

อภิปรายผลการทดลอง

จากการตรวจวัดอุณหภูมิและ pH ของน้ำในตู้ทดลอง ปรากฏผลคือก่อนและหลังการเปลี่ยนน้ำ ในตู้ทดลอง เลี้ยงปลา ไม่มีอันตรายและไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

จากการศึกษาผลของฮอร์โมนต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายนอก แสดงว่าปลากัดก่อนได้รับฮอร์โมนมีสีเหลืองปนส้ม สีใต้คางและส่วนล่างของแก้มมีสีเหลืองอ่อนหลังจากได้รับฮอร์โมนเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน มีผลดังนี้ เป็นเวลา 2 สัปดาห์สีของปลาเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดงปนส้ม สีใต้คางเป็นสีฟ้าอ่อน เวลา 4 - 6 สัปดาห์ สีลำตัวเปลี่ยนเป็นสีแดงเข้ม สีใต้คางและส่วนล่างของแก้มเปลี่ยนเป็นสีฟ้า ปริมาณของฮอร์โมนที่ปลาได้รับมีผลดังนี้ คือ ฮอร์โมนปริมาณสูง  $2.0 \times 10^{-4}$  และ  $2.5 \times 10^{-4}$  ppm. สีของปลาจะเข้มมากกว่าปริมาณฮอร์โมนที่  $0.5 \times 10^{-4}$ ,  $1.0 \times 10^{-4}$  และ  $1.5 \times 10^{-4}$  ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Herbert R. Axelrod และ Wilfred Whitem (Herbert R. Axelrod และ Wilfred Whitem, 1965) หลังจากปลาได้รับฮอร์โมนครบ 6 สัปดาห์แล้ว นำปลาแต่ละชุดกลับมาเลี้ยงในน้ำธรรมดาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ผลคือสีบนลำตัวของปลาซีดลงกว่าเดิม แต่ยังเข้มกว่าปลาในชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ (Herbert R. Axelrod และ Wilfred Whitem (Herbert R. Axelrod และ Wilfred Whitem 1965) ปริมาณฮอร์โมนในน้ำของตู้เลี้ยงปลามีผลทำให้สีบนลำตัวปลาเปลี่ยนเป็นสีเข้มเหมือนสีบนลำตัว ปลาเพศผู้ ทั้งนี้เนื่องจากเป็นผลของฮอร์โมนเมทิลเทสโทสเตอโรนซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศของเพศผู้ เป็นฮอร์โมนที่มีอิทธิพลทำให้สีบนลำตัวของปลาเพศผู้มีสีสว่างกว่าปลาเพศเมีย ดังนั้นการทดลองนี้แสดงถึงปลาเพศเมียจะดูดซึมฮอร์โมนเข้าไปในตัว และฮอร์โมนจะไปมีอิทธิพลทำให้ปลาเพศเมียเปลี่ยนแปลงสีบนลำตัวให้เหมือนปลาเพศผู้ได้ (A.M. Winchester 1966)

ความยาวครีบหลังของปลาที่ได้รับฮอร์โมนมีความยาวมากกว่าปลาที่ไม่ได้รับฮอร์โมน เมื่อนำไปหาค่าสหสัมพันธ์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้เพราะ เวลา ลุ่มปลามาวัดความยาวครีบหลัง ลุ่มขนาดความยาวของตัวปลาไม่เท่ากัน ดังนั้นเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของความยาวครีบหลัง จึงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ความยาวมาตรฐานตัวของปลาที่ได้รับฮอร์โมนจะลดลง มีขนาดความยาวมาตรฐานสั้นกว่าปลาในชุดควบคุม และเมื่อนำค่าความยาวมาตรฐานตัวและปริมาณฮอร์โมนไปหาค่าสหสัมพันธ์ ได้ค่า " $r$ " = - .986<sup>\*\*</sup> (degree of freedom เท่ากับ 4) กล่าวคือ เมื่อปริมาณฮอร์โมนสูงขึ้น ค่าเฉลี่ยความยาวมาตรฐานปลาจะลดลงที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยมีความสัมพันธ์ในแบบเชิงเส้นตรง แสดงว่าฮอร์โมนมีอิทธิพลไประงับการเจริญเติบโตของปลา เพื่อให้มีความยาวมาตรฐานตัวสั้นลง ซึ่งเป็นลักษณะของปลาเพศผู้ที่มีความยาวมาตรฐานตัวสั้นกว่าเพศเมีย (ปลาเพศผู้มีความยาวมาตรฐานประมาณ 32 - 35 มิลลิเมตร ส่วนปลาเพศเมียมีความยาวมาตรฐานตัวประมาณ 37 - 40 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 20 ในภาคผนวก ก) ซึ่งเป็นไปตามผลที่แสดงว่าฮอร์โมนมีอิทธิพลทำให้ความยาวมาตรฐานปลาเพศเมียเปลี่ยนแปลงเป็นความยาวมาตรฐานปลาเพศผู้ได้ (A.M. Winchuster 1966)

สัดส่วนระหว่างความยาวครีบหลังของปลากับความยาวมาตรฐาน ได้ผลคือสัดส่วนของปลาเพศเมียที่ได้รับฮอร์โมนแตกต่างจากสัดส่วนของปลาในชุดควบคุม โดยสัดส่วนของปลาที่ได้รับฮอร์โมนจะสูงกว่าในชุดควบคุม และนำค่าอัตราส่วนดังกล่าวไปหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) มีค่าเท่ากับ " $r$ " < .928 หมายความว่าเมื่อปริมาณฮอร์โมนสูงขึ้นค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนดังกล่าวจะสูงขึ้นที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ซึ่งแตกต่างจากผลการทดลองของ วิชัย ที่คานานุกุลกิจ (2522) ซึ่งกล่าวว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับฮอร์โมนที่ผสมในอาหาร กับอาหารธรรมชาติที่ใช้เลี้ยงปลาผล สัดส่วนระหว่างความยาวครีบหลังของปลากับความยาวมาตรฐานไม่มีความแตกต่างกัน

อัตราการรอดตายของปลาแสดงผลถึง ปริมาณฮอร์โมนสูงขึ้นอัตราการรอดตายของปลาจะลดลง จากการทดลองปลาที่ไม่ได้รับฮอร์โมนมีอัตราการรอดตายมากที่สุด 97% ส่วนปลาที่ได้รับฮอร์โมนปริมาณ  $2.0 \times 10^{-4}$  ppm. มีอัตราการรอดตาย 49.5% ฮอร์โมนปริมาณ  $2.5 \times 10^{-4}$  ppm. มีอัตราการรอดตาย 48% ซึ่งผลการทดลองแตกต่างจากผลการทดลองของวิชัย ทักษานุกุลกิจ (วิชัย ทักษานุกุลกิจ 2522) กล่าวว่า อัตราการรอดตายของปลาชนิดที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนทุกระดับ ไม่มีความแตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมดา และผลการทดลองแตกต่างจากการทดลองของ Guerrero (1975) ที่ทดลองพบว่า เมื่อเลี้ยง *Tilapia aurea* ด้วยอาหารผสม methyltestosterone ในระดับ 15, 30 และ 60 ไมโครกรัมต่ออาหาร 1 กรัม มีอัตราการรอดตายไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงในชุดควบคุม และผลการทดลองแตกต่างจากการทดลองของ Guerrero และ Abella (1976) ซึ่งทดลองพบว่าอัตราการรอดตายของปลาชนิดที่เลี้ยงด้วยอาหารผสม methyltestosterone ในระดับ 15, 30 และ 50 ไมโครกรัม ต่ออาหาร 1 กรัม ไม่แตกต่างจากปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมดา ผลที่เกิดขึ้นกับปลากัดต่างกับปลานิล เพราะเหตุผลคือ เมื่อปลาได้รับฮอร์โมนปริมาณสูงขึ้นจะมีพฤติกรรมเหมือนปลากัดตัวผู้ อัตราการกัดกันเกิดสูงขึ้น ทำให้ลำตัวบอบช้ำและมีรอยแผล จึงเป็นเหตุให้จุลินทรีย์ซึ่งปนอยู่ในน้ำเข้าไปในร่างกายได้ง่ายทำให้ปลาเป็นโรค จึงเป็นสาเหตุทำให้อัตราการตายของปลามีสูงขึ้น จากการสังเกตลำตัวของปลาทุกตัวที่ตาย พบบนลำตัวมีรอยแผลทุกตัว แสดงว่าอัตราการตายของปลาควรขึ้นอยู่กับ การบอบช้ำของแผลที่ลำตัวและส่วนอื่น ๆ ซึ่งมีผลมาจากปริมาณฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยตรง การตายของปลาไม่เกี่ยวข้องกับสภาพของน้ำ เพราะได้ตรวจสอบสภาพของน้ำทุกครั้งทั้งก่อนเปลี่ยนและหลังเปลี่ยน ปรากฏอยู่ในสภาพพอเหมาะต่อการเจริญของปลา

ผลของฮอร์โมนต่อการแสดงพฤติกรรมของปลา ปลาที่ได้รับฮอร์โมนจะแสดงพฤติกรรมของการต่อสู้และกัดกันเหมือนปลากัดตัวผู้ ซึ่งพฤติกรรมเช่นนี้พบได้ประมาณ 10-20% ในปลาเพศเมียที่ไม่ได้รับฮอร์โมน เมื่อให้ปริมาณฮอร์โมนสูงขึ้นอัตราการกัดกันจะมากขึ้นตามลำดับ คือปริมาณฮอร์โมน  $2.0 \times 10^{-4}$  ppm. มีการต่อสู้ประมาณ 80% ฮอร์โมนปริมาณ  $2.5 \times 10^{-4}$  ppm. การต่อสู้ประมาณ 80 - 90% ซึ่งการทดลองนี้สอดคล้องกับ

การทดลองของ อวย เกตุสิงห์ และ พันทพร นิลวิเศษ (2511) ซึ่งรายงานว่า ปลากัดตัวผู้จะแสดงปฏิกิริยาพองตัวเมื่อเห็นปลากัดตัวอื่น ส่วนปลากัดตัวเมียไม่ค่อยมีปฏิกิริยาดี ดังนั้นถ้าเอาปลากัดเพศเมียที่ได้ทดสอบก่อนแล้วว่าไม่มีปฏิกิริยาพองตัว นำไปฉีดเทสโทสเตอโรนโปรปีโอเนตเข้ากล้ามเนื้อ หลังจากฉีดไปแล้ว 35 นาที ถึง 48 ชั่วโมง ปลาเพศเมียเหล่านี้จะแสดงอาการพองตัวเหมือนปลาเพศผู้ได้ ทั้งนี้แสดงว่าฮอร์โมนมีอิทธิพลต่อปลากัดเพศเมีย ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมโดยแสดงอาการพองตัวและกัดกันเหมือนปลาเพศผู้ได้ เมื่อการกัดยุติลงครีบของปลาจะฉีกขาด โดยเฉพาะครีบหาง และส่วนที่ขาดนั้นจะมีการสร้างขึ้นมาทดแทนใหม่ ภายใน 7 - 10 วัน ซึ่งตรงกับผลการทดลองของ สัมโภชน์ อัคคะ-ทวีวัฒน์ (2523)

ผลของฮอร์โมนต่ออวัยวะสืบพันธุ์ อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก (genital pore) ของปลาเพศเมียที่ได้รับฮอร์โมนกับชุดควบคุมไม่แตกต่างกัน เมื่อนำปลาแต่ละชุดการทดลองมาผ่าตัดดูอวัยวะภายในพบว่า ฮอร์โมนไม่สามารถเปลี่ยน ovary ให้เป็น testis ได้ แต่ฮอร์โมนทำให้ ovary ของปลามีสี, รูปร่าง และขนาดแตกต่างจากชุดควบคุม คือปลาชุดควบคุมรังไข่เจริญตามปกติ ภายในมีเม็ดไข่ที่เจริญเติบโตสมบูรณ์อยู่หนาแน่นเป็นจำนวนมาก ซึ่ง คุณภาพณี รัตนธรรม ได้ทำการศึกษาพบว่ามีไข่ประมาณ 580 - 830 ฟอง (คุณภาพณี รัตนธรรม 2519) และรังไข่มีสีเหลืองเข้ม ส่วนรังไข่ของปลาที่ได้รับฮอร์โมนจะมีสีเหลืองอ่อนเกือบเป็นสีขาว รังไข่มีขนาดเล็ก ภายในมีไข่เป็นจำนวนน้อย และเม็ดไข่ที่อยู่ภายในรูปร่างไม่กลม ถ้าใช้ฮอร์โมนปริมาณมากการเจริญของรังไข่แต่ละข้าง (lobe) ไม่เท่ากัน โดยเฉพาะฮอร์โมนที่ปริมาณ  $2.5 \times 10^{-4}$  ppm. รังไข่ข้างหนึ่งจะสั้นกว่าอีกข้างหนึ่งมาก ซึ่งการทดลองแตกต่างจากการทดลองของ Yamamoto (1958) ซึ่งรายงานว่า ถ้าใช้ methyltestosterone 25 ไมโครกรัม ผลผสมอาหาร 1 กรัม กับลูกปลา medaka จะทำให้ปลาเปลี่ยนเป็นเพศผู้ได้ 100% ถ้าใช้ methyltestosterone 15 ไมโครกรัม ผลผสมอาหาร 1 กรัม ทำให้ปลาเปลี่ยนเป็นเพศผู้ได้ 50% และปลาที่ได้รับฮอร์โมนผสมอาหารจะเปลี่ยนเพศเป็นเพศผู้ตลอดชีวิต ซึ่งต่างจากการทดลองของ Clemens และ Inslee (1968) ที่รายงานว่า ถ้าใช้ methyltestosterone ในปริมาณที่สูง คือ

30 ไมโครกรัม ผสมอาหาร 1 กรัม เสี่ยงลูกปลาหมอตาค่ ออร์โมนทำให้ปลาเปลี่ยนเป็นเพศผู้ได้ 100% ต่างจากการทดลองของ Guerrero และ Abella (1977) รายงานว่า ถ้าใช้ methyltestosterone ในปริมาณที่สูงในปริมาณ 30 ไมโครกรัม ต่ออาหาร 1 กรัม เสี่ยงลูกปลาผลจะทำให้ปลาเปลี่ยนเป็นเพศผู้ได้สูงขึ้น. ต่างจาก ริชชี ทักานานุกุลกิจ (2522) รายงานว่าถ้าใช้เมทิลเทสโทสเตอโรน 60 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เสี่ยงลูกปลาผล จะมีปลาตัวผู้ถึง 84.5 % การทดลองได้ผลแตกต่างกันเนื่องจากลูกปลาที่ริชชี ทักานานุกุลกิจ หรือ Guerrero และ Abella ใช้ทดลอง และลูกปลาหมอตาค่ที่ Clemens และ Inslee ใช้ทดลอง อวัยวะเพศยังอยู่ในลักษณะ gonad ยังไม่ develop เป็น ovary หรือ testis ดังนั้นเมื่อให้ออร์โมนในระยะ sex reversal ออร์โมนจะมีอิทธิพลให้ gonad develop เป็น testis ได้ แต่ปลากัดที่ใช้ทดลองเป็นระยะที่ gonad develop เป็น ovary แล้ว ดังนั้นเมื่อให้ออร์โมน ออร์โมนจะมีอิทธิพลทำให้รังไข่ของปลากัดมีการ develop ไม่เต็มที่ จึงทำให้ lobe ของรังไข่ แต่ละ lobe ยาวไม่เท่ากัน และทำหน้าที่สร้างไข่ได้ไม่สมบูรณ์

ผลของออร์โมนต่อการผสมพันธุ์ จากการทดลองแสดงว่าปลาในชุดควบคุมมีการออกไข่ และให้ลูกได้ตามปกติ แต่สำหรับปลากัดที่ได้รับออร์โมนทุกปริมาณจะไม่ตั้งท้อง เมื่อหยุดให้ออร์โมนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ปลาเริ่มตั้งท้อง และเมื่อนำมาผสมกับตัวผู้ ปรากฏว่ามีผลการผสมพันธุ์ตามปกติ แต่ปลาเพศเมียไม่ออกไข่ และเมื่อทำการทดลองซ้ำได้ผลเช่นเดิม ทั้งนี้อาจเนื่องจากออร์โมนมีอิทธิพลไประงับการเจริญเติบโตของไข่ ทำให้ไข่มีการเจริญไม่ครบชั้น ดังนั้นไข่จึงไม่สามารถออกมาจาก genital pore ในขณะที่ผสมพันธุ์