



ชีววิทยาของปลากัดไทย (*Betta splendens* Regan, 1910) Biology of Siamese Fighting Fish (*Betta splendens* Regan, 1910)

การุณ ทองประจุกแก้ว¹

บทคัดย่อ

ปลากัดไทย (*Betta splendens* Regan, 1910) เป็นปลาสวยงามและเป็นปลาที่ใช้เพื่อเกมกีฬาชนิดพื้นเมืองของไทย การผลิตปลากัดเพื่อการค้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยามีการศึกษากันน้อย การทบทวนเอกสารนี้ให้ความรู้พื้นฐานด้านอนุกรมวิธาน นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย สันฐานวิทยาและกายวิภาค พฤติกรรม การสืบพันธุ์และพัฒนาการ การย่อยและการกินอาหาร การสร้างสี พันธุกรรม และการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีความสำคัญต่อการปรับปรุงคุณภาพของการผลิต ขณะที่เทคนิคการเพาะเลี้ยงที่มีความจำเป็นต่อการทำฟาร์ม ได้แก่ ระบบการเพาะเลี้ยงแบบหนาแน่น อาหารสังเคราะห์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม การแปลงเพศปลาเป็นเพศผู้ และการผสมพันธุ์เพื่อปรับปรุงสีและรูปร่างของครีบ นอกจากนี้การศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพและแหล่งอาศัยในธรรมชาติเพื่อการอนุรักษ์ก็เป็นสิ่งที่ควรสนใจ

ABSTRACT

Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910) is a native species of ornamental and sport fish of Thailand. The commercial production of this species as ornament tends to increase progressively whereas the basic biology is scarcely known. This literature review provides elementary knowledge on taxonomy, ecology and distribution, morphology and anatomy, behavior, reproduction and development, digestion and feeding, pigmentation, heredity and aquaculture of the fish. These data are important for improving the quality of fish production. Whereas culture techniques, such as aquaculture system for intensive rearing, artificial feed with optimized nutrient content, female-to-male sex reversal, and breeding for improving color and fin shape are mainly required for fish farming. In addition, studies on biodiversity and natural habitat for conservation of wild type should be of interest.

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112

คำสำคัญ: ชีววิทยา ปลากตไทย *Betta splendens*

Keywords: Biology, Siamese fighting fish, *Betta splendens*

1. บทนำ

การเพาะเลี้ยงปลาสวยงามทำรายได้ให้กับประเทศไทยปีละหลายล้านบาท เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ แหล่งน้ำ และสาธารณูปโภคที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีความพร้อมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยปลากตไทย (*Betta splendens* Regan, 1910) เป็นปลาน้ำจืดพื้นเมืองที่มีการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย และมีมูลค่าการส่งออกมากที่สุด โดยมีการส่งออกปลา กตประมาณ 1.3–4.7 ล้านตัวต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 11–45 ล้านบาท (พลพจน์ และคณะ, 2551) สำหรับตลาดต่างประเทศที่มีบทบาทสำคัญในการนำเข้าปลา กตจากประเทศไทย ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น สิงคโปร์ และฝรั่งเศส (พงษ์ธร, 2543)

ความต้องการของตลาดต่างประเทศ ทำให้มีการเพาะเลี้ยงปลา กตมากขึ้น อย่างไรก็ตาม กระบวนการเพาะเลี้ยงและการจัดการฟาร์มยังเป็นแบบพื้นบ้าน เกษตรกรใช้ความรู้ที่ถ่ายทอดกันมาโดยขาดหลักอ้างอิงทางวิชาการ ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่สม่ำเสมอ และไม่สามารถควบคุมคุณภาพของการผลิตได้ การรวบรวมข้อมูลของปลาชนิดนี้บ่งชี้ว่ามีการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์น้อยมาก (Monvises et al., 2009) ดังนั้น การรวบรวมข้อมูลวิจัยพื้นฐานด้านชีววิทยาของปลา กตจึงมีความจำเป็นต่อการใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะเลี้ยง การศึกษาวิจัย

ตลอดจนการอนุรักษ์และพัฒนาการเพาะเลี้ยงในอนาคต

2. อนุกรมวิธานของปลา กตไทย

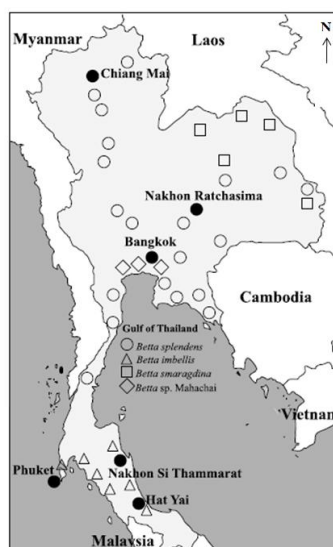
ปลา กตไทยเป็นปลาในสกุล *Betta* ซึ่งมีการจำแนกชนิดแล้วในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 55 ชนิด (Schindler and Schmidt, 2006) ในประเทศไทยมี 10 ชนิด (Monvises et al., 2009) ประกอบด้วย ปลา กตกลุ่มก่อหวอด (bubble-nest builder) 4 ชนิด ได้แก่ *B. splendens* Regan, 1910, *B. smaragdina* Ladiges, 1972, *B. imbellis* Ladiges, 1975 และ *Betta Mahachaiensis* Kowasupat, Panijpan, Ruenwogsa & Sriwattanarothai, 2012 (Goldstein, 2004; Kowasupat et al., 2012) และปลา กตกลุ่มเลี้ยงลูกในปาก (mouth brooder) 6 ชนิด ได้แก่ *B. prima* Kottelat, 1994, *B. simplex* Kottelat, 1994, *B. pi* Tan, 1998, *B. pallida* Schindler & Schmidt, 2004, *B. apollon* Schindler & Schmidt, 2006 และ *B. ferox* Schindler & Schmidt, 2006 (Schindler and Schmidt, 2006) สำหรับปลา กตที่นิยมเลี้ยงเพื่อส่งออก คือ *B. splendens* Regan, 1910 (การุณ, 2554; Thongprajukaew et al., 2010a, 2010b) ซึ่งมีการจัดลำดับอนุกรมวิธานตาม Nelson (2006) ดังนี้

Phylum Chordata
 Subphylum Vertebrata
 Superclass Gnathostomata
 Class Actinopterygii
 Subclass Neopterygii
 Superorder Acanthopterygii
 Order Perciformes
 Suborder Anabantoidei
 Family Osphronemidae
 Subfamily Macropodinae
 Genus *Betta*
 Species *Betta splendens*

3. นิเวศวิทยาและการแพร่กระจายของปลากัดไทย

ปลากัดไทยมีถิ่นกำเนิดอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และพบกระจายในทุกภาคของประเทศไทย (Monvises et al., 2009) ปลากัดมีการแพร่กระจายมากที่สุดในเขตภาคกลาง (รูปที่ 1) โดยการเพาะเลี้ยงมากที่สุดในจังหวัดนครปฐม (Meejui et al., 2005) แหล่งน้ำที่ปลากัดอาศัยมักเป็นระบบนิเวศน้ำนิ่งหรือน้ำไหลช้า และมีพืชน้ำขึ้นอยู่ เช่น นาข้าว ปอน้ำ บึง และหนอง (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001; Monvises et al., 2009)

ปลากัดมักอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำตื้นหรือริมฝั่งของแหล่งน้ำ ซึ่งช่วยลดอันตรายจากนักล่าที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำลึก (Winemiller and Leslie, 1992) รวมทั้งลดการแข่งขันจากปลาชนิดอื่นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาณออกซิเจนต่ำ และมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวันอย่างรวดเร็ว แหล่งน้ำธรรมชาติที่ปลากัดอาศัยมีพีเอชในช่วง 5.3–5.8 อุณหภูมิ 27.0–31.5 องศาเซลเซียส และมีความลึก 2.0–9.4 เซนติเมตร (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001)



รูปที่ 1 การแพร่กระจายของปลากัดกลุ่มก่อบัวในประเศไทย (Monvises et al., 2009)

4. สันฐานวิทยาและกายวิภาคของปลากัดไทย

ลักษณะทั่วไปของปลากัดไทยตัวเต็มวัย คือ มีลำตัวแบนยาว ปากเล็ก มีฟันที่ขากรรไกรบนและล่าง เกือบปกคลุมหัวและลำตัว ความยาวจากปลายปากถึงโคนหางเป็น 2.9–3.3 เท่าของความลึกลำตัว จุดเริ่มต้นของครีบหางอยู่ก่อนไปทางด้านหาง หลังจุดเริ่มต้นของครีบกัน ครีบหลัง มีก้านครีบเดี่ยว 1–2 ก้าน ก้านครีบแขนง 7–9 ก้าน ครีบกันมีฐานครีบยาวเริ่มจากครีบท้องไปสุดครีบหาง มีก้านครีบเดี่ยว 2–4 ก้าน และก้านครีบแขนง 21–24 ก้าน ครีบอกมีขนาดเล็กกว่าครีบอื่น ๆ ส่วนครีบท้องอยู่ในตำแหน่งอก ปกติจะมีก้านครีบแข็ง 1 ก้าน และก้านครีบอ่อน 5 ก้าน กระดูกที่อยู่ด้านหน้าของตามีขอบเรียบ มีอวัยวะช่วยหายใจอยู่ในโพรงอากาศหลังช่องเหงือก (labyrinth organ) มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อที่มีรอยหยักและมีเส้นเลือดฝอยมาเลี้ยงจำนวนมาก ในปลาวัยอ่อนจะไม่พบอวัยวะดังกล่าว และจะพบเมื่อปลาอายุได้ 10 วัน (วันเพ็ญ และคณะ, 2531)

ปลากัดไทยที่เจริญเติบโตเต็มที่จะมีลักษณะทางสันฐานวิทยาที่แตกต่างกันระหว่างเพศผู้และเพศเมีย (รูปที่ 2) โดยปลาเพศผู้จะมีขนาดใหญ่ สีส้มสวยงาม และครีบที่ยาวกว่าเพศเมีย (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001) ขณะที่เพศเมียมีลักษณะทั่วไปที่สังเกตได้ คือ มีสีจาง ครีบสั้น ขนาดเล็ก นอกจากนี้ เมื่อปลาเพศเมียพร้อมที่จะผสมพันธุ์จะมีลักษณะที่ปรากฏ คือ ขอบเหงือกมีสี

แดงเข้ม มีลายชะโงกเกิดขึ้นในแนวขวางข้างลำตัว อวัยวะช่วยวางไข่ (ovipositor) มีสีขาวขุ่น และส่วนท้องมีลักษณะบวมเหมือนคนท้อง (ชัยและบุญชัย, 2548)

5. พฤติกรรมของปลากัดไทย

ปลากัดไทยมีพฤติกรรมเป็นสัตว์สังคม เนื่องจากสามารถอยู่รวมเป็นกลุ่มตามลำดับชั้น หรืออาจแยกตัวอยู่แบบเดี่ยวก็ได้ (Sneker et al., 2006) ในธรรมชาติ ปลากัดสามารถครองพื้นที่ได้ไม่เกิน 5 ตัว ต่อตารางเมตร (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001) ปลากัดมีความแตกต่างระหว่างเพศสูง และมีพฤติกรรมก้าวร้าวเมื่ออายุได้ประมาณ 1.5–2 เดือน (วันเพ็ญและคณะ, 2531) พฤติกรรมดังกล่าวแสดงออกโดยการเพิ่มความเข้มของสี ผ่าครีบ เปิดกระพุ้งแก้ม (operculum) และกัดหางปลาตัวอื่น (Monvises et al., 2009) นอกจากนี้ ปลากัดเพศผู้ยังมีพฤติกรรมในการสร้างหอด (bubble nest) เพื่อใช้เป็นที่ฟักไข่และเลี้ยงดูลูกปลาวัยอ่อน โดยการพ่นฟองอากาศที่มีของเหลวจากปากผสมกันให้เกาะเป็นกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีขนาด (ค่าเฉลี่ย \pm ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, กว้าง \times ยาว \times สูง) เท่ากับ $4.68 (\pm 0.50) \times 7.13 (\pm 0.48) \times 0.47 (\pm 0.05)$ ลูกบาศก์เซนติเมตร (ธวัช, 2530) สำหรับปลาเพศเมียก็มีพฤติกรรมดังกล่าวเช่นกันเมื่อพร้อมที่จะผสมพันธุ์ แต่ขนาดของหอดจะเล็กกว่าเพศผู้ (ชัยและบุญชัย, 2548)



รูปที่ 2 ลักษณะทางสันฐานวิทยาของปลากัดไทยเพศผู้ (A) และเพศเมีย (B) ที่เจริญเติบโตเต็มที่ (การณ, 2554)

6. การผสมพันธุ์ และพัฒนาการของปลากัดไทย

ปลากัดไทยสามารถผสมพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี โดยปลาเพศเมียสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้เฉลี่ย 7-8 ครั้งต่อปี (ธวัช, 2530) กระบวนการผสมพันธุ์ การปฏิสนธิ และพัฒนาการของปลากัดด้วยอ่อนถึงตัวเต็มวัย มีรายละเอียด ดังนี้

6.1 การผสมพันธุ์

ก่อนการผสมพันธุ์ ปลากัดเพศผู้จะสร้างหูด โดยสร้างสารสเตอรอยด์กลูโคโรไนด์ (steroid glucuronide) เพื่อการดึงดูดทางเพศ และกระตุ้นให้ปลาเพศเมียไข่ออก ขณะเดียวกันเมื่อปลาเพศเมียพร้อมที่จะผสมพันธุ์ก็จะปล่อยโอโดริเฟอรัสฟีโรโมน (odoriferous pheromone) ซึ่งเป็นสารที่มีกลิ่นเพื่อส่งสัญญาณให้ปลาเพศผู้ โดยปกติปลาเพศเมียจะสร้างไข่และวางไข่ได้ทุก 2 สัปดาห์ การผสมพันธุ์จะเริ่มเมื่อปลาเพศผู้สร้างหูดเสร็จ โดยปลาเพศผู้จะพองตัวกางครีบ และไล่ต้อนปลาเพศเมียให้ไปอยู่ใต้หูด เมื่อปลาเพศเมียลอยตัวขึ้นมาบริเวณผิวน้ำใกล้หูด ปลาเพศผู้ก็จะงอตัวเป็นรูปตัวยู (U) หรือ ตัวเอส (S) รัดปลาเพศเมียตรงบริเวณช่องอวัยวะเพศ (genital pore) หากปลาเพศเมียมีไข่ที่เจริญเต็มที่พร้อมที่จะวางไข่ ไข่ก็จะหลุดออกมาทางช่องอวัยวะสืบพันธุ์ ขณะเดียวกันปลาเพศผู้ก็จะปล่อยน้ำเชื้อเข้าผสม เมื่อไข่จมลงสู่ก้นภาชนะที่ใช้เพาะพันธุ์ ปลาเพศผู้ก็จะเก็บไข่และอมไว้จนเต็มปาก และว่ายน้ำขึ้นไปพ่นไข่ไว้ในหูด พร้อมกับพ่นฟองอากาศใหม่ติดไว้ใต้หูด หลังจากนั้นจึงว่ายน้ำาลงไปอมไข่ที่เหลืออยู่ขึ้นมาเก็บไว้ในฟองอากาศจนหมด สำหรับปลาเพศเมียหลังจากวางไข่แล้ว ก็จะลอยตัวนิ่งและพลิกตัวว่ายน้ำเป็นระยะ พฤติกรรมดังกล่าวจะเกิดขึ้นหลายครั้งจนกว่าจะวางไข่หมดระยะเวลาที่ใช้ในการวางไข่ของปลากัดจะแตกต่างกัน

ไปตามขนาดของเพศเมีย ซึ่งอาจใช้เวลาตั้งแต่ 1-6 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการวางไข่ ปลาเพศผู้จะทำหน้าที่ดูแลไข่ และจะไล่ต้อนปลาเพศเมียไปอยู่ที่มุมภาชนะ ดังนั้นผู้เพาะเลี้ยงปลากัดจะต้องนำปลาเพศเมียออกจากภาชนะเพาะพันธุ์ เพื่อป้องกันไม่ให้ปลาเพศเมียกินไข่ที่ผสมแล้ว และปล่อยให้ปลาเพศผู้ดูแลไข่ต่อไปประมาณ 2 วัน แล้วจึงแยกปลาเพศผู้ออก (วันเพ็ญและคณะ, 2531)

การผสมพันธุ์ของปลากัดในแหล่งอาศัยตามธรรมชาติมีการศึกษากันน้อย อย่างไรก็ตาม รูปแบบและขั้นตอนของการผสมพันธุ์จะคล้ายคลึงกับการศึกษาในห้องปฏิบัติการ แต่อาจมีปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการผสมพันธุ์เพิ่มขึ้น เช่น การศึกษาของ Jaroensutasinee and Jaroensutasinee (2003) พบว่าปลากัดเพศผู้ที่ทำหน้าที่เฝ้าหูดจะมีพฤติกรรมก้าวร้าวต่อผู้บุกรุกในระดับที่แตกต่างกัน เพื่อป้องกันการทำลายไข่และลูกปลาแรกฟัก โดยจะก้าวร้าวต่อปลาเพศเดียวกันมากที่สุด รองลงมาคือปลาเพศเมียที่ยังไม่วางไข่ และน้อยที่สุดในปลาเพศเมียที่วางไข่แล้ว นอกจากนี้ การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์ระหว่างปลากัดในแหล่งธรรมชาติกับปลากัดที่เพาะเลี้ยง พบว่าปลาที่อาศัยในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีจำนวนและขนาดของไข่ รวมทั้งพื้นที่การสร้างหูดน้อยกว่าปลาที่เพาะเลี้ยง (Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001)

6.2 พัฒนาการของตัวอ่อนปลากัด

การเจริญของตัวอ่อน (embryo) ปลากัดจะเริ่มจากไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิเข้าสู่ระยะคลีเวจ (cleavage) ใน 15 นาที หลังจากนั้นจะมีการแบ่งเซลล์จนมีขนาดเล็กลง และเปลี่ยนแปลงเพื่อเข้าสู่ระยะมอรูลา (morula) บลาสทูลา (blastula) และแกสทรูลา (gastrula) ในเวลา 3, 4 และ 5 ชั่วโมง ตามลำดับ

หลังจากนั้นประมาณ 30 นาที ตัวอ่อนก็จะเข้าสู่ระยะ การสร้างตัวปลา (body formation) เกิดส่วนหัวและ ส่วนหาง (head and tail buds) ในอีก 45 นาที ต่อมา และเกิดโซไมท์ (somite stage) เมื่อปฏิสนธิครบ 12 ชั่วโมง (วันเพ็ญ และคณะ, 2531) หลังจากนั้น เมื่อ ครบ 24 ชั่วโมง จะเห็นส่วนหัวและส่วนหางของตัวอ่อน ชัดเจน ส่วนของสมอง ตา และหู เจริญดีขึ้น และพบ รังควัตถุสีดำที่ส่วนหัว เริ่มมีการไหลเวียนของโลหิต และหัวใจเริ่มทำงาน เมื่อครบ 30 ชั่วโมง ลำตัวและ ส่วนหางของตัวอ่อนจะยาวขึ้น มีการเคลื่อนไหวโดยใช้ ส่วนหางกระดิกไปมา มีการพัฒนาของเลนส์ตา เยื่อ ครีบ (fin fold) มีลักษณะเป็นเยื่อบางล้อมรอบลำตัว ซึ่งต่อมาจะเจริญเป็นครีบหาง ครีบกัน และครีบหลัง หลังจากนั้นเมื่อครบ 36 ชั่วโมง ส่วนหางของตัวอ่อนจะ ยาวขึ้น และมีการเคลื่อนไหวมากขึ้น สมองแบ่ง ออกเป็นส่วนต่างๆ ชัดเจน มีการไหลเวียนของโลหิตทุก ส่วน ส่วนหางเคลื่อนไหวถี่มากขึ้น หลังจากนั้นเมื่อถึง คุ้มไข่แตก ตัวอ่อนก็จะว่ายน้ำออกมาพักตัวตามหวอด โดยทั่วไปไข่ของปลากัดจะใช้เวลาในการฟักเป็นตัว ประมาณ 35-40 ชั่วโมง (ธวัช, 2530)

6.3 พัฒนาการของปลากัดระยะวัยอ่อน

หลังจากตัวอ่อนถูกฟักออกจากไข่ในช่วงวัน แรก ส่วนหัวของลูกปลากัดจะแยกออกจากถุงไข่แดง (yolk sac) ลำตัวมีสีขาวขุ่น มีเยื่อครีบเกิดขึ้นรอบลำตัว ซึ่งเจริญต่อไปเป็นครีบหลัง ครีบกัน และครีบหาง สังเกตเห็นครีบอกชัดเจน เริ่มสังเกตเห็นปากและทวาร ตามีสีดำเด่นชัด พบรังควัตถุสีดำบริเวณหัวและถุงไข่ แดง เมื่อตัวอ่อนเข้าสู่วันที่ 3 ถุงไข่แดงจะยุบลงเหลือ เพียงเล็กน้อย ปากเริ่มเปิดพร้อมที่จะกินอาหาร เริ่ม สังเกตเห็นทางเดินอาหาร แต่เยื่อครีบยังไม่แยกชัดเจน เมื่อเข้าสู่วันที่ 5 ส่วนท้องของลูกปลากัดจะมีสีทึบ ไม่ สามารถมองเห็นอวัยวะภายในได้ ส่วนของเยื่อครีบที่จะ

เจริญเป็นครีบหางเริ่มมีลักษณะกลมมน เมื่อปลาอายุ ประมาณ 10 วัน ตัวอ่อนจะเริ่มว่ายน้ำหาอาหารเหมือน ตัวเต็มวัย เยื่อครีบแบ่งออกเป็นครีบหลัง ครีบหาง และ ครีบกันอย่างชัดเจน ครีบหางมีก้านครีบ 8 ก้าน แต่ยังไม่แบ่งเป็นข้อ สำหรับการแยกเพศในปลากัดระยะนี้ พบว่าไม่สามารถใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ เนื่องจากยังไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศ

6.4 พัฒนาการของปลากัดหลังระยะวัยอ่อน

เมื่อปลากัดมีอายุ 15 วัน จะไม่สามารถ มองเห็นอวัยวะภายในของปลาได้ ครีบหางจะ เปลี่ยนเป็นรูปกลมมน มีก้านครีบ 10 ก้าน แต่ยังไม่ แบ่งเป็นข้อ เมื่อปลาอายุ 1 เดือน จะพบรังควัตถุ กระจายบริเวณลำตัวและหัว มีแถบสีดำ 2 แถบ ขนาน กันบริเวณกลางลำตัว จากหัวไปถึงโคนหาง ครีบกันมี ก้านครีบ 27 ก้าน ครีบหลังมีก้านครีบ 11 ก้าน มี ลักษณะเหมือนตัวเต็มวัย หลังจากนั้นเมื่ออายุประมาณ 1.5 เดือน ปลาจะมีความแตกต่างระหว่างเพศมากขึ้น เริ่มมีพฤติกรรมก้าวร้าว ปลาเพศผู้จะมีลำตัวสีเข้ม ครีบ ยาว ลายบนลำตัวมองเห็นไม่ชัดเจน ส่วนปลาเพศเมีย จะมีสีจาง มีลายพาดตามความยาวของลำตัว 2-3 แถบ และมักมีขนาดเล็กกว่าปลาเพศผู้ เมื่อถึงอายุ 3 เดือน ปลาทั้งสองเพศจะมีสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกันชัดเจน อย่างไรก็ตาม การแยกเพศปลากัดสามารถทำได้ตั้งแต่ ปลาอายุประมาณ 20 วัน โดยใช้สีของขอบปาก (ปลา เพศผู้จะมีขอบปากสีแดง) แต่เมื่อปลาอายุมากขึ้นอาจ ใช้พฤติกรรมและลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เด่นชัด มากขึ้น ได้แก่ พฤติกรรมการสร้างหวอด และอวัยวะ ช่วยวางไข่ ซึ่งเป็นจุดขาวมีตำแหน่งอยู่เหนือรูทวาร (anal pore) (วันเพ็ญ และคณะ, 2531) นอกจากนี้ อาจใช้น้ำหนัก ความยาว และความกว้างของลำตัวใน การแยกเพศ โดยปลาเพศผู้จะมีค่าดังกล่าวสูงกว่าปลา

เพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ (การุณ, 2554; Jaroensutasinee and Jaroensutasinee, 2001)

7. การย่อยอาหารและอาหารของปลากัดไทย

ปลากัดมีความสามารถในการย่อยโปรตีนได้ดี เนื่องจากเป็นปลากินเนื้อ เอนไซม์หลักที่ย่อยโปรตีนในปลาอายุน้อย คือ เปปซิน แต่เมื่อปลาเริ่มอายุมากขึ้นพบว่า เอนไซม์ที่มีบทบาทหลัก คือ ทริปซินและโคโมทริปซิน (Thongprajukaew et al., 2010a) การศึกษาการแสดงออกของเอนไซม์ย่อยอาหารในปลากัด พบว่ากิจกรรมของ อะไมเลส ไลเปส โปรติเอส ทริปซิน และโคโมทริปซิน มีความแปรผันของรูปแบบเอนไซม์ที่หาหน้าที่อย่างเดียวกัน (isoform) เนื่องจากอิทธิพลของเพศและอายุ โดยเพศเมียจะมีพัฒนาการของเอนไซม์ย่อยอาหารที่เร็วกว่าเพศผู้ (การุณ, 2554; Thongprajukaew et al., 2010a, 2010b) สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากัดประกอบด้วยอาหารมีชีวิตซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยง หรือเก็บจากแหล่งธรรมชาติและอาหารสังเคราะห์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

7.1 อาหารมีชีวิต

อาหารมีชีวิตที่ใช้เลี้ยงปลากัดโดยทั่วไป ได้แก่ อินฟิวโซเรีย (infusoria) โรติเฟอร์ (rotifer) ไรแดง (water fleas) ไรสีน้ำตาล (brine shrimp) หนอนแดง (blood worm) และลูกน้ำ (mosquito larva) สำหรับอาหารมีชีวิตที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงปลากัดวัยอ่อน คือ การให้ไข่แดงในตอนเช้าและให้อินฟิวโซเรียในตอนเย็น ทำให้มีอัตราการรอด 83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการเลี้ยงด้วยไรแดงร่วมกับไข่แดง (68 เปอร์เซ็นต์) หรือการเลี้ยงด้วยไรแดงร่วมกับอินฟิวโซเรีย ไรแดง หรือไข่แดงเพียงอย่างเดียว (66 เปอร์เซ็นต์) (ธวัช, 2530) สำหรับการเลี้ยงปลากัดวัยอ่อนแบบหนาแน่นในตู้กระจก การให้ไรแดงในตอนเช้าร่วมกับไข่แดงในตอนเย็นจะทำให้มีอัตราการรอดสูงถึง 81.5 เปอร์เซ็นต์ (ธวัช, 2530)

อย่างไรก็ตาม การให้อาหารมีชีวิตกับปลากัด อาจมีปัญหาเกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อโรคที่ติดต่อกับปลาได้ ดังนั้น ก่อนการให้อาหารมีชีวิตทุกครั้งควรล้างอาหารมีชีวิตด้วยน้ำสะอาด แล้วแช่ในต่างทับทิมเข้มข้น 500–1,000 ส่วนในล้านส่วน เป็นเวลา 15–20 วินาที เพื่อทำลายเชื้อโรคที่ติดมากับอาหาร หลังจากนั้นจึงล้างออกด้วยน้ำสะอาดอีกครั้งหนึ่ง (วันเพ็ญและคณะ, 2531)

7.2 อาหารสังเคราะห์

อาหารสังเคราะห์ที่ใช้เลี้ยงปลากัดอายุ 2–4 สัปดาห์ อายุ 1–3 เดือน และปลากัดพ่อแม่พันธุ์ควรมีปริมาณโปรตีน 40, 37 และ 30 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, 2549) การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาในช่วงอายุ 1–6 เดือน เมื่อได้รับอาหารที่มีโปรตีนในระดับ 10, 15, 25, 35 และ 45 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตและอัตราการเจริญพันธุ์ดีที่สุด โดยโปรตีนซึ่งมีแหล่งที่มาจากสัตว์จะช่วยส่งเสริมได้ดีกว่าโปรตีนจากพืช (James and Sampath, 2003)

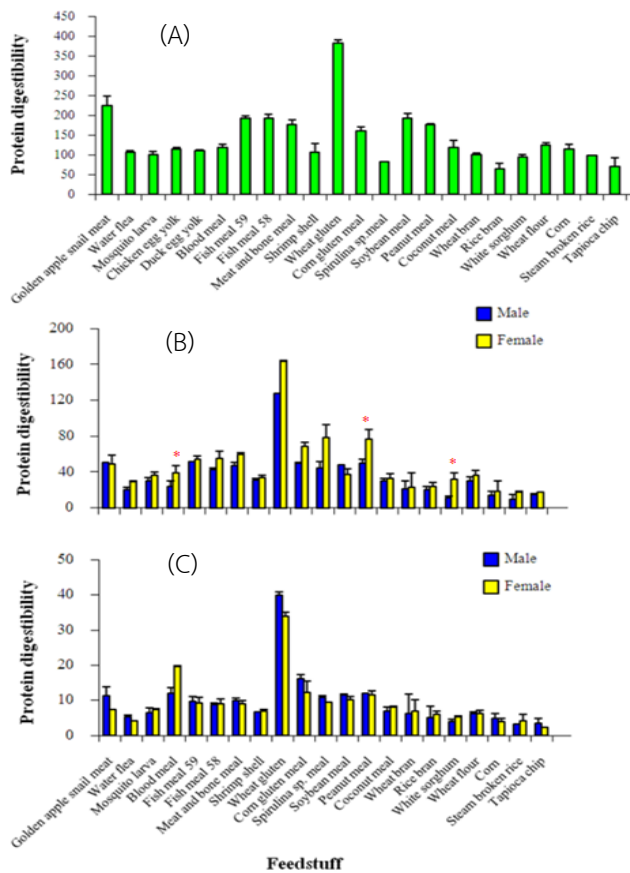
การดัดแปรโครงสร้างของอาหารให้มีความเหมาะสมโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ พบว่าช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และใช้ประโยชน์จากโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในปลากัดวัยอ่อนให้ดีขึ้น (การุณ, 2554; Thongprajukaew et al., 2011) การศึกษาของการุณ (2554) เกี่ยวกับประสิทธิภาพการย่อยวัตถุดิบอาหารในหลอดทดลอง (*in vitro* digestibility) ของปลากัดพบว่าปลาแต่ละเพศและแต่ละวัยมีความสามารถในการย่อยวัตถุดิบอาหารซึ่งเป็นแหล่งของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตได้ต่างกัน วัตถุดิบอาหารทั่วไปที่ควรใช้เพื่อสร้างสูตรอาหารของปลากัด เนื่องจากมีค่าประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลองสูง ได้แก่

โปรตีนข้าวสาลี ปลาป่น กากถั่วเหลือง และกากถั่วลิสง ขณะที่วัตถุดิบทางเลือกที่อาจใช้ทดแทนวัตถุดิบอาหารกลุ่มโปรตีนได้ดี คือ เนื้อและกระดูกป่น ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อยที่ใกล้เคียงกับปลาป่น อีกทั้งมีราคาที่ถูกกว่า และเนื้อหอยเชอร์รี่ ซึ่งมีประสิทธิภาพการย่อยสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบชนิดอื่นที่นิยมใช้ในการผลิตอาหารปลา รวมทั้งเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ขาดการนำไปใช้ประโยชน์ (รูปที่ 3)

8. การสร้างสีของปลากัดไทย

การสร้างสีในบริเวณตัว ครีบ และเกล็ดของปลากัดถูกควบคุมโดยยีนที่กำหนดการสร้างสารเมลา-

นิน ยีนควบคุมการสร้างรงควัตถุสีเหลือบ (iridescence pigment) และยีนกำหนดความหนาแน่นของสี (Wallbrunn, 1957) อย่างไรก็ตาม Clotfelter et al. (2007) รายงานว่าการสร้างสีแดงในผิวหนังของปลากัดเกิดขึ้นจากแคโรทีนอยด์ ขณะที่ความสว่างของสีผิวหนังเกิดขึ้นจากโดโรโซเทอร์ริน (drosopterin) สำหรับสารสีซึ่งเป็นองค์ประกอบของเกล็ด คือ ควินินและเพียวรีน (Monvises et al., 2009) การศึกษาของ Thongprajukaew et al. (2012) พบว่าความเข้มข้นและการสะสมแคโรทีนอยด์ในปลากัด มีอิทธิพลมาจากอายุ ฟีนไทป์ของสี และ



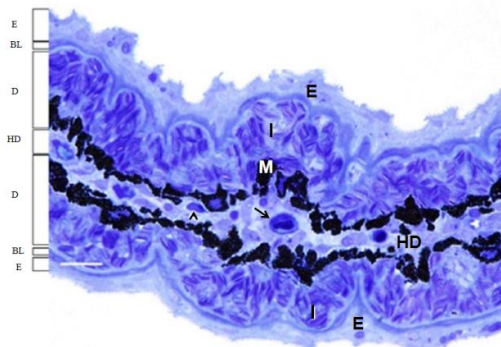
รูปที่ 3 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในหลอดทดลอง ($\mu\text{mol DL-alanine g dried feed}^{-1}\text{trypsin activity}^{-1}$) ของวัตถุดิบอาหารชนิดต่าง ๆ โดยใช้เอนไซม์จากปลากัดอายุ 10 วัน (A) 1.5 เดือน (B) และ 3 เดือน (C) ความแตกต่างระหว่างเพศ ($p < 0.05$) แสดงด้วยเครื่องหมาย * (การุณ, 2554)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างอายุและพีโนไทป์ โดยความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในครีบของปลาพีโนไทป์สีแดงมีค่าสูงกว่าพีโนไทป์สีน้ำเงิน ซึ่งส่งผลต่อพฤติกรรมการจับคู่และการเกี้ยวพาราสี โดยปลากัดเพศเมียจะจับคู่กับปลาเพศผู้ที่มีความเข้มข้นของสีมากกว่า (Blakeslee et al., 2009) และเลือกจับคู่กับปลาเพศผู้ที่มีพีโนไทป์สีแดงมากกว่าพีโนไทป์สีน้ำเงิน (Gautier et al., 2008) สำหรับการสะสมของแคโรทีนอยด์ในปลากัด พบมากในกล้ามเนื้อ (44–51 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ผิวหนัง ครีบหาง ครีบกัน ครีบหลัง ครีบสะโพก และครีบอก ตามลำดับ ปริมาณและความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ของปลาจะมีค่าใกล้เคียงกันในวัยก่อนเจริญพันธุ์ และต่างกันเมื่อปลาเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (Thongprajukaew et al., 2012)

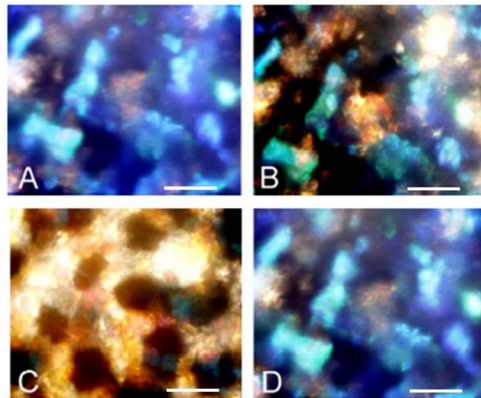
ความเข้มสีปลากัดเพศผู้จะเพิ่มขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นโดยปลาเพศเมียหรือเพศผู้ (Monvises et al., 2009) ทั้งนี้ เนื่องจากแคโรทีนอยด์ซึ่งอยู่ในรงควพาหะ (chromatophore) บริเวณส่วนล่างของชั้นหนังแท้ (รูปที่ 4) มีการตอบสนองเมื่อได้รับสัญญาณจากระบบประสาท ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเข้มและการกระจายตัวของสารสี (Fujii, 2000) การศึกษาของ Amiri and Shaheen (2012) พบว่าสารละลายที่มี

โพแทสเซียมและนอร์เอพิเนพริน (norepinephrine) จะชักนำให้สีครีบของปลากัดเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีฟ้าอมเหลือง และกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้งเมื่อกำจัดสารละลายดังกล่าวออก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการกระจายและเรียงตัวใหม่ของเซลล์อิริโดฟอร์ (iridophore) ซึ่งสะสมสารที่มีสีเงิน และเซลล์เมลานोฟอร์ (melanophore) ซึ่งสะสมสารที่มีสีดำหรือน้ำตาล (รูปที่ 5)

การกระตุ้นการสร้างสีในปลากัดพบว่าสามารถใช้แหล่งของสารสีจากสาหร่ายสไปรูไลนา (*Spirulina* sp.) ได้ (สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด, 2549) ขณะที่การใช้เบตาแคโรทีนที่ได้จากการสังเคราะห์ พบว่าไม่สามารถส่งเสริมการเกิดสี แต่มีผลต่อการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันให้ดีขึ้น (Clotfetter et al., 2007) การศึกษาของ Thongprajukaew et al. (2012) เพื่อประเมินการปลดปล่อยสารสีจากวัตถุดิบที่มีสารสีแตกต่างกันในระดับหลอดทดลอง พบว่าข้าวแดงที่ผลิตจากเชื้อโมแนสคัส (*Monascus* sp.) และสาหร่ายคลอโรคอคคัม (*Chlorococcum* sp.) มีสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นแหล่งกระตุ้นการสร้างสีในปลากัดเพศผู้



รูปที่ 4 การจัดเรียงตัวของเมลานอฟอร์บริเวณด้านบนและด้านล่างของครีบหางปลากัด (BL = ชั้นเนื้อเยื่อฐาน, D = ชั้นหนังแท้, E = ชั้นหนังกำพร้า, HD = บริเวณเชื่อมต่อของชั้นใต้หนัง, M = เมลาโนฟอร์, ลูกศร = เส้นเลือด, หัวลูกศร = เซลล์สร้างเส้นใย, สเกล 100 ไมโครเมตร) (Amiri and Shaheen, 2012)



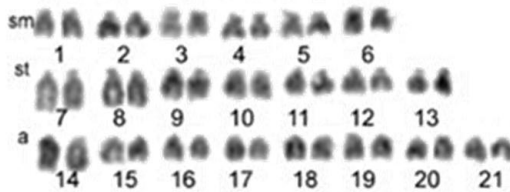
รูปที่ 5 การเปลี่ยนสีของผิวหนังบริเวณครีบหางของปลากัดเนื่องจากนอร์เอพิเนพริน (A = น้ำเกลือ, B = 60 วินาที หลังจากได้รับนอร์เอพิเนพริน, C = 90 วินาที หลังจากได้รับนอร์เอพิเนพริน และ D = 180 วินาที หลังจากได้รับนอร์เอพิเนพริน และให้น้ำเกลืออีกครั้ง) (Amiri and Shaheen, 2012)

9. พันธุกรรมของปลากัดไทย

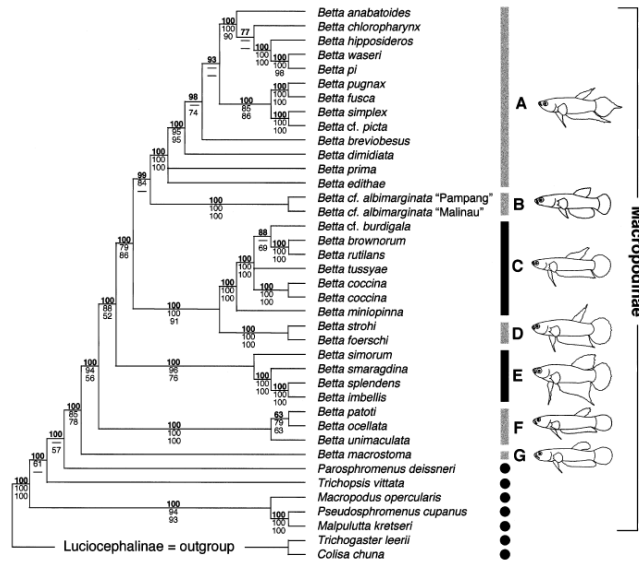
ปลากัดไทยมีโครโมโซม $2n = 42$ และมีคาริโอไทป์ (karyotype) (รูปที่ 6) ซึ่งประกอบด้วยแขนโครโมโซม (arm number) ตั้งแต่ 48–56 แขน ที่มีตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ (centromere) ต่างกัน (Ratanatham and Patinawin, 1979; Magtoon et al., 2007; Grazya et al., 2008) โดยจำนวนโครโมโซมของปลากัดครีบสั้นและครีบยาวมีจำนวนเท่ากัน (Magtoon et al., 2007) สำหรับใน *B. smaragdina*, *B. simplex* และ *Betta* sp. พบว่ามีจำนวนโครโมโซมในสภาพดิพลอยด์ (diploid) เท่ากับ 42 เช่นเดียวกัน (Donsakul et al., 2009) อย่างไรก็ตาม ปลากัดในสปีชีส์อื่นอาจมีจำนวนโครโมโซมที่ต่างจากนี้ เช่น *B. prima* ($2n = 34$) (Magtoon et al., 2007)

การศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการโดยใช้ดีเอ็นเอจากนิวเคลียสและไมโทคอนเดรีย พบว่าปลากัดไทยมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *B. imbellis* มากที่สุด (Rüber et al., 2004) (รูปที่ 7) สอดคล้องกับการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิค Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) ที่

พบว่าปลากัดทั้ง 2 ชนิด มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกันอย่างใกล้ชิดจนเกือบเป็นชนิดเดียวกัน (Tanpitayacoop and Na-Nakorn, 2005) ขณะที่ความแตกต่างทางพันธุกรรมของปลากัดในแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถตรวจสอบได้โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์ (microsatellite) จำนวน 5 คู่ คือ Bsp 1, Bsp 4, Bsp 8, Bsp 9 และ Bsp 10 ซึ่งมีจำนวนอัลลีลต่อตำแหน่งอยู่ระหว่าง 3–10 อัลลีล และมีค่าเฮตเทอโรไซโกซิตีในช่วง 0.2– 0.7 (Sriphairoj and Na-Nakorn, 2003) นอกจากนี้ ความแปรผันทางพันธุกรรมอาจศึกษาโดยใช้อัลโลไซม์ (allozyme) ซึ่งพบว่าสามารถอธิบายความแตกต่างภายในและระหว่างประชากรของปลากัดในโรงเพาะฟักได้ (Meejui et al., 2005) สำหรับปลากัดซึ่งมีพิโนไทป์ของสีที่ต่างกันอาจตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมโดยใช้ไอโซอิเล็กทริกโฟกัสซิง (isoelectric focusing) ของซาร์โคพลาสมิคโปรตีน (sarcoplasmic protein) ซึ่งพบว่าให้โพลีเมอร์พีมที่แตกต่างกัน 6 แบบ โดยมีจุดไอโซอิเล็กทริกที่ 4.92–5.00, 5.33– 5.48, 5.90, 6.31– 6.35, 6.58– 6.70 และ 6.90 (Khoo et al., 1997)



รูปที่ 6 คาร์ิโอไทป์ของปลากัดไทย (sm = ซับเมตาเซนตริกโครโมโซม, st = ซับเทโลเซนตริกโครโมโซม, a = อะโครเซนตริกโครโมโซม, สเกล 10 ไมโครเมตร) (Grazyna et al., 2008)



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของปลาในสกุล *Betta* (แถบสีดำ = ปลากัดกลุ่มก่อกวอด, แถบสีเทา = ปลากัดกลุ่มเลี้ยงลูกในปาก) เมื่อเปรียบเทียบกับปลาในกลุ่มอื่น (วงกลมสีดำ) (Rüber et al., 2004)

10. การเพาะเลี้ยงปลากัดในประเทศไทย

ปลากัดไทยมีการเพาะเลี้ยงกันมากในแถบภาคกลางของประเทศ การเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่เน้นปลากัดครีบยาว ซึ่งมีสีสัน โครงสร้าง และรูปแบบทางที่หลากหลาย เพื่อใช้เป็นปลาสวยงาม นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาสายพันธุ์ให้มีความแข็งแรง อดทน และมีพฤติกรรมการต่อสู้ที่เด่นชัดเพื่อใช้ในกีฬาปลากัด (ชัยและบุญชัย, 2548; Meejui et al., 2005) สำหรับการส่งออกปลากัดไปยังต่างประเทศมักเน้นปลาเพศผู้ (Wiwatchaisaet, 2000) โดยมีมูลค่าทางเศรษฐกิจคิดเป็น 98.53 เปอร์เซ็นต์ (อมรรัตน์และสุตารัตน์, 2544)

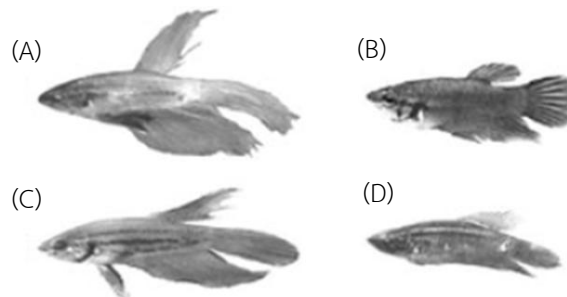
ดังนั้น งานวิจัยส่วนหนึ่งจึงให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงของปลากัดให้เป็นเพศผู้มากขึ้น ซึ่งใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ เช่น เมธิลเทสโทสเตอโรน (methyltestosterone) (Kirankumar and Pandian, 2002) นอร์เอทินโดรอน (norethindrone) (Balasubramani and Pandian, 2008) หรือการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ เช่น น้ำหมักใบหูกวาง (*Terminalia catappa*) (ณัฐพงษ์, 2549) หรือใบมังคุดสด (*Garcinia mangostana*) (Monvises et al., 2009) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การชักนำให้ปลาเปลี่ยนเพศโดยใช้ระดับความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมอาจมีผลทำให้ปลามีอัตราการรอดต่ำ (Balasubramani

and Pandian, 2008; Kipouros et al., 2011) การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักและความยาวช้ากว่าปลาในกลุ่มปกติ (รูปที่ 8) รวมทั้งมีความสามารถในการสร้างหวอดและการเจริญพันธุ์ต่ำ โดยปลาที่ถูกชักนำให้เปลี่ยนเป็นเพศผู้แต่มีลักษณะบางอย่างของเพศเมียปรากฏอยู่จะมีการสร้างโอโอไซด์ลดลง ขณะที่ปลาเพศผู้ซึ่งผ่านการแปลงเพศแบบสมบูรณ์จะมีจำนวนสเปิร์มาโทโกเนียลดลง หลอดสร้างอสุจิมิขนาดเล็ก และความหนาแน่นของสเปิร์มาตินน้อยกว่าปลากลุ่มควบคุม (Balasubramani and Pandian, 2008)

การเพาะเลี้ยงปลากัดในระบบน้ำแบบหมุนเวียน (recirculation system) พบว่าทำให้ปลากัดมีอัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตที่สูงเช่นกัน (Thongprajukaew et al., 2011) คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลากัด คือ อุณหภูมิช่วง 26–28 องศาเซลเซียส พีเอช 6.5–7.5 ความกระด้าง 75–100 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเป็นด่าง 150–200 มิลลิกรัมต่อลิตร (วันเพ็ญและคณะ, 2531) อย่างไรก็ตาม การเพาะเลี้ยงปลากัดตลอดทั้งปีในเขตภาคกลางอาจทำให้คุณภาพน้ำมีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยอุณหภูมิ น้ำอาจอยู่ระหว่าง 24–30 องศาเซลเซียส และพีเอช 7.2–7.8 (ธวัช, 2530) สำหรับช่วงเวลาการให้แสงที่เหมาะสมของปลากัดพบว่า การเลี้ยงภายใต้สภาวะที่

ได้รับแสง 16 หรือ 12 ชั่วโมงต่อวัน ทำให้ปลามีความถี่ในการผสมพันธุ์สูง และมีการสร้างไข่ที่มากกว่าการได้รับแสง 24 และ 20 ชั่วโมงต่อวัน ตามลำดับ (Giannecchini et al., 2012)

ปลากัดที่โตเต็มวัยเมื่อจำหน่ายจะบรรจุในถุงพลาสติกขนาดเล็ก มีปริมาตรน้ำประมาณ 60 มิลลิลิตร (ปลากัดครีบสั้น) หรือ 120–150 มิลลิลิตร (ปลากัดครีบยาว) (Cole et al., 1999) โดยมีอัตราส่วนของน้ำต่ออากาศ เท่ากับ 1 ต่อ 3 หรือ 3 ต่อ 5 (Monvises et al., 2009) และมีการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันการติดเชื้อในระหว่างการขนส่ง ได้แก่ อะคริฟลาวิน (acriflavin) เจนเทียนไวโอเล็ต (gentian violet) หรือโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) (Cole et al., 1999) ร่วมกับสารคลายเครียด เช่น ไตรเคน มีเทนซัลโฟเนต (tricaine methanesulfonate) หรือ ควินาลดีนซัลเฟต (quinaldine sulphate) (Monvises et al., 2009) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การขนส่งและการเพาะเลี้ยงที่ขาดการจัดการที่เหมาะสมอาจทำให้ปลาเป็นโรคได้ โรคที่พบทั่วไปในปลากัด ได้แก่ โรคจุดขาว โรคสนิม โรคครีบและหางเปื่อย โรคท้องมาน โรคกระเพาะลม โรคตัวสั้น โรคไฟลามทุ่ง โรคปากดำ โรคฉี่หนู และโรคที่เกิดจากปลิงใส เป็นต้น (วันเพ็ญและคณะ, 2531; ชัยและบุญชัย, 2548)



รูปที่ 8 การเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยาของปลากัดเพศเมียที่ได้รับนอร์เอทินโดรอน (D) เมื่อเปรียบเทียบกับปลาเพศเมียปกติ (B) ปลากัดเพศผู้ปกติ (A) และปลาเพศผู้ที่ได้รับนอร์เอทินโดรอน (C) (Balasubramani and Pandian, 2008)

11. สรุป

ปลากัดเป็นปลาสวยงามเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย เนื่องจากเป็นปลาที่ขยายพันธุ์ได้ง่าย วงชีวิตสั้น และใช้พื้นที่เพาะเลี้ยงน้อย จึงมีศักยภาพในการผลิตและส่งออกสูง การเพาะเลี้ยงปลากัดพบมากในแถบภาคกลางของประเทศไทย เป็นการเพาะเลี้ยงแบบดั้งเดิม โดยให้อาหารมีชีวิตเป็นหลัก การศึกษาข้อมูลด้านอนุกรมวิธาน นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย สันฐานวิทยาและกายวิภาค พฤติกรรม การผสมพันธุ์ และพัฒนาการ อาหาร การสร้างสี และพันธุกรรมของปลากัด พบว่ามีการศึกษากันอยู่ในวงจำกัด ดังนั้น การศึกษาด้านชีววิทยาพื้นฐานของปลาชนิดนี้จึงมีจำเป็นอย่างยิ่งต่อการต่อยอดงานวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพของการเพาะเลี้ยงให้มากขึ้น เช่น การพัฒนาระบบเพาะเลี้ยงจากแบบดั้งเดิม การพัฒนาอาหารสำเร็จรูปที่สอดคล้องกับความต้องการทางโภชนาการของปลาแต่ละช่วงวัย แทนการใช้อาหารมีชีวิต การแปลงเพศปลากัดให้เป็นเพศผู้ หรือการปรับปรุงพันธุ์ให้มี สี สัน และรูปร่างที่สวยงาม เป็นต้น นอกจากนี้ การอนุรักษ์ปลากัดสายพันธุ์ดั้งเดิมก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญเช่นกัน

12. เอกสารอ้างอิง

การุณ ทองประจุแก้ว. (2554). การพัฒนาสูตรอาหารโดยใช้เทคโนโลยีของเอนไซม์ย่อยอาหารเพื่อการเจริญเติบโตอย่างมีคุณภาพของปลากัด (*Betta splendens* Regan, 1910). วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 139 หน้า.

ชัย เกียรติ์นรินาถ และบุญชัย อัสวกิจวานิช. (2548). การพัฒนาปลากัดไทยก้าวไกลสู่ตลาดโลก. วารสารการประมง 58(6): 505-517.

ธวัช ดอนสกุล. (2530). การศึกษากระบวนการผสมพันธุ์และการเพาะเลี้ยงปลากัดไทย. กรุงเทพฯ: ภาควิชา

ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. หน้า 1-52.

ณัฐพงษ์ ปานขาว. (2549). ผลของ pH จากน้ำหมักใบพุงควางต่อสัดส่วนเพศในปลากัดจีน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 113 หน้า.

พงษ์ธร ขจิตแฉม. (2543). ดัดสายพันธุ์ใหม่เพื่อป้อนตลาด. Fancy Fish 1: 76-80.

พลพจน์ กิตติสุวรรณ, นนทรี ปานพรหมมินทร์ และ สมเกียรติ มณีฉาย. (2551). ปลาสวยงามศักยภาพการวิจัยและพัฒนากระบวนการตลาดและการส่งออกของประเทศไทย. ใน: รายงานประจำปี 2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรุงเทพฯ. 1-17.

วันเพ็ญ มินกาญจน์, นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และสุภาพ พรหมยศ. (2531). การเพาะพันธุ์ปลากัด. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 14. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 1-16.

สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำจืด. (2549). อาหารและการผลิตอาหารสัตว์น้ำ. กรุงเทพฯ: กรมประมง.

อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และสุดารัตน์ บวรศุกกิจกุล. (2544). ศักยภาพการผลิตปลากัดเพื่อการส่งออกในจังหวัดนครปฐม. วารสารการประมง 54(5): 423-432.

Amiri, M.H. and Shaheen, H.M. (2012). Chromatophores and color revelation in the blue variant of the Siamese fighting fish (*Betta splendens*). Micron 43(2-3): 159-169.

Balasubramani, A. and Pandian, T.J. (2008). Norethindrone ensures masculinization, normal growth and secondary sexual characteristics in the fighting fish, *Betta splendens*. Current Science 95(10): 1446-1453.

Blakeslee, C., McRobert, S.P., Brown, A.C. and Clotfelter, E.D. (2009). The effect of body coloration and group size on social partner preferences in female fighting fish (*Betta splendens*). Behavioural Processes 80(2): 157-161.

- Clotfelter, E.D., Ardia, D.R. and McGraw, K.G. (2007). Red fish, blue fish: trade-offs between pigmentation and immunity in *Betta splendens*. *Behavioral Ecology* 18(6): 1139–1145.
- Cole, B., Tamura, C.S., Bailey, R., Brown, C. and Ako, H. (1999). Shipping practices in the ornamental fish industry. Hawaii: Center for tropical and subtropical aquaculture.
- Donsakul, T., Magtoon, W. and Rangsiruji, A. (2009). Karyotypes of five belontiid fishes (Family Belontiidae): *Betta smaragdina*, *B. simplex*, *B. sp.*, *Trichopsis pumila* and *T. schalleri*. In: Proceedings of the 35th Congress on Science and Technology, Thailand. 1–4.
- Fujii, R. (2000). The regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Research* 13(5): 300–319.
- Gautier, P., Barroca, M., Bertrand, S., Eraud, C., Gaillard, M., Hamman, M., Motreuil, S., Sorci, G. and Faivre, B. (2008). The presence of females modulates the expression of a carotenoid based sexual signal. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62(7): 1159–1166.
- Giannecchini, L.G., Massago, H. and Fernandes, J.B. K. (2012). Effects of photoperiod on reproduction of Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41(4): 821–826.
- Grazyna, F.S., Bayat, D.F., Jankun, M., Krejszef, S. and Mamcarz, A. (2008). Note on the karyotype and NOR location of Siamese fighting fish *Betta splendens* (Perciformes, Osphronemidae). *Caryologia* 61(4): 349–353.
- Goldstein, R.J. (2004). The *Betta* handbook. New York: Baron's Educational Series Inc. pp. 45–82.
- James, R. and Sampath, K. (2003). Effect of animal and plant protein diets on growth and fecundity in ornamental fish, *Betta splendens* (Regan). *The Israeli Journal of Aquaculture–Bamidgeh* 55(1): 39–52.
- Jaroensutasinee, M. and Jaroensutasinee, K. (2001). Bubble nest habitat characteristics of wild Siamese fighting fish. *Journal of Fish Biology* 58(5): 1311–1319.
- Jaroensutasinee, M. and Jaroensutasinee, K. (2003). Type of intruder and reproductive phase influence male territorial defence in wild-caught Siamese fighting fish. *Behavioural Processes* 64: 23–29.
- Khoo, G., Loh, E.Y.F., Lim, T.M. and Phang, V.P.E. (1997). Genetic variation in different varieties of Siamese fighting fish using isoelectric focusing of sarcoplasmic proteins. *Aquaculture International* 5(6): 537–549.
- Kirankumar, S. and Pandian, T.J. (2002). Effect on growth and reproduction of hormone immersed and masculinized fighting fish *Betta splendens*. *Journal of Experimental Zoology* 293(6): 606–616.
- Kowasupat, C., Panijpan, B., Ruenwongsa, P. and Sriwattanarothai, N. (2012). *Betta mahachaiensis*, a new species of bubble-nesting fighting fish (Teleostei: Osphronemidae) from Samut Sakhon Province, Thailand. *Zootaxa* 3522: 49–60.
- Magtoon, W., Rangsiruji, A. and Donsakul, T. (2007). Karyotypes of *Betta splendens*, *B. prima*, *Trichopsis vittatus* and *Trichogaster trichopterus* (family Belontiidae) from Thailand. In: Proceedings of the 33rd Congress on Science and Technology, Thailand. 94.
- Meejui, O., Sukmanomon, S. and Na-Nakorn, U. (2005). Allozyme revealed substantial genetic diversity between hatchery stocks of

- Siamese fighting fish, *Betta splendens*, in the province of Nakornpathom, Thailand. *Aquaculture* 250(1-2): 110-119.
- Monvises, A. (2008). *Betta* sp. Mahachai, the green and elegant fighting fish whose identify is not yet established. *Betta News* 4: 21-26.
- Monvises, A., Nuangsaeng, B., Sriwattanothai, N. and Panijpan, B. (2009). The Siamese fighting fish: Well-known generally but little-known scientifically. *ScienceAsia* 35(1): 8-16.
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the world*. (4th ed). New York: John Wiley and Sons Inc.
- Ratanatham, S. and Patinawin, S. (1979). Cytogenetic studies of Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan). *Journal of the Science Society of Thailand* 5(1): 17-26.
- Rüber, L., Britzm, R., Tan, H.H., Ng, P.K.L. and Zardoya, R. (2004). Evolution of mouthbrooding and life-history correlates in the fighting fish genus *Betta*. *Evolution* 58(4): 799-813.
- Schindler, J. and Schmidt, J. (2006). Review of the mouth breeding *Betta* (Teleostei, Osphronemidae) from Thailand, with descriptions of two new species. *Zeitschrift für Fischkunde* 8: 47-69.
- Snekser, J.L., McRobert, S.P. and Clotfelter, E.D. (2006). Social partner preferences of male and female fighting fish (*Betta splendens*). *Behavioural Processes* 72(1): 38-41.
- Sriphairoj, S. and Na-Nakorn, U. (2003). Development of microsatellite primers in Siamese fighting fish. In: *Proceedings of the 41st Kasetsart University Annual Conference*, 55-60.
- Tanpitayacoop, C. and Na-Nakorn, U. (2005). Genetic variation of *Betta* spp. in Thailand by random amplified polymorphic DNA (RAPD) method. In: *Proceedings of the 43rd Kasetsart University Annual Conference*. 185-192.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, S., Kovitvadhi, U. and Rungruangsak-Torrissen, K. (2012). Pigment deposition and *in vitro* screening of natural pigment sources for enhancing pigmentation in male Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Aquaculture Research*. doi. 10.1111/are.12009.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, U., Engkagul, A. and Rungruangsak-Torrissen, K. (2010a). Characterization and expression levels of protease enzymes at different developmental stages of Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Kasetsart Journal (Natural Science)* 44(3): 411-423.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, U., Engkagul, A. and Rungruangsak-Torrissen, K. (2010b). Temperature and pH characteristics of amylase and lipase at different developmental stages of Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Kasetsart Journal (Natural Science)* 44 (2): 210-219.
- Thongprajukaew, K., Kovitvadhi, U., Kovitvadhi, S., Somsueb, P. and Rungruangsak-Torrissen, K. (2011). Effects of different modified diets on growth, digestive enzyme activities and muscle compositions in juvenile Siamese fighting fish (*Betta splendens* Regan, 1910). *Aquaculture* 322-323: 1-9.
- Wallbrunn, H.M. (1957). Genetics of the Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Genetics* 43(3): 281-289.
- Winemiller, K.O. and Leslie, M.A. (1992). Fish assemblages across a complex tropical freshwater/marine ecotone. *Environmental Biology of Fishes* 34: 29-50.
- Wiwatchaisaet, Y. (2000). Improvement of Siamese fighting fish for export. *Thai Fisheries Gazette* 53(1): 169-179.