

อภิปรายและสรุปผลการทดลอง

อภิปรายผลการทดลอง

ก. ชีวประวัติของลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระหว่างสองสายพันธุ์

ชีวประวัติของการผสมภายในสายพันธุ์ของกลุ่มที่ 1 (แม่น้ำกระบือ) และกลุ่มที่ 4 (แม่น้ำเจ้าพระยา) มีค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่ ขนาดความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักและระยะเวลาการฟักไข่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความแตกต่างของปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักนั้นไม่ค่อยเด่นชัดนัก โดยแม่กุ้งจากแม่น้ำกระบือให้มีขนาดไข่ใหญ่กว่า ระยะเวลาการฟักไข่น้อยกว่า ปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักน้อยกว่าและความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักใหญ่กว่า แม่น้ำเจ้าพระยา แสดงให้เห็นว่าชีวประวัติของสายพันธุ์แม่น้ำกระบือ มีความแตกต่างจากสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยา อาจเป็นเพราะถิ่นที่อยู่อาศัยของกุ้งทั้งสองแม่น้ำติดต่อกับฝั่งทะเลแต่ละด้านซึ่งมีภูมิประเทศแยกออกจากกันโดยเด็ดขาด จึงต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพสิ่งแวดล้อมที่ต่างกันทำให้ลักษณะชีวประวัติของไข่ที่ศึกษาในการทดลองต่างกัน

การผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างแม่น้ำกระบือและแม่น้ำเจ้าพระยา ในการทดลองครั้งนี้ไม่พบอุปสรรคใด ๆ Wiman (1979) กล่าวว่ามักไม่ค่อยพบกลไก การแบ่งแยกพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของ Crustaceans ในแหล่งน้ำจืด ทำให้การผสมข้ามสายพันธุ์ซึ่งแม้ว่าจะมีถิ่นที่อยู่อาศัยแยกออกจากกันแล้ว ก็สามารถเกิดการผสมกันได้ง่ายส่วนลูกผสม (hybrid) จะมีค่าเฉลี่ยของ ขนาดของไข่, ระยะเวลาการฟัก

ไข่, ปริมาณลูกกึ่งวัยอ่อนที่ฟักและขนาดของลูกกึ่งวัยที่เพิ่งฟัก อยู่ระหว่างลูกที่เกิดจากการผสมภายในสายพันธุ์แท้ (inbred line) โดยขนาดของไข่ที่ฟักของทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ให้ลูกผสมที่มีค่าเฉลี่ยต่างกัน อาจเนื่องจากความแปรปรวนภายในกลุ่มประชากรของแม่กึ่งในแต่ละแหล่งที่เก็บตัวอย่างมา เพราะขนาดของไข่น่าจะได้รับอิทธิพลจากสายพันธุ์แม่ Dingle (1990) กล่าวว่าสิ่งแวดล้อมที่พ่อแม่พันธุ์ได้รับ เช่น ช่วงเวลาของแสง อาหาร อุณหภูมิ ตั้งแต่เป็นตัวอ่อนซึ่งอาจรวมถึงอิทธิพลของปู่ย่าตายาย จะมีผลต่อลักษณะของลูกที่เกิดมา เช่น ขนาด และจำนวน เป็นต้น Merrell (1981) กล่าวว่าสิ่งมีชีวิตต้องปรับตัวเข้าหาสิ่งแวดล้อมทั้งทางสรีรวิทยา (เช่น อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน) และชีววิทยา (เช่น ศัตรูตัวล่า ปราราสิต) ซึ่งจะเกิดขึ้นต่อ ๆ กันไปหลายรุ่นจนกระทั่งเป็นปรากฏการณ์วิวัฒนาการโดยความสามารถในการปรับตัวเพื่อให้มีชีวิตรอดอยู่ภายใต้การควบคุมทางพันธุกรรมของสัตว์แต่ละตัว ซึ่งอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมเดิม ส่วนค่าเฉลี่ยของขนาดลูกกึ่งวัยอ่อนที่ฟักทั้ง 4 กลุ่มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พบว่าในกลุ่มที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 4 มากกว่ากลุ่มที่ 1 ส่วนค่าเฉลี่ยในกลุ่มที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 1 มากกว่ากลุ่มที่ 4 แสดงให้เห็นว่าการผสมข้ามสลับสายพันธุ์ (reciprocal crosses) มีผลต่อความยาวเหยียดลูกกึ่งวัยอ่อน ทำให้ลูกผสมในกลุ่มที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

การที่ขนาดของไข่มีความแตกต่างกันในสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน Marshall (1953) กล่าวว่าการผลิตไข่ขนาดใหญ่จำนวนน้อย เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่มีอาหารอยู่น้อยและถ้ามีการวางไข่ขนาดเล็ก แต่จำนวนน้อยก็เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพที่มีอาหารอุดมสมบูรณ์ ดังเช่นในการทดลองจะเห็นว่าไข่กึ่งจากแม่น้ำกระบุรีมีขนาดใหญ่แต่จำนวนน้อย และไข่จากแม่น้ำเจ้าพระยามีขนาดเล็กแต่จำนวนมาก ทั้งนี้ อาจเป็นไปได้ว่าแม่น้ำเจ้าพระยามีความอุดมสมบูรณ์กว่าแม่น้ำกระบุรี เพราะแม่น้ำเจ้าพระยามีความยาวมากกว่าและไหลผ่านที่ราบภาคกลางอันอุดมสมบูรณ์ จึงพาเอาอาหารมาด้วย

Malecha (1980) พบว่ามีความแตกต่างทางลักษณะสีของไข่ ขนาดของไข่และขนาดของลูกกุ้งที่ฟักระหว่างกุ้งก้ามกรามที่เมือง Derby และ Darwin ภายในทวีปออสเตรเลีย โดยพบว่าที่เมือง Derby ไข่ของกุ้งก้ามกรามมีขนาดใหญ่ สีเขียว และขนาดของลูกกุ้งที่ฟัก 2.5 มิลลิเมตร ส่วนที่เมือง Darwin ไข่ของกุ้งก้ามกรามมีขนาดเล็ก สีส้ม และขนาดของลูกกุ้งที่ฟัก 1.85 มิลลิเมตร ซึ่งต่างจากการทดลองครั้งนี้ จะเห็นว่าไข่ที่ได้จากแม่น้ำกระบุรีและแม่น้ำเจ้าพระยามีสีส้ม ส่วนขนาดของลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักโดยเฉลี่ย 2.076 และ 2.032 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีขนาดอยู่ระหว่างกุ้งทั้งสองแหล่งในออสเตรเลีย นั้นแสดงว่าสีของไข่และขนาดของลูกกุ้งที่เพิ่งฟักที่แตกต่างกันน่าจะมีสาเหตุมาจากถิ่นที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันของแม่กุ้งก้ามกรามทั้งสองแหล่ง

Mashiko (1982) ศึกษาขนาดไข่ของกุ้ง Palaemon paucidens De Haan ในประชากร 2 กลุ่ม ในแม่น้ำ Sagami พบว่ากุ้งในตอนล่างของทะเลสาบให้ไข่จำนวนมากมีขนาดเล็กเพราะอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง และกุ้งในตอนบนของบ่อน้ำให้ไข่ขนาดใหญ่มีจำนวนน้อย เนื่องจากอยู่ในน้ำไหลซึ่งจะให้อัตราการรอดตายของลูกกุ้งที่มีขนาดใหญ่เพราะเกิดจากไข่ขนาดใหญ่สูงกว่า ต่อมา Mashiko (1984) ได้ศึกษาการผสมพันธุ์ระหว่าง Macrobrachium nipponenes สองสายพันธุ์คือจากแหล่งน้ำกร่อยและแหล่งน้ำจืดพบว่าการผสมพันธุ์กันอย่างง่ายไม่มีอุปสรรคใด ๆ มีค่าเฉลี่ยปริมาตรของไข่กุ้งต่างกัน คือการผสมพันธุ์ภายในแหล่งน้ำกร่อยและภายในแหล่งน้ำจืดเท่ากับ 0.055 และ 0.104 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับในการผสมกลับกันระหว่างตัวเมียจากน้ำกร่อยกับตัวผู้จากน้ำจืดและตัวเมียจากน้ำจืดกับตัวผู้จากน้ำกร่อย พบว่ามีปริมาตรของไข่โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.048 และ 0.099 ลูกบาศก์มิลลิเมตรตามลำดับ แต่อัตราการฟักของตัวอ่อน (larval hatching ratio) ของทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกัน ในการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่ากุ้งทั้งสองแหล่งมีการปรับตัวให้เข้ากับถิ่นที่อยู่อาศัยซึ่งแยกออกจากกันคือทางด้านบน ซึ่งเป็นแหล่งน้ำจืดกับด้านล่างซึ่งเป็นแหล่งน้ำกร่อยของแม่น้ำ Sagami แต่ยังสามารถสืบพันธุ์กันได้อาจ

เนื่องมาจากการอพยพย้ายถิ่นจากกึ่งทั้งสองแหล่งมาหากัน นอกจากนี้ Mashiko (1990) ยังพบความแปรปรวนของขนาดไข่ภายในสายพันธุ์ของกึ่งชนิดนี้ มีการวางไข่ขนาดเล็กจำนวนมากที่ปากแม่น้ำ วางไข่จำนวนน้อยแต่ขนาดใหญ่ในน้ำจืดที่อยู่เข้าไปในแผ่นดิน และวางไข่ขนาดกลางในทะเลสาบน้ำกร่อย ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงในบางครั้งขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของไข่และขนาดของแม่กึ่ง พบว่ามีกลุ่มเดียวเท่านั้นที่มีแนวโน้มเป็นสมการเส้นตรงอย่างมีนัยสำคัญ คือเมื่อน้ำหนักของแม่กึ่งและความยาวเหยียดของแม่กึ่งเพิ่มขึ้นขนาดไข่จะลดลง Mashiko (1982) ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของไข่และขนาดของแม่กึ่ง แสดงว่าขนาดของไข่ที่แตกต่างกันน่าจะเกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมากกว่าอิทธิพลของพ่อแม่พันธุ์ Belk Gary และ Hsu (1990) พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดไข่ และความยาวเหยียดของแม่กึ่ง Streptocephalus seali จาก California, Florida และ Montana แต่ไม่พบความสัมพันธ์ใน Louisiana และสรุปว่าความแปรปรวนของขนาดไข่ระหว่างประชากรของกึ่งชนิดนี้เกิดจากวิวัฒนาการที่ตอบสนองต่อนิเวศวิทยาที่แตกต่างกันอย่างเหมาะสม

จากการศึกษาพบว่าปริมาณลูกกึ่งวัยอ่อนที่ฟักในการผสมข้าม มีปริมาณน้อยกว่าสายพันธุ์แท้ แสดงว่าประสิทธิภาพการปฏิสนธิของการผสมข้ามสายพันธุ์มีน้อยกว่าสายพันธุ์แท้ อาจเนื่องมาจากวิวัฒนาการของกลุ่มประชากรกึ่งก้ามกรามทั้งสองแหล่งซึ่งแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด เกิดการคัดเลือกตามธรรมชาติ หรือการปรับตัวเข้ากับถิ่นที่อยู่อาศัยเดิม ทำให้เกิดกลุ่มประชากรย่อย (subpopulation) หรือสายพันธุ์ (race หรือ line) ที่มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มประชากรดั้งเดิม ในขณะที่เดียวกันกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่ม จะพัฒนาการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการโครงสร้างทางพันธุกรรมแตกต่างกันออกไปตามสภาพแวดล้อมและกาลเวลาตามลำดับ โดยเฉพาะการ

พัฒนาการเปลี่ยนแปลงกลไกการแบ่งแยกออกจากกัน ในเชิงการสืบพันธุ์ (reproductive isolation mechanism) และทำให้ความต่อเนื่องทางพันธุกรรม (gene flow) ระหว่างทั้งสองแหล่งต้องหยุดชะงักลง (Stebbins, 1966) ความสามารถในการสืบพันธุ์จึงลดลงทำให้ปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักในการผสมข้ามมีจำนวนน้อยกว่าการผสมภายในสายพันธุ์ทั้งสอง

ความสัมพันธ์ของปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนและน้ำหนักตัว และความยาวเหยียดของแม่กุ้งเป็นแบบ Exponential regresstion ในกลุ่มที่ 1 มีความชันมากกว่ากลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับโดยถ้าขนาดของแม่กุ้งเพิ่มขึ้น ปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนก็จะเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับงานของ Wickins และ Beard (1974) และสมเกียรติ ปิยะธีรชิติวรกุล (2522) ซึ่งศึกษาจากกุ้งก้ามกรามที่ได้จากการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการและในธรรมชาติตามลำดับ

ขนาดของไข่ของทั้ง 4 กลุ่ม มีความสัมพันธ์อย่างเป็นสมการเส้นตรงกับปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟักกลุ่มที่มีการผสมข้ามสายพันธุ์ คือกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 2 มีความชันมากกว่ากลุ่มสายพันธุ์แท้ คือกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 ตามลำดับ จากสมการทั้ง 4 กลุ่มพบว่าเมื่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไข่เพิ่มขึ้นปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนต่อแม่จะลดลงเนื่องจากขนาดไข่เกิดจากปริมาณอาหาร และการปรับตัวให้เข้ากับจากสิ่งแวดล้อมถ้ามีอาหารน้อยจะผลิตไข่ขนาดใหญ่ และความแรงของกระแสน้ำเนื่องจากแม่น้ำกระบือเป็นแม่น้ำสายสั้นไหลมาจากหุบเขาโดยตรงน้ำจึงไหลแรงกว่าจากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งมีเขื่อนกันอยู่ด้านบน ทำให้ลูกที่เกิดมาจากแม่น้ำกระบือต้องมีขนาดใหญ่ มีความแข็งแรงสามารถมีชีวิตรอดในกระแสน้ำแรงได้ดีกว่า Ito (1978) กล่าวว่าในแหล่งที่มีอาหารปริมาณน้อยจะมีการปรับตัว ทำให้ไข่มีขนาดใหญ่แต่จำนวนน้อยถ้าอาหารมากจะผลิตไข่ขนาดเล็กแต่มีจำนวนมาก Mashiko (1982) ศึกษาขนาดของไข่กุ้งในแหล่งน้ำด้านบนและด้านล่างในแม่น้ำ Sagami พบว่าในน้ำนิ่งกุ้งจะให้ไข่ขนาดเล็กแต่จำนวนมากกว่าในแหล่งน้ำไหลเพราะในน้ำนิ่งอาหารจะอุดมสมบูรณ์มาก

กว่า ส่วนในแหล่งน้ำไหลใหม่มีขนาดใหญ่กว่า เพื่อให้ได้ลูกกุ้งที่เกิดมีขนาดใหญ่ซึ่งจะมีความแข็งแรงมาก ทำให้มีอัตราการรอดในแหล่งน้ำไหลได้ดีกว่ากุ้งขนาดเล็ก

พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแม่พันธุ์ และขนาดของไข่และระยะเวลาการฟักไข่มีแนวโน้มว่าจะไม่มีความสัมพันธ์กัน ส่วนปริมาณลูกกุ้งที่ฟักและความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยอ่อนเท่านี้ที่พบว่ามีแนวโน้มว่าจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของแม่พันธุ์ อย่างไรก็ตามจากการทดสอบขนาดของพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 4 กลุ่ม ในการทดลองครั้งนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงไม่ควรคำนึงถึงขนาดของพ่อแม่พันธุ์

จากการศึกษาชีวประวัติของไข่ ในการผสมภายในสายพันธุ์แม่น้ำกระบือ และแม่น้ำเจ้าพระยาพบที่มีความแตกต่างกันค่อนข้างเด่นชัด กล่าวคือ สายพันธุ์แม่น้ำกระบือมีค่าเฉลี่ยขนาดของไข่และค่าเฉลี่ยความยาวเหยียดของตัวอ่อน มากกว่าสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยาอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการฟักไข่และค่าเฉลี่ยปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟัก ของสายพันธุ์แม่น้ำกระบือน้อยกว่าสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยา และในการผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์พบว่าให้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ อาจเป็นเพราะลูกกุ้งวัยอ่อนจะมีอิทธิพลของพ่อแม่พันธุ์สูงมาก Dingle (1990) กล่าวว่าสิ่งแวดล้อม เช่น ช่วงเวลาของแสง อาหาร อุณหภูมิ ที่มีต่อพ่อแม่พันธุ์ (maternal effect) ตั้งแต่เป็นตัวอ่อนซึ่งอาจรวมถึงอิทธิพลต่อปูย่าตายาย จะมีอิทธิพลต่อลักษณะของลูกที่เกิดมา เช่น ขนาด และจำนวน เป็นต้น และอิทธิพลของพ่อแม่พันธุ์นี้มีผลต่อการประมาณค่าตัวแปรทางพันธุกรรม เช่น heritability และ genetic correlation ซึ่งตัวแปรเหล่านี้อาจมีความสำคัญต่อการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ เพื่อนำมาศึกษาลักษณะที่ต้องการ

ข. การพัฒนาลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนของระหว่างสองสายพันธุ์

ระยะเวลาการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แท้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ 3 มีระยะเวลาการพัฒนาดิวอ่อนมากที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 1 ซึ่งมีระยะเวลาการพัฒนาเท่ากัน กลุ่มที่ 2 มีระยะเวลาพัฒนาน้อยที่สุด ลูกกุ้งที่เกิดจากการผสมข้ามกับแม่กุ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยามีระยะเวลาการพัฒนานานที่สุด ซึ่งลูกผสมที่ได้ลักษณะไม่ดีมานี้เรียกว่า heterosis ส่วนลูกกุ้งที่เกิดจากการผสมข้ามระหว่าง แม่กุ้งจากแม่น้ำกระบุรีมีระยะเวลาพัฒนาน้อยที่สุด ซึ่งเป็นลักษณะลูกผสมที่ดีเรียกว่า hybrid vigor (Mayr, 1970) และการทำงานของยีนที่ควบคุมลักษณะของระยะเวลาการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อน น่าจะเป็นปฏิกิริยาการข่มแบบข่มเกิน (overdominance) เพราะค่าเฉลี่ยที่ได้จากลูกผสมเนื่องจากการผสมกลับกันในกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ให้ค่าน้อยกว่าและมากกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ ตามลำดับ (Falconer, 1981) นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการพัฒนาของลูกกุ้งวัยอ่อน และระยะเวลาการเลี้ยง พบว่ามีความเกี่ยวข้องในเชิงเส้นตรง โดยทั้ง 4 กลุ่มมีค่าความชันใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบสมการแล้วพบว่าทุกสมการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อระยะเวลาการเลี้ยงมากขึ้นขั้นตอนการพัฒนาของลูกกุ้งก็มากขึ้นด้วย โดยขั้นตอนการพัฒนาของลูกกุ้งวัยอ่อนในกลุ่มที่ 2 เร็วที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ 1, กลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 3 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยรุ่นทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ กลุ่มที่ 3 มีขนาดลูกกุ้งวัยรุ่นใหญ่ที่สุด รองลงมาคือกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 ตามลำดับ อาจเนื่องจากอิทธิพลของระยะเวลาการพัฒนาของลูกกุ้งวัยอ่อน ในกลุ่มที่ 3 มากกว่ากลุ่มที่ 2 ทำให้ขนาดของลูกกุ้งในกลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ 2 ส่วนในการผสมภายในสายพันธุ์พบว่าขนาดของลูกกุ้งมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์คือกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มที่ 4 อาจเนื่อง

จากอิทธิพลของขนาดไข่และขนาดลูกกุ้งที่ฟักในกลุ่มที่ 1 มีขนาดใหญ่กว่า กลุ่มที่ 4 ไม่น่าจะเป็นอิทธิพล heterosis ของขนาดลูกกุ้งวัยรุ่น

Dokin และ Bailey (1974) ศึกษาการผสมข้ามสายพันธุ์กุ้งก้ามกราม จากไทยและมาเลเซีย พบว่าลูกผสมระหว่างไทยกับมาเลเซียมีน้ำหนักเฉลี่ย 31.8 กรัม เมื่ออายุได้ 210 วัน เมื่อผสมข้ามกลับ (ไทย x มาเลเซีย x ไทย x มาเลเซีย) ได้ลูกผสมมีน้ำหนักเฉลี่ย 28.6 กรัม เมื่ออายุได้ 187 วัน และ 33.8 กรัม เมื่ออายุได้ 247 วัน ลูกผสมทั้งสองแบบมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยมากกว่าการผสมภายในสายพันธุ์มาเลเซียซึ่งให้น้ำหนักเฉลี่ย 19.5 กรัมเมื่ออายุได้ 198 วัน จาก การทดลองพบว่าลูกผสมเกิด hybrid vigor

อัตราการรอดเมื่อวันที่กุ้งคว่ำในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดอยู่ระหว่างกลุ่มที่ 2 ซึ่งมีอัตราการรอดมากที่สุดกับกลุ่มที่ 4 อัตราการรอดน้อยที่สุด โดยกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดของการผสมข้ามสายพันธุ์ในกลุ่มที่ 2 สูงกว่าทุกกลุ่ม แสดงว่าลูก กุ้งมีความแข็งแรงมากเป็นลักษณะลูกผสมที่ดี ส่วนกลุ่มที่ 4 มีอัตราการรอดน้อยที่สุด เพราะลูกกุ้งมีขนาดเล็กกว่าทุกกลุ่ม ความแข็งแรงและความทนทานต่อความเค็มที่ไม่ เหมาะสมจึงมีน้อยที่สุด กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาในการเลี้ยงมากขึ้นเพราะระบบใน การเลี้ยงจะไม่มีมีการเปลี่ยนความเค็มเมื่อลูกกุ้งอายุมากขึ้น ซึ่งความเค็มในระหว่าง การเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนควรจะลดลงไปเรื่อย ๆ จนเกือบเป็นน้ำจืดเมื่อกุ้งคว่ำ ดังนั้น อัตราการรอดจึงลดลงไป เมื่อใช้เวลาเลี้ยงนานขึ้น ประจวบ หล้าอุบล (2529) กล่าวว่าความเค็มมีผลต่ออัตราการรอดของลูกกุ้งก้ามกราม เมื่ออนุบาลลูกกุ้งจนถึง ระยะที่เริ่มคว่ำได้แล้วค่อย ๆ ลดความเค็มของน้ำลงทุกวันจนกระทั่งกลายเป็นน้ำจืด ในที่สุดทำให้ ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอด และระยะเวลาการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อน ทั้ง 4 กลุ่มในรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด เป็นสมการเส้นตรงมีอัตราการรอด

ลดลงอัตราการรอดเมื่อวันที่ลูกกึ่งคว่ำ เป็นกึ่งวัยรุ่นในวันแรก และความยาวเหยียดของแม่กึ่งในกลุ่มที่ 3 เป็นสมการเส้นตรง เมื่อความยาวเหยียดของแม่กึ่งเพิ่มขึ้น อัตราการรอดของลูกกึ่งถึงระยะคว่ำจะลดลง เนื่องจากเมื่อขนาดแม่กึ่งมากขึ้นระยะเวลาในการพัฒนาลูกกึ่งจนคว่ำมากขึ้น ลูกกึ่งอยู่ในความเค็มที่ไม่เหมาะสมนานขึ้น อัตราการรอดจึงยิ่งลดลง

ในการผสมภายในสายพันธุ์แม่น้ำกระบือและแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการพัฒนาลูกกึ่งวัยอ่อนและค่าเฉลี่ยของอัตราการรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าเฉลี่ยความยาวเหยียดของลูกกึ่งวัยรุ่นของสายพันธุ์แม่น้ำกระบือมากกว่าสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยาอย่างมีนัยสำคัญ และในการผสมข้ามสายพันธุ์พบว่าในการพัฒนาลูกกึ่งวัยอ่อนลูกผสมที่ได้ มีค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าหรือน้อยกว่าสายพันธุ์พ่อแม่ ดังเช่น ในการผสมข้ามระหว่างพ่อพันธุ์จากแม่น้ำกระบือกับแม่พันธุ์จากแม่น้ำเจ้าพระยา (กลุ่ม 3) มีระยะเวลาการพัฒนาลูกกึ่งวัยอ่อน และความยาวเหยียดของลูกกึ่งวัยรุ่นมากกว่าการผสมภายในสายพันธุ์ และการผสมข้ามระหว่างพ่อพันธุ์จากแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่พันธุ์จากแม่น้ำกระบือ (กลุ่ม 2) มีระยะเวลาการพัฒนาลูกกึ่งวัยอ่อนต่ำกว่า และอัตราการรอดเมื่อวันที่ลูกกึ่งคว่ำสูงกว่าพ่อแม่พันธุ์

ค. ผลของการศึกษาความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา ของพ่อแม่พันธุ์กึ่งก้ามกรามจากแม่น้ำกระบือและแม่น้ำเจ้าพระยา

สามารถแบ่งกึ่งก้ามกราม จากแม่น้ำกระบือและแม่น้ำเจ้าพระยาได้ดีที่สุดพบว่าตัวเมียจากแม่น้ำกระบือมีความยาวปล้องที่ 5 ของก้ามคู่ที่ 2 ใหญ่กว่าในแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีน้ำหนักตัวเท่ากัน ส่วนตัวผู้จากแม่น้ำกระบือน้ำหนักส่วนหัวมากกว่ากึ่งจากแม่น้ำเจ้าพระยา ที่มีความยาวปล้องที่ 4 ของก้ามคู่ที่ 2 เท่ากัน ส่วนอีกตัวแปรหนึ่งพบว่ากึ่งจากแม่น้ำกระบือ มีความยาวของลำตัวมากกว่ากึ่งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีความยาวเหยียดเท่ากัน จากการทำนายกึ่งโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป FACT

พบว่าการทำนายกึ่งจากแม่น้ำเจ้าพระยา มีความผิดพลาดมากกว่าจากแม่น้ำกระบือ เพราะตัวอย่างที่เก็บจากแม่น้ำเจ้าพระยามีความแปรปรวนมากกว่า เนื่องจากแม่น้ำเจ้าพระยายาวกว่าแม่น้ำกระบือ ถิ่นที่อยู่อาศัยของกึ่งจึงมีความแตกต่างภายในแม่น้ำเดียวกันมากกว่าความแปรปรวนของกึ่งในแม่น้ำเจ้าพระยาจึงมีมากกว่าแม่น้ำกระบือ จากการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานการทำวิจัยของปัญญา ไยถาวร (2532) พบกึ่งก้ามกรามสองสายพันธุ์คือจากแม่น้ำกระบือซึ่งอาศัยอยู่ทางฝั่งทะเลอันดามันและจากแม่น้ำบางปะกงที่อาศัยอยู่ทางฝั่งทะเลอ่าวไทย โดยศึกษาความแปรปรวนของ mitochondria DNA

สุภัทรา อุไรวรรณ (2531) กล่าวว่า ในสัตว์น้ำสิ่งแวดล้อมจะมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะสัณฐานวิทยาเป็นอย่างมาก เมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ชนิดอื่น ๆ การผันแปรของลักษณะ โดยทั่วไปในประชากรหนึ่ง เกิดจากสภาพแวดล้อมถึง 70 เปอร์เซ็นต์และ 30 เปอร์เซ็นต์เกิดจากพันธุกรรม จากการทดลองเราได้เก็บตัวอย่างพ่อแม่พันธุ์กึ่งก้ามกราม จากแหล่งน้ำแม่น้ำกระบือซึ่งอยู่ทางฝั่งทะเลอันดามันและแม่น้ำเจ้าพระยาอยู่ทางฝั่งทะเลอ่าวไทย ทั้งสองแม่น้ำมีถิ่นที่อยู่อาศัยตัดขาดกันโดยสิ้นเชิงทาง สภาพสิ่งแวดล้อมซึ่งคาดว่ามีอิทธิพลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกึ่งทั้งสองแหล่ง

เมื่อดูค่าเฉลี่ยของตัวแปรทั้ง 26 ตัวแปรจะพบว่ากึ่งก้ามกรามจากแม่น้ำกระบือทั้งตัวผู้และตัวเมียต่ำกว่ากึ่งจากแม่น้ำเจ้าพระยา ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลักษณะภูมิประเทศของแม่น้ำกระบือเป็นหุบเขา ระบบแม่น้ำเป็นแม่น้ำสายเดี่ยวซึ่งไหลโดยตรงมาจากหุบเขาและมีความขายน้อยกว่า ทำให้ระบบหมุนเวียนของน้ำมีน้อยกว่าแม่น้ำเจ้าพระยา เป็นปัจจัยที่ลดช่องว่างทางสัณฐานวิทยา ทำให้กึ่งจากแม่น้ำกระบือมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่ากึ่ง จากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งมีระบบแม่น้ำใหญ่และยาว เกิดจากแม่น้ำหลายสายไหลมารวมกันทำให้กึ่งที่อาศัยมีขนาดใหญ่และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าเพราะมีความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมมากกว่า ระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่และอยู่อาศัยมากกว่าระบบน้ำขนาดเล็ก

ลักษณะภูมิอากาศของทั้งสองแม่น้ำก็ต่างกันกล่าวคือแม่น้ำกระบือมีฝนตกชุก อุณหภูมิในแต่ละฤดูไม่แตกต่างกันมากเพราะภาคใต้มีเพียงสองฤดูเท่านั้น ส่วนแม่น้ำเจ้าพระยามีฝนตกน้อยกว่าความแตกต่างของอุณหภูมิมิมากกว่าทำให้ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรทั้ง 26 ตัวในแม่น้ำเจ้าพระยามีมากกว่า จากลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศดังกล่าว ทำให้แม่น้ำทั้งสองมีปริมาณอาหาร ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และศัตรูในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างกัน เป็นผลทำให้กุ้งขนาดต่าง ๆ มีอัตราการรอดต่างกัน กุ้งแม่น้ำกระบือมีขนาดเล็กกว่าอาจเป็นเพราะข้อจำกัดทางอาหารเพราะมีระบบแม่น้ำขนาดเล็ก ข้อจำกัดนี้จะน้อยลงช่วงหน้าฝนซึ่งเป็นฤดูกาลผสมพันธุ์ของกุ้งก้ามกรามแต่การเผาผลาญอาหารก็เป็นไปเพื่อการสืบพันธุ์ มากกว่าการเจริญเติบโตทางร่างกาย นอกจากนี้คาดว่าแม่น้ำกระบือจะมีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าและอาจมีสารพิษ เนื่องจากมีการทำเหมืองแร่ น้ำในแม่น้ำจึงปนเปื้อนมากับน้ำที่ได้จากการล้างเหมืองทำให้แม่น้ำขุ่นเป็นสีแดงซึ่งออกซิเจนที่ขาดจะมีผลต่อเมตาบอลิซึม (metabolism) ของการเจริญในกุ้ง การพัฒนาเป็นเนื้อของกุ้งช้าลง กุ้งจากแม่น้ำกระบือจึงปรับตัวโดยการเพิ่มขนาดของ carapace ใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ออกซิเจน

Lendenfer (1982) ศึกษาความแตกต่างของกุ้งก้ามกรามทางชีวเคมีและสัณฐานวิทยา ผลการวิเคราะห์พบว่ามี การแบ่งออกเป็น 2 subspecies คือ ด้านตะวันออกจากกลุ่มประเทศไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ศรีลังกา ส่วนด้านตะวันตกมาจากประเทศออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี ฟิลิปปินส์ และพบว่าสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะสัณฐานวิทยาของกุ้งก้ามกราม โดยเฉพาะลักษณะภูมิอากาศ ความแห้งแล้ง ศัตรูในธรรมชาติของประเทศออสเตรเลียที่สำคัญคือจระเข้ ส่วนกุ้งที่เก็บตัวอย่างได้มีขนาดเล็ก เพราะถิ่นที่อยู่อาศัยใกล้กับทะเลมากกว่า กุ้งตัวเล็กจะสามารถย้ายที่หากินได้ง่ายกว่าและสามารถหลบหลีกศัตรูได้ดีกว่า ทำให้กุ้งที่อยู่ใกล้ทะเลมีขนาดเล็กกว่ากุ้งที่อยู่ต้นแม่น้ำ กุ้งตัวเล็กจึงมีชีวิตรอดมาจนถึงปากแม่น้ำได้ดีกว่ากุ้งขนาดใหญ่ ทำให้กุ้งก้ามกรามที่เก็บตัวอย่างได้ มีขนาดเล็กกว่ากุ้งจาก

ประเทศอื่น ๆ แต่มีขนาดของcarapace ใหญ่กว่าประเทศอื่น ทำให้ Lendenfer ตั้งสมมติฐานว่าเป็นเพราะน้ำในประเศออสเตรเลียมีปริมาณออกซิเจนน้อย

Posser (1973) กล่าวว่าการใช้ออกซิเจนของสัตว์ในครัสเตเชียน (crustacean) ในน้ำกร่อยเป็นสัดส่วนตรงกันข้ามกับความเค็ม และเพื่อเป็นการชดเชยต่อปริมาณออกซิเจน ที่มีอยู่น้อยสัตว์จะตอบสนอง โดยเพิ่มขนาดและพื้นที่ของอวัยวะที่ใช้ในการหายใจ จึงเป็นไปได้ที่กุ้งจากแม่น้ำกระบือซึ่งอยู่ใกล้ทะเลมากกว่า จะมีความเค็มมากกว่า มีการพัฒนาขนาดของ carapace ให้ใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ของเหงือกที่ใช้ในการหายใจจะได้มีประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจนมากขึ้นและ Jones (1964) ได้ศึกษาการปรับตัวของปลาในน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ พบว่ามีปลาที่มีการเพิ่มพื้นที่ของเหงือก และ respiratory chamber มากขึ้น จากการศึกษาดังกล่าวจะเห็นว่าการปรับตัวทางสัณฐานวิทยาของสัตว์น้ำเพื่อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่มีระดับออกซิเจนต่ำ ดังนั้นกุ้งก้ามกรามจึงเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ออกซิเจน ด้วยการพัฒนาหรือขยายอวัยวะส่วนอก ทำให้ขนาดของcarapace เพิ่มมากขึ้นด้วย

สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการผสมพันธุ์กุ้งก้ามกรามจากทั้ง 4 กลุ่ม คือ ในกลุ่มที่ 1 (ผสมภายในสายพันธุ์แม่น้ำกระบือ), กลุ่มที่ 2 (ตัวเมียจากแม่น้ำกระบือกับตัวผู้จากแม่น้ำเจ้าพระยา), กลุ่มที่ 3 (ตัวเมียจากแม่น้ำเจ้าพระยากับตัวผู้จากแม่น้ำกระบือ) และกลุ่มที่ 4 (ผสมภายในสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยา) ส่วนนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอน ก. ศึกษาชีวประวัติของลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระหว่างสายพันธุ์, ตอน ข. การพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อนของกุ้งก้ามกราม ส่วนที่สองคือตอน ค. ผลของการศึกษาความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาของพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกรามจากแม่น้ำกระบือและแม่น้ำเจ้าพระยา

2. การผสมภายในสายพันธุ์แม่น้ำกระบุรี และสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าทั้งสองสายพันธุ์มีความแตกต่างอย่างค่อนข้างชัดเจน กล่าวคือ สายพันธุ์แม่น้ำกระบุรีมีค่าเฉลี่ยขนาดของไข่ ความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยอ่อน และความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยรุ่น มากกว่าสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยาอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการฟักไข่ ปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟัก ของสายพันธุ์แม่น้ำกระบุรี มีค่าน้อยกว่าสายพันธุ์แม่น้ำเจ้าพระยา

3. การผสมข้ามสายพันธุ์แม่น้ำกระบุรีและแม่น้ำเจ้าพระยาพบว่าค่าเฉลี่ยขนาดของไข่ ระยะเวลาในการฟักไข่ ปริมาณลูกกุ้งวัยอ่อนที่ฟัก ความยาวเหยียดลูกกุ้งวัยอ่อนมีค่าอยู่ระหว่างการผสมภายในสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อ ส่วนในการผสมข้ามระหว่างพ่อพันธุ์จากแม่น้ำกระบุรีกับแม่พันธุ์จากแม่น้ำเจ้าพระยา (กลุ่ม 3) มีระยะเวลาการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อน และความยาวเหยียดของลูกกุ้งวัยรุ่นมากกว่าการผสมภายในสายพันธุ์ และการผสมข้ามระหว่างพ่อพันธุ์จากแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่พันธุ์จากแม่น้ำกระบุรี (กลุ่ม 2) มีระยะเวลาการพัฒนาลูกกุ้งวัยอ่อนต่ำกว่าและอัตราการรอดเมื่อวันที่ลูกกุ้งคว่ำสูงกว่าพ่อแม่พันธุ์

4. จากการศึกษาตัวแปรที่เก็บมาได้ 26 ตัวแปร พบว่าสามารถแบ่งกิ่งก้ามกราม จากแม่น้ำกระบุรีและแม่น้ำเจ้าพระยาได้ดีที่สุด เมื่อตัวเมียใช้อัตราส่วนระหว่างความยาวของปล้องที่ 5 (dactylus) ของก้ามคู่ที่ 2 ต่อน้ำหนักตัวซึ่งให้ความแม่นยำในการทำนาย 73.24 เปอร์เซ็นต์ ตัวผู้ใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักส่วนหัวและความยาวปล้องที่ 4 (propodus) ของก้ามคู่ที่ 2 ให้ความแม่นยำของการทำนาย 79.28 เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนระหว่างความยาวของลำตัว และความยาวเหยียดโดยมีความแม่นยำ 69.45 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากุ้งจากแม่น้ำกระบุรี มีความยาวของลำตัวมากกว่ากุ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีความยาวเหยียดเท่ากัน

ข้อเสนอแนะ

1. แนวทางริเริ่มในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์น้ำ ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย ควรใช้วิธีการผสมข้ามสายพันธุ์ เนื่องจากประเทศไทยมีวัตถุดิบจำนวนมากมีทั้งสัตว์น้ำที่เจริญเติบโตเร็ว ส่วนการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีพันธุวิศวกรรมนั้น จะต้องใช้ระยะเวลาและเอนไซม์ที่ใช้แต่ละชนิดมีราคาสูงมาก ดังนั้นควรพัฒนาสายพันธุ์ก่อนแล้วจึงนำความรู้และเทคโนโลยีทางพันธุวิศวกรรมช่วยต่อไป

2. ลักษณะกึ่งในบ่อมีขนาดหัวใหญ่เมื่อเทียบกับลำตัว ซึ่งเป็นอุปสรรคในการส่งเสริมการส่งออกของกึ่งก้ามกราม เพราะจะต้องตัดส่วนหัวออกทำให้ราคาต้นทุนสูง จากการศึกษาทางสัตววิทยาในการทดลองคาดว่ากึ่งหัวใหญ่ อาจเกิดจากการเลี้ยงที่หนาแน่น ทำให้ปริมาณออกซิเจนในบ่อมีน้อยกึ่งจึงต้องปรับขนาดเหงือกซึ่งอยู่ที่หัวให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาว่าขนาดของหัวขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของการเลี้ยงกึ่งในระยะวัยเจริญหรือไม่

3. ในการศึกษาการผสมข้ามสายพันธุ์ ควรศึกษาจนถึงระยะตัวเต็มวัย เพื่อจะเห็นผลของ heterosis ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการศึกษาในระดับลูกกึ่งวัยอ่อนยังมีอิทธิพลของพ่อแม่พันธุ์อยู่มาก จึงเหมาะสมที่จะศึกษาคูสมบัติของสายพันธุ์มากกว่า

4. การพิจารณาคูสมบัติของสายพันธุ์ที่เหมาะสม ควรคำนึงถึงอัตราการรอดตายของสายพันธุ์เป็นสำคัญ เพราะสมาชิกของประชากรที่มีคุณสมบัติที่เราสนใจในสายพันธุ์นั้นจะมีความสามารถมีลูกได้เป็นจำนวนมาก ทำให้มีโอกาสอยู่รอดได้มากจนถึงวัยที่จะสืบพันธุ์ต่อไป สามารถถ่ายทอดลักษณะที่เราต้องการไปยังรุ่นต่อไปได้

5. ในการศึกษาการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนควรลดระดับความเค็มลงไปเรื่อย ๆ หลังจากเริ่มมีลูกกุ้งพัฒนาไปเป็นลูกกุ้งวัยรุ่นที่เพิ่งคว่ำแล้วเพราะจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดของการเจริญไปเป็นลูกกุ้งวัยรุ่น