

การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (Burnt-Tailed Barb; *Balantiocheilos melanopterus*)

ในจังหวัดบุรีรัมย์

Cytogenetic Study of Burnt-Tailed Barb (*Balantiocheilos melanopterus*) from Buriram Province

ศรันย์ จำรัสสนสาร^{1*} จันทิมา ทองนรินทร์¹ และ กรรณิการ์ ทองดอนเปรียง²

Sarun Jumrusthanasan^{1*}, Jantima Thongnarin¹ and Kannikar Thongdonpriang²

¹สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹Biology, Faculty of Science and Technology, Buriram Rajabhat University

²Biology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

*Corresponding author. E-mail: sarun.jum@bru.ac.th

(Received: 30 November 2023; Revised: 30 December 2023; Accepted: 30 December 2023)

บทคัดย่อ

การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*Balantiocheilos melanopterus*) โดยใช้ตัวอย่างปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียจากร้านขายปลาสดในจังหวัดบุรีรัมย์ เตรียมโครโมโซมโดยวิธีทางตรง (Direct Method) ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (Conventional Staining Technique) พบว่าปลาฉลามหางไหม้มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ (2n) เท่ากับ 50 แห่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (NF) เท่ากับ 76 แคริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Metacentric) จำนวน 4 แห่ง เมทาเซนทริกขนาดกลาง (Medium Submetacentric) จำนวน 4 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Submetacentric) จำนวน 6 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Acrocentric) จำนวน 10 แห่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง (Medium Acrocentric) จำนวน 2 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Telocentric) จำนวน 8 แห่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง (Medium Telocentric) จำนวน 14 แห่ง และ เทโลเซนทริกขนาดเล็ก (Small Telocentric) จำนวน 2 แห่ง จากการศึกษาโครโมโซมในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างโครโมโซมเพศทั้งในเพศผู้และเพศเมียของปลา

สูตรแคริโอไทป์ ดังนี้ $2n (50) = L^m_4 + L^{sm}_6 + L^a_{10} + L^t_8 + M^m_4 + M^a_2 + M^t_{14} + S^t_2$

คำสำคัญ : ปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย, โครโมโซม, แคริโอไทป์

Abstract

Cytogenetic was studied of Burnt-Tailed Barb (*Balantiocheilos melanopterus*) using examples from ornamental fish shops in Buriram Province. The mitotic chromosomes were directly prepared from kidney cells and stained by conventional staining technique. The results showed that the diploid chromosome number of $2n=50$ and the fundamental number (NF) was 76. The karyotype was composed of four large metacentric, four medium submetacentric, six large submetacentric, ten large acrocentric, two medium acrocentric, eight large telocentric, fourteen medium telocentric and two small telocentric chromosomes and no differences were found between sex chromosomes in both males and females.

The karyotype formulae could be $2n (50) = L^m_4 + L^{sm}_6 + L^a_{10} + L^t_8 + M^m_4 + M^a_2 + M^t_{14} + S^t_2$.

Keywords: Burnt-Tailed Barb, Chromosome, Karyotype

บทนำ

ปลาหางไหม้หรือปลาฉลามหางไหม้ (Burnt-Tailed Barb; *Balantiocheilos melanopterus*) เป็นปลาที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินโดนีเซีย เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งในวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) อาศัยอยู่ตามแม่น้ำ หนอง บึง ในอดีตประเทศไทยเคยมีปลาฉลามหางไหม้ไทย (Siamese Bala-Shark; *Balantiocheilos ambusticauda*) ซึ่งได้ถูกใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ร่วมกับปลาฉลามหางไหม้ชนิดที่พบในประเทศอินโดนีเซีย (*B. melanopterus*) มาโดยตลอด จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2550 ได้มีการจัดอนุกรมวิธานกันขึ้นใหม่ โดยปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*B. melanopterus*) เป็นปลาที่แพร่กระจายในแหล่งน้ำอินโดนีเซีย มีความว่องไวปราดเปรียวมาก สามารถกระโดดได้สูงถึง 2 เมตร มีพฤติกรรมอยู่รวมกันเป็นฝูง มีรูปร่างลักษณะเพรียวยาว เกล็ดค่อนข้างใหญ่ ลำตัวสีเงิน ครีบสีเหลืองอ่อน ขอบนอกของครีบทุกชนิดยกเว้นครีบอก มีขอบสีดำหนาบริเวณโคนครีบหางและโคนครีบหลังมีสีดำจาง ปากเล็ก ไม่มีฟัน ปากยึดหดได้ ริมฝีปากบนยื่นยาวกว่าริมฝีปากล่าง เกล็ดข้างลำตัวมี 34-35 แถบ ครีบหลังที่เป็นก้านครีบเดี่ยวมีสสารพวกแคลเซียมเป็นส่วนประกอบ ก้านครีบแข็งมี 3 ก้าน ก้านครีบอันสุดท้ายหักเป็นฟันเลื่อย ก้านครีบแขนงเป็นก้านครีบอ่อนมี 9 ก้าน ครีบอกมีก้านครีบอ่อน 18 ก้าน ปลาที่โตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 35 เซนติเมตร ในส่วนของปลาฉลามหางไหม้ไทย (*B. ambusticauda*) ปัจจุบันได้สูญพันธุ์จากประเทศไทยแล้วอย่างสมบูรณ์ ทั้งนี้เป็นผลมาจากการจับจากธรรมชาติเพื่อจำหน่ายเป็นปลาสวยงาม เนื่องจากปลาฉลามหาง

ไหม้ไทย เป็นปลาน้ำจืดที่มีความสวยงามชนิดหนึ่งของโลกมีการขายอย่างแพร่หลาย และราคาค่อนข้างสูงในตลาดปลาสวยงามสากล ปลาฉลามหางไหม้ไทยเหลือเพียงตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน (วันเพ็ญ มินกาญจน์, 2529; เกรียงไกร สีตะพันธ์, 2550; ภาสกร แสงจันทร์แดง, 2557) ทั้งนี้ข้อมูลการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ยังมีน้อยโดยเฉพาะข้อมูลทางด้านพันธุศาสตร์เซลล์

พันธุศาสตร์ระดับเซลล์ (Cytogenetics) เป็นการศึกษาโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งเป็นหน่วยโครงสร้างที่สำคัญในการถ่ายทอดพันธุกรรมของเซลล์และสิ่งมีชีวิต โครโมโซมทำหน้าที่ในการเก็บรักษา (Storage) ถ่ายทอด (Transmission) และแสดงออก (Expression) ของสารสนเทศทางพันธุกรรม (Genetic Information) (อมรา คัมภีรานนท์, 2546) แคริโอไทป์ (Karyotype) คือการศึกษารายละเอียดของโครโมโซมทั้งหมดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต (Chromosome Complement) แต่ละชนิดโดยการนำภาพจริงของโครโมโซมระยะเมทาเฟสมาจัดเรียงให้โครโมโซมคู่เหมือนอยู่ด้วยกัน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมย่อมมีผลโดยตรงต่อการถ่ายทอดทางพันธุกรรมทำให้เกิดการแสดงออกในสิ่งมีชีวิตในรูปแบบที่แตกต่างกัน มีผลต่อการเจริญพัฒนา และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต (อลงกต แทนอมทอง และคณะ, 2562)

การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*B. melanopterus*) ยังมีรายงานค่อนข้างน้อย มีรายงานของ Ojima and Yamamoto (1990) พบว่ามีโครโมโซมดิพลอยด์ (Diploid, $2n$) เท่ากับ 50 แท่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (NF) เท่ากับ 72 ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก 10 แท่ง ชนิดซับเมทาเซนทริก 12 แท่ง และชนิดเทโลเซนทริก 28 แท่ง รายงานของธวัช ดอนสกุล และอนันต์ พุทธิยาสถาพร (2545) พบว่ามีโครโมโซมดิพลอยด์ เท่ากับ 50 แท่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 80 ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก 14 แท่ง ชนิดซับเมทาเซนทริก 6 แท่ง ชนิดอะโครเซนทริก 10 แท่ง และชนิดเทโลเซนทริก 20 แท่ง และรายงานของ Khuda-Bukhs and Das (2007) พบว่ามีโครโมโซมดิพลอยด์ เท่ากับ 50 แท่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 90 ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก 6 แท่ง ชนิดซับเมทาเซนทริก 18 แท่ง ชนิดอะโครเซนทริก 16 แท่ง และชนิดเทโลเซนทริก 10 แท่ง ดังนั้น การศึกษาแคริโอไทป์และอิดิโอแกรมมาตรฐานของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียครั้งนี้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในพันธุศาสตร์ขั้นสูง และความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของปลาในกลุ่ม Cyprinidinda และสามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบเพื่อการจำแนกทางอนุกรมวิธานต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียจากร้านขายปลาสวยงามจังหวัดบุรีรัมย์โดยตัวอย่างที่เก็บมาจะถูกแบ่งไปตรวจสอบเอกลักษณ์ปลาและเป็นตัวอย่างสำหรับการเตรียมโครโมโซม

การเตรียมโครโมโซม

เตรียมโครโมโซมโดยวิธีทางตรง (Direct Method) ดัดแปลงจากอมรา คัมภีรานนท์ (2546) และอลงกลด แทนอมทอง (2554)

1) นำปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียตัวผู้และตัวเมียอย่างละ 3 ตัว ฉีดสารละลายโคลชิซิน (Colchicine) ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 เข้าช่องท้องของปลา ในอัตราส่วนการฉีด 100 กรัม ของ น้ำหนักตัว ต่อปริมาณสารละลายโคลชิซิน 1 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำการฉีดยาตามวิธีของ AVMA, 2020 ผ่าตัดนำไตมาใส่ให้ละเอียดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) 0.075 โมลาร์ (M) กรองเศษเซลล์แล้วเหวี่ยงเซลล์ลงในหลอดปั่นเหวี่ยง (Centrifuge Tube) ขนาด 15 มิลลิลิตร และปั่นประมาณ 25-35 นาที

2) ทำการตรึงเซลล์ (Fixation) โดยเติมน้ำยาตรึงสภาพ (Methanol : Acetic = 3 : 1) ที่เตรียมใหม่ และเย็นจัด แล้วนำตะกอนเซลล์ไปปั่นที่ 1,200-1,500 รอบต่อนาที 10 นาที ทั้งส่วนใสข้างบน แล้วเติมน้ำยาตรึงสภาพลงไป 7-8 มิลลิลิตร ปั่นอีก 2-3 ครั้ง เพื่อล้างตะกอนเซลล์จนได้ตะกอนขาวก้นหลอด

3) ตูบและหยดสารละลายตะกอนเซลล์ลงบนสไลด์ที่แห้งและสะอาด โดยหยดเหนือสไลด์ เมื่อสไลด์แห้งที่อุณหภูมิห้องแล้ว นำมาตรวจโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์ (Light Microscope) เลือกสไลด์ที่เซลล์กระจายตัวดีไม่ซ้อนทับไว้อย้อมสีเพื่อศึกษาต่อไป

การย้อมสีโครโมโซม

ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาด้วยสีจิมซำความเข้มข้นร้อยละ 20 ซึ่งละลายในสารละลาย Sorensen Buffer ที่มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ที่ 6.8 จากนั้นย้อมสีโครโมโซมเป็นเวลา 45 นาที แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำสไลด์ไปตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์

การตรวจสอบโครโมโซมเพื่อจัดแคริโอไทป์และสร้างอิดิโอแกรมมาตรฐาน

นำสไลด์ที่ย้อมด้วยสีจิมซำมาตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และถ่ายรูปด้วยกล้องดิจิทัลที่กัลขยาย 1,000 เท่า นำภาพที่ได้มาจับคู่โครโมโซมที่เหมือนกัน และศึกษาโครโมโซมโดยการหาความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (Length of Long Arm; LA) ความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Length of Short Arm; LS) และคำนวณหาความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (Length of Total; LT, $LT = LL + LS$) การคำนวณหาความยาวสัมพันธ์ของโครโมโซม (Relative Length, RL) และ Centromeric Index (CI) เพื่อหาชนิดของโครโมโซม นำค่าที่ได้ทั้งหมดไปใช้ประกอบในการจัดทำแคริโอไทป์และสร้างอิดิโอแกรมต่อไป ตามวิธีของ อลงกลด แทนอมทอง (2554)

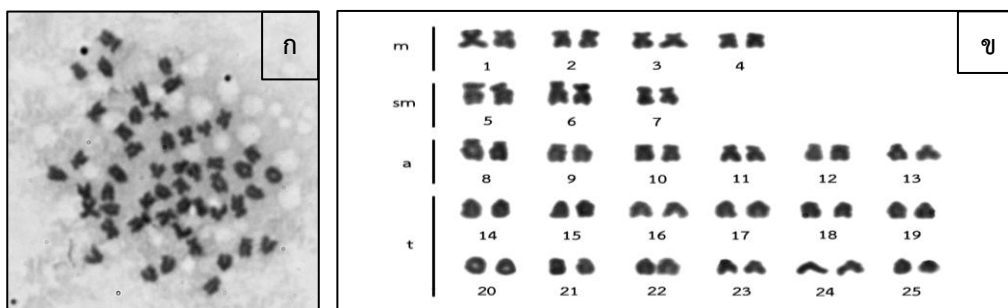
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

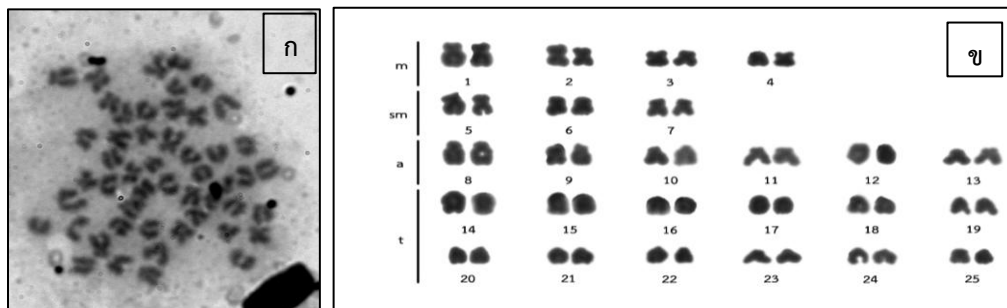
ผลจากการตรวจสอบโครโมโซมของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*Balantiocheilos melanopterus*) จากร้านขายปลาสวยงาม จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่ามีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ ($2n$) เท่ากับ 50 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (NF) เท่ากับ 76 ซึ่งแคริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Metacentric) จำนวน 4 แท่ง เมทาเซนทริกขนาดกลาง (Medium Submetacentric) จำนวน 4 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Submetacentric) จำนวน 6 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Acrocentric) จำนวน 10 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง (Medium Acrocentric) จำนวน 2 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ (Large Telocentric) จำนวน 8 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง (Medium Telocentric) จำนวน 14 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก (Small Telocentric) จำนวน 2 แท่ง จากการศึกษาโครโมโซมในครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างระหว่างโครโมโซมเพศทั้งในเพศผู้และเพศเมีย (ภาพที่ 2,3,4 และตารางที่ 1) โดยปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียมีสูตรแคริโอไทป์ ดังนี้ ปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย $2n (50) = L^m_4 + L^{sm}_6 + L^a_{10} + L^t_8 + M^m_4 + M^a_2 + M^t_{14} + S^t_2$



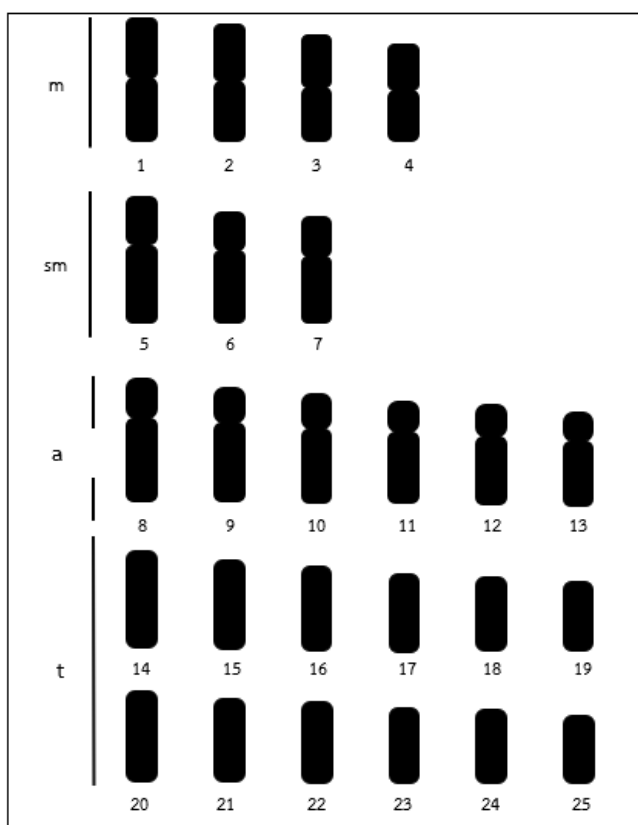
ภาพที่ 1 ลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*Balantiocheilos melanopterus*)



ภาพที่ 2 โครโมโซมระยะเมทาเฟส (ก) และแคริโอไทป์ (ข) ของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียเพศผู้ (*Balantiocheilos melanopterus*, $2n=50$) ด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (m = โครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก, sm = โครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริก, a = โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริก และ t = โครโมโซมชนิดเทโลเซนทริก)



ภาพที่ 3 โครโมโซมระยะเมทาเฟส (ก) และแคริโอไทป์ (ข) ของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียเพศเมีย (*Balantiocheilos melanopterus*, $2n=50$) ด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (m = โครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก, sm = โครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริก, a = โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริก และ t = โครโมโซมชนิดเทโลเซนทริก)



ภาพที่ 4 อิดิโอแกรมมาตรฐานของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*Balantiocheilos melanopterus*, $2n = 50$) ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา (m = โครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก, sm = โครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริก, a = โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริก, t = โครโมโซมชนิดเทโลเซนทริก)

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Length of Short Arm; Ls), ความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (Length of Long Arm; LL), ความยาวทั้งหมดของโครโมโซมแต่ละคู่ (Length of Total; LT), ค่า Relative Length (RL), ค่า Centromeric Index (CI) ขนาด และชนิดของโครโมโซมแต่ละแท่งจากเซลล์ระยะ เมทาเฟสจำนวน 20 เซลล์ ($2n=50$)

คู่ที่	Ls	LL	LT	RL $\pm$ SD	CI $\pm$ SD	ขนาด	ชนิด
1	37.44	39.34	76.77	0.0429 $\pm$ 0.0031	0.5124 $\pm$ 0.0065	ใหญ่	เมทาเซนทริก
2	35.14	37.18	72.32	0.0404 $\pm$ 0.0030	0.5141 $\pm$ 0.0056	ใหญ่	เมทาเซนทริก
3	31.70	33.97	65.67	0.0367 $\pm$ 0.0034	0.5172 $\pm$ 0.0082	กลาง	เมทาเซนทริก
4	29.01	31.46	60.46	0.0338 $\pm$ 0.0032	0.5203 $\pm$ 0.0089	กลาง	เมทาเซนทริก
5	33.97	61.68	95.65	0.0534 $\pm$ 0.0050	0.6449 $\pm$ 0.0203	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
6	30.60	58.37	88.97	0.0497 $\pm$ 0.0042	0.6560 $\pm$ 0.0312	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
7	27.16	54.13	81.29	0.0454 $\pm$ 0.0044	0.6659 $\pm$ 0.0448	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
8	24.35	65.78	90.13	0.0503 $\pm$ 0.0040	0.7298 $\pm$ 0.0260	ใหญ่	อะโครเซนทริก
9	22.22	61.75	83.97	0.0469 $\pm$ 0.0036	0.7354 $\pm$ 0.0359	ใหญ่	อะโครเซนทริก
10	21.67	58.12	79.79	0.0446 $\pm$ 0.0039	0.7284 $\pm$ 0.0249	ใหญ่	อะโครเซนทริก
11	19.72	55.85	75.57	0.0422 $\pm$ 0.0036	0.7390 $\pm$ 0.0328	ใหญ่	อะโครเซนทริก
12	19.33	53.72	73.06	0.0408 $\pm$ 0.0045	0.7354 $\pm$ 0.0248	ใหญ่	อะโครเซนทริก
13	18.05	50.72	68.77	0.0384 $\pm$ 0.0039	0.7375 $\pm$ 0.0308	กลาง	อะโครเซนทริก
14	7.15	86.67	93.82	0.0524 $\pm$ 0.0118	0.9238 $\pm$ 0.1184	ใหญ่	เทโลเซนทริก
15	0.00	80.26	80.26	0.0448 $\pm$ 0.0025	1.0000 $\pm$ 0.0000	ใหญ่	เทโลเซนทริก
16	0.00	76.08	76.08	0.0425 $\pm$ 0.0022	1.0000 $\pm$ 0.0000	ใหญ่	เทโลเซนทริก
17	0.00	71.92	71.92	0.0402 $\pm$ 0.0020	1.0000 $\pm$ 0.0000	ใหญ่	เทโลเซนทริก
18	0.00	68.95	68.95	0.0385 $\pm$ 0.0019	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
19	0.00	65.33	65.33	0.0365 $\pm$ 0.0022	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
20	0.00	61.37	61.37	0.0343 $\pm$ 0.0027	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
21	0.00	58.40	58.40	0.0326 $\pm$ 0.0028	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
22	0.00	55.81	55.81	0.0312 $\pm$ 0.0031	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
23	0.00	52.49	52.49	0.0293 $\pm$ 0.0028	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
24	0.00	49.57	49.57	0.0277 $\pm$ 0.0033	1.0000 $\pm$ 0.0000	กลาง	เทโลเซนทริก
25	0.00	45.76	45.76	0.0256 $\pm$ 0.0034	1.0000 $\pm$ 0.0000	เล็ก	เทโลเซนทริก

อภิปรายผล

จากการศึกษาโครโมโซมของปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*Balantiocheilos melanopterus*) ในครั้งนี้ พบว่าปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ ($2n$) เท่ากับ 50 แท่ง ซึ่งสอดคล้องกับ Khuda-Bukhsh and Das (2007), ธวัช ดอนสกุล และอนันต์ พุทธิยาสาพร (2545) และ Ojima and Yamamoto (1990) ที่ได้รายงานปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ ($2n$) เท่ากับ 50 แท่ง ทั้งในเพศผู้และเพศเมียเช่นเดียวกัน และในวงศ์เดียวกันคือ ปลาตะเพียนทองในรายงานการศึกษาของ Magtoon and Arai (1989) และปลากะแห (*P. schwanenfeldi*) ในรายงานการศึกษาของ Taki *et al.* (1977) รายงานว่ามีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ $2n=50$ เช่นเดียวกัน

จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 76 ทั้งเพศผู้และเพศเมีย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าไม่สอดคล้องกับ Khuda-Bukhsh and Das (2007) รายงานของธวัช ดอนสกุล และอนันต์ พุทธิยาสาพร (2545) และ Ojima and Yamamoto (1990) ที่ได้รายงานปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 90, 80 และ 72 ตามลำดับ ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย และปลาในวงศ์เดียวกันคือปลาตะเพียนทองในรายงานของ Magtoon and Arai (1989) กับปลากะแหในรายงานของ Taki *et al.* (1977) ได้รายงานว่ามีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 84 ซึ่งความแตกต่างของจำนวนโครโมโซมพื้นฐานที่พบในครั้งนี้ เกิดจากความแตกต่างของจำนวนโครโมโซมที่มีสองแขน (Bi-armed Chromosome) หรือโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก ซับเมทาเซนทริก และอะโครเซนทริก ที่ปรากฏในแคโรไทป์ของแต่ละการศึกษา โดยแคโรไทป์ที่ประกอบด้วยโครโมโซมที่มีสองแขนมาก จะส่งผลให้มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากัน

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและแคโรไทป์ของปลาในสกุล *Balantiocheilos* ทั่วโลกมีรายงานการศึกษาไว้น้อยมาก จากรายงานที่กล่าวมา 3 รายงานมีโครโมโซมดิพลอยด์ $2n = 50$ แท่งทั้งหมดและเมื่อเปรียบเทียบกับปลาในวงศ์เดียวกันคือวงศ์ Cyprinindae คือปลาตะเพียนทอง (*Barboymus altus*) และปลากะแห (*Barboymus schwanenfeldii*) พบว่า มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 50 แท่งเช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาทางสัณฐานวิทยากับผลการศึกษาโครโมโซม สามารถกล่าวได้ว่าปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียทั้ง 3 รายงานเป็นปลาชนิดเดียวกันตามที่กล่าวมาในตอนต้น คือ ปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซีย (*Balantiocheilos melanopterus*) และเป็นปลาที่อยู่ในวงศ์ Cyprinindae อีกทั้งในด้านจำนวนโครโมโซมพื้นฐานและชนิดของโครโมโซมที่ได้จากการศึกษาของผู้วิจัยกับรายงานการศึกษาปลาฉลามหางไหม้อินโดนีเซียก่อนหน้านี้ทั้ง 3 รายงาน จะมีความแตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้างในด้านจำนวนแคโรไทป์รวมไปถึงแม้แต่ปลาในวงศ์เดียวกันคือปลาตะเพียนทองและปลากะแหซึ่งอยู่ในวงศ์เดียวกันก็สามารถมีแคโรไทป์ที่แตกต่างกันได้อาจเนื่องมาจากประชากรจากแหล่งที่อยู่อาศัยแต่ละถิ่นในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านแคโรไทป์อาจทำให้เกิดวิวัฒนาการเนื่องมาจากความแปรผันทางพันธุกรรม (Denton, 1973)

สรุปผลและเสนอแนะ

การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์สามารถช่วยในการตรวจสอบสายวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทั้งการอนุกรมวิธาน (Taxonomy) และการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต (Classification) ได้ แต่ทั้งนี้ ในการให้คำตอบทางด้านวิวัฒนาการของโครโมโซมอย่างสมบูรณ์ ควรศึกษาโครโมโซมของปลาฉลามหางไหม้ในสกุล *Balantiocheilos* จากต่างแหล่งประชากรต่างพื้นที่ให้มากขึ้น เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของแคโรไทป์ อิติโอแกรมมาตรฐาน สุนทรแคโรไทป์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์ปรับปรุงพันธุ์เนื่องจากปลาฉลามหางไหม้ในสกุล *Balantiocheilos* เหลือเพียงชนิดเดียวในโลก อาจต้องมีการย้อมสีโครโมโซมแบบ Fluorescent in situ Hybridization (FISH) จึงจะสามารถระบุตำแหน่งของแท่งโครโมโซมหรือตำแหน่งของยีนที่มีการเกิดกระบวนการทางวิวัฒนาการของโครโมโซมได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรมมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในโครโมโซม เช่น การขาดหาย (Deletion) การเพิ่มขึ้น (Duplication) อินเวอร์ชัน (Inversion) และการเคลื่อนย้าย (Translocation) รวมไปถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงในด้านจำนวนของโครโมโซมดิพลอยด์ของปลาในสกุลนี้ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร สีตะพันธ์. (2550). *แคโรไทป์ของปลา 6 ชนิด ในวงศ์ Cyprinidae*. (พิมพ์ครั้งที่ 45). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ธวัช ดอนสกุล และอนันต์ พุทธิยาสถาพร. (2545). *แคโรไทป์ของปลาวงศ์ไซไพรินี 15 ชนิด ที่พบในประเทศไทย* (รายงานผลการวิจัย). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภาสกร แสนจันแดง. (2557). *สารานุกรมปลาน้ำจืดของไทย*. หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- วันเพ็ญ มินกาญจน์. (2529). *ปลาน้ำจืดไทย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดคิวดพร.
- อมรา คัมภีรานนท์. (2546). *พันธุศาสตร์ของเซลล์*. ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อลงกลด แทนอมทอง. (2554). *พันธุศาสตร์ระดับเซลล์*. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อลงกลด แทนอมทอง, กฤษณ์ ปิ่นทอง และอิสสระ ปะทะวัง. (2562). *พันธุศาสตร์ระดับเซลล์*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Denton, T. E. (1973). Taxonomic implication of the karyotype of *Opsopoeodus emileae*. *Copeia*, 1, 161-163.

- Khuda-Bukhsh, A. R. & Das, J. K. (2007). Cytogenetic analyses in eight species of teleostean fishes (Pisces): karyotypes, multiple Ag-NORs, sex chromosomes. *Res. Rev. Bio-Sciences (India)*, 1, 47-52.
- Ojima, Y., & Yamamoto, K. (1990). Cellular DNA contents of fishes determined by flowCytometry. *La Kromosomo*, 1, 1871-1888.
- Magtoon, W., & Arai, R. (1989). *Karyotypes of five Puntius species and one Cyclocheilic species* (Pisces, Cyprinidae) from Thailand. *Bull. Sci. Mus. (Tokyo)*, 15, 167-175.
- Taki, Y., Urushido, T., Suzuki, A., & Serizawa, C. (1977) A comparative chromosome study of Puntius (PiscesSoutheast Asian species *Cyprinidae*). *Proc: Japan Ser.*, 53(6), 231–235.