรียกว่า "great chela" มีลักษณะผิดกับขาเดินคู่อื่น ๆ คือ มีหนามแหลมเรียงอยู่กระจัดกระจายและนิ้วก้ามหนีบที่เคลื่อนไหวได้ (movable finger) มีขนปุกปุยอย่างหนาแน่นตลอดนิ้ว

ระยางค์ส่วนท้อง (abdominal appendages) ประกอบด้วย

1. ระยางค์ว่ายน้ำ (swimmerets หรือ pleopods) มีหน้าที่ว่ายน้ำ ระยางค์ว่ายน้ำนี้มี 5 คู่ เป็น biramous แต่ละระยางค์ประกอบด้วย protopodite, endopodite และ exopodite ด้านในของ endopodite มีติ่งเล็ก ๆ ยื่นออกมา 1 อัน เรียกว่า "appendix interna" เฉพาะ endopodite ของระยางค์คู่ที่ 2 ของกุ้งก้ามกรามตัวผู้มีติ่งสั้น ๆ ที่ยาวกว่า appendix interna อีกอัน เรียกว่า "appendix musculina" อยู่ระหว่าง endopodite กับ appendix interna

2. ระยางค์แพนหาง (uropods) เป็นระยางค์ส่วนท้องคู่สุดท้ายที่ขนาบข้างมี 2 คู่ คือคู่ในเป็น endopodite และคู่นอกเป็น exopodite

Telson และ uropods รวมเรียก "tail fan" ทำหน้าที่คล้ายหางเสือของเรือ สีตัวภายนอกของกุ้งก้ามกราม เมื่อกุ้งโตเต็มวัยจะมีสีน้ำเงินหรือสีน้ำเงินปนแดง ขนาดกุ้งก้ามกรามที่มีขนาดโตเต็มที่อาจมีขนาดความยาวเหยียดมากกว่า 30 ซม. หรือมีน้ำหนักตัว 380-400 กรัม (สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, 2522)

ลักษณะนิสัย

กุ้งก้ามกรามโดยธรรมชาติชอบอยู่ในน้ำที่มีลักษณะใสสะอาดและไหลเอื่อย ชอบแสงสลัว ๆ มากกว่าแสงจ้า (สุจิต ภิญโญยิ่งและประสิทธิ์ เอกอุรุ, 2505) มักชอบหลบซ่อนตัวอยู่ตามรากไม้ ตอไม้และเสาหรือหินที่จมอยู่ใต้น้ำ มีความว่องไวเวลาหลบหนีศัตรูและชอบออกหาอาหารเวลากลางคืน (ไพโรจน์ พรหมานนท์และทรงชัย สหวัชรินทร์, 2516) มันหาอาหารโดยการดมกลิ่นและการสัมผัส โดยใช้หนวดคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 กวาดไปมาเมื่อพบอาหารก็ใช้ขาเดินคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 จับ

อาหารเข้าปากทีละชิ้น ลักษณะการกินอาหารแบบ "omnivorous" (Ling, 1969) เวลาที่หิวมาก ๆ จะกินอาหารเร็วไม่เลือกชนิดและอาจกินพวกเดียวกันเป็นอาหารเรียกว่า "canibalism" (Peebles, 1980)

การสืบพันธุ์และการวางไข่

เมื่อถึงฤดูกาลผสมพันธุ์ กุ้งก้ามกรามจะออกไปผสมพันธุ์และวางไข่บริเวณปากแม่น้ำที่มีน้ำทะเลขึ้นถึง กุ้งชนิดนี้ผสมพันธุ์ได้ตลอดปีโดยกุ้งตัวผู้สามารถพร้อมเข้าผสมพันธุ์ได้ตลอดเวลา แต่กุ้งตัวเมียจะต้องมีไข่สุกในรังไข่และมีการลอกคราบในเวลานั้นซึ่งเรียกว่า "pre-mating molt" (FAO, 1980) เมื่อตัวเมียลอกคราบเสร็จใหม่ ๆ กุ้งตัวผู้จะคอยดูแลอยู่ใกล้ ๆ เพื่อป้องกันศัตรูและรอการผสมพันธุ์ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการลอกคราบของกุ้งตัวเมีย 3-6 ชั่วโมง ตัวผู้จะใช้ก้ามคู่ใหญ่พาดไปตามตัวของกุ้งตัวเมียบริเวณส่วนหัวและลำตัว เรียกว่าการเกี้ยวพาราสีก่อนการผสมพันธุ์ หลังจากนั้นตัวผู้จะจัดให้ตัวเมียหงายท้องขึ้นและเลื่อนตัวเข้าไปใต้ท้องของกุ้งตัวผู้ เพื่อรับน้ำเชื้อจากตัวผู้ที่ปล่อยออกมาทางช่องเปิดบริเวณโคนขาคู่ที่ 5 ใช้เวลาประมาณ 2-3 นาที เมื่อเสร็จแล้วตัวเมียจะคว่ำตัวลงตามปกติ (ประจวบ หล่าอุบล, 2529) ถ้าสังเกตจะเห็นน้ำเชื้อสีขาว ๆ ลักษณะเหนียวข้นติดอยู่ที่โคนขาเดินบริเวณช่องอกของตัวเมีย ซึ่งมีถุงเก็บน้ำเชื้อตัวผู้ไว้เรียกว่า "stranum" (Chow, 1982) ตัวเมียจะวางไข่ประมาณ 6-20 ชั่วโมงหลังจากผสมพันธุ์หรือภายใน 24 ชั่วโมงหลังการลอกคราบครั้งสุดท้าย ไข่ที่ปล่อยออกมาจะถูกผสมโดยเชื้อตัวผู้ที่ติดอยู่ที่อกแล้วถูกนำไปเก็บ ติดกับส่วนท้องและขาว่ายน้ำคู่ที่ 1-4 ด้วยเนื้อเยื่อบาง ๆ โดยกุ้งตัวเมียจะคอยโบกขาว่ายน้ำเพื่อให้ไข่ไปติดตามขนเล็ก ๆ ได้สะดวก ทั้งยังเป็นวิธีทำความสะอาดและเพิ่มออกซิเจนให้ไข่ไปพร้อม ๆ กัน ตัวเมียบางตัวอาจมีการพัฒนารังไข่ในขณะที่ยังมีการวางไข่ที่ท้องอยู่ (O'Donovan, Abraham และ Cohen, 1984) ถ้าไข่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จะหลุดไปภายใน 2-3 วัน (Wickins และ Breard, 1974) ไข่ของกุ้งก้ามกรามมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา

ดังจะสังเกตได้จากสีของไข่ ในระยะแรกไข่จะมีสีเหลืองส้มหรือส้มอ่อนแล้วเปลี่ยนเป็นสีส้ม สีน้ำตาลและสีเทาตามลำดับ ไข่ที่มีสีเทาแก่สามารถมองเห็นตาและรูปร่างของกุ้งงอพับภายในเปลือกอย่างชัดเจนจะฟักออกเป็นตัวภายใน 2-3 วัน ลักษณะของไข่กลมรีเล็กน้อยขนาด 0.5 ถึง 0.7 มม. ปริมาณไข่ขึ้นอยู่กับขนาดของแม่กุ้ง ความดกของไข่สำหรับแม่กุ้งโตเต็มที่ประมาณ 80,000 ถึง 100,000 ฟอง แต่แม่กุ้งท้องแรกจะมีความดกไข่ระหว่าง 5,000 ถึง 20,000 ฟอง (FAO,1980)

การฟักเป็นตัว

กุ้งก้ามกรามใช้เวลาในการฟักออกเป็นตัว แตกต่างกันไปเล็กน้อย โดยเฉลี่ย 20 วัน ที่ 28 องศาเซลเซียส โดยปกติไม่เกิน 3 อาทิตย์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ มีบางครั้งพบว่ารังไข่ของตัวเมีย เริ่มสร้างในขณะที่ยังมีการวางไข่อยู่บริเวณท้อง แม่กุ้งบางตัววางไข่ได้ 2 ครั้งในช่วง 1 เดือน แม่กุ้งหนึ่งตัวจะฟักไข่ออกเป็นตัวหมดภายใน 1 หรือ 2 วัน Ling (1969) กล่าวว่าลูกกุ้งก้ามกรามจะเพิ่มความดันภายในไข่และเหยียดตัว รวมทั้งเคลื่อนระยางค์ต่าง ๆ ทำให้เยื่อหุ้มไข่แตกแล้วลูกกุ้งจะดีดตัวออกเป็นอิสระจากเปลือกไข่ ความสามารถในการฟักออกเป็นตัวจะสูงในน้ำกร่อย (ทรงชัย สหวัชรินทร์และไพโรจน์ พรหมานนท์, 2513)

กุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ลูกกุ้งที่เพิ่งฟักออกมีความยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร มักลอยติดอยู่บนผิวน้ำ เมื่อจมลงในน้ำก็จะว่ายน้ำเป็นกลุ่มจนอายุได้ 10 วัน (Ling และ Merican, 1961) ลูกกุ้งวัยอ่อนอยู่ในน้ำมีการดำรงชีวิตเป็น Zooplankton ที่ไม่ถาวร เมื่อลอยอยู่ในน้ำส่วนหัวอยู่ข้างล่างหางชี้ขึ้นข้างบน ชอบเคลื่อนที่เข้าหาแสงถ้าพบกับแสงสว่างมากเกินไปก็จะเคลื่อนที่หนีแสง (Ling, 1969) หลังจากลูกกุ้งฟักเป็นตัวอ่อนแม่กุ้งจะปล่อยให้เลี้ยงตัวเอง อาหารของลูกกุ้งระยะนี้คือสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่ลอยอยู่

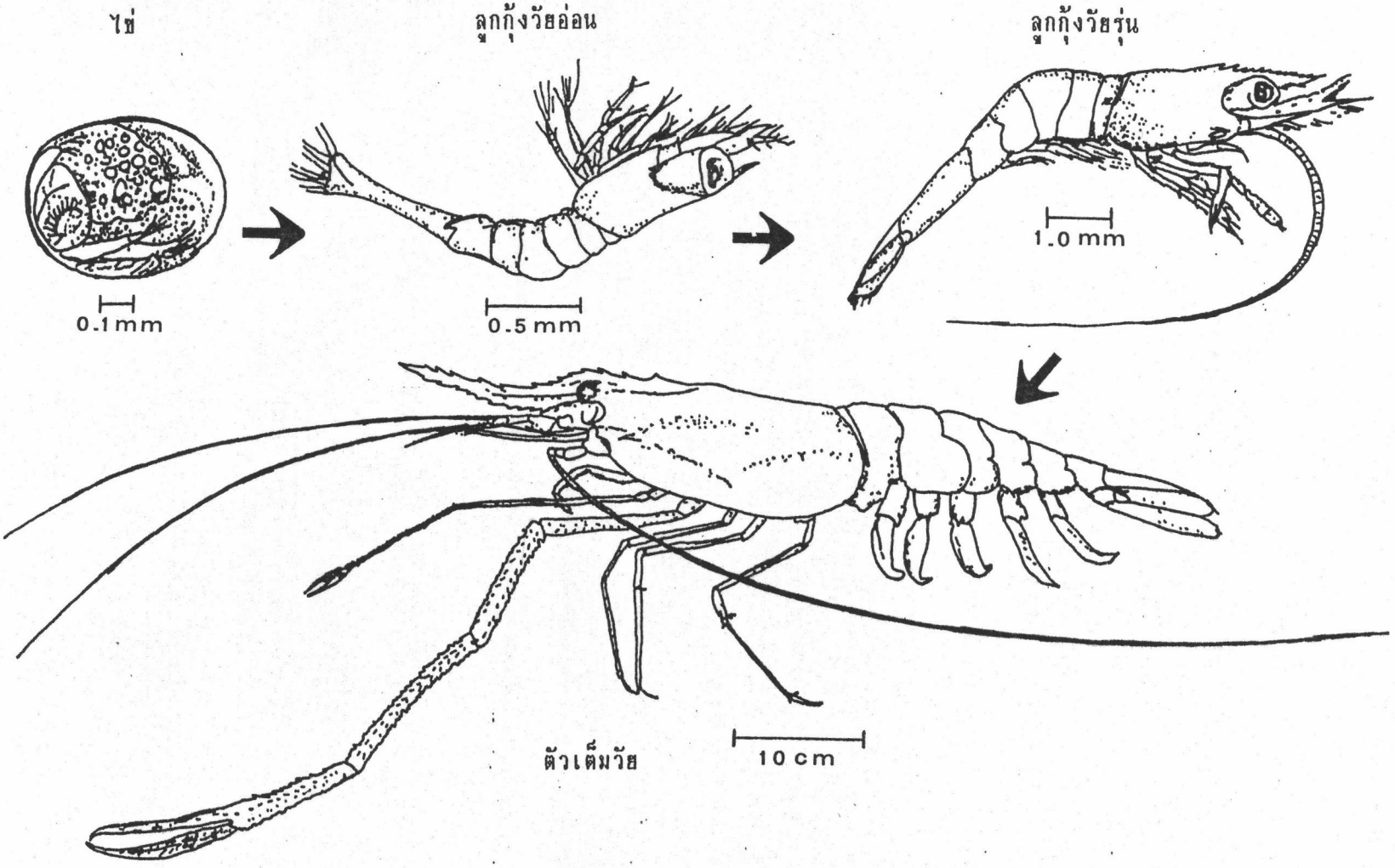
ในน้ำ เช่น โรติเฟอร์ ไรน้ำขนาดเล็ก ตัวอ่อนของปูและหอย เป็นต้น ในระยะนี้ลูกกุ้งวัยอ่อนจะล่องลอยไปตามกระแสน้ำจึงมักตกเป็นอาหารของลูกปลา ที่เหลือรอดและสามารถเจริญเติบโตได้มีอยู่น้อย (ประจวบ หล่าอุบล, 2529) วงจรชีวิตในวัยอ่อนของกุ้งชนิดนี้โดยธรรมชาติชอบอาศัยอยู่ในน้ำกร่อย หากนำมาเลี้ยงในน้ำจืดจะตายภายใน 4-5 วัน เพราะลูกกุ้งไม่ลอกคราบ (Ling และ Merican, 1961) ลูกกุ้งจะเจริญเติบโตในบริเวณน้ำกร่อยเป็นระยะเวลาประมาณ 45-60 วัน จึงจะกลายเป็นลูกกุ้งวัยรุ่นที่มีลักษณะเหมือนกุ้งโตทุกประการ มีขนาดความยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร หลังจากนั้นลูกกุ้งจะลงสู่พื้นดินที่ตื้นตามชายฝั่งแล้วเดินทางเข้าสู่แม่น้ำลำคลองและทะเลสาบ แล้วเจริญเติบโตจนถึงขั้นสมบูรณ์เพศในแหล่งน้ำจืด

วงจรชีวิตของกุ้งก้ามกราม

วงจรชีวิตกุ้งก้ามกรามเริ่มจากเป็นไข่แล้วพัฒนาเป็นลูกกุ้งวัยอ่อน หลังจากฟักแล้วจะต้องอาศัยอยู่ในน้ำกร่อยถ้าลูกกุ้งวัยอ่อนอยู่ในน้ำจืดจะไม่สามารถพัฒนาเป็นลูกกุ้งวัยรุ่นได้ ขั้นตอนการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อนจนเป็นวัยรุ่นนั้น Ling (1969) กล่าวว่ามี 11 ขั้น ส่วน Uno และ Soo (1969) แบ่งเป็น 11 ขั้น และไพโรจน์และอำพล (2510) แบ่งเป็น 12 ขั้น จึงจะเป็นลูกกุ้งวัยรุ่นซึ่งมีลักษณะเหมือนตัวเต็มวัยแล้วเพิ่มขนาดขึ้นเรื่อย จนสามารถสืบพันธุ์ได้จึงเป็นตัวเต็มวัย ดังรูปที่ 2.2

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการรอดตายและอัตราการเจริญของลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

1. อาหารที่ใช้เลี้ยง อาหารที่เหมาะสำหรับลูกกุ้งวัยนี้คือสัตว์น้ำตัวเล็กที่ลอยอยู่ในน้ำ (Zooplankton) ได้แก่ Protozoa, Copepods, Rotifer และ Crustaceans ธานี (2529) พบว่าการเลี้ยงลูกกุ้งด้วย Artemia แต่เพียงอย่างเดียวตั้งแต่วันที่ 2 ของการฟักเป็นตัวทำให้ลูกกุ้งจะมีอัตราการรอดจนถึงวันคว่ำสูงที่สุด (เพียรศิริ ปิยะธีรธิติวรกุล, 2523)



รูปที่ 2.2 แสดงวงชีวิตของกุ้งก้ามกรามดัดแปลงมาจาก Foster and Wickins (1972)

2. คุณสมบัติของน้ำ

ความเค็ม ที่ใช้ในการเพาะฟักลูกกุ้งระดับดีที่สุดควรอยู่ระหว่าง 12, 15-17 ppt (ประจวบ หล่ำอุบล, 2529) ทรงชัย สหวัชรินทร์และไพโรจน์ พรหมานนท์ (2513) พบว่า ลูกกุ้งวัยอ่อนสามารถเจริญเติบโตในความเค็มที่ระดับ 5-7, 8-10, 12-14 ppt ได้ดีแต่ที่ความเค็ม 12-14 ppt ลูกกกุ้งมีอัตราการรอดเฉลี่ยมากกว่าระดับอื่น

ปริมาณออกซิเจน ไม่ควรต่ำกว่า 3 ppm เพื่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตที่ดี ถ้าปริมาณออกซิเจนต่ำลงมาก ๆ กุ้งจะเริ่มอ่อนแอ ชะงักการเจริญเติบโตและเริ่มตาย

ปริมาณสารประกอบไนโตรเจน ไม่ควรมี nitrite และ nitrate มากเกิน 0.1 ppm และ 20 ppm ตามลำดับ ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้ลูกกุ้งหยุดกินอาหาร การเติบโตหยุดชงักและตายในที่สุด (Armstrong et al., 1976) สารทั้งสองเกิดจาก ammonia ที่ละลายน้ำจึงไม่ควรมีปริมาณ ammonia มากกว่า 0.1 ppm เพราะจะมีผลกระทบต่ออัตราการเจริญ ยืดระยะการฟักเป็นตัวของไข่ อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มขึ้น ความเป็นพิษของ ammonia ขึ้นอยู่กับ ปริมาณ oxygen อุณหภูมิ ความเค็ม และความเป็นกรดเป็นด่าง (จารุวรรณ วีระวงษ์นุสร, 2525)

อุณหภูมิ Hiaeh et al. (1989) รายงานว่าอุณหภูมิที่ดีที่สุดในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอยู่ระหว่าง 26-31 องศาเซลเซียส และไม่ควรต่ำกว่า 24 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เพราะจะมีผลต่อการพัฒนาตัวอ่อนและอัตราการรอด อัตราเร็วของการคว่ำจะสูงสุดที่อุณหภูมิ 28 อาศาเซลเซียส (Gomerz และ Ohno, 1986)

ความเป็นกรดเป็นด่าง ควรอยู่ระหว่าง 7.0-8.5 สำหรับปริมาณแร่ธาตุ ควรมีธาตุเหล็กและแมกนีเซียมปริมาณต่ำ มีสารประกอบแคลเซียมและ carbonate ไม่เกิน 100 ppm และสารตะกั่วไม่ควรเกิน 0.33 ppm เพราะจะเป็นอันตรายต่อตัวกุ้ง (New, 1990)

3. การรักษาความสะอาดของบ่อ เป็นสิ่งจำเป็นมากทำให้ลดความเป็นกรดเป็นด่างเพิ่มปริมาณออกซิเจน และถ่ายเทของเสีย จึงควรดูแลและเปลี่ยนน้ำดังนี้ ลูกกุ้งอายุ 3-6 วัน ควรดูดตะกอนและเศษอาหารออก ลูกกุ้งอายุ 7 วันถึงกุ้งเริ่มคว่ำ ควรเปลี่ยนน้ำทุกวัน ลูกกุ้งเริ่มคว่ำไปจนถึงคว่ำหมดอาจจะเปลี่ยนน้ำทุก 2 วันในขณะเดียวกันความเค็มควรจะลดลงด้วย ในการทำความสะอาดและถ่ายเทน้ำถ้าผู้เลี้ยงไม่มีความระมัดระวัง ลูกกุ้งส่วนหนึ่งจะติดไปกับน้ำ

4. แสงแดด ลูกกุ้งไม่ควรได้รับแสงแดดโดยตรง ถ้าแดดจัดเกินไปลูกกุ้งไม่กินอาหาร กุ้งโตช้า ถ้าเลี้ยงในร่มเงาอัตราการตายของกุ้งจะลดลง (ประจวบ หล่าอุบล, 2529)

<u>การลอกคราบและการเจริญเติบโต</u>

ขบวนการลอกคราบ (Ecdysis) เป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาในสัตว์จำพวก Crustacean เนื่องจากสัตว์พวกนี้มีโครงสร้างภายนอกแข็งเพื่อป้องกันตัวเองจากการสูญเสียไอออน (ประจวบ หล่าอุบล, 2529) ในร่างกายให้น้อยลงและเป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อจึงมีปัญหาในการเจริญเติบโต ขบวนการในการลอกคราบจะเกิดขึ้นติดต่อกันตลอดเวลา เริ่มจากมีการสะสมพลังงานและแร่ธาตุเอาไว้ในตัวเพื่อสลัดเปลือกเก่าทิ้งและขยายตัวออก ปรับปริมาณความเข้มข้นในตัวให้เข้าสู่ระดับเดิม แล้วเริ่มสะสมอาหารไว้เพื่อการลอก

คราบในคราวต่อไปดังนั้นการเพิ่มขนาดก็จะเกิดขึ้นเฉพาะตอนลอกคราบเท่านั้น วิธีลอกคราบของกุ้งจะลอกจากเปลือกภายนอกทุกส่วนแม้แต่หนวดและขน ขณะลอกคราบกุ้งจะงอตัวโค้งเป็นรูปตัววี และดีดตัวเหยียดออกตามตรง เปลือกที่คลุมส่วนลำตัวจะถูกดีดออกมาก่อนต่อมาเปลือกที่คลุมส่วนหัว แล้วส่วนอกจะถูกสลัดหลุดออกมาภายหลัง (สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, 2522)

ปัจจัยที่มีผลต่อการลอกคราบของกุ้ง อาจเป็นปัจจัยภายในกุ้งเอง เช่น ขนาดกุ้ง ช่วงการผสมพันธุ์ การสูญเสียระยางค์ และปัจจัยภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง การอยู่ร่วมกับสัตว์ชนิดอื่น ความเค็ม และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ปัจจัยภายนอกจะส่งผลถึงการลอกคราบของกุ้งโดยกระตุ้นผ่านระบบประสาทส่วนกลาง และฮอร์โมนลอกคราบจากต่อมไร้ท่อ ที่บริเวณก้านตาเรียกว่า "วายออร์แกน" ความถี่ในการลอกคราบของกุ้งก้ามกรามขึ้นอยู่กับ อายุของกุ้ง ความสมบูรณ์ของอาหาร คุณภาพน้ำ สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการลอกคราบมากที่สุด คือ อุณหภูมิ การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำในช่วงที่กุ้งก้ามกรามสามารถ อยู่ได้โดยปกติจะทำให้กุ้งลอกคราบบ่อยขึ้น ความเค็มของน้ำมีผลต่อการลอกคราบของกุ้ง น้อยกว่าอุณหภูมิ กุ้งที่ลอกคราบบ่อย แสดงว่ามีอัตราการเจริญเติบโตดี (ประจวบ หล่ำอุบล, 2529) ลักษณะที่สังเกตได้ก่อนกุ้งก้ามกรามจะเกิดการลอกคราบ 1-2 วัน เช่น เบื่ออาหาร เฉื่อยชา ตามีสีขุ่นมัว สีของเปลือกเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนน้ำตาล (สุจิตและประสิทธิ์, 2505) จุดสังเกตการลอกคราบของกุ้งก้ามกรามจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จะเกิดลักษณะเหมือนภาพซ้อนขึ้นบริเวณดังนี้ กรี (rostrum) รอยต่อของเปลือกหุ้มตัวด้านบน (Dorsal abdominal plate) รอยต่อของเปลือกหุ้มตัวด้านข้าง (Lateral abdominal plate) ระยางค์ว่ายน้ำ (Pleopod) แยกปลายก้าม (Chelae tips) เกล็ดหนวด (antennal scale) (Peebles, 1977)

019247

แนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขผลผลิตกุ้งก้ามกราม

ปัญหาในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามปัจจุบันสรุปโดยทั่วไปคือ พันธุ์กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตช้าและมีขนาดเล็กเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ จึงสมควรที่จะพิจารณาถึงการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์กุ้งดังกล่าวให้ดีขึ้นเพื่อให้ได้พันธุ์ที่เจริญเร็ว อัตราการรอดสูง หลักการในการปรับปรุงพันธุ์กุ้งก้ามกรามสามารถดำเนินการได้ คือ

1. การจัดการพ่อแม่พันธุ์ของเกษตรกรที่ประสบปัญหาอยู่พอที่จะสรุปได้คือ

1.1 ขาดความสมบูรณ์ของข้อมูลพื้นฐานทางชีววิทยาของกุ้งก้ามกรามในการเลี้ยง เช่น อัตราการเติบโตของกุ้งแต่ละรุ่น การกินอาหาร และพฤติกรรมของกุ้งแต่ละวัย

1.2 การจัดการพันธุ์ที่เพาะเลี้ยงในทางอ้อมเกิดจากกุ้งที่มีอัตราการเติบโตดีจะถูกจับขายเมื่อกุ้งขนาดใหญ่ขึ้นจนถึงขนาดที่ตลาดต้องการ กุ้งที่เหลือซึ่งมีอัตราการเติบโตช้าถูกนำมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ทำให้เกษตรกรได้พันธุ์กุ้งที่มีอัตราการเติบโตช้าลง แนวทางในการแก้ไข คือ ทำการเก็บข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับลักษณะทางเศรษฐกิจเพื่อใช้ประกอบการคัดพันธุ์เช่น อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแต่ละรุ่น อายุและขนาดของพ่อแม่พันธุ์ ปริมาณการผลิตลูกกุ้งต่อแม่ในฤดูกาลต่าง ๆ เมื่อบันทึกอายุของลูกกุ้งควรทำเครื่องหมายของกุ้งแต่ละรุ่นเมื่อเลี้ยงรวมกัน เพราะจะไม่เป็นปัญหาในการคัดพ่อแม่พันธุ์ที่มีการเติบโตดีทิ้ง แล้วให้ความรู้แก่เกษตรถึงผลเสียของการคัดพันธุ์แบบรู้เท่าไม่ถึงการและการเก็บรักษากุ้งที่มีอัตราการเติบโตดีเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์

2. ปัญหาการเลือกลักษณะการปรับปรุง

การเลือกลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของกุ้งก้ามกราม เช่น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย การต้านทานโรค ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมี

ความจำเป็นที่จะทำการคัดและปรับปรุงโดยเร่งด่วนไปพร้อม ๆ กัน ในการคัดพันธุ์ลักษณะต่าง ๆ เหล่านี้ควรจะคำนึงถึงค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะ ว่าไปในทางเดียวกันหรือเป็นไปในทางตรงกันข้าม เมื่อคัดเลือกลักษณะหนึ่งก็จะมีผลกระทบต่อลักษณะที่มีสหสัมพันธ์ต่อกัน ถ้าลักษณะเหล่านี้เป็นไปในทางเดียวกันก็ไม่เป็นปัญหา แต่ถ้าเป็นไปในทางตรงกันข้ามการคัดเลือกลักษณะหนึ่งจะทำให้สูญเสียลักษณะที่ดีของอีกลักษณะ

3. ปัญหาการเลือกวิธีการในการปรับปรุงพันธุ์

การคัดเลือกวิธีการคัดพันธุ์แบบไหนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการคือ

3.1 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ต้องการปรับปรุง ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นสัดส่วนของความแปรปรวนของลักษณะปริมาณที่ปรากฏอันเนื่องมาจากความแปรปรวนทางด้านพันธุกรรม โดยเหตุที่มียีโนไทป์ต่างกัน ดังนั้นถ้าลักษณะที่ต้องการปรับปรุงมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำควรปรับปรุงสภาพแวดล้อม หากค่าอัตราพันธุกรรมมีระดับสูงควรคัดเลือกภายในฝูง แต่ถ้าพบว่ามีปรากฏการณ์ทาง heterosis ควรปรับปรุงโดยวิธีการผสมข้าม ในกุ้งก้ามกราม Dobkin (1974) กล่าวว่ามีผลทาง heterosis จึงควรปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีผสมข้าม

3.2 อุปกรณ์ที่มีอยู่และที่จะใช้ในการปรับปรุง อุปกรณ์เป็นสิ่งสำคัญเพราะวิธีการคัดพันธุ์บางชนิด เช่น การคัดเลือกภายในครอบครัว (family หรือ within family selection) ต้องการทำการผสมพันธุ์กุ้งมากกว่า 50 คู่ขึ้นไป เพื่อป้องกันการเกิดการผสมเลือดชิด ระหว่างที่ดำเนินการปรับปรุงพันธุ์ อุปกรณ์ที่ใช้จึงเพิ่มมากขึ้นด้วย ถ้าอุปกรณ์ไม่พอ ควรพิจารณาการปรับปรุงพันธุ์ โดยวิธีอื่นต่อไป (สุภัทรา อุไรวรรณ์, 2531)

ในสัตว์น้ำสิ่งแวดล้อมจะมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ชนิดอื่น ๆ ดังนั้นควรทำการปรับปรุงพันธุกรรมเป็นอันดับแรกและคำนึงถึงการปรับปรุงสภาพแวดล้อมควบคู่ไปกับการปรับปรุงพันธุ์

ความแปรปรวน

ความแปรปรวน (variation) เป็นลักษณะหนึ่งของประชากรของสิ่งมีชีวิตเนื่องจากลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตมีความไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้เพื่อความอยู่รอดของประชากรในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน (วิสุทธิ์ ใบไม้, 2533) ในการศึกษาลักษณะเชิงปริมาณซึ่งมียีนควบคุมอยู่หลายคู่นั้น ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้จะมีความผันแปร จึงนิยมวัดความผันแปรนั้นในรูปของค่าความแปรปรวน โดยแจกแจงค่าไปตามสาเหตุที่ทำให้เกิดความผันแปรนั้น ค่าความแปรปรวนนั้น จึงเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของประชากรที่อาจนำมาชี้บอกความแตกต่าง ทางพันธุกรรมระหว่างประชากร องค์ประกอบของความแปรปรวนทั้งหมดที่เกิดขึ้น จะประกอบด้วยความแปรปรวนจากอิทธิพลต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้เกิดความผันแปรขึ้นซึ่งที่เราวัดได้คือ ความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา (phenotypic variance, P) ที่จะประกอบด้วยความผันแปรทางพันธุกรรม (genotypic variance, G) และความผันแปรของสภาพแวดล้อม (environmental variance, E) ตามสมการ

$$P = G + E$$

และ $G = A + D + I$

เมื่อ A คือ ค่าพันธุกรรม

D คือ ความเบี่ยงเบนเนื่องจากการข่มของยีน

I คือ ความเบี่ยงเบนเนื่องจากปฏิกิริยาร่วมของยีนต่างตำแหน่ง

เพราะฉะนั้น $P = A + D + I + E$ ถ้ามีปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีโนไทป์กับสภาพแวดล้อมก็จะทำให้เกิดความผันแปรขึ้นได้อีก สามารถวัดค่าความแปรปรวนอันเนื่องจากปฏิกริยาร่วมนี้ได้ค่า GE และต้องนำมาแจกแจงเป็นส่วนหนึ่งของความแปรปรวนทั้งหมด มีการศึกษาความแปรปรวนในกุ้งก้ามกรามทางด้าน ชีวเคมี, สรีรวิทยา, ชีวประวัติ, พฤติกรรม, สัณฐานวิทยาและสี, เพศ

1. ชีวเคมี

ประเทศไทยมีการศึกษาความแปรปรวนของกุ้งก้ามกราม ทางชีวเคมี โดยปัญจา ใยถาวร (2532) พบว่าความแปรปรวนของ mitochondria DNA ในกุ้งจากฟาร์ม แม่น้ำบางปะกงซึ่งติดต่อกับฝั่งทะเลอ่าวไทยและแม่น้ำกระบุรีอยู่ทางฝั่งทะเลอันดามัน สามารถจำแนกความแตกต่างของประชากรกุ้งก้ามกราม ที่มีถิ่นที่อยู่ต่างกันทางภูมิศาสตร์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กุ้งจากแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำกระบุรี ส่วนกุ้งจากฟาร์มมีลักษณะเหมือนกุ้งจากแม่น้ำบางปะกง

2. สรีรวิทยา

Mauro และ Malecha (1984) ไม่พบความแตกต่างกุ้งก้ามกรามที่ออสเตรเลียและฟิลิปปินส์ทาง hemocyanin-oxygen affinity และการใช้ออกซิเจน

3. ชีวประวัติ

จากการศึกษาพบว่ากุ้งก้ามกรามในออสเตรเลียมี 2 สายพันธุ์ ดังนี้ ตัวเมียจาก Derby (ทางตะวันตกเฉียงเหนือของ ออสเตรเลีย) วางไข่สีเขียว มีระยะเวลาการพัฒนาตัวอ่อนถึงกุ้งคว่ำภายใน 9-12 วัน ได้กุ้งคว่ำขนาดเล็ก ส่วนตัวเมียจาก Darwin (ทางเหนือของ ออสเตรเลีย) ผลิตไข่สีเขียว มีระยะเวลาการพัฒาตัวอ่อนถึงกุ้งคว่ำภายใน 13-15 วันได้กุ้งคว่ำขนาดใหญ่แต่ก็ยังเล็กกว่ากุ้งคว่ำโดยทั่วไป (Malecha, 1977) Sarver และคณะ (1979) พบความแตกต่างของระยะเวลาการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อน การทนต่ออุณหภูมิของกุ้งวัยรุ่น และความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และความเค็ม จากกุ้งที่มีถิ่นที่อยู่อาศัยต่างกัน ในประเทศออสเตรเลีย

4. พฤติกรรม

Peebles (1977) พบว่ากุ้งก้ามกรามจากมาเลเซียอยู่แยกกันเป็นพวกแล้วอวดก้ามส่วนกุ้งจากออสเตรเลียซึ่งอยู่ใกล้ ๆ กัน แสดงก้ามและยึดกันด้วยหนวดของมันแต่ละตัว

5. สันฐานวิทยาและสี

ความแปรปรวนทางสันฐานวิทยา เป็นการศึกษารูปร่างลักษณะของส่วนต่าง ๆ ในกุ้งก้ามกราม Cowles (1914) ศึกษารูปร่าง rostral และ serration formula (ระยะ dorsalserration / ระยะventral serration) แล้วไม่สามารถแยกความแตกต่างของกุ้งก้ามกรามใน ฟิลิปปินส์ Jonson (1960) พบว่าสามารถแบ่งกุ้งก้ามกรามออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ทางตะวันออกฝั่งปาปัวเซีย (จากปาปัวนิวกินีถึงบอร์เนียว และจากตอนใต้ของจีนถึงตอนเหนือของออสเตรเลีย และทางตะวันตกจากปากีสถานถึงมาเลเซียทั้งของกลุ่มแตกต่างกันที่ลักษณะ rostrum, rostral crest, ventral และ dorsal rostral serrations ต่อมา ส่วน Malecha (1980) ศึกษาลักษณะของสีและรูปร่างของ rostrum, สีของ antenna antennule chela และ chela joint, rostral base spots, terminal chela segment แบ่งกุ้งก้ามกรามออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝั่งตะวันตก (มาเลเซียและอินโดนีเซีย) กลุ่มฟิลิปปินส์และกลุ่มออสเตรเลีย Lindenfelser (1980) แบ่งกุ้งก้ามกรามโดยใช้จำนวน rostral serration รูปร่างของ carapace และคู่แรกของ periopods นอกจากนี้ภายในกลุ่มยังสามารถใช้ carapace และคู่แรกของ periopods แยกกลุ่มประชากรกุ้งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฝั่งตะวันออก มีฟิลิปปินส์ นิวกินีและออสเตรเลีย ส่วนกลุ่มฝั่งตะวันตก มีอินโดนีเซีย ชาราวักและอินเดีย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. เพศ

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งที่มีความแตกต่างทางเพศอย่างเห็นได้ชัดในระยะโตเต็มวัยที่ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 ความแตกต่างของลักษณะกุ้งก้ามกรามตัวผู้และตัวเมียระยะเจริญพันธุ์

บริเวณ	ลักษณะกุ้งตัวผู้	ลักษณะกุ้งตัวเมีย
หัวและอก	– หัวใหญ่และยาว – บริเวณด้านหลังของ carapace ไม่มีสีส้ม – ขาเดินคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ – โคนขาเดินคู่ที่ 5 มีช่องเปิดอวัยวะเพศ	– หัวสั้นป้อม – บริเวณด้านหลังของ carapace มีสีส้ม หรือ แก้วกุ้ง (ไข่ที่ยังไม่ได้รับการผสมพันธุ์) – ขาเดินคู่ที่ 2 มีขนาดเล็ก – โคนขาเดินคู่ที่ 3 มีช่องเปิดอวัยวะเพศ
ลำตัว	– ลำตัวแคบและยาว ช่องท้องบีบเข้าหากันและมีช่องว่างระหว่าง pleura น้อย – ฐานเปลือกหุ้มลำตัวปล้องที่ 2 เล็ก เปลือกหุ้มตัวบริเวณท้องแคบ – ขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 มี appendix interna และ appendix masculina	– ลำตัวแคบและยาว ช่องท้องเป็น brood chamber กว้างและยาวตลอด – ฐานเปลือกหุ้มลำตัวปล้องที่ 2 ใหญ่ เปลือกหุ้มตัวบริเวณท้องกว้าง – ขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 มี appendix interna อย่างเดียว

การผสมข้าม (Hybridization)

Hybridization เป็นการผสมพันธุ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมและอนุกรมวิธาน ลูกที่เกิดขึ้นเรียกว่า ลูกผสม (hybrid) ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์สองประการด้วยกันคือ ใช้ประโยชน์จาก hybrid vigor ซึ่งเกิดจากคู่ผสมต่าง inbred line คาดว่าจะทำให้ลูกผสมให้ผลผลิตสูงกว่าพ่อแม่เพราะสัดส่วนเฮทเทอโรไซโกตจะสูงที่สุดและเป็นการรวมลักษณะดี ๆ ของสัตว์ต่างพันธุ์เข้าด้วยกัน

การผสมข้ามในกุ้งก้ามกราม

การผสมข้ามในกุ้งก้ามกรามมี 2 แบบ คือ

1. Interspecific Hybridization

เป็นการผสมข้ามชนิด โอกาสเกิดค่อนข้างยากเพราะมีความแตกต่างทางกายวิภาค ซึ่งเป็นอุปสรรคในการผสมพันธุ์ บางครั้งเซลล์สืบพันธุ์ทั้งสองไม่ปฏิสนธิกัน ถ้าหากผสมพันธุ์กันได้ก็มักเป็นหมันทำให้ลูกที่ได้ไม่สามารถแพร่พันธุ์ต่อไปได้ จึงมักไม่เป็นที่นิยม การศึกษาการผสมข้ามใน Macrobrachium spp. Dobkin et al. (1974) ผสมข้ามระหว่าง M. acanthurus กับ M. carcinus และ Wickin (1976) ผสมข้ามระหว่าง M. niponense กับ M. formosense ทั้งสองท่านผสมข้ามไม่สำเร็จส่วน Shokita (1978) ผสมข้ามระหว่าง M. asperulum กับ M. shokitai ได้ลูกเป็นหมันและผสมข้ามระหว่าง M. asperlum กับ M. formosense ได้ไข่ไม่มีการพัฒนา ต่อมา Sankolli et al. (1982) ผสมข้ามระหว่าง M. rosenbergii กับ M. malcomsonii ได้ไม่สำเร็จเช่นกัน

2. Intraspecific Hybridization

เป็นการผสมข้ามสายพันธุ์ภายในสิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกัน เกิดขึ้นง่าย และมักได้ลักษณะที่ดีกว่าพ่อแม่พันธุ์ในธรรมชาติ จากการศึกษาของ Dobkin และ Bailey (1979) มีการผสมข้ามสายพันธุ์ของกุ้ง Macrobracium rosenbergii ระหว่างกุ้งจากประเทศไทยและสหรัฐอเมริกา สามารถปรับปรุงอัตราการเติบโตได้ Malecha (1980) ได้ผสมข้ามกุ้งก้ามกรามจาก 8 สถานที่ คือ ออสเตรเลีย ฟิลิปปินส์ เปรู สหรัฐอเมริกา มาเลเซีย ชาราวัก ไทย และ ศรีลังกา ปรากฏว่า การผสมข้ามระหว่างชาราวักกับมาเลเซียได้ผลผลิตมากที่สุดคือ 26.96 ตัวต่อลิตร Boston และ Provenzano (1982) ศึกษาการผสมข้ามสายพันธุ์กุ้ง Palaemonetes pugio จากเวอร์จิเนียและฟอริดา พบว่าลูกจากการผสมระหว่างตัวเมียจากเวอร์จิเนียกับตัวผู้จากฟอริดา มีอัตราการรอดต่ำกว่าลูกกลุ่มควบคุมที่เกิดจากการผสมภายในสายพันธุ์เดียวกัน และ Mashiko (1984) ศึกษาการผสมข้ามสายพันธุ์ของกุ้ง Macrobracium nipponense จากแหล่งน้ำกร่อยกับแหล่งน้ำจืดด้านบนของแม่น้ำชากามิในประเทศญี่ปุ่น พบว่ากุ้ง 2 สายพันธุ์ ผสมพันธุ์ได้ง่ายไม่มีอุปสรรคใด ๆ ลูกที่ได้ไม่มีลักษณะที่ดีกว่าสายพันธุ์พ่อแม่

ลักษณะทั่วไปของการผสมข้าม

1. เพิ่มสัดส่วนของยีโนไทป์ที่เป็น heterozygote ของประชากร

ซึ่งจะเกิดมากที่สุดในการผสมข้ามชั่วแรก (หรือในลูกผสม F_1) และมีค่าลดลงไปในการผสมข้ามชั่วต่อไป ผลจากการเพิ่มสัดส่วนของ heterozygote ในประชากรที่สำคัญคือเกิดความไม่สม่ำเสมอในการถ่ายทอดลักษณะนั่นคือ ลูกจากพ่อแม่ที่เป็นลูกผสมจะมีความแตกต่างอย่างมากในลักษณะที่แสดงออก ทั้งนี้เพราะผลจากการแยกตัวของยีน (segregation of gene)

2. เกิด heterosis

หรือในตำราบางเล่มนิยมเรียกว่า ไฮบริด วิกเกอร์ (hybrid vigor) ซึ่งหมายถึงการที่ค่าเฉลี่ยของลักษณะในลูกผสมมีค่าสูงกว่าเฉลี่ยของพ่อและแม่พันธุ์ ลักษณะต่าง ๆ ในสัตว์ชนิดต่าง ๆ สามารถเกิดเฮเทโรซีสได้ไม่เท่ากัน แต่โดยทั่วไปแล้วลักษณะใดที่เกิดความเสื่อมของลักษณะจากการผสมเลือดชิดสูง มักเกิด heterosis ได้สูง เปอร์เซนต์เฮตเตอโรซีสของลักษณะใด ๆ คำนวนได้จาก

$$\% \text{ heterosis} = \frac{F_1 - P_1P_2}{P_1P_2} \times 100$$

เมื่อ F_1 คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ปรากฏในลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อในรุ่นที่ 1

P_1P_2 คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ปรากฏในลูกที่เกิดจากการผสมภายในสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อ

(สมชัย จันทร์สว่าง, 2532)

การเกิด heterosis อธิบายได้ด้วยเหตุผล 2 ประการ ประการแรก เกิดจากทั้งสองสายพันธุ์มียีโนไทป์แบบ homozygous ที่มี allele ต่างกันใน locus ตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้น F_1 ที่ได้จึงเป็น heterozygous และมีค่าที่แสดงออกสูงกว่าพ่อแม่พันธุ์ ประกอบกับการทำงานของยีนเกิดปฏิกิริยาการข่มแบบข่มเกิน (overdominance) ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของยีนในตำแหน่งเดียวกัน ทำให้ยีโนไทป์แบบ heterozygous ใน F_1 มีลักษณะเหนือกว่า homozygous ในสายพันธุ์พ่อแม่ (ดังในตารางที่ 2.2 ก.) ประการที่สอง พ่อแม่ทั้งสองสายพันธุ์มี allele ที่ควบคุมลักษณะเด่นต่างชนิดและอยู่ต่าง locus ดังในตารางที่ 2.2 ข. กล่าวคือเมื่อ P_1 มี allele ชนิด A ซึ่งแสดงลักษณะเด่นที่ตำแหน่ง A locus

และ P_2 มี allele ชนิด B ซึ่งแสดงลักษณะเด่นที่ตำแหน่ง B locus เมื่อทั้งสองสายพันธุ์ผสมกันทำให้ F_1 มียีโนไทป์ $A_1A_2B_1B_2$ จึงมี allele ที่ควบคุมลักษณะเด่นอยู่ที่ lucus ทั้งสองตำแหน่ง ถ้าการทำงานของยีนเป็นแบบปฏิกิริยาแบบบวกสะสม (additive gene action) ทำให้ F_1 มีค่าของลักษณะที่แสดงออกเท่ากับ 1+2x ซึ่งสูงกว่าสายพันธุ์พ่อแม่

ตารางที่ 2.2 อธิบายการเกิด heterosis จากการผสมข้ามสายพันธุ์ ดัดแปลงมาจาก Crown (1970)

(ก) ปฏิกิริยาการข่มแบบข่มเกิน (overdominant)

ยีโนไทป์	A_1A_1	A_2A_2	A_1A_2
ค่าของฟีโนไทป์	$1(P_1)$	$1(P_2)$	$1+x(F_1)$

(ข) ปฏิกิริยาแบบบวกสะสม (additive gene action)

	A_1A_1	A_1A_2	A_2A_2
B_1B_1	$1+x(P_1)$	$1+x$	1
B_1B_2	$1+2x$	$1+2x(F_1)$	$1+x$
B_2B_2	$1+2x$	$1+2x$	$1+x(P_2)$