



KKU SCIENCE JOURNAL

Journal Home Page : <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/KKUSciJ>

Published by the Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand



พันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra* Britz, 2007)

Cytogenetics of *Channa pulchra* Britz, 2007

ธนาดา ไรวินทร์ เหม้อยพรม^{1*} อลงกลด แทนอมทอง¹ และ วีระยุทธ สุภวิงค์²Tanada Raiwain Muayprom^{1*}, Alongklod Tanomtong¹ and Weerayuth Supiwong²¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย จังหวัดหนองคาย 43000¹Department of Biology, Faculty of Science, Khon kaen University, Khon kaen, 40002, Thailand²Applied Science, Faculty of Interdisciplinary Studies, Khon Kaen University Nongkhai Campus, Nongkhai, 43000, Thailand

บทคัดย่อ

รายงานครั้งแรกของการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra* Britz, 2007) ในลุ่มแม่น้ำสาละวิน ใช้ตัวอย่างปลาเพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว เตรียมโครโมโซมด้วยวิธีตรงจากไตโดยการฉีดโคลชิซิน ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาเพื่อศึกษาจำนวน รูปร่าง และขนาด และย้อมแถบสีเอ็นโออาร์ (NOR-banding) เพื่อศึกษตำแหน่งปรากฏของเอ็นโออาร์บนโครโมโซม ผลการศึกษาพบว่าปลาช่อนพม่าจุดส้มมีโครโมโซมดิพลอยด์ (2n) เท่ากับ 48 แห่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (NF) เท่ากับ 94 ลักษณะโครโมโซมประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนตริกขนาดใหญ่ 16 แห่ง ซับเมทาเซนตริกขนาดใหญ่ 22 เมทาเซนตริกขนาดกลาง 2 แห่ง ซับเมทาเซนตริกขนาดกลาง 6 แห่ง และเทโลเซนตริกขนาดเล็ก 2 แห่ง พบโครโมโซมเครื่องหมายที่มีตำแหน่งเอ็นโออาร์อยู่บริเวณเทโลเมียร์ของแขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 14 แห่ง ไม่มีความแตกต่างของโครโมโซมระหว่างปลาเพศผู้และปลาเพศเมียมีสูตรแคริโอไทป์ คือ $2n (48) = L_{16}^{m} + L_{22}^{sm} + M_2^m + M_6^{sm} + S_2^t$ ผลการศึกษานี้เป็นประโยชน์ในด้านอนุกรมวิธาน การศึกษาวิวัฒนาการของโครโมโซม รวมทั้งเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาพันธุศาสตร์ขั้นสูง การปรับปรุงพันธุ์เพื่อการค้าและการอนุรักษ์ต่อไป

ABSTRACT

The first cytogenetics of Burmese peacock snakehead fish (*Channa pulchra* Britz, 2007) in Salween river was investigated in this study. Mitotic chromosome was directly prepared from kidney of 5 male and 5 female specimens after *in vivo* colchicine treatment. Conventional staining and NOR banding technique were performed for the studies of chromosome type and number, and NORs bearing chromosome. The results showed that the diploid number (2n) was 48 and fundamental number (NF) was 94 in both male and female. The types of chromosomes were 16 large metacentric, 22 large submetacentric, 2 medium metacentric, 6 medium submetacentric, and 2 small telocentric chromosomes. The karyotypes are not different of sex chromosomes between male and female. The karyotype formula for the eye-spotted

*Corresponding Author, E-mail: m.tinnakid@kkumail.com

barb is as follows: $2n(48) = L_{16}^m + L_{22}^{sm} + M_2^m + M_6^{sm} + S_2^t$. The chromosome pairs 14 had NORs location adjacent to submetacentric chromosome in the telomere position of the short arm. These results will be useful for providing basic genetics information and future studies of breeding, conservation and chromosome evolution in this animal.

คำสำคัญ: แครีโอไทป์ โครโมโซม อิดิโอแกรม ปลาช่อนพม่าจุดส้ม

Keywords: Karyotype, Chromosome, Idiogram, *Channa pulchra*

บทนำ

ปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra* Britz, 2007) เป็นปลาน้ำจืดที่จัดอยู่ในอันดับ Perciformes วงศ์ปลาช่อน (Channidae) พบทางตอนใต้ของรัฐยะไข่ ประเทศเมียนมาร์ มีความสวยงามมากชนิดหนึ่ง ความยาวลำตัวเต็มที่ประมาณ 30 เซนติเมตร เป็นปลาช่อนที่ถูกบรรยายลักษณะทางอนุกรมวิธานพร้อมกับปลาช่อนอนาติพินนิส (*C. ornatipinnis*) แต่ปลาช่อนพม่าจุดส้มไม่มีจุดสีดำขนาดใหญ่กระจายทั่วตัวเหมือนปลาช่อนอนาติพินนิส (Britz, 2007; ชวิน และชัยพัทธ์, 2556)

ปัจจุบันมีผู้คนจำนวนมากนิยมนำปลาที่มีลักษณะพิเศษมาเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม จึงมีการเพาะพันธุ์ปลาหลากหลายสายพันธุ์เพื่อการค้าขายโดยเฉพาะปลาหายากหรือปลาที่มีถิ่นอาศัยเฉพาะถิ่น ซึ่งจัดเป็นวงศ์ปลาเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากจนอาจกล่าวได้ว่าปลาน้ำจืดที่คนไทยนิยมบริโภคและเลี้ยงเป็นปลาสวยงามมากเป็นอันดับหนึ่งก็ว่าได้ โดยปลาที่นิยมนำไปเลี้ยงเพื่อความสวยงามเนื่องจากมีขนาดเล็กและง่ายต่อการเลี้ยงดู อาทิ ปลาช่อนจุดส้มพม่า (*C. pulchra*) ปลาช่อนงูเห่า (*C. aurolineata*) จึงทำให้มีการเพาะพันธุ์ปลากลุ่มนี้เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะปลาที่พบในประเทศไทย และในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากเป็นปลาที่หายาก สีสันสวยงาม มีขนาดเล็ก และแข็งแรง (ขวลิต, 2544)

มีการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ (cytogenetics) ของสิ่งมีชีวิตอย่างกว้างขวาง ทำให้มีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ เพื่อให้การวิจัยได้บรรลุผลตามที่ต้องการ รวมถึงการปรับเทคนิคให้เข้ากับชนิดสัตว์ที่ศึกษา เนื่องจากวิธีการและสารเคมีที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสัตว์แต่ละชนิดแตกต่างกัน การศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาสามารถใช้เป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน ช่วยให้เข้าใจการเกิดวิวัฒนาการของกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง เนื่องจากปลาเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีความหลากหลายของชนิดและถิ่นที่อยู่ หลายชนิดมีความแตกต่างทางโครโมโซมค่อนข้างมาก การวิเคราะห์ลักษณะโครโมโซมสามารถทำให้เข้าใจกระบวนการเกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ และสามารถใชัพพันธุศาสตร์ในการปรับปรุงพันธุ์และการเพาะเลี้ยงได้ (Sharma *et al.*, 2002) สำหรับข้อมูลการศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาและการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาในกลุ่มแม่น้ำสาละวิน ยังมีการศึกษาอยู่น้อยโดยเฉพาะกลุ่มปลาสวยงามตามธรรมชาติ ซึ่งข้อมูลทางด้านนี้อาจแตกต่างจากปลาชนิดเดียวกันในแหล่งน้ำภูมิภาคอื่นซึ่งผู้วิจัยแต่ละท่านอาจวิเคราะห์ได้ผลแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการทบทวนหลายๆ ครั้งเพื่อให้เกิดมาตรฐานที่ถูกต้อง และเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานทางโครโมโซมซึ่งมีความสำคัญต่อการนำไปประยุกต์ใช้ด้านต่างๆ ในอนาคต

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลาช่อนพม่าจุดส้มจากภาคตะวันตกและภาคเหนือของประเทศไทย จากตลาดปลาและฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาในจังหวัดกาญจนบุรี และจากแม่น้ำสาละวิน รัฐยะไข่ ประเทศเมียนมาร์ นำตัวอย่างปลาที่เก็บได้มาเลี้ยงในตู้ปลาขนาด 0.36 เมตร³ ที่ห้องปฏิบัติการเรือนสัตว์ทดลอง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเลี้ยงในตู้ปลาที่ให้ออกซิเจนตลอดเวลา ให้อาหารวันละ 1 ครั้ง เพื่อเป็นการปรับสภาพของปลาก่อนทำการศึกษา (เลขที่ใบอนุญาตใช้สัตว์ทดลอง อว 660201.2.11/292 (73))

2. การเตรียมโครโมโซม

นำปลาหมึกโคลชิซิน (Colchicine) ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 บริเวณช่องท้องของตัวปลา ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง 15 นาที แล้วสลบปลาโดยนำไปแช่ในน้ำแข็ง ผ่าเอาไตมาแช่และสับให้ละเอียดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ 30 นาที แล้วย้ายมาเก็บไว้ในหลอดปั่นเหวี่ยง (centrifuge tube) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1,600 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายส่วนใสทิ้ง แล้วเติมน้ำยาตรึงเซลล์ (methanol:glacial acetic acid อัตราส่วน 3:1) ปริมาตร 6 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1,600 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นดูดน้ำยาตรึงเซลล์ด้านบนทิ้ง แล้วเติมน้ำยาตรึงเซลล์ใหม่ ทำเช่นนี้จนได้สารละลายใสและมีตะกอนขาวอยู่ที่ก้นหลอด จากนั้นดูดสารละลายเซลล์ที่เตรียมได้ หยดบนกระจกสไลด์สะอาดที่เก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 - 2 หยด ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำไปย้อมด้วยสีจิมซ่าความเข้มข้นร้อยละ 20 และย้อมแถบสีเอ็นโออาร์ด้วยสียละลาย silver nitrate ตรวจสอบสไลด์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่ติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายภาพที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

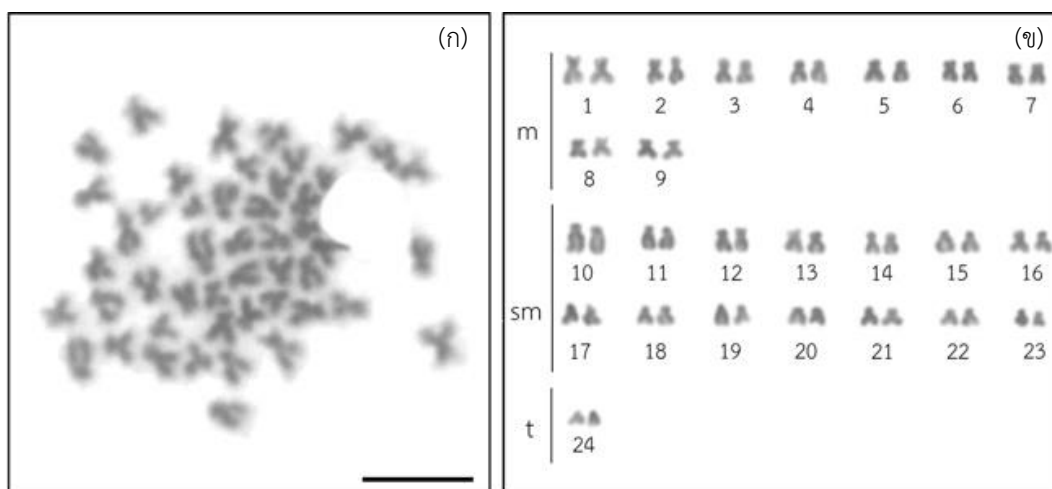
3. การจัดทำแคริโอไทป์และอิดิโอแกรม

การจัดทำแคริโอไทป์และอิดิโอแกรม ดัดแปลงมาจากวิธีการของกันยารัตน์ (2532) โดยเลือกภาพถ่ายเซลล์ระยะเมทาเฟส 20 เซลล์ที่โครโมโซมกระจายตัวดี ไม่หดสั้นเกินไป มีจำนวนโครโมโซมครบ และสังเกตรูปร่างได้ชัดเจน มาจัดทำแคริโอไทป์และอิดิโอแกรม

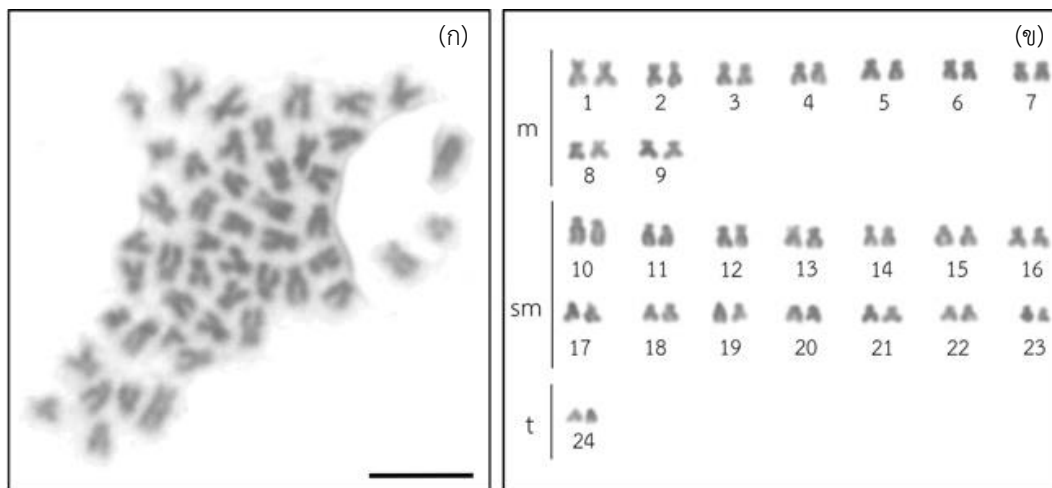
ผลการวิจัย

ปลาช่อนพม่าจุดส้มมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 48 แห่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 94 โครโมโซม แบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก โดยโครโมโซมขนาดใหญ่มีความยาวโครโมโซมมากกว่าหรือเท่ากับ 1.31 โครโมโซมขนาดกลางมีความยาวโครโมโซมระหว่าง 0.94 - 1.31 และโครโมโซมขนาดเล็กมีความยาวโครโมโซมน้อยกว่า 0.94 (ตารางที่ 1)

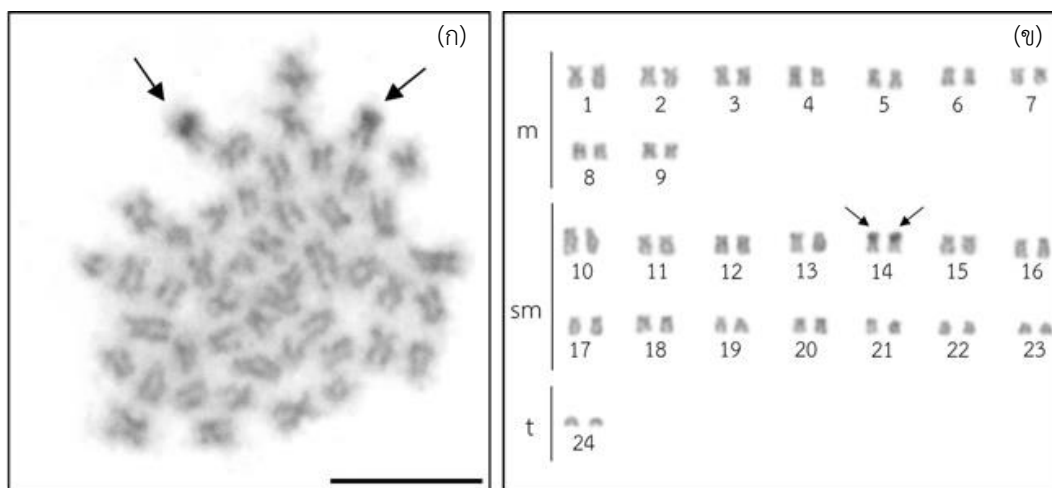
โครโมโซมดิพลอยด์ของปลาช่อนพม่าจุดส้มประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 16 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 22 เมทาเซนทริกขนาดกลาง 2 แห่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 6 แห่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 2 แห่ง โครโมโซมคู่ที่ 14 เป็นโครโมโซมเครื่องหมายมีตำแหน่งเอ็นโออาร์อยู่บริเวณเทโลเมียร์ของแขนข้างสั้น ไม่สามารถตรวจพบความแตกต่างของโครโมโซมระหว่างเพศผู้และเพศเมีย แคริโอไทป์และอิดิโอแกรมโครโมโซมมาตรฐานของปลาช่อนพม่าจุดส้ม จากการย้อมสีแบบธรรมดาและแถบสีแบบเอ็นโออาร์ (รูปที่ 1 2 3 4 และ 5) มีสูตรแคริโอไทป์ ดังนี้ $2n(48) = L^{m_{16}} + L^{sm_{22}} + M^m_2 + M^{sm}_6 + S^t_2$



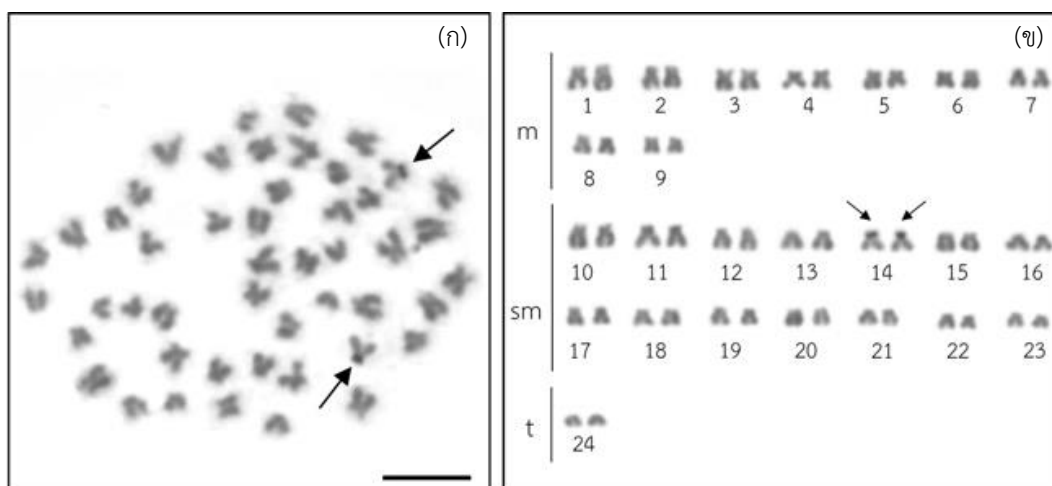
รูปที่ 1 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) และแคริโอไทป์ (ข) ของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra*; $2n = 48$) เพศผู้ จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร)



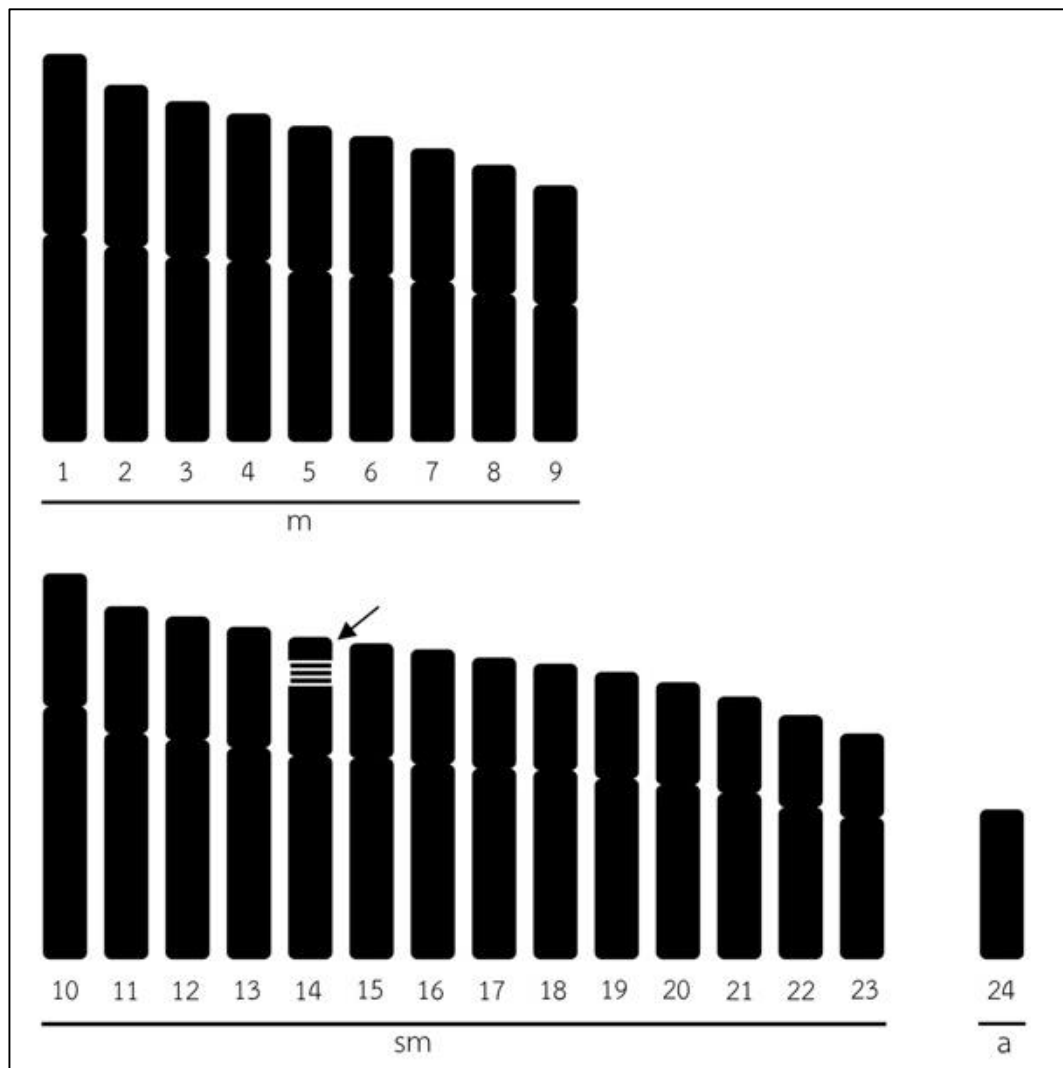
รูปที่ 2 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) และแคริโอไทป์ (ข) ของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra*; $2n = 48$) เพศเมีย จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร)



รูปที่ 3 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) และแคริโอไทป์ (ข) ของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra*; $2n = 48$) เพศผู้ จากการย้อมสีโครโมโซมแบบเอ็นโออาร์ ลูกศรชี้ตำแหน่งโครโมโซมเครื่องหมายมีตำแหน่งเอ็นโออาร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร)



รูปที่ 4 เซลล์ระยะเมทาเฟส (ก) และแคริโอไทป์ (ข) ของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra*; $2n = 48$) เพศเมีย จากการย้อมสีโครโมโซมแบบเอ็นโออาร์ ลูกศรชี้ตำแหน่งโครโมโซมเครื่องหมายมีตำแหน่งเอ็นโออาร์ (สเกลบาร์เท่ากับ 5 ไมโครเมตร)



รูปที่ 5 อิติโอแกรมโครโมโซมมาตรฐานของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra*; $2n = 48$) โดยเทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาและแถบสีแบบเอ็นไออาร์ ลูกศรชี้แสดงตำแหน่งเอ็นไออาร์

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาช่อนพม่าจุดส้มในงานวิจัยนี้ พบว่าจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 48 แห่ง สอดคล้องกับปลากระสง (*C. lucius*) แต่มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานแตกต่างกัน จากการศึกษาในครั้งนี้พบโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 94 แต่จำนวนโครโมโซมพื้นฐานของปลากระสง (ธวัช และวิเชียร, 2534) มีโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 48 และยังมีรายงานการศึกษาปลากระสงที่รายงานจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 54 (Khakhong *et al.*, 2014) และ 52 (Cioffi *et al.*, 2015) แม้เป็นปลาชนิดเดียวกัน แต่มีความแตกต่างด้านถิ่นที่อยู่ เมื่อนำแคโรไทป์ของปลากระสงมาเปรียบเทียบจะเห็นความแตกต่างของจำนวนโครโมโซมพื้นฐานรวมทั้งชนิดของโครโมโซม (ตารางที่ 2)

อีกกรณีหนึ่งการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาช่อนงูเห่า (*C. marulius*) ได้มีรายงานจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 44 โครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 48 (ธวัช และวิเชียร, 2534) ซึ่งต่างจากรายงานปลาช่อนงูเห่า ที่รายงานโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 44 แต่จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 56 (Sarasan *et al.*, 2018) และ 58 (Kumar *et al.*, 2019) ส่งผลให้ชนิดของโครโมโซมและแคโรไทป์แตกต่างกัน (ตารางที่ 2)

โดยความผันผวนของโครโมโซมอาจเกิดจากความแตกต่างของภูมิศาสตร์ของถิ่นที่อยู่ แหล่งน้ำ อาหารที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ เกิดวิวัฒนาการของโครโมโซม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีวิวัฒนาการโครโมโซมในวงศ์ปลาช่อน (Channidae) ที่พบแพร่กระจายในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไทย อินเดีย จีน ปากีสถาน และแอฟริกา จำนวนทั้งหมด 29 ชนิด มีรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ไม่น้อยกว่า 12 ชนิด พบว่ามีความแตกต่างของแคโรไทป์อย่างมาก คือมีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ตั้งแต่ 32 ถึง 112 แท่ง และพบว่าปลาช่อน (*Channa striata*) ที่พบในภาคกลางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และประเทศอินเดีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์แตกต่างกันตั้งแต่ 44 42 และ 40 แท่ง ตามลำดับ (อลงกลด, 2554)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean $\pm$ standard deviation: SD) ของความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวโครโมโซมทั้งแท่ง (LT) หน่วยเป็นไมโครเมตร ค่าความยาวสัมพัทธ์ (relative length: RL) และค่าดัชนีเซนโทรเมอร์ (centromeric index: CI) ของปลาช่อนพม่าจุดส้ม (*Channa pulchra*; 2n = 48) จาก 20 เซลล์ และ * คือโครโมโซมที่มีเอ็นโออาร์

โครโมโซม คู่ที่	Ls	Ll	LT	RL	CI	ขนาด โครโมโซม	ชนิดของโครโมโซม
1	0.88 $\pm$ 0.13	1.01 $\pm$ 0.15	1.89 $\pm$ 0.15	0.05 $\pm$ 0.00	0.54 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
2	0.79 $\pm$ 0.10	0.95 $\pm$ 0.13	1.74 $\pm$ 0.14	0.05 $\pm$ 0.00	0.55 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
3	0.76 $\pm$ 0.08	0.90 $\pm$ 0.13	1.66 $\pm$ 0.13	0.05 $\pm$ 0.00	0.54 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
4	0.72 $\pm$ 0.09	0.88 $\pm$ 0.11	1.61 $\pm$ 0.13	0.05 $\pm$ 0.00	0.55 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
5	0.71 $\pm$ 0.10	0.83 $\pm$ 0.12	1.54 $\pm$ 0.12	0.04 $\pm$ 0.00	0.54 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
6	0.68 $\pm$ 0.10	0.81 $\pm$ 0.12	1.49 $\pm$ 0.13	0.04 $\pm$ 0.00	0.54 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
7	0.65 $\pm$ 0.09	0.78 $\pm$ 0.10	1.43 $\pm$ 0.12	0.04 $\pm$ 0.00	0.55 $\pm$ 0.03	ใหญ่	เมทาเซนทริก
8	0.63 $\pm$ 0.10	0.72 $\pm$ 0.12	1.34 $\pm$ 0.12	0.04 $\pm$ 0.00	0.53 $\pm$ 0.02	ใหญ่	เมทาเซนทริก
9	0.58 $\pm$ 0.08	0.67 $\pm$ 0.11	1.25 $\pm$ 0.11	0.04 $\pm$ 0.00	0.54 $\pm$ 0.02	กลาง	เมทาเซนทริก
10	0.65 $\pm$ 0.09	1.23 $\pm$ 0.20	1.88 $\pm$ 0.33	0.05 $\pm$ 0.00	0.65 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
11	0.62 $\pm$ 0.09	1.10 $\pm$ 0.16	1.72 $\pm$ 0.28	0.05 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
12	0.60 $\pm$ 0.09	1.07 $\pm$ 0.16	1.67 $\pm$ 0.27	0.05 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
13	0.59 $\pm$ 0.09	1.03 $\pm$ 0.14	1.62 $\pm$ 0.25	0.05 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
14*	0.58 $\pm$ 0.08	0.99 $\pm$ 0.15	1.57 $\pm$ 0.24	0.04 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
15	0.56 $\pm$ 0.08	0.98 $\pm$ 0.14	1.54 $\pm$ 0.24	0.04 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
16	0.56 $\pm$ 0.07	0.95 $\pm$ 0.14	1.51 $\pm$ 0.23	0.04 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
17	0.54 $\pm$ 0.09	0.93 $\pm$ 0.14	1.47 $\pm$ 0.23	0.04 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
18	0.52 $\pm$ 0.08	0.92 $\pm$ 0.14	1.43 $\pm$ 0.23	0.04 $\pm$ 0.00	0.64 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
19	0.52 $\pm$ 0.08	0.88 $\pm$ 0.13	1.40 $\pm$ 0.21	0.04 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.02	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
20	0.50 $\pm$ 0.07	0.85 $\pm$ 0.12	1.34 $\pm$ 0.20	0.04 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.01	ใหญ่	ซับเมทาเซนทริก
21	0.47 $\pm$ 0.07	0.81 $\pm$ 0.12	1.27 $\pm$ 0.20	0.04 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.02	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
22	0.45 $\pm$ 0.07	0.74 $\pm$ 0.11	1.19 $\pm$ 0.18	0.03 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.02	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
23	0.41 $\pm$ 0.08	0.69 $\pm$ 0.12	1.10 $\pm$ 0.18	0.03 $\pm$ 0.00	0.63 $\pm$ 0.01	กลาง	ซับเมทาเซนทริก
24	0.00 $\pm$ 0.00	0.73 $\pm$ 0.21	0.73 $\pm$ 0.40	0.02 $\pm$ 0.01	1.00 $\pm$ 0.00	เล็ก	เทโลเซนทริก

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการศึกษาพันธุศาสตร์ระดับเซลล์ของปลาซ่อนพม่าจุดส้ม เปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาแคโรไทป์ของปลาวงศ์ปลาซ่อน (Channidae)

ชนิดปลา	2n	NF	ชนิดโครโมโซม					รายงานวิจัย
			m	sm	a	st	t	
ปลากระสง (<i>C. lucius</i>)	48	54	2	2	-	2	42	ธวัช และวิเชียร (2534)
ปลากระสง (<i>C. lucius</i>)	48	54	2	-	4	-	42	Khakhong <i>et al.</i> (2014)
ปลากระสง (<i>C. lucius</i>)	48	52	4	-	-	-	44	Cioffi <i>et al.</i> (2015)
ปลาซ่อนงูเห่า (<i>C. marulius</i>)	44	48	4	-	-	4	36	ธวัช และวิเชียร (2534)
ปลาซ่อนงูเห่า (<i>C. marulius</i>)	44	58	4	10	-	-	30	Kumar <i>et al.</i> (2019)
ปลาซ่อนงูเห่า (<i>C. marulius</i>)	44	56	4	-	8	-	32	Sarasan <i>et al.</i> (2018)
ปลาซ่อนพม่าจุดส้ม (<i>C. pulchra</i>)	48	94	18	28	-	-	2	การศึกษาครั้งนี้

หมายเหตุ: 2n = จำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ NF = จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน NOR = บริเวณนิวคลีโอไลสออร์แกนไนเซอร์ m = เมทาเซนทริก sm = ซับเมทาเซนทริก st = ซับเทโลเซนทริก a = อะโครเซนทริก และ t = เทโลเซนทริก

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาแคโรไทป์ของปลาซ่อนพม่าจุดส้ม พบว่าจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่า 48 แห่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 94 มีสูตรแคโรไทป์ คือ $2n(48) = L_{16}^m + L_{22}^{sm} + M_2^m + M_6^{sm} + S_2^t$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง และได้รับทุนวิจัยจากงบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2565 รหัสโครงการ: 161764

เอกสารอ้างอิง

- กันยารัตน์ ไชยสุต. (2532). เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชวลิต วิทยานนท์. (2544). ปลาน้ำจืดไทย 1. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์.
- ชวิน ดันพิทยคุปต์ และชัยพัทธ์ งามบุษบงโสภิน. (2556). CHANNA CRAZY คนคลั่งซ่อน. Aquarium Biz 4(42): 106.
- ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น. (2534). การศึกษาโครโมโซมของปลาซ่อน ซ่อนงูเห่า ชะโด กระสง และปลาก้างที่พบในประเทศไทย. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29: รายงานผลการวิจัย สาขาสัตวแพทยศาสตร์ ประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 561 - 574.
- อลงกลด แทนอมทอง. (2554). พันธุศาสตร์ระดับเซลล์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Britz, R. (2007). *Channa ornatipinnis* and *C. pulchra*, two new species of dwarf snakeheads from Myanmar (Teleostei: Channidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters 18(4): 335 - 344.
- Cioffi, M.B., Bertollo, L.A.C., Villa, M.A., Oliveira, E.A., Tanomtong, A., Yano, C.F., Supiwong, W. and Chaveerach, A. (2015). Genomic Organization of Repetitive DNA Elements and Its Implications for the Chromosomal Evolution of Channid Fishes (Actinopterygii, Perciformes). PLoS ONE 10(6): e0130199.

- Khakhong, S., Supiwong, W., Tanomtong, A., Sriuttha, M., Jearranaiprepame, P., Soemphol, W. and Jiwyam, W. (2014). A First Chromosomal Characterization of NORs in Splendid Snakehead Fish, *Channa lucius* (Perciformes, Channidae). *Cytologia* 79(2): 133 - 139.
- Kumar, R., Baisvar, V. S., Kushwaha, B., Waikhom, G. and Singh, M. (2019). Evolutionary analysis of genus *Channa* based on karyological and 16S rRNA sequence data. *Journal of Genetics* 98(2): 112.
- Sarasan, T., Jantarat, S., Supiwong, W., Yeesin, P., Srisamoot, N. and Tanomtong, A. (2018). Chromosomal Analysis of Two Snakehead Fishes, *Channa marulius* (Hamilton, 1822) and *C. maruloides* (Bleeker, 1851) (Perciformes: Channidae) in Thailand. *Cytologia* 83(1): 115 - 121.
- Sharma, O.P., Tripathi, N.K. and Sharma, K.K. (2002). Some Aspects of Chromosome Structure and Functions. New Delhi: Narosa Publishing House.

