บทความวิจัย

คาริโอไทป์ของปลาตะเพียนน้ำตก ตะเพียนทราย จาด สร้อยลูกกล้วย กระโห้ เวียน และปลายี่สกทอง ที่พบในประเทศไทย

ธวัช ดอนสกุล* และ วิเชียร มากตุ่น

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคาริโอไทป์ของปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน และปลายี่สกทองที่พบในประเทศไทย จากการเตรียมโครโมโซมด้วยเนื้อเยื่อไตพบว่า ปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด และปลาสร้อยลูกกล้วย มีโครโมโซม 2n=50 ปลากระโห้และปลายี่สกทองมีโครโมโซม 2n=98 ในขณะที่ปลาเวียนมีโครโมโซม 2n=100 และผลการวิเคราะห์คาริโอไทป์พบว่า คาริโอไทป์ของปลาตะเพียนน้ำตกประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 12 คู่ ซับเมทาเซนทริก 7 คู่ และอะโครเซนทริก 6 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 88 คาริโอไทป์ของปลาตะเพียนทรายประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 22 คู่ NF=54 คาริโอไทป์ของปลาจาดประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 7 คู่ ซับเมทาเซนทริก 5 คู่ ซับเทโลเซนทริก 5 คู่ และอะโครเซนทริก 8 คู่ NF=74 คาริโอไทป์ของปลาสร้อยลูกกล้วยประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ ซับเมทาเซนทริก 5 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 10 คู่ NF=78 คาริโอไทป์ของปลากระโห้ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ ซับเมทาเซนทริก 17 คู่ ซับเทโลเซนทริก 10 คู่ และอะโครเซนทริก 13 คู่ NF=150 คาริโอไทป์ของปลาเวียนประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 18 คู่ ซับเมทาเซนทริก 12 คู่ ซับเทโลเซนทริก 3 คู่ และอะโครเซนทริก 17 คู่ NF=160 คาริโอไทป์ของปลายี่สกทองประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 13 คู่ ซับเมทาเซนทริก 7 คู่ ซับเทโลเซนทริก 5 คู่ และอะโครเซนทริก 24 คู่ NF=138

คำสำคัญ: โครโมโซม คาริโอไทป์ ปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน ปลายี่สกทอง

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: thawachd@swu.ac.th

Karyotypes of Seven Cyprinid Fishes: *Systomus binotatus, Puntius brevis, Poropuntius laoensis, Labiobarbus siamensis, Catlocarpio siamensis, Tor tambroides* and *Probarbus jullieni* from Thailand

Thawat Donsakul* and Wichian Magtoon

ABSTRACT

This research aimed to examine karyotypes of seven cyprinid fishes, namely *Systomus binotatus, Puntius brevis, Poropuntius laoensis, Labiobarbus siamensis, Catlocarpio siamensis, Tor tambroides* and *Probarbus jullieni* from Thailand. Chromosomes were prepared from kidney tissues and following chromosome numbers were obtained. *Systomus binotatus, Puntius brevis, Poropuntius laoensis* and *Labiobarbus siamensis* had 2n=50; *Catlocarpio siamensis* and *Probarbus jullieni* had 2n=98 while *Tor tambroides* had 2n=100. Their karyotypes were as follows: *Systomus binotatus* comprised 12 metacentric (m)+7 submetacentric (sm)+6 acrocentric (t) pairs with the arm number (NF) of 88. *Puntius brevis* composed of 1m+1sm+1subtelocentric (st) +22 t pairs and NF=54. *Poropuntius laoensis* consisted of 7m+5sm+5st+8t pairs and NF=74. *Labiobarbus siamensis* consisted of 9m+5sm+1st+10t pairs and NF=78. *Catlocarpio siamensis* comprised 9m+17sm+10st+13t pairs and NF=150. *Tor tambroides* comprised 18m+12sm+3st+17t pairs and NF=160. *Probarbus jullieni* composed of 13m+7sm+5st+24t pairs and NF=138.

Keywords: chromosome, karyotype, *Systomus binotatus, Puntius brevis, Poropuntius laoensis, Labiobarbus siamensis, Catlocarpio siamensis, Tor tambroides, Probarbus jullieni*

Department of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

*Corresponding author, e-mail: thawachd@swu.ac.th

บทนำ

ปลาตะเพียนน้ำตก *Systomus binotatus* (Val. in Cuv. & Val., 1842) ปลาตะเพียนทราย *Puntius brevis* (Bleeker, 1850) ปลาจาด *Poropuntius laoensis* (Günther, 1868) ปลาสร้อยลูกกล้วย *Labiobarbus siamensis* (Sauvage, 1881) ปลากระโห้ *Catlocarpio siamensis* Boulenger, 1898 ปลาเวียน *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) และปลายี่สกทอง *Probarbus jullieni* Sauvage, 1880 เป็นปลาที่จัดอยู่ในวงศ์ไซไพรนิดี (Family Cyprinidae) ซึ่งเป็นวงศ์ปลาที่มีจำนวนมากที่สุด ทั่วโลกมีอยู่ 210 สกุล ประมาณ 2,100 ชนิด โดยที่ประมาณ 1,270 ชนิด เป็นปลาพื้นเมืองของแถบยูเรเซีย ปลาในวงศ์นี้มีความหลากหลายที่สุดในระดับสกุลและชนิด ในประเทศจีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และในทวีปแอฟริกาพบประมาณ 23 สกุล 475 ชนิด และในทวีปอเมริกาเหนือพบประมาณ 50 สกุล 270 ชนิด [1] ในประเทศไทยพบพันธุ์ปลาน้ำจืดอย่างน้อย 17 อันดับ 56 วงศ์ 570 ชนิด ในจำนวนนี้วงศ์ปลาที่พบจำนวนมากที่สุด คือ วงศ์ไซไพรนิดี ซึ่งพบอย่างน้อย 207 ชนิด [2] กระจายอยู่ตามแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลากระโห้เป็นปลาเกล็ดน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกชนิดหนึ่ง ปลายี่สกทองและปลาเวียนเป็นปลาที่มีรสชาติดี หาได้ค่อนข้างยาก มีราคาแพง ส่วนปลาตะเพียนทราย ปลาตะเพียนน้ำตก ปลาจาด และปลาสร้อยลูกกล้วยใช้ประกอบอาหารได้เช่นเดียวกันแต่ส่วนใหญ่ใช้เลี้ยงเป็นปลาตู้สวยงาม ในอดีตการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของปลานิยมใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียว แต่ปลาหลายชนิดมีลักษณะภายนอกใกล้เคียงกันมากทำให้ยากแก่การจัดจำแนกและให้ผลผิดพลาดได้ ปัจจุบันได้มีการนำวิธีการทางเซลล์อนุกรมวิธาน (cytotaxonomy) โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับพันธุศาสตร์ของเซลล์ วิทยาภูมิคุ้มกัน ตลอดจนชีววิทยาระดับโมเลกุลเข้ามาช่วยในการจัดจำแนก [3, 4] ในประเทศไทยถึงแม้จะมีการวิจัยเกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาในวงศ์ไซไพรนิดีค่อนข้างน้อย แต่ได้มีการศึกษากันบ้างในปลาบางชนิด เช่น ปลาบัว ปลาหว้าหน้านอ ปลาสะอี ปลามูด [5] ปลากระสูบจุด ปลากระสูบขีด ปลาหนามหลัง ปลานางอ้าว ปลาอ้าว [6] ปลาหางบ่วง ปลาหางเหลือง ปลาไส้ตัน ปลาแก้มช้ำสาละวิน [7] ปลาแกง ปลาปึกแดง ปลากระมัง และปลาตามิน [8] เป็นต้น การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคาริโอไทป์ของปลาวงศ์ไซไพรนิดีทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ ปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน และปลายี่สกทอง เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านเซลล์อนุกรมวิธาน และศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของปลา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ตัวอย่างปลา

ปลาที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยปลาตะเพียนน้ำตก *Systomus binotatus* จำนวน 10 ตัว จากน้ำตกในจังหวัดกาญจนบุรี ความยาวมาตรฐาน 6.8-7.7 เซนติเมตร ปลาตะเพียนทราย *Puntius brevis* จำนวน 20 ตัว จากแม่น้ำลพบุรี จังหวัดลพบุรี และแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ความยาวมาตรฐาน 6.5-7.1 เซนติเมตร ปลาจาด *Poropuntius laoensis* จำนวน 10 ตัว จากแม่น้ำโขง จังหวัดนครพนม ความยาวมาตรฐาน 8.5-9.3 เซนติเมตร ปลาสร้อยลูกกล้วย *Labiobarbus siamensis* จำนวน 3 ตัว จากแม่น้ำโขง จังหวัดนครพนม ความยาวมาตรฐาน 10.5-13.7 เซนติเมตร ปลากระโห้ *Catlocarpio siamensis* จำนวน 5 ตัวจากตลาดนัดสวนจตุจักร กรุงเทพมหานคร ความยาวมาตรฐาน 8.5-14.7 เซนติเมตร ปลาเวียน *Tor tambroides* จำนวน 7 ตัว จากแม่น้ำแควจังหวัดกาญจนบุรี ความยาวมาตรฐาน 7.5-11.6 เซนติเมตร และปลายี่สกทอง *Probarbus jullieni* จำนวน 10 ตัว จากแม่น้ำโขง จังหวัดหนองคาย ความยาวมาตรฐาน

9.9-16.5 เซนติเมตร นำปลาดังกล่าวมาเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 17x24 นิ้ว และให้อาหารเม็ดวันละครั้ง การวินิจฉัยปลาใช้วิธีของชวลิต วิทยานนท์ และคณะ (2540) [2] ชวลิต วิทยานนท์ (2547) [9] Rainboth (1996) [10] และ Kottelat (2001) [11]

การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาคาริโอไทป์

การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาคาริโอไทป์ดัดแปลงมาจากวิธีของ Ida และ Kyo (1980) [12] โดยฉีดโคลชิซิน 0.3 เปอร์เซ็นต์ เข้าที่บริเวณช่องท้องปลา ปล่อยปลาไว้ในตู้กระจก โดยพ่นให้ออกซิเจนเป็นเวลา 8-9 ชั่วโมง ผ่าตัดนำไตแช่ในโพแทสเซียมคลอไรด์ 0.075 เปอร์เซ็นต์ สับไตเป็นชิ้นเล็กๆ ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 45 นาทีเพื่อให้เซลล์บวม ทำให้คงสภาพด้วยน้ำยาคงสภาพ (fixative) ซึ่งประกอบด้วยเอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ (absolute ethyl alcohol) และกรดน้ำส้มล้วน (glacial acetic acid) ในอัตราส่วน 3: 1 แช่ไว้เป็นเวลา 25 นาที นำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) เพื่อให้เซลล์แตกและโครโมโซมแผ่กระจาย โดยใช้ความเร็วประมาณ 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ในระหว่างนี้ให้เปลี่ยนน้ำยาคงสภาพใหม่ 2-3 ครั้ง นำตะกอนจากก้นหลอดหยดลงบนสไลด์ที่สะอาด ผึ่งสไลด์ไว้ให้แห้งในอากาศ ย้อมสไลด์ด้วยสีย้อมกิมซา (Giemsa's stain) 10 เปอร์เซ็นต์ ประมาณ 1 ชั่วโมง นำสไลด์ไปตรวจหากลุ่มเซลล์ที่มีโครโมโซมแผ่กระจายดีด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ่ายภาพโครโมโซมไว้ด้วยฟิล์มขาวดำ

การหาจำนวนโครโมโซม และการจัดคาริโอไทป์

นำภาพอัดขยายจากข้อ 2 มานับหาจำนวนโครโมโซม โดยความถี่สูงสุด (mode) ของจำนวนโครโมโซมที่ได้จากการนับถือเป็นจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) ของปลาชนิดนั้นๆ และการวัดความยาวแขนโครโมโซมทำได้โดยนำภาพอัดขยายมาวัดหาความยาวแขนโครโมโซมจากตำแหน่งที่อยู่ของเซนโทรเมียร์ไปยังปลายแขนทั้งสองข้างเพื่อนำมาจัดคาริโอไทป์ตามวิธีของ Levan และคณะ (1964) [13] คือ ถ้าอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นอยู่ระหว่าง 1-1.7, 1.7-3.0, 3.0-7.0 และ 7.0-∞ โครโมโซมเป็นแบบเมทาเซนทริก (metacentric หรือ m) ซับเมทาเซนทริก (submetacentric หรือ sm) ซับเทโลเซนทริก (subtelocentric หรือ st) และอะโครเซนทริก (acrocentric หรือ t) ตามลำดับ โดยตัดภาพจัดเรียงโครโมโซมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดหรือยาวที่สุดจากเมทาเซนทริกไปเป็นซับเมทาเซนทริก ซับเทโลเซนทริก และอะโครเซนทริก ตามลำดับ ตามวิธีของ Cestari และ Galetti (1992) [14] จำนวนแขนโครโมโซม (arm number หรือ fundamental number หรือ NF) คือ จำนวนแขนที่นับจากเซนโทรเมียร์ออกไป ถ้ามีข้างเดียวถือว่ามีแขนเดียว และถ้ามีสองข้างถือว่ามีสองแขน จำนวนแขนโครโมโซมในงานวิจัยนี้ถือตามวิธีของ Arai (1982) [3] และวิธีของ Nakamura (1985) [15] คือ โครโมโซมแบบเมทาเซนทริกและซับเมทาเซนทริจัดเป็นพวกที่มีสองแขน (biarmed group) ส่วนซับเทโลเซนทริกและอะโครเซนทริกหรือเทโลเซนทริก (telocentric) จัดเป็นพวกที่มีแขนเดียว (monoarmed group)

ผลการทดลอง

จำนวนโครโมโซม และลักษณะคาริโอไทป์ ของปลาทั้ง 7 ชนิดที่ทำการศึกษา เป็นดังนี้

ปลาตะเพียนน้ำตก *(Systomus binotatus)* มีโครโมโซม 2n=50 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 12 คู่ ซับเมทาเซนทริก 7 คู่ และอะโครเซนทริก 6 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม

เท่ากับ 88 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 1A และ B)

ปลาตะเพียนทราย *(Puntius brevis)* มีโครโมโซม 2n=50 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 22 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 54 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 2A และ B)

ปลาจาด *(Poropuntius laoensis)* มีโครโมโซม 2n=50 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 7 คู่ ซับเมทาเซนทริก 5 คู่ ซับเทโลเซนทริก 5 คู่ และอะโครเซนทริก 8 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 74 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 3A และ B)

ปลาสร้อยลูกกล้วย *(Labiobarbus siamensis)* มีโครโมโซม 2n=50 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ ซับเมทาเซนทริก 5 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 10 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 78 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 4A และ B)

ปลากระโห้ *(Catlocarpio siamensis)* มีโครโมโซม 2n=98 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 คู่ ซับเมทาเซนทริก 17 คู่ ซับเทโลเซนทริก 10 คู่ และอะโครเซนทริก 13 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 150 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 5A และ B)

ปลาเวียน *(Tor tambroides)* มีโครโมโซม 2n=100 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 18 คู่ ซับเมทาเซนทริก 12 คู่ ซับเทโลเซนทริก 3 คู่ และอะโครเซนทริก 17 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 160 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 6A และ B)

ปลายี่สกทอง *(Probarbus jullieni)* มีโครโมโซม 2n=98 คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 13 คู่ ซับเมทาเซนทริก 7 คู่ ซับเทโลเซนทริก 5 คู่ และอะโครเซนทริก 24 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 138 (ตารางที่ 1 และ 2 รูปที่ 7A และ B)

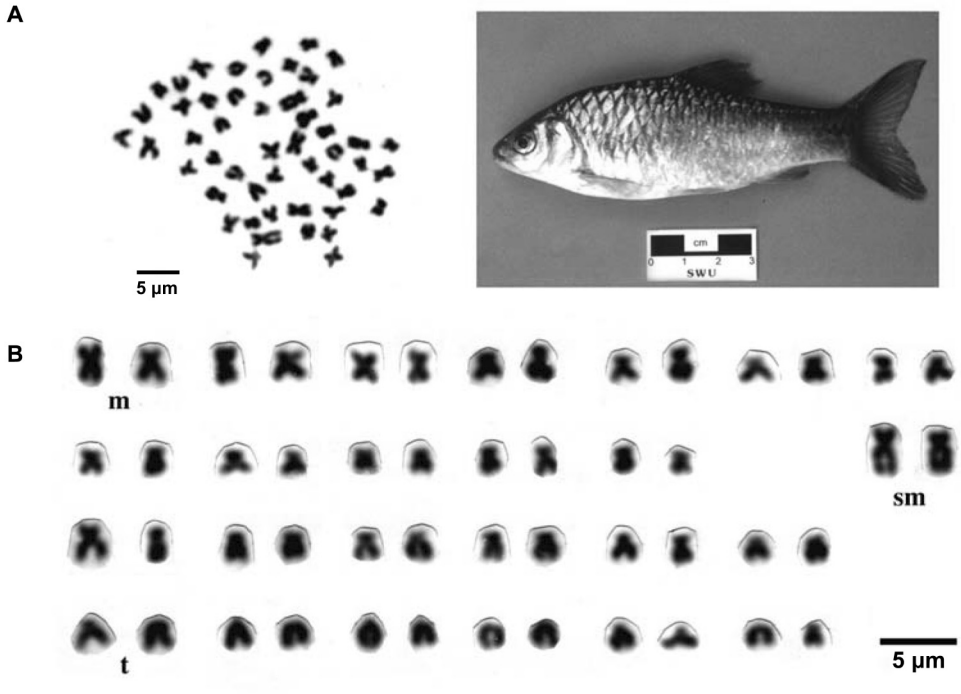
ตารางที่ 1 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) ที่นับได้ในปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน และปลายี่สกทอง

ชนิดปลา	จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n)											จำนวนเซลล์ที่นับรวม
	48	49	50	51	52	.....	96	97	98	99	100	
ตะเพียนน้ำตก	1	0	40	0	0	.....	0	0	0	0	0	41
ตะเพียนทราย	0	1	36	0	0	.....	0	0	0	0	0	37
จาด	0	0	38	0	1	.....	0	0	0	0	0	39
สร้อยลูกกล้วย	1	0	33	0	0	.....	0	0	0	0	0	34
กระโห้	0	0	0	0	0	.....	1	0	25	0	0	26
เวียน	0	0	0	0	0	.....	0	0	1	0	31	32
ยี่สกทอง	0	0	0	0	0	.....	0	0	35	0	1	36

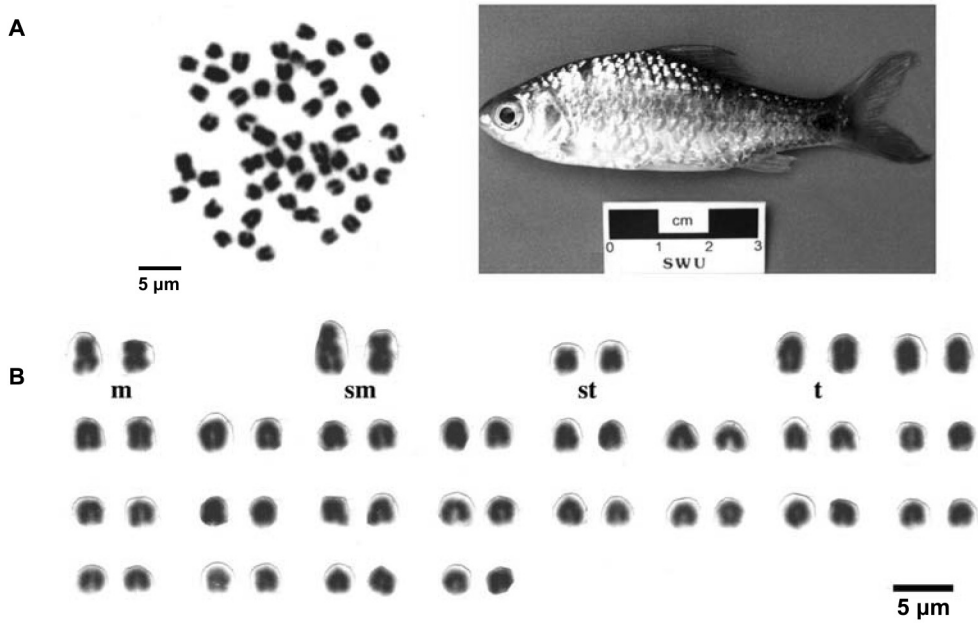
หมายเหตุ: ..... หมายถึง จำนวนตั้งแต่ 53-95

ตารางที่ 2 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) ชนิดของโครโมโซมและจำนวนแขนโครโมโซมในปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน และปลายี่สกทอง

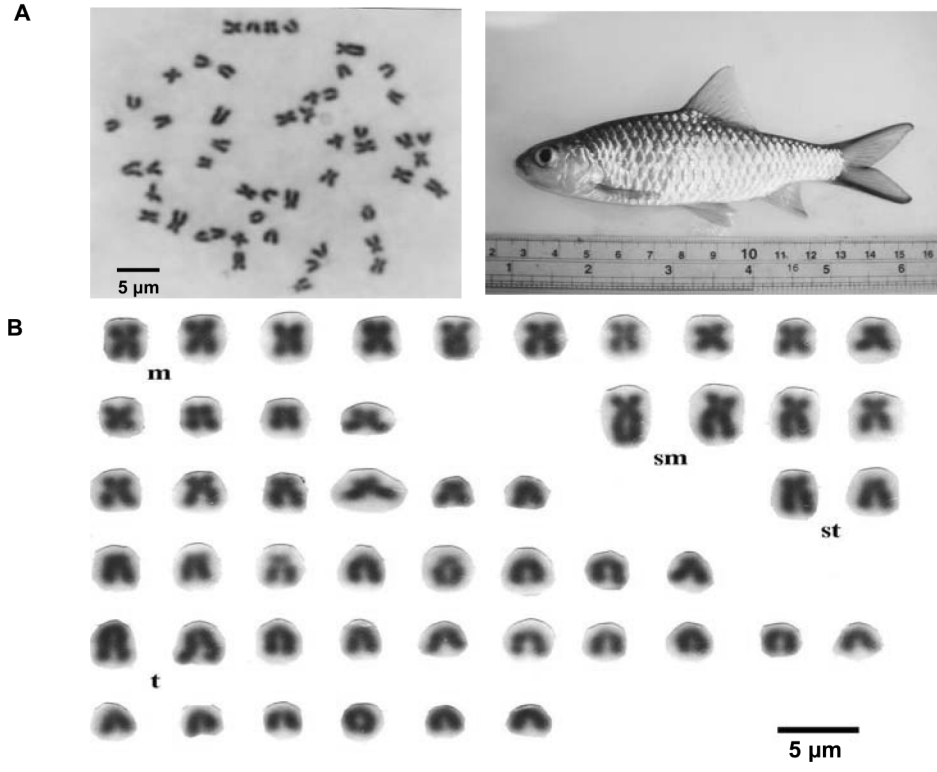
ชนิดปลา	2n	ชนิดของโครโมโซม				จำนวนแขนโครโมโซม
		เมทาเซนทริก	ซับเมทาเซนทริก	ซับเทโลเซนทริก	อะโครเซนทริก	
ตะเพียนน้ำตก	50	12	7	0	6	88
ตะเพียนทราย	50	1	1	1	22	54
จาด	50	7	5	5	8	74
สร้อยลูกกล้วย	50	9	5	1	10	78
กระโห้	98	9	17	10	13	150
เวียน	100	18	12	3	17	160
ยี่สกทอง	98	13	7	5	24	138



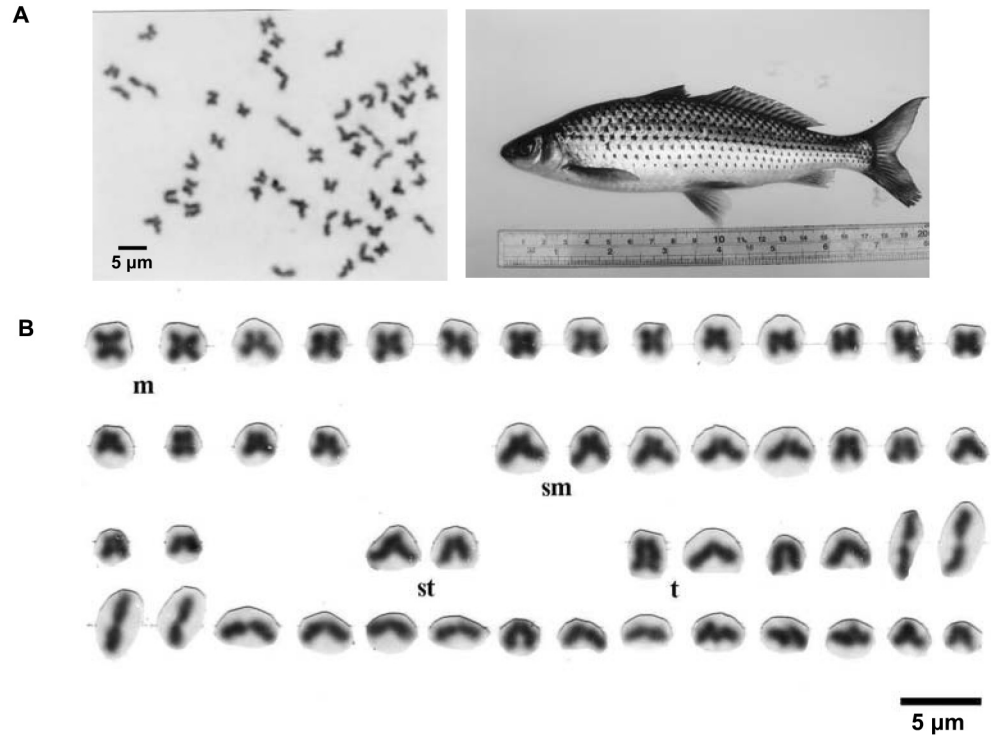
รูปที่ 1 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ (B) ของปลาตะเพียนน้ำตก (m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)



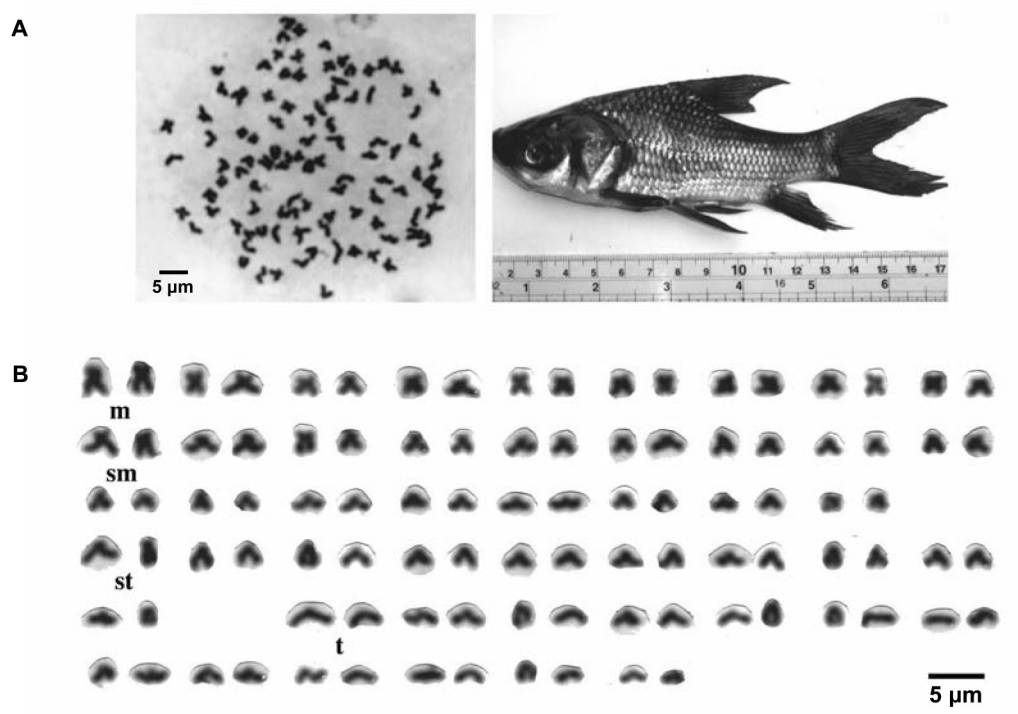
รูปที่ 2 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ (B) ของปลาตะเพียนทราย
(m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)



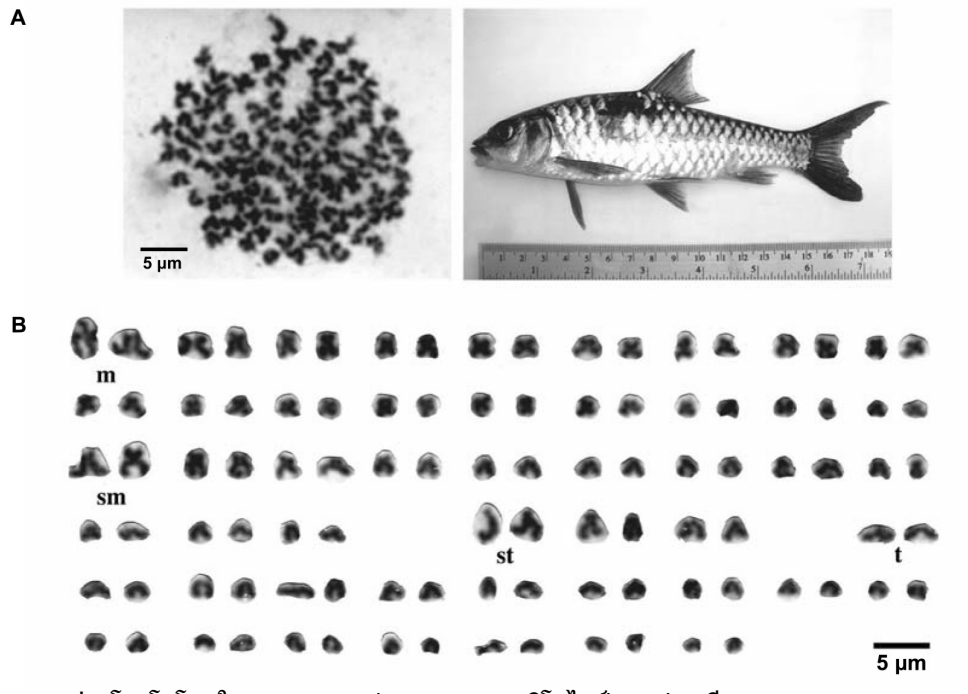
รูปที่ 3 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ (B) ของปลาจาด
(m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)



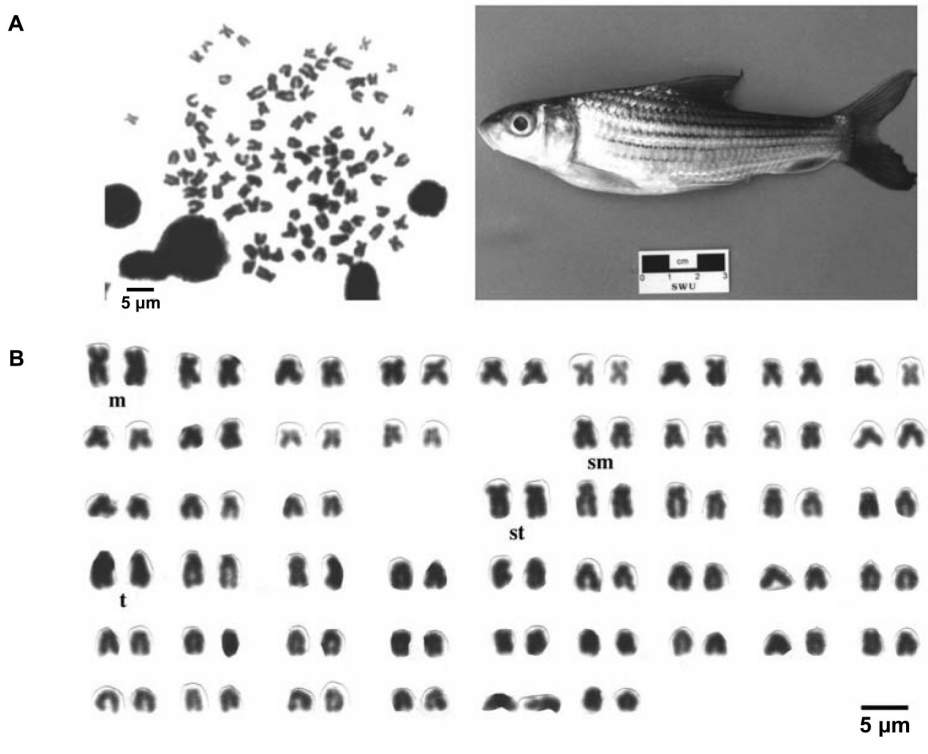
รูปที่ 4 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ (B) ของปลาสร้อยลูกกล้วย
(m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)



รูปที่ 5 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ (B) ของปลากระโห้
(m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)



รูปที่ 6 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ของปลาเวียน (B)
(m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)



รูปที่ 7 ภาพถ่ายโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (A) และคาริโอไทป์ (B) ของปลายี่สกทอง
(m = metacentric, sm = submetacentric, st = subtelocentric, t = acrocentric chromosomes)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปลาที่จัดอยู่ในวงศ์ย่อยไซไพรนินี-ซิสโตไม (subfamily Cyprininae-Systomi) ที่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ ได้แก่ ปลากระสูบจุด *Hampala dispar* (2n=50, 5m+5sm+3st+12t คู่ NF=70) ปลากระสูบขีด *H. macrolepidota* (2n=50, 5m+6sm+4st+10t คู่ NF=72) ปลาแก้มช้ำสาละวิน *Systomus* sp.1 (2n=50, 6m+10sm+3st+6t คู่ NF=82) [6,7] โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเพิ่มเติมในปลาตะเพียนน้ำตก *(Systomus binotatus)* และปลาตะเพียนทราย *(Puntius brevis)* พบว่าโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาตะเพียนน้ำตก (2n=50, 12m+7sm+6t คู่ NF=88) และปลาตะเพียนทราย (2n=50, 1m+1sm+1st+22t คู่ NF=54) มีโครโมโซม 2n=50 เท่ากันกับปลากระสูบจุด ปลากระสูบขีดและปลาแก้มช้ำสาละวิน

ปลาจาด *Poropuntius laoensis* เป็นปลาในกลุ่มปลาตะเพียนจัดอยู่ในวงศ์ย่อยไซไพรนินี-พอโรพันไท (subfamily Cyprininae-Poropunti) โดยจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ที่เคยมีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับปลากลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว *Hypsibarbus gonionotus (=Barbodes gonionotus)* (2n=50, 8m+4sm+13t คู่ NF=74) ปลากระแห *H. schwanenfeldi (=Barbodes schwanenfeldi)* (2n=50, 14m+2sm+1st+8t คู่ NF=82) [16] ปลาตะพาก *Hypsibarbus wetmorei* (2n=50, 6m+6sm+1st+12t คู่ NF=74) [17] ปลาตะเพียนปากหนวด *H. vernayi* (2n=50, 3m+1sm+2st+19t คู่ NF=58) ปลาปากหนวด *H. lagleri* (2n=50, 2m+10sm+13t คู่ NF=74) [18] ปลาจาด *P. normani* (2n=50, 5sm+6st+14t คู่ NF=72) นอกจากนี้ยังมีโครโมโซมเท่ากับของปลาปากเปลี่ยน *Scaphognathops bandanensis* (2n=50, 5sm+3sm+17t คู่ NF=66) [19]

ปลาสร้อยลูกกล้วย *Labiobarbus siamensis* เป็นปลาในกลุ่มปลาสร้อยจัดอยู่ในวงศ์ย่อยไซไพรนินี-ลาบีโอนีไน (subfamily Cyprininae-Labeonini) สำหรับปลาในกลุ่มนี้มีรายงานการวิจัยในปลาบัว *Labeo dyocheilus* (2n=50, 7m+6sm+12t คู่ NF=76) ปลาหว้าหน้านอ *Bangana behri* (2n=50, 6m+8sm+2st+9t คู่ NF=78) ปลาสะอี *Mekongina erythrospira* (2n=50, 5m+7sm+13t คู่ NF=74) [5] ปลาสร้อยนกเขา *Osteocheilus hasselti* (2n=50, 13m+7sm+3st+2t คู่ NF=90) ปลาร่องไม้ตับ *O. waandersi* (2n=50, 10m+9sm+4st+2t คู่ NF=88) ปลาข้างลาย *O. microcephalus* (2n=50, 13m+5sm+7st คู่ NF=86) ปลาพรม *O. spiropleura* (2n=50, 18m+5sm+2t คู่ NF=96) [20] ปลาหางบ่วง *Barbicthys nitidus* (2n=50, 10m+3sm+2st+10t คู่ NF=76) [7]

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาจาด (2n=50, 7m+5sm+5st+8t คู่ NF=74) และปลาสร้อยลูกกล้วย (2n=50, 9m+5sm+1st+10t คู่ NF=78) มีโครโมโซมเท่ากับของปลากระสูบจุด กระสูบขีด แก้มช้ำสาละวิน ตะเพียนขาว กระแห ตะพาก ตะเพียนปากหนวด ปากหนวดจาด ปากเปลี่ยน บัว หว้าหน้านอ สร้อยนกเขา ข้างลาย ร่องไม้ตับ พรม หางบ่วง นอกจากนี้ยังมีโครโมโซมเท่ากับของปลาหางเหลือง *Mystacoeleucus argenteus* (2n=50, 3m+10sm+1st+11t คู่ NF=76) ปลาไส้ตัน *Cyclocheilichthys lagleri* (2n=50, 12m+6sm+1st+6t คู่ NF=86) ปลาแกง *Cirrhinus molitorella* (2n=50, 12m+8sm+3st+2t คู่ NF=90) ปลาปึกแดง *Cirrhinus jullieni* (2n=50, 11m+9sm+1st+4t คู่ NF=90) ปลากระมัง *Puntioplites falcifer* (2n=50, 7m+8sm+1st+9t คู่ NF=80) ปลาตามิน *Amblyrhynchichthys truncatus* (2n=50, 8m+6sm+11t คู่ NF=78) [7,8] แต่มีคาริโอไทป์และจำนวน

แขนโครโมโซมที่แตกต่างกัน

สำหรับปลากระโห้ *Catlocarpio siamensis* ซึ่งมีลักษณะภายนอกคล้ายกับปลากระโห้อินเดีย *Catla catla* แต่มีโครโมโซมแตกต่างกันมาก คือ ปลากระโห้อินเดียมีโครโมโซม 2n=50 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 6m+6sm+7st+6t คู่ NF=74 [21] แต่ปลากระโห้ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีโครโมโซม 2n=98 (9m+17sm+10st+13t คู่ NF= 150) สอดคล้องกับการศึกษาของ Suzuki และ Taki (1988) [22] คือ มีโครโมโซม 2n=98 คาริโอไทป์ประกอบด้วย 18m+54sm-st+26t

ปลาเวียน *Tor tambroides* มีโครโมโซม 2n=100 (18m+12sm+13st+17t คู่ NF= 160) มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับปลาพลวงหิน *Neolissocheilus stracheyi* (2n=100, 15m+9sm+3st+23t คู่ NF=148) ปลาพลวงชมพู *Tor douronensis* (2n=100, 10m+14sm+9st+17t คู่ NF= 148) และมีโครโมโซมมากกว่าปลาพลวง *N. soroides* (2n=98, 22m+8sm+2st+17t คู่ NF= 158) 1 คู่ และเท่ากับของปลาไน *Cyprinus carpio* (2n=100, 10m+11sm+4st+25t คู่ NF= 142) [23] และปลาเวียนยักษ์ *Tor putitora* (2n=100) [24]

ปลายี่สกทอง *Probarbus jullieni* ซึ่งเป็นปลากลุ่มเดียวกันกับปลากระโห้และปลาพลวง (Subfamily Cyprininae-Cyprinini) มีโครโมโซม 2n=98, 13m+7sm+5st+24t คู่ NF= 138 เท่ากับของปลากระโห้และปลาพลวง แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกันตามที่กล่าวถึงมาแล้ว ปลาที่มีลักษณะภายนอกคล้ายคลึงกัน เช่น ปลากระสูบจุด ปลากระสูบขีด มีก้านครีบหลังซึ่งประกอบด้วยก้านครีบเดี่ยว 3 ก้าน ก้านครีบแขนง 8 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบเดี่ยว 3 ก้าน ก้านครีบแขนง 5 ก้าน มีเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว 25 เกล็ดเท่ากัน [25] จะต่างกันเฉพาะจุดและขีดสีคล้ำบนลำตัว แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน นอกจากนี้แล้วปลาที่มีลักษณะรูปร่างภายนอกคล้ายคลึงกัน เช่น ปลาแค้วัว *Bagarius bargarius* (2n=56, 8m+5sm+1st+14t คู่ NF=82) ปลาแค้ควาย *B. yarelli* (2n=56, 7m+10sm+3st+8t คู่ NF= 90) ปลาแค้ง *B. suchus* (2n=56, 8m+8sm+2st+10t คู่ NF=88) [26] ปลาเหล่านี้ถึงแม้มีโครโมโซม 2n=56 เท่ากันแต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน ในต่างประเทศได้มีการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาวงศ์ไซไพรนิดีไว้เป็นจำนวนมาก พบว่ามีโครโมโซม 2n=44 ไปจนถึง 2n=100 แต่ส่วนมากมีโครโมโซม 2n=50 ซึ่งถือว่าเป็นพวกที่โบราณมากที่สุดที่จะมีโครโมโซมวิวัฒนาการไปเป็นพวกที่มีจำนวนโครโมโซมน้อยหรือมากกว่านี้ [3] สำหรับคาริโอไทป์ของปลา 7 ชนิดที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยปลาตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน และปลายี่สกทอง 4 ชนิดแรกอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลากระสูบ ปลาตะเพียน ปลาสร้อยตามที่กล่าวถึงมาแล้ว ซึ่งต่างมีโครโมโซม 2n=50 เท่ากัน แต่มีคาริโอไทป์แตกต่างกัน ดังนั้นกลุ่มปลาเหล่านี้น่าจะมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดและน่าจะจัดอยู่ในกลุ่มปลาที่โบราณที่สุดด้วย สำหรับอีก 3 ชนิดหลังมีโครโมโซม 2n=98, 100 และ 98 ตามลำดับอยู่ในกลุ่มเดียวกับปลาพลวง และอาจเป็นพวกที่วิวัฒนาการมาจากกลุ่มปลาพวกแรกที่มีโครโมโซม 2n=50 ข้อมูลเกี่ยวกับคาริโอไทป์ของตะเพียนน้ำตก ปลาตะเพียนทราย ปลาจาด ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระโห้ ปลาเวียน และปลายี่สกทอง (วงศ์ไซไพรนิดี) ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้นับเป็นข้อมูลใหม่ในประเทศไทย ซึ่งสามารถใช้ในการบ่งบอกถึงความแตกต่างของชนิดปลาและใช้ประกอบการศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของปลาได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. Nelson, J.S. 1994 Fishes of the World. 3rd edition. New York. John Wiley & Sons, Inc. p. 133.
2. ชวลิต วิทยานนท์ จรัลธาดา กรรณสูตร และจารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2540. ความหลากหลายชนิดของปลาน้ำจืดในประเทศไทย. กรุงเทพฯ. บริษัทอินทริเกรเต็ด โปรโมชั่น เทคโนโลยี จำกัด หน้า 1.
3. Arai, R. 1982. A Chromosome Study on Two Cyprinid Fishes *Acrossocheilus labiatus* and *Pseudorasbora pumila pumila* with Note on Eurasian Cyprinid and Their Karyotypes. *Bull. Natn. Sci. Mus. Ser.* A. 8(3): 131-182.
4. Buth, D.G., Dowling, T.E and Gold, J.R. 1991. Molecular and Cytological Investigation. In: Winfield, J.J. & Nelson, J.S. (Eds): Cyprinid Fishes Systematics, Biology and Exploitation. London. Chapman & Hall Fisheries Series. 3: 81-126.
5. ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น. 2546. คาริโอไทป์ของปลาบัว หว้าหน้านอ สะอี และปลามูดที่พบในประเทศไทย. สัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 13: พันธุศาสตร์กับการพัฒนาที่ยั่งยืน. 5-7 มิถุนายน 2546 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร. จังหวัดพิษณุโลก. หน้า 352-355.
6. ธวัช ดอนสกุล และอนันต์ พู่พิทยาสถาพร. 2548. คาริโอไทป์ของปลาวงศ์ไซไพรนิดี 5 ชนิดที่พบในประเทศไทย. การประชุมวิชาการพันธุศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 14. พันธุศาสตร์: จากพื้นฐานสู่เทคโนโลยีระดับโมเลกุล. 11-13 มีนาคม 2548 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์คอนเวนชั่น. กรุงเทพฯ. หน้า 217-222.
7. ธวัช ดอนสกุล วิเชียร มากตุ่น และ อัจฉริยา รังษิรุจิ 2549. การศึกษาคาริโอไทป์ของปลาหางบ่วง หางเหลือง ไส้ตัน และแก้มช้ำสาละวินที่พบในประเทศไทย. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. สาขาประมง. 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2549 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. หน้า 469-476.
8. อัจฉริยา รังษิรุจิ วิเชียร มากตุ่น และ ธวัช ดอนสกุล. 2550. คาริโอไทป์ของปลาแกง ปลาปีกแดง ปลากระมัง และปลาตามิน (วงศ์ไซไพรนิดี) ที่พบในประเทศไทย. การประชุมวิชาการพันธุศาสตร์แห่งชาติ ครั้งที่ 15: พันธุศาสตร์กับการพัฒนาประเทศตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง. 23-25 พฤษภาคม 2550 ณ โรงแรม บีพี สมิหลา บีช จังหวัดสงขลา. หน้า 208-212.
9. ชวลิต วิทยานนท์. 2547. คู่มือปลาน้ำจืด. กรุงเทพฯ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์สารคดี. หน้า 34-149.
10. Rainboth, W. J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome. p. 32-105.
11. Kottelat, M. 2001. Fishes of Laos. 4th Edition. Colombo. Gunaratne offset Ltd. p. 58-71.
12. Ida, H. and Kyo, Y. 1980. Karyotypic Variation Found Among Five Species of the Family Platycephalidae. *Japan Journal Ichthyology.* 27: 122-128.
13. Levan, A., Fredga, K. and Sandberg, A. A. 1964. Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. *Hereditas* 52: 201-220.
14. Cestari, M. M. and Galetti, Jr. P. M. 1992. Chromosome Studies of *Serrasalmus spiropleura*

(Characidae, Serrasalminae) from the Parana-Paraguay River: Evolutionary and Cytotaxonomic Considerations. *Copeia* (1): 108-112.

15. Nakamura, H. K. 1985. A Review of Molluscan Cytogenetic Information Base On CISMOCH-Computerized Index System for Molluscan Chromosomes. Bivalvia, Polyplacophora and Cephalopoda. Venus 44 (3): 193-225.
16. ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. 2540. การศึกษาโครโมโซมของปลานวลจันทร์น้ำจืด ปลาบัว ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระแห และปลาตะเพียนขาวที่พบในประเทศไทย. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว* 13 (2): 30-42.
17. Donsakul, T. and Magtoon, W. 2002. Karyotypes of Two Cyprinid Fishes, *Hypsibarbus wetmorei* and *Morulius chrysophekadion,* from Thailand. 28th Congress on Science and Technology of Thailand. October 24-26, 2002. Venue: Queen Sirikit National Convention Centre, Bangkok, Thailand. p. 92.
18. ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. 2544. คาริโอไทป์ของปลาตะเพียนปากหนวดและปลาปากหนวดที่พบในประเทศไทย. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27. 16-18 ตุลาคม 2544 ณ โรงแรม ลี การ์เดนส์ พลาซ่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา. หน้า 432.
19. ธวัช ดอนสกุล อัจฉริยา รังษิรุจิ และ วิเชียร มากตุ่น 2550. การศึกษาคาริโอไทป์ของปลาจาด จาดปากเปลี่ยน และสร้อยน้ำเงินที่พบในประเทศไทย. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. สาขาประมง. 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2550 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. หน้า 740-748.
20. ธวัช ดอนสกุล วิเชียร มากตุ่น และอนันต์ พู่พิทยาสถาพร. 2544. คาริโอไทป์ของปลาร่องไม้ตับ ข้างลาย สร้อยนกเขา และปลาพรมที่พบในประเทศไทย. สัมมนาวิชาการพันธุศาสตร์ ครั้งที่ 12: พันธุศาสตร์ยุคปฏิวัติยีน. 28-30 มีนาคม 2544 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ. หน้า 218-221.
21. Donsakul, T. and Magtoon, W. 2003. Karyotypes of Two Cyprinid Fishes, *Catla catla* and *Paralaubuca typus.* 29th Congress on Science and Technology of Thailand. October 20-22, 2003. Venue: Khon Kaen University, Khon Kaen Thailand. p. 11.
22. Suzuki, A. and Taki, Y. 1988. Karyotypes and DNA Content in the Cyprinid *Catlocarpio siamensis. Japan Journal Ichthyology* 35 (3): 389-391.
23. Donsakul, T., Magtoon, W. and Rangsiruji, A. 2006. Karyotypes of Four Cyprinid Fishes (Family Cyprinidae) from Thailand. 32nd Congress on Science and Technology of Thailand. October 10-12, 2006. Venue: Queen Sirikit National Convention Centre, Bangkok, Thailand. B1-B0207: 99.
24. Khuda-Bukhsh, A. R. 1979. A High Number of Chromosome in the Hill-Stream Cyprinid. *Tor putitora* (Pisces). *Experientia* 38: 82-83.

25. Taki, Y. 1974. Fishes of the Lao Mekong Basin. United States Agency for International Development Mission to Lao. United States Consultants, Inc. p. 106-108.
26. อัจฉริยา รังษิรุจิ วิเชียร มากตุ่น และ ธวัช ดอนสกุล. 2550. คาริโอไทป์ของปลาแค้วัว แค้ควาย แค้งู และแค้ติดหินสามแถบที่พบในประเทศไทย. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. สาขาประมง. 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2550 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. หน้า 732-739.

ได้รับบทความวันที่ 8 สิงหาคม 2551
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 17 ตุลาคม 2551