บทที่ 4
วิจารณ์

ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ (Gonadosomatic Index)

การศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทรายในครั้งนี้ ได้ศึกษาทั้งดัชนีการเจริญพันธุ์ควบคู่ไปกับการศึกษาทางเนื้อเยื่อของรังไข่ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางเนื้อเยื่อของรังไข่ เป็นตัวบ่งบอกให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่ของปลาบู่ทรายได้ถูกต้องและแน่ชัดมากยิ่งขึ้น โดยจากการศึกษา ดัชนีการเจริญพันธุ์เชิงปริมาณของปลาบู่ทรายระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 และมีค่าน้ำหนักของตัวปลาเฉลี่ย 124.3 ± 10.5 กรัม พบว่า มีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์อยู่ในช่วง 0.1-5.92 % ซึ่งดัชนีการเจริญพันธุ์มีค่าต่ำกว่าปลาบู่ในตระกูลเดียวกัน เช่น ปลา *Tridentiger obscurus* มีดัชนีการเจริญพันธุ์เฉลี่ยสูงถึง 20% (Kaneko and Hanyu, 1985) ปลา *Pomatoschistus marmoratus* มีดัชนีการเจริญพันธุ์เฉลี่ย 7.9% และปลา *Silhouettea aegyptia* มีดัชนีการเจริญพันธุ์เฉลี่ย 6.8% (Food, Hanna and Food, 1993) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักตัวมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักของรังไข่ที่ไม่แปรผันตามน้ำหนักของตัวปลา จึงทำให้มีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์เชิงปริมาณมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปลาบู่บางชนิดที่มีขนาดเล็กกว่าแต่มีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ที่สูงกว่า อย่างไรก็ตาม มีปลาบู่บางชนิดมีขนาดเล็กและมีดัชนีการเจริญพันธุ์ต่ำ ทั้งนี้เพราะขนาดของรังไข่จะแปรผันตามขนาดของตัวปลา เช่น ปลา *Pomatochitus morvegius* ซึ่งเป็นปลาที่มีความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาประมาณ 2.2-4.9 เซนติเมตร มีดัชนีการเจริญพันธุ์เฉลี่ย 0.2% (Gibson and Ezzi, 1982) ส่วนปลา *Lesceurigobius friessi* มีความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาประมาณ 4.2-6.9 เซนติเมตร มีดัชนีการเจริญพันธุ์เฉลี่ย 0.14% (Gibson and Ezzi, 1978) สำหรับปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาและขนาดของรังไข่ไม่แตกต่างจากปลา *Micropterus salmoides floridamus* มากนัก จึงทำให้มีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ใกล้เคียงกัน (Gross *et al.*, 2001)

ปลาบู่จัดเป็นปลาที่มีช่วงฤดูกาลวางไข่ที่ยาวนานหลายเดือน แต่อาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของปลาบู่ (Miller, 1984) เช่น ปลา *T. obscurus* (Kaneko and Hanyu, 1985) และปลา *P. marmoratus* (Fouda, Hanna and Fouda, 1993) สามารถวางไข่ได้นานถึง 6 เดือนคือตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนสิงหาคม และเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป ตามลำดับ ปลา *S. aegyptia* มีฤดูกาลวางไข่ได้นานถึง 7 เดือน ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน (Fouda, Hanna and Fouda, 1993) ขณะที่ปลา *L. friessi* (Gibson and Ezzi, 1978) และปลา *P. morvegius* (Gibson and Ezzi, 1982) วางไข่ได้นาน 4 และ 5 เดือนตามลำดับ เช่นเดียวกันกับปลาบู่ทราย ที่พบว่า รังไข่ของปลาบู่ทรายมีไข่สุกพร้อมที่จะวางไข่ได้เกือบทุกเดือน จากการศึกษาครั้งนี้ จะมีเพียง 2 เดือนเท่านั้นที่ไม่พบว่ารังไข่ปลาบู่ทรายมีไข่สุก คือเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 จึงทำให้ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์เฉลี่ยมีค่าต่ำคือ 0.38% และ 0.25 % ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ปลาบู่ทรายสามารถบอกให้ทราบถึงฤดูกาลวางไข่ ได้เช่นเดียวกับปลาอื่นๆ และจากการศึกษาค่าดัชนีการเจริญพันธุ์ของปลา *O. marmoratus* จัดให้ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีฤดูกาลวางไข่และฤดูกาลสืบพันธุ์ที่ยาวเกือบตลอดทั้งปี เช่นเดียวกับปลาบู่ชนิดอื่นๆ (Fouda, Hanna and Fouda,1993; Kaneko and Hanyu, 1985; Gibson and Ezzi, 1982; Gibson and Ezzi, 1978) และคาดว่าน่าจะมีการวางไข่และสืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนของทุกปี เมื่อเปรียบเทียบผลของดัชนีการเจริญพันธุ์เชิงปริมาณและดัชนีการเจริญพันธุ์เชิงคุณภาพจะให้ผลสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน (กราฟที่ 14)

เนื้อเยื่อวิทยา (Histololy) และวงจรการสืบพันธุ์ (Reproductive cycle)

ผลการศึกษาทางเนื้อเยื่อรังไข่และวงจรการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทรายในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า ปลาบู่ทรายมีรังไข่เป็นแบบไข่พัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม (group synchronous oocyte development) ภายในรังไข่ประกอบด้วยไข่ระยะต่างๆ กัน 6 ระยะ คือ (1) ระยะโอโอโกเนีย (2) ระยะโครมาติน นิวคลีโอลัส (3) ระยะเพอรินิวคลีโอลัส (4) ระยะโยล์คเวสสิเคิล (5) ระยะโยล์คแกรนูล และ (6) ระยะหลังวางไข่ ทำให้ภายในรังไข่มีเซลล์ไข่ขนาดไม่เท่ากันและจำนวนไม่เท่ากัน มีผลให้เซลล์ไข่สุกไม่พร้อมกัน จึงสามารถจัดแบ่งระยะรังไข่ของปลา

บู่ทรายได้ 5 ระยะ คือ (1) ระยะไข่อ่อน (2) ระยะไข่พัฒนาขั้นต้น (3) ระยะไข่พัฒนาขั้นปลาย (4) ระยะไข่สุก และ (5) ระยะไข่หลังวางไข่ ซึ่งแตกต่างจากปลาที่มีรังไข่แบบไข่สุกพร้อมกัน (synchronous oocyte development) ที่ภายในรังไข่จะพบเซลล์ไข่เพียงระยะเดียว ทำให้ปลามีการวางไข่เพียงหนึ่งครั้งต่อปี และจะมีช่วงเวลาวางไข่ไม่นาน เช่น chichibu-goby (Kaneko, Hunyu and Young, 1984) และปลาดุกอุย (วีรพงศ์, 2536)

ปลาบางชนิดสามารถวางไข่ได้มากกว่า 1 ครั้งต่อปี (multiple spawner) แต่มีระยะเวลาวางไข่ไม่ติดต่อกันหลายเดือน เช่น *Siganus sutor* มีช่วงเวลาวางไข่ 2 ช่วง คือในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน (Ntiba and Jaccarini, 1990) แต่ปลาบางชนิดมีช่วงเวลาวางไข่ติดต่อกันหลายเดือน เช่นปลา *Lophiomus setigerus* สามารถวางไข่ได้ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (Yoneda *et al.*, 1998) และปลาบู่บางชนิด (Fouda, Hanna and Fouda, 1993; Kaneko and Hanyu, 1985; Gibson and Ezzi, 1982; Gibson and Ezzi, 1978) ปลาบู่ทรายมีการพัฒนาของรังไข่แบบเดียวกับปลา *Epinephelus narginatus* (Marino *et al*., 2001) แต่มีช่วงฤดูกาลวางไข่คล้ายกับปลา *Xiphias gladius* ที่มีรังไข่เป็นแบบไข่พัฒนาไม่พร้อมกัน (asynchronous oocyte development) ที่สามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (Arocha, 2001) แต่จะแตกต่างกันที่รังไข่แบบไข่พัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม (group synchronous oocyte development) สามารถแยกความแตกต่างของระยะเซลล์ไข่ที่มีลักษณะเด่นที่สุดในรังไข่ได้ และสามารถคำนวณค่าความดกของไข่ของรังไข่ระยะไข่สุกได้ แต่รังไข่แบบไข่พัฒนาไม่พร้อมกัน (asynchronous oocyte development) จะไม่สามารถแยกความแตกต่างของระยะเซลล์ไข่ที่เกิดขึ้นเด่นชัดในรังไข่ได้ เพราะเซลล์ไข่แต่ละระยะมีจำนวนที่ใกล้เคียงกันไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ จึงทำให้ไม่สามารถคำนวณค่าความดกของไข่ได้ (Wallace and Selman, 1981)

จากการศึกษาทางเนื้อเยื่อรังไข่และวงจรการสืบพันธุ์ของปลาบู่ทราย พบว่า รังไข่ระยะไข่อ่อน พบเกิดขึ้นหลายเดือน เช่นเดียวกันกับรังไข่ระยะไข่สุก พบเกิดขึ้นถึง 9 เดือน ขณะที่รังไข่ระยะไข่พัฒนาขั้นต้น ระยะไข่พัฒนาขั้นปลาย และระยะไข่หลังวางไข่ พบได้ไม่มากนัก เพียง 3, 4 และ 2 เดือน ตามลำดับ และแต่ละระยะที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนมีเปอร์เซ็นต์ไม่สูงมากนัก เช่น ระยะไข่พัฒนาขั้นต้น มีเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นสูงสุดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 เพียง 33.33% และระยะไข่พัฒนาขั้นปลาย เกิดขึ้นสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 50% เช่นเดียวกับระยะไข่หลังวางไข่มีเปอร์เซ็นต์เกิดขึ้นสูงสุด 50% เท่ากันทั้งเดือนกันยายน พ.ศ. 2545

และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ซึ่งพบว่า รังไข่ทั้ง 3 ระยะ เกิดขึ้นน้อย แสดงให้เห็นว่า รังไข่ระยะไข่พัฒนาขั้นต้น ระยะไข่พัฒนาขั้นปลาย และระยะไข่หลังวางไข่ มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงและเกิดการเจริญแทนที่ของเซลล์ไข่ได้เร็ว ทั้งนี้เป็นเพราะว่า เซลล์ไข่ระยะเพอรินิวคลีโอลัส และระยะโยล์คเวสสิเคิล มีการเจริญและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะโยล์คแกรนูล ได้เร็ว แตกต่างจากปลา *Epinephelus narginatus* (Marino *et al*., 2001), *Cualolatilus princeps* (Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994), *Esox lucius* L.(Treasure, 1990) ที่มีการเจริญและพัฒนาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ไข่ช้ากว่า

ปลาในตระกูลปลาบู่จัดเป็นปลาที่สามารถปรับตัวและทนต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนได้ดี (Fouda, Hanna and Fouda, 1993; Miller, 1984) ซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ไม่พบปลาบู่ทรายที่มีรังไข่ระยะไข่สุก ซึ่งไม่น่าจะเป็นไปได้ที่จะไม่มีการวางไข่ของปลาบู่ทราย ในขณะที่เดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน รังไข่ปลาบู่ทรายที่นำศึกษาอยู่ในระยะไข่สุกทุกตัว ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมของทั้งสองเดือนไม่แตกต่างจากเดือนธันวาคมและเดือนกุมภาพันธ์มากนัก เพราะยังอยู่ในช่วงเดือนฝนตกชุกของภาคใต้ ปัจจัยด้านอาหาร รวมทั้งปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมยังเหมาะต่อการเจริญเติบโตของลูกปลาบู่ทรายวัยอ่อน ทั้งพืชน้ำและสัตว์น้ำวัยอ่อนที่แพร่กระจายและเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ให้กับแหล่งน้ำ จึงคาดว่า ทั้งในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 น่าจะมีปลาบู่ทรายมีไข่สุกพร้อมที่จะวางไข่ได้ อาจจะมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น ภูมิอากาศ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณน้ำ ปริมาณแสง และความเค็มของน้ำ ซึ่งจัดเป็นปัจจัยสำคัญที่ควบคุมวงจรการสืบพันธุ์ของปลาแต่ละชนิด (Micale, Pudichizzi and Santagela, 1987; Kaneko, Hanyu and Hirose, 1984)

เมื่อเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศของเดือนธันวาคม และเดือนกุมภาพันธ์จะแตกต่างจากสภาพแวดล้อมของเดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม ซึ่งจัดเป็นช่วงเดือนที่มีอากาศร้อนและมีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุดของภาคใต้ แต่จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่ามีปลาบู่ทรายที่สามารถปรับตัวและทนต่อสภาพภูมิอากาศได้ มีไข่สุกพร้อมที่จะวางไข่ได้ทั้งในเดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม จึงเป็นไปได้ว่า ทั้งเดือนธันวาคม และเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาบู่ทรายมากกว่าเดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม จึงน่าจะมีปลาบู่ทรายที่มีระยะไข่สุกที่พร้อมวาง

ไข่ได้ หากมีการเก็บตัวอย่างปลาบู่ทรายเป็นตัวแทนที่ครอบคลุมประชากรของปลาบู่ทรายมากกว่านี้

สำหรับวงจรการสืบพันธุ์ของรังไข่แต่ละระยะของปลาบู่ทราย ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนในแต่ละเดือนและแต่ละระยะของรังไข่ (กราฟที่ 8-12) ทั้งนี้เป็นเพราะว่า รังไข่ของปลาบู่ทรายมีไข่พัฒนาพร้อมกันเป็นกลุ่ม เซลล์ไข่มีการเจริญและพัฒนาแทนที่กันตลอดเวลา แตกต่างจากปลาที่มีวงจรการสืบพันธุ์ของแต่ละระยะที่แน่นอน (Kaneko and Hanyu, 1985; Gross *et al*., 2001) ฉะนั้นการศึกษาครั้งนี้ สามารถจัดปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีไข่สุกตลอดทั้งปี และมีฤดูกาลวางไข่และฤดูกาลสืบพันธุ์มากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนของทุกปี บอกให้ทราบว่า ในแหล่งน้ำธรรมชาติปลาบู่ทรายมีรังไข่สุกพร้อมวางไข่และผสมพันธุ์ เพื่อให้ใช้ทรัพยากรแหล่งน้ำให้คุ้มค่าเกษตรกรไม่ควรจับปลาบู่ทรายในช่วงเวลาดังกล่าว ควรปล่อยให้แม่ปลามีการวางไข่และผสมพันธุ์เพื่อเพิ่มจำนวนลูกปลาให้กับแหล่งน้ำมากที่สุด

ค่าความดกของไข่ (Fecundity)

จากผลการศึกษา ค่าความดกของไข่ปลาบู่ทราย จะมีความสัมพันธ์กับทั้งน้ำหนักของรังไข่ น้ำหนักของตัวปลา และความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา พบว่าเมื่อน้ำหนักของรังไข่เพิ่มขึ้นค่าความดกของไข่จะเพิ่มมากขึ้นแบบแปรผันตาม (กราฟ 5) ให้ผลเช่นเดียวกันกับรายงานของปลา *Dorosoma cepedranum* (Jon and Moranda, 1997) ส่วนความสัมพันธ์ของค่าความดกของไข่กับน้ำหนักของตัวปลาและความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา พบว่า พบมากในช่วงความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาระหว่าง 15.1–22.0 เซนติเมตร และน้ำหนักของตัวปลาระหว่าง 43.48–122.2 กรัม และค่าปริมาณความดกของไข่จะมีแนวโน้มลดลงเมื่อน้ำหนักของตัวปลาน้อยกว่า 43.48 กรัม และมากกว่า 122.2 กรัม และความยาวทั้งสิ้นตัวปลาน้อยกว่า 15.1 เซนติเมตร และมากกว่า 22.0 เซนติเมตร (กราฟที่ 6 และ กราฟที่ 7) ซึ่งแตกต่างจากปลาชนิดอื่นๆ เช่น ปลา *L. setigerus* (Yoneda *et al*., 1998), *S. aegyptia* และ *P. marmoratus* (Fouda, Hanna and Fouda, 1993), *Esox lucius* L. (Treasurer, 1990), *L. friessi* (Gibson and Ezzi, 1978), *Choerodon schoenleinii* (Ebisawa, Kanashiro and Kyan, 1995) ที่มีค่าความดกของไข่เพิ่มขึ้นเมื่อความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ความยาวของรังไข่แปรผันตาม

ความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา จึงทำให้ค่าความดกของไข่เพิ่มขึ้นเมื่อความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาเพิ่มขึ้น

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ปลาบู่ทรายจะมีขนาดความยาวของรังไข่ระยะไข่สุกอยู่ระหว่าง 3.1-4.2 เซนติเมตร ซึ่งขนาดของความยาวรังไข่ไม่แปรผันตามน้ำหนักของตัวปลาและความยาวทั้งสิ้นของตัวปลา ดังตารางที่ 2 ขนาดความยาวของรังไข่พบมากตรงกับช่วงที่ปลาบู่ทรายมีน้ำหนักของตัวปลาอยู่ระหว่าง 43.48-122.2 กรัม และความยาวทั้งสิ้นของตัวปลาอยู่ระหว่าง 15.1-22.0 เซนติเมตร จึงทำให้ค่าดัชนีการเจริญพันธุ์และค่าความดกของไข่มีค่าสูง จึงเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการคัดเลือกปลาบู่ทรายเพื่อเป็นแม่พันธุ์ ซึ่งเป็นทั้งช่วงที่ปลาบู่ทรายมีค่าดัชนีการเจริญพันธุ์สูง มีค่าความดกของไข่สูงและมีขนาดไม่โตมากนัก ส่วนปลาบู่ทรายที่มีความยาวทั้งสิ้นของตัวปลามากกว่า 22.0 เซนติเมตรขึ้นไป และมีน้ำหนักของตัวปลามากกว่า 122.2 กรัมขึ้นไป เกษตรกรควรจะนำส่งตลาดเพราะจะได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากว่า ไม่ควรจะเลือกเป็นแม่พันธุ์ปลาบู่ทราย

นอกจากนี้แล้ว ผลจากการศึกษาทางเนื้อเยื่อรังไข่ระยะไข่สุก พบว่า ขนาดของเซลล์ไข่ระยะโยล์คแกรนูล อยู่ในช่วง 150-500 ไมโครเมตร และเมื่อคำนวณหาค่าความดกของไข่จะอยู่ระหว่าง 500,000-1,000,000 ฟอง/กิโลกรัม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.15-0.5 มิลลิเมตร และมีจำนวนไข่มาก (วีรพงศ์, 2536) จึงจัดปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีไข่ขนาดเล็ก และมีค่าความดกของไข่มาก มีรายงานในปลาบางชนิด เช่น *Atherina boyeri* (Tomasini, Collart and Guignard, 1996), *Esox lucius* (Wright and Shoesmith, 1988) พบว่า ขนาดของไข่มีผลต่อขนาดของตัวอ่อนและอัตราการรอดของตัวอ่อนด้วย ไข่ที่มีขนาดใหญ่จะให้ตัวอ่อนที่มีขนาดใหญ่กว่าไข่ที่มีขนาดเล็ก และมีอัตราการรอดที่สูงกว่าด้วย ปลาบู่ทรายจัดเป็นปลาที่มีขนาดไข่เล็กและมีจำนวนไข่มาก บ่งบอกให้ทราบว่า แม่พันธุ์ปลาบู่ทรายแต่ละตัวจะมีลูกปลาจำนวนมาก และมีตัวอ่อนขนาดเล็ก เพราะฉะนั้น การดูแลลูกปลาของพ่อพันธุ์ปลาบู่ทรายจะไม่ทั่วถึง ทำให้ลูกปลามีอัตราการรอดต่ำกว่าแม่ปลาที่มีไข่ขนาดใหญ่และมีจำนวนไข่น้อย เพราะแม่พันธุ์และพ่อพันธุ์มีการดูแลตัวอ่อนได้มากกว่า ทำให้มีอัตราการรอดที่สูงกว่า จากการศึกษาครั้งนี้ จึงสามารถแนะนำให้เกษตรกรที่ต้องการเพาะขยายพันธุ์ลูกปลาบู่ทราย ควรเลือกแม่พันธุ์ที่มีขนาดไม่โตมากนัก มีจำนวนไข่ไม่มากนัก อาจทำให้อัตราการรอดของลูกปลามากขึ้น เพราะพ่อพันธุ์ปลาบู่ทรายสามารถดูแลได้มากขึ้น นอกจากนี้แล้ว เกษตรกรจะต้องดูแลและเอาใจใส่ลูกปลาบู่ทรายวัยอ่อนให้มาก และควรจะแยกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ออก

จากลูกปลาหลังจากลูกปลาฟักเป็นตัวแล้ว เพราะนอกจากพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ดูแลลูกปลาไม่ทั่วถึงแล้ว พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์อาจจะกินลูกปลาได้

การสะสมของโยล์ค (Yolk)

จากผลการศึกษาทางเนื้อเยื่อและปริมาณการสะสมโยล์ค พบว่า เซลล์ไข่ในระยะโยล์คเวสสิเคิล (yolk vesicle stage) จะมีการสร้างโยล์คเวสสิเคิล (yolk vesicle) โดยจะเริ่มสร้างจากขอบด้านที่นอกติดกับโอวาเรียนฟอลลิเคิล และขอบด้านในติดกับเยื่อหุ้มนิวเคลียส เห็นเป็นเวสสิเคิลสีขาว ให้ผลเหมือนกันทั้งการย้อมด้วย H&E และ Mallory's trichrome เวสสิเคิลสีขาวที่เกิดขึ้น มีลักษณะคล้ายกับเซอร์คัมนิวเคลียร์ ริง (circumnuclear ring) ซึ่งเป็นการเรียงตัวของเม็ดแกรนูลรอบๆ นิวเคลียส ในเซลล์ไข่ของปลา *Gadus morhua* L. (Kjesbu and Kryvi, 1989) และคล้ายกับลักษณะที่เรียกว่า บัลเบียนิ บอดี้ (bulbiani bodies) ที่เกิดจากการรวมกลุ่มกันเป็นวงของสารพวกไรโบนิวคลีโอโปรตีน (ribonucleoprotein) รอบนิวเคลียสโดยจะเกิดขึ้นกับเซลล์ไข่ของปลากระดูกแข็งทั่วไป (Wallace and Selman, 1981) และคล้ายกับโยล์คเวสสิเคิลในเซลล์ไข่ระยะโยล์คเวสสิเคิลของปลา *Mollotus villosus villosus* (Forberg, 1982) และ *Xiphias gladius* (Arocha, 2002) โดยเมื่อเซลล์ไข่เกิดลักษณะดังกล่าวแล้ว แสดงให้ทราบว่า กำลังเข้าใกล้ฤดูกาลวางไข่ของปลาชนิดนั้นๆ

สำหรับผลการศึกษา ในปลาบู่ทราย *O. marmoratus* ลักษณะที่เรียกว่า โยล์คเวสสิเคิล (yolk vesicle) ในเซลล์ไข่ระยะโยล์คเวสสิเคิล คาดว่า อาจจะไม่เป็นโยล์คที่แท้จริง (endogenous vitellogenesis) ซึ่งให้ผลคล้ายกับคอร์ติคัล อัลวิโอไล (cortical alveoli) ที่พบในปลา *Paralichthys dentatus* จัดเป็นสารพวกไกลโคโปรตีน (polysialoglycoprotein) ซึ่งจะเกิดขึ้นก่อนที่จะเกิดโยล์คจริง (Merson *et al.,* 2000) เพราะหากเป็นโยล์คที่แท้จริง (exogenous vitellogenesis) น่าจะติดสีเหลืองส้มของการย้อมพิเศษ (Mallory's trichrome) ซึ่งการติดสีเหลืองส้มของแกรนูล (granule) หรือเวสสิเคิล (vesicle) บอกให้ทราบถึงองค์ประกอบของโยล์คในเซลล์ไข่ แต่จากผลการศึกษาทั้งการย้อมสีด้วย H&E และ Mallory's trichrome ให้ผลที่เหมือนกัน จึงสันนิษฐานว่า โยล์คเวสสิเคิล ดังกล่าว น่าจะเป็นตัวแสดงให้ทราบถึงช่วงเวลาใกล้ถึงฤดูกาลวางไข่ของปลาบู่ทราย เช่นกัน (Archoa, 2002; Merson *et al.,* 2000; Kjesbu and Kryvi; 1989; Forgerg, 1982; Wallace and Selman, 1981) เพราะหลังจากเซลล์ไข่ระยะโยล์ค

เวสสิเคิลแล้ว เซลล์ไข่จะเจริญและพัฒนาเข้าสู่เซลล์ไข่ระยะโยล์คแกรนูล ซึ่งเป็นเซลล์ไข่ระยะไข่สุกพร้อมวางไข่ได้ของปลาบู่ทราย และคาดว่าการเจริญและพัฒนาของเซลล์ไข่ระยะโยล์คเวสสิเคิลเข้าสู่ระยะโยล์คแกรนูลใช้เวลาไม่นานนัก เพราะไม่สามารถแบ่งระยะของเซลล์ไข่ที่จะให้ความแตกต่างระหว่างระยะโยล์คเวสสิเคิลและระยะโยล์คแกรนูล นอกจากนี้แล้ว ระยะของเซลล์ไข่ปลาบู่ทรายมีความแตกต่างของแต่ละระยะชัดเจนจึงแบ่งระยะเซลล์ไข่ได้เพียง 6 ระยะเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากปลาชนิดอื่นๆ เช่นปลา *Epinephelus narginatus* (Marino and *et al*., 2001; *Caulolatilus princeps* (Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994), *Esox lucius* L. (Treasure, 1990) เพราะเซลล์ไข่มีลักษณะที่แตกต่างกันมากกว่าเซลล์ไข่ของปลาบู่ทราย จึงแบ่งระยะของเซลล์ไข่ได้มากกว่า

และจากผลการศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ พบว่า รังไข่ปลาบู่ทรายพบเซลล์ไข่ฝ่อน้อยมาก (atretic follicle) ทั้งนี้เป็นเพราะว่า ภายในรังไข่เซลล์ไข่มีการเจริญและพัฒนาแทนที่กันตลอดเวลา (group synchronous oocyte development) และจะพบในรังไข่ระยะไข่พัฒนาขั้นปลาย (รูปที่ 15 และ รูปที่ 18) หรือช่วงก่อนฤดูกาลวางไข่ เช่นเดียวกับปลา *Mollatus villosus villosus* (Forberg, 1982) ซึ่งแตกต่างจากปลา *Caulolatilus princeps* (Elorduy-Garay and Ramirez-Luna, 1994) พบเซลล์ไข่ฝ่อมากในรังไข่ระยะไข่หลังวางไข่ เพราะเซลล์ไข่ฝ่อจะเป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบว่า สิ้นสุดฤดูกาลวางไข่ของปลาชนิดนั้นๆ

นอกจากนี้ยังพบว่า ขนาดของไข่ขึ้นอยู่ปริมาณการสะสมของโยล์ค ไข่ที่มีขนาดใหญ่พบว่า มีโยล์คมากกว่าไข่ขนาดเล็ก มีผลให้ตัวอ่อนมีขนาดใหญ่ อัตราการรอดจะสูงกว่า ตัวอ่อนที่เจริญมาจากไข่ขนาดเล็ก เพราะตัวอ่อนสามารถที่จะหาอาหารได้ดีกว่าตัวอ่อนที่มีขนาดเล็ก ทำให้แข็งแรงกว่า และเมื่ออาหารขาดแคลนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าเช่นกัน (Tomasini, Collant and Quiganard, 1996; Wright and Shoesmith, 1988) ปลาบู่ทรายเป็นปลาที่มีขนาดไข่เล็กจึงมีโยล์คน้อย รวมทั้งค่าความดกของไข่มาก ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับรายงานของกรมประมง (2545); ทวีและยุพินท์ (2544) รายงานว่า อัตราการรอดของตัวอ่อนปลาบู่ทรายมีน้อย

การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องผ่าน

ผลการศึกษาด้วย TEM พบว่า จะมีการกระจายตัวของไมโทคอนเดรีย ในไซโตพลาสซึมของเซลล์ไข่ ทั้งในระยะเพอรินิวคลีโอลัส ระยะโยล์คเวสสิเคิล และระยะโยล์คแกรนูล โดยเฉพาะในเซลล์ไข่ระยะโยล์คเวสสิเคิลจะเพิ่มจำนวนมากขึ้นทั้งในชั้นแกรนูโลซา และไซโตพลาสซึม รวมถึงมีการหนาตัวขึ้นของชั้นโซนา เรดิเอตา ซึ่งคาดว่า ระยะโยล์คเวสสิเคิลน่าจะเริ่มมีการสร้างอาหารหรือสารพวกสเตียรอยด์ฮอร์โมน ให้กับเซลล์ไข่ ซึ่งจะสอดคล้องกับรายงานของ Kagawa (1991); Kjesbu and Dryvi (1989); และ Nagahama, Kagawa and Young (1982) พบว่า ภายในเซลล์ไข่มีจำนวนของเอนโดพลาสมิค เรคติคูลัมชนิดเรียบ ไมโทคอนเดรีย และหยดไขมัน (lipid droplet) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งบ่งชี้ให้ทราบว่า เซลล์นั้นๆ มีการสร้างสารพวกสเตียรอยด์ฮอร์โมน และพบว่า ฮอร์โมนเพศ (sex hormone) เช่น estradiol และ progesterone จะมีบทบาทสำคัญต่อการเจริญและพัฒนาของเซลล์ไข่ และพบมากตั้งแต่เซลล์ไข่ก่อนวางไข่จนกระทั่งถึงฤดูกาลวางไข่ (Gross *et al*., 2001) แต่ผลการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบว่ามีเอนโดพลาสมิค เรคติคูลัมชนิดเรียบเกิดขึ้น ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่แสดงให้เห็นว่า เซลล์นั้นมีการสร้างสเตียรอยด์ฮอร์โมน พบเฉพาะไมโทคอนเดรีย และหยดไขมัน จึงคาดว่า เซลล์ในชั้นแกรนูโลซาของไข่ระยะโยล์คเวสสิเคิลของปลาบู่ทรายน่าจะมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างสเตียรอยด์ฮอร์โมน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงบทบาทที่แท้จริงของเซลล์ดังกล่าวนี้