

597.0929

๕3๙1๕

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด
และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย

A Chromosome study on four species of Mastacembelid
Fishes, Macrogathus siamensis, M. circumcinctus, M. aculeatus and
Mastacembelus armatus, from Thailand

โดย

ธวัช ตอนสกุล และ วิเชียร มากตุน
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน

เสนอ

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

25 มกราคม 2535

183635

100014

22 ส.ค. 2536

การศึกษาโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดหูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย
ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อศึกษาโครโมโซม และคาริโอไทป์ของปลาหลดจุด ปลาหลดหูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำที่พบในประเทศไทย ปลาแต่ละชนิดจำนวนชนิดละ 15 ตัว ที่นำมาใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 15.3-19.7 ซม. 11.2-14.5 ซม. 11.7-17.3 ซม. และ 22.5 - 30.0 ซม. ตามลำดับ การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาตัดแปลงมาจากวิธีของอิดะและ คีโ (Ida and Kyo, 1980) และวิธีของยูวาและโอจิม่า (Uwa and Ojima, 1981) การจำแนกโครโมโซมถือเอาตามวิธีของลีแวนและคณะ (Levan et.al., 1964) ผลการทดลองพบว่า

1.) ปลาหลดจุดมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 4 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 19 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 56

2.) ปลาหลดหูเขามีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 7 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 16 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 64

3.) ปลาหลดมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 7 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62

4.) ปลากระทิงดำมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าปลาทั้ง 4 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน แต่มีคาริโอไทป์ต่างกัน ผลที่ได้จากการศึกษานี้มีประโยชน์ทางด้านเซลล์อนุกรมวิธานของปลา

A Chromosome study on four species of Mastacembelid Fishes, Macragnathus siamensis, M.circumcinctus, M.aculeatus and Mastacembelus armatus, from Thailand.

Thawat Donsakul and Wichian Magtoon

Faculty of Science, Srinakharinwirot University at Bangkok, Thailand.

Abstract

The main purpose of this experiment was to study the chromosome and karyotype of Macragnathus siamensis, M.circumcinctus, M.aculeatus and Mastacembelus armatus, from Thailand. Fifteen specimens of each species of fishes, 15.3 to 19.7 cm, 11.2 to 14.5 cm, 11.7 to 17.3 cm, and 22.5 to 30.0 cm. in standard length were studied respectively. Method of chromosome preparation was modified from Ida and Kyo (1980) and Uwa and Ojima (1981). Classification of chromosome followed the method recommended by levan et. al. (1964). The findings of this experiment were as follows:

- 1.) The diploid chromosome number of M.siamensis is 48. The karyotype comprises 4 pairs of metacentric, 1 pair of subtelocentric and 19 pairs of acrocentric chromosomes. The arm number is 56.
- 2.) The diploid chromosome number of M.cicumcintus is 48. The karyotype comprises 7 pairs of metacentric, 1 pair of submetacentric and 16 pairs of acrocentric chromosomes. The arm number is 64.
- 3.) The diploid chromosome number of M.aculeatus is 48. The karyotype comprises 7 pairs of metacentric, 2 pairs of subtelocentric and 15 pairs of acrocentric chromosomes. The arm number is 62.
- 4.) The diploid chromosome number of Mastacembelus armatus is 48. The karyotype comprises 6 pairs of metacentric, 1 pair of submetacentric, 2 pairs of subtelocentric and 15 pairs of acrocentric chromosomes. The arm number is 62.

The findings revealed that 4 fishes have the same chromosome number ($2n=48$) but different pattern of karyotypes. This study is useful for cytotaxonomy of fishes.

สารบัญเรื่อง

	หน้า
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการทดลอง	2
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง.....	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	6
อุปกรณ์	6
วิธีการทดลอง	6
สถานที่ทำการทดลอง.....	9
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	9
ผลการทดลอง.....	10
1. ผลการศึกษาโครโมโซมและคาร์โบไฮเดรต ของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย	10
2. ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของ ปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย	14
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	20
สรุปผล	20
อภิปรายผล	21
ข้อเสนอแนะ	22
กิตติกรรมประกาศ	23
บรรณานุกรม	24

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

- 1 ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะ
เมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งนับได้จากเซลล์
แต่ละเซลล์ของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และ
ปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย..... 11
- 2 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขน
โครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และ
ปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย..... 11
- 3 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลดจุด.. 16
- 4 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลดภูเขา.. 17
- 5 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลด..... 18
- 6 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลากระทิงดำ.. 19

การศึกษาโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย
A Chromosome study on four species of Mastacembelid Fishes, Macrognathus
siamensis, M.circumcinctus, M.aculeatus and Mastacembelus armatus, from
Thailand.

คำนำ

ปลาหลดจุด Macrognathus siamensis Günther ปลาหลดภูเขา M.circumcinctus,
(Hora) ปลาหลด M.aculeatus (Bloch) และปลากระทิงดำ Mastacembelus armatus
(Lacepède) ต่างก็เป็นปลาที่จัดอยู่ในวงศ์แมสตาเซมเบลิดี (Family Mastacembelidae) ปลาใน
วงศ์นี้เป็นปลาน้ำจืด มีเกล็ดขนาดเล็กแบ่งออกเป็น 2 สับแฟมิลี คือ สับแฟมิลีอัฟโรแมสตาเซมเบลิดี
(Subfamily Afromastacembelidae) กับสับแฟมิลีแมสตาเซมเบลินี (Subfamily
Mastacembelinae) สับแฟมิลีแรกพบเฉพาะในทวีปแอฟริกา ส่วนสับแฟมิลีหลังพบเฉพาะในทวีปเอเชีย
(Tyson, 1986) สมิธ (Smith, 1945) ได้ศึกษาปลาวงศ์นี้ของไทยพบด้วยกัน 2 สกุล คือ สกุลปลา
หลด Macrognathus aculeatus หรือ Rhynchobdella aculeata ส่วนปลาในสกุลปลากระทิงดำ
มีอยู่ด้วยกัน 8 ชนิด ไทสัน (Tyson, 1986) ได้ศึกษาปลาในวงศ์นี้ของไทยและพม่าพบปลาในสกุลปลา
หลดด้วยกัน 8 ชนิด และปลาในสกุลปลากระทิงดำอีก 6 ชนิด ปลาในสกุลปลาหลดและปลากระทิงเป็น
ปลาที่คนไทยรู้จักกันดีมาเป็นเวลาช้านานมาแล้ว โดยเฉพาะปลาหลดจุด ปลากระทิง และปลากระทิงดำ
เพราะเป็นปลาที่มีขายกันทั่วไปตามท้องตลาด ส่วนปลาหลดและปลาหลดภูเขา ไม่ค่อยมีผู้รู้จักกันมากนัก
และไม่ค่อยพบเห็นกัน แต่ก็ยังมีและลวดลายสวยงาม นำมาใช้เลี้ยงเป็นปลาคู่ ประเภทปลาสวยงามได้
เป็นอย่างดี ปัจจุบันมีการส่งไปจำหน่ายกันยังต่างประเทศ ปลาทั้ง 2 สกุลนี้ มีผู้ศึกษาทางด้านชีววิทยา
กันทั่วไป โดยเฉพาะด้านอนุกรมวิธาน ส่วนด้านการเพาะเลี้ยงเพิ่งเริ่มกันในปลาหลดจุดเมื่อไม่นานมานี้
ต่อไปคงจะมีการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงตลอดจนการผสมเทียมในปลาหลด และปลากระทิงกันมากขึ้น
โดยเฉพาะปลาที่หาได้ยาก การศึกษาเกี่ยวกับด้านเซลล์พันธุศาสตร์โดยเฉพาะเกี่ยวกับโครโมโซม และ
คาร์โบไฮเดรตมีผู้ศึกษากันเอาไว้น้อยมาก จะมีอยู่บ้างก็เฉพาะในปลากระทิง ปลากระทิงไฟ (ธวัช และ
วิเชียร, 2532) และในปลาหลดจุด Rhynchobdella aculeata (Kaur and Srivastava,
1966) แต่ก็เป็นปลาที่มีถิ่นกำเนิดและสภาพภูมิประเทศที่ผิดแผกแตกต่างกัน จึงอาจทำให้มีโครโมโซม
และคาร์โบไฮเดรตผิดแผกแตกต่างกันไปก็ได้ ส่วนปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ยังไม่

ปรากฏในรายงานการวิจัยว่ามีผู้ใดศึกษาค้นคว้าวิจัยกันมาก่อนทั้งในและต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลาทั้ง 4 ชนิดดังกล่าว จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจในการศึกษาค้นคว้าวิจัยเป็นอย่างยิ่ง ผลที่ได้จากการศึกษาจะทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นอันนำไปประยุกต์ใช้ทางด้านเซลล์อนุกรมวิธาน (cytotaxonomy) ตลอดจนด้านการปรับปรุงสายพันธุ์และการผสมข้ามพันธุ์

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

1. เพื่อศึกษาโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย



เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

ปลาหลดจุด Macrogathus siamensis, Günther ปลาหลดภูเขา M. circumcinctus, (Hora) ปลาหลด M. aculeatus (Bloch) และปลากระทิงดำ Mastacembelus armatus, (Lacepède) ต่างก็เป็นปลาที่มีลักษณะลำตัวกลมยาวคล้ายกับปลาไหล เนลสัน (Nelson, 1976) และสมิธ (Smith, 1945) ได้จัดอนุกรมวิธานของปลาหลดและปลากระทิงไว้ดังนี้

เนลสัน

สมิธ

Class Osteichthyes

Class Pisces

Order Perciformes

Subclass Teleostomi

Suborder Mastacembeloidei

Order Opisthomi

Family Mastacembelidae

Family Mastacembelidae

เนลสันและสมิธต่างก็จัดปลาในสกุลปลาหลดและปลากระทิงไว้ในวงศ์แมสตาเซมเบลิดี (Family Mastacembelidae) ปลาในวงศ์นี้ยังแบ่งออกเป็นสับแฟมิลี (Subfamily) ต่อไปได้อีกเป็น 2 สับแฟมิลีคือ สับแฟมิลีอัฟโรแมสตาเซมเบลิดี (Subfamily Afromastacembelidae) กับสับแฟมิลีแมสตาเซมเบลินี (Subfamily Mastacembelinae) (Tyson, 1986) ปลาในสับแฟมิลีแรกพบอยู่เฉพาะในทวีปแอฟริกา ส่วนสับแฟมิลีหลังพบอยู่เฉพาะในทวีปเอเชีย ปลาในสกุลปลาหลด Macrogathus มีลักษณะสำคัญคือ ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง (dorsal spine) 32 ก้านหรือน้อยกว่า กระดูกสันหลังมี 84 ข้อหรือน้อยกว่า ส่วนที่ยื่นแหลมออกไปทางด้านหน้า (rostrum) ของจงอยปากค่อนข้างใหญ่ บางชนิดทางผิวหนังด้านล่างมี แผ่นฟัน (tooth plate) เรียงรายอยู่ ขอบที่มีลักษณะเป็นท่อนทางด้านหน้าของรูจมูกมีส่วนที่ยื่นออกไปคล้ายนิ้วมือ 6 อัน กล้ามเนื้อแอดดักเตอร์ อาร์กัส พาลาตินี (adductor argus palatini) เกาะติดอยู่กับกระดูกอินฟราออร์บิทัล (infraorbital) ชั้นแรก สำหรับปลาในสกุลปลากระทิง Mastacembelus มีลักษณะสำคัญคือ ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 33 ก้าน หรือมากกว่า กระดูกสันหลังมี 79 ข้อหรือมากกว่า ส่วนที่ยื่นออกไปทางด้านหน้าของจงอยปากค่อนข้างเล็ก ผิวด้านล่างไม่มีแผ่นฟัน ที่ขอบของรูจมูกทางด้านหน้า มีส่วนที่ยื่นออกไปคล้ายนิ้วมือมีฐานเป็นแผ่นกว้าง 2 แผ่น กล้ามเนื้อแอดดักเตอร์ อาร์กัส พาลาตินี เกาะติดอยู่กับกระดูกอินฟราออร์บิทัลชั้นแรก

สมิธ (Smith, 1945) ได้ศึกษาปลาในวงศ์นี้ของเมืองไทยพบว่า ปลาในวงศ์นี้มีอยู่ด้วยกันทั้งสิ้น 2 สกุล คือ สกุลปลาหลด Macrogathus กับสกุลปลากระทิง Mastacembelus ปลาในสกุลปลาหลดมีเพียงชนิดเดียว คือ ปลาหลด Macrogathus aculeatus ส่วนปลาในสกุลปลากระทิงมีอยู่ด้วยกัน 8 ชนิดคือ

1. Mastacembelus maculeatus
2. Mastacembelus armatus armatus
3. Mastacembelus armatus favus
4. Mastacembelus argus
5. Mastacembelus circumcinctus
6. Mastacembelus taeniagaster
7. Mastacembelus erythrotaenia
8. Mastacembelus paucispinis

ไทสัน (Tyson, 1986) ศึกษาปลาวงศ์แมสตาเซมเบลิดีของไทยและพม่าพบปลา 2 สกุล เช่นเดียวกันคือ ปลาสกุลปลาหลด Macrognathus กับปลาสกุลปลากระทิง Mastacembelus ปลาในสกุลปลาหลดนี้เขาพบมีอยู่ด้วยกัน 8 ชนิดคือ

1. Macrognathus siamensis
2. Macrognathus mekongensis sp. nov.
3. Macrognathus aral
4. Macrognathus semiocellatus sp. nov.
5. Macrognathus aculeatus
6. Macrognathus circumcinctus
7. Macrognathus zebrinus
8. Macrognathus caudiocellatus

ปลาในสกุลปลากระทิงที่พบมีอยู่ด้วยกัน 6 ชนิดคือ

1. Mastacembelus favus
2. Mastacembelus erythrotaenia
3. Mastacembelus armatus
4. Mastacembelus oatesii
5. Mastacembelus alboguttatus
6. Mastacembelus dayi

ปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ มีลำตัวเรียวยาวแบนข้างเล็กน้อย คล้ายปลาไหล ลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันเฉพาะในรายละเอียด ขนาดสีสรร และลวดลาย เฉพาะบนลำตัว ปลาหลดจุดเป็นปลาหลดชนิดที่มีผู้รู้จักกันมากที่สุด เพราะเป็นปลาที่พบกระจายแพร่หลาย ตามแหล่งน้ำทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นปลาที่มีรสชาติดีนิยมรับประทานกันทั่วไป เมื่อกล่าวถึงปลาหลด มักจะหมายถึงปลาหลดชนิดนี้ ส่วนปลาหลดภูเขากับปลาหลดหาได้ค่อนข้างยากไม่พบบ่อยครั้งนัก ปลาหลดจุดลำตัวเป็นสีน้ำตาล หรือน้ำตาลอมเทา ลักษณะเด่นของปลาชนิดนี้คือ ไม่มีหนามแหลมที่กระดุกได้ นิยมตา บริเวณฐานครีบหลังและครีบก้นมีจุดดำขอบขาวเรียงรายอยู่ 1-5 จุด จุดดังกล่าวมีจำนวนไม่เท่ากันทุกตัว ปลาหลดภูเขา มีขนาดและรูปร่างลักษณะใกล้เคียงกับปลาหลดจุด มีสีน้ำตาลอมเหลืองหรือน้ำตาลอมเทา ครีบหลัง ครีบท้องและครีบก้นเชื่อมติดต่อกัน มีแถบเข้มสีดำพาดตามแนวลำตัวจากด้านหลังลงสู่ด้านท้องจำนวน 15-19 แถบ แถบดังกล่าวเลยลงไปถึงด้านท้อง ซึ่งถือเป็นลักษณะเด่นของ ปลาหลดภูเขา ส่วนปลาหลดมีรูปร่างลักษณะคล้ายปลาหลดภูเขา คือ มีแถบสีดำพาดเฉียงลำตัวจากด้านหลังลงสู่ด้านท้องจำนวน 14-17 แถบ แต่แถบลำตัวไม่เลยไปถึงด้านท้องเหมือนปลาหลดภูเขา ปลาหลดทั้ง 2 ชนิดนี้พบได้ตามลำธารบนภูเขา เช่นที่น้ำตกสาริกา จังหวัดนครนายก แม่น้ำอุบล จังหวัดสกลนคร แม่น้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนปลากระทิงดำมีขนาดใหญ่กว่าปลาหลดมาก มีสีน้ำตาลอมเทา หรือดำปนเทาคล้ายปลากระทิง Mastacembelus favus แต่ปลากระทิงดำมีขนาดเล็กกว่า และหาได้ยากกว่าปลากระทิง M. favus มาก ปลากระทิงส่วนใหญ่ที่มีวางขายกันตามท้องตลาดเป็น M. favus หรือไม่ก็เป็นปลากระทิงดำ ปลากระทิงดำพบได้ตามแม่น้ำมูล จังหวัดอุบลราชธานี แม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร ลักษณะเด่นคือตามลำตัวมีลายซิกแซกบางครั้งลายดังกล่าวสากนเป็นร่างแห บริเวณฐานครีบหลังมีจุดสีดำเรียงเป็นแถวจากด้านหัวไปยังด้านหาง

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาในสกุลปลาหลด และปลากระทิงมีผู้ศึกษาเอาไว้เล็กน้อยในเมืองไทย ธวัช และวิเชียร (ธวัช และวิเชียร, 2532) ได้ศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลากระทิง M. favus กับ ปลากระทิงไฟ M. erythrotaenia ซึ่งพบว่าปลากระทิงมีโครโมโซม $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 5 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 2 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62 ส่วนปลากระทิงไฟมีโครโมโซม $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 17 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62 ส่วนในต่างประเทศได้มีการศึกษากันในปลาหลด Rhynchobdella aculeata ซึ่งพบว่าปลาดังกล่าวมีโครโมโซม $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 24 คู่ (Kaur and Srivastava, 1966)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. กล้องจุลทัศน์แบบผสมพร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพครบชุด
2. กล้องจุลทัศน์แบบสเตอริโอ
3. เครื่องตกตะกอนสาร (centrifuge)
4. เครื่องปั่นออกซิเจน
5. ตู้กระจกเลี้ยงปลาขนาด 30x60x25 เซนติเมตร
6. บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร
7. หลอดแก้วทดลองขนาดยาว 8 เซนติเมตร
8. จานแก้วเพาะเชื้อ (petridish)
9. ขวดดองปลา
10. ภาชนะวางสไลด์ย้อมสี (staining dish)
11. ถาดเคลือบ
12. หลอดดูดปลายแหลม
13. เข็มฉีดยาขนาดเล็กและกระบอกฉีดยา
14. กรรไกร ปากคีบ และมีดผ่าตัด
15. สไลด์ กระดาษปิดสไลด์
16. สวิงชั้นปลาขนาดต่าง ๆ
17. บีกเกอร์
18. กระบอกตวงสาร
19. กล้องเก็บสไลด์

วิธีการทดลอง

ปลาทดลองที่ใช้ในการทดลองจำนวน 15 ตัว เก็บรวบรวมมาจากปลาที่จับได้จากแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร ปลาทดลองเขาและปลาทดลองจำนวนชนิดละ 15 ตัว ได้มาจากร้านจำหน่ายปลาทู ซึ่งเป็นปลาที่ได้มาจากแม่น้ำตาปี และบริเวณเขื่อนเชี่ยวหลาน ภาคใต้ของไทย ส่วนปลากระตังดำอีกจำนวน 15 ตัว ได้มาจากแม่น้ำมูล จังหวัดอุบลราชธานี เก็บรวบรวมปลาดังกล่าวชนิดละ 15 ตัว บรรจุในถังพลาสติกซ้อนกันหนา 2 ชั้น อัดด้วยออกซิเจนนำกลับมาเลี้ยงไว้ในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร บรรจุน้ำสูง 25 เซนติเมตร ที่สถานเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืด และหน่วยวิจัยพันธุศาสตร์สัตว์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน ปลอยปลาลงบ่อละ 15 ตัว ใส่ยาปฏิชีวนะลงไปบ่อละ 2 แคปซูล ใช้ไม้คนให้ตัวยาละลายในน้ำเพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคและรักษาบาดแผลที่เกิดขึ้นในตัวปลา ภายหลังจากที่ใส่ยาปฏิชีวนะลงไป 2 วันแล้ว จึงเปลี่ยนน้ำใหม่ ใส่สาหร่ายหางกระรอกและอริซุนีลลงไปบ่อละ 2 ก้อน เพื่อให้เป็นที่หลบซ่อนของปลา ให้ลูกน้ำเป็นอาหารวันเว้นวันทั้งไว้เป็นเวลาประมาณ 1 เดือนจนขนาดผลตามลำตัว และครีบท้องที่ลักษณะหายดีแล้วจึงนำปลาดังกล่าวมาทดลอง ปลาที่ใช้ในการทดลองและศึกษาแบ่งออกเป็น 2 พวก พวกแรกนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการ โดยนำเอาปลาทดลอง ปลาทดลองเขา ปลาทดลองและปลากระทั้งดำมาชนิดละ 10 ตัว ฆ่าให้ตายโดยแช่ในน้ำแข็งนำเอาปลาแต่ละชนิดที่ตายแล้วไปคงด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ในขวดตอที่มีฝาปิดมิดชิดหลังจากนั้น 1 สัปดาห์จึงเปลี่ยนไปคงไว้ในฟอร์มาลิน 10 เปอร์เซ็นต์ นำเอาปลาที่คงไว้เหล่านี้มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการ ตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจากวิธีของสมิธ (Smith, 1945) วิธีของตากิ (Taki, 1974) และวิธีของไทสัน (Tyson, 1986) โดยวัดความยาวมาตรฐานความยาวเหยียด ความยาวจงอยปาก ความลึกลำตัว ความยาวหัว เส้นผ่าศูนย์กลางตาขนาดและความยาวดังกล่าววัดด้วยไม้บรรทัดและคาลิเปอร์ นับจำนวนก้านครีบท้อง ก้านครีบทง ก้านครีบก้น ก้านครีบท้อง ก้านครีบอก และนับจำนวนข้อของกระดูกสันหลังด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยนำปลาทั้ง 4 ชนิดไปคงใส่น้ำตามวิธีของมาฮอนนี (Mahoney, 1966) โดยนำเอาปลาที่วัดขนาดแล้วไปแช่น้ำไว้เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นจึงแช่ไว้ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบรรจุไว้ในภาชนะเคลือบ แช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 1-2 วัน จึงเปลี่ยนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ใหม่ปฏิบัติเช่นนี้จนเห็นก้านครีบท้องของครีบท้องต่าง ๆ และกระดูกสันหลังเริ่มใสดีแล้วจึงหยดสีย้อมอะริซารินเรดเอส (arizarin red S) ซึ่งละลายในตัวอยู่ในแอ็บโซลูทเอทิลแอลกอฮอล์ลงไปให้ละลายใช้แท่งแก้วค่อย ๆ คนจนเห็นเป็นสีม่วงเข้มหรือสีชมพูเข้มจึงหยดสีย้อมอะริซารินเรดเอสลงไป ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 2-3 วันหรือจนเห็นก้านครีบท้องและกระดูกสันหลังติดเป็นสีแดงหรือชมพู จึงเทเอาสีย้อมออก เติมน้ำโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ลงไปในแท่งที่ตั้งทิ้งไว้จนเห็นก้านครีบท้องและกระดูกสันหลังชัดเจน จึงเทเอาสารละลายที่ข่อยอยู่ออก เติมน้ำกลีเซอริน 30 เปอร์เซ็นต์ลงไป ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1-2 วัน เปลี่ยนเป็นกลีเซอริน 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 1-2 วัน เปลี่ยนเป็นกลีเซอรินบริสุทธิ์ 2 ครั้ง ใช้เวลาครั้งละ 1-2 วัน แล้วเก็บตอรักษาไว้ในกลีเซอรินบริสุทธิ์ นำเอาปลาที่ตอเก็บรักษาไว้ในกลีเซอรินบริสุทธิ์ดังกล่าว มาตรวจนับจำนวนก้านครีบท้องต่าง ๆ และกระดูกสันหลังด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอจนครบชนิดละ 10 ตัว จัดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการนับไว้แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย

ปลาพวกที่สองที่เหลือชนิดละ 5 ตัว นำมาศึกษาโครโมโซม โดยแยกทดลองกับปลาทดลอง ปลาทดลองเขา ปลาทดลอง และปลากระทั้งดำครั้งละตัว นำเอาปลาชนิดละตัวจากบ่อคอนกรีตขึ้นมาฉีดด้วยโคลชิซินความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์เข้าที่บริเวณช่องท้องในอัตราส่วน 0.20 มิลลิลิตร ต่อความยาวมาตรฐาน 10 เซนติเมตร เพื่อให้โคลชิซินไปทำลายสายสปินเดิล (spindle fiber) ทำให้การแบ่ง

เซลล์หยุดอยู่ที่ระยะเมตาเฟส นำเอาปลาที่ฉีดด้วยโคลชิซินแล้วไปปล่อยลงในตู้กระจกเลี้ยงปลา เพื่อให้ ออกซิเจนอย่างแรงเพื่อไม่ให้ปลาตายก่อนเวลาปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 8-9 ชั่วโมง จากนั้นจึง นำปลามาย่างโดยแช่ในน้ำแข็งประมาณ 5 นาที ใช้กรรไกรผ่าตัดท้องตัดเอาไตช่องในสารละลาย โพรแทสเซียมคลอไรด์ 0.0057 เปอร์เซนต์ ล้างไตออกเป็นชิ้นเล็กที่สุดเท่าที่จะเล็กได้ ปล่อยแช่ทิ้งไว้เป็น เวลา 45 นาที จากนั้นจึงใช้หลอดแก้วปลายแหลมดูดถ่ายลงในหลอดแก้ว นำหลอดแก้วเข้าเครื่องตก ตะกอนสาร ใช้ความเร็ว 800 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาแล้วใช้หลอดแก้ว ปลาย แหลมดูดเอาโพรแทสเซียมคลอไรด์ออกจากหลอดแก้ว เติมน้ำยาทำให้คงสภาพ (fixative) ซึ่งประกอบ ด้วยเกลซีลอะซีติกแอซิดหรือกรดน้ำส้มล้วน 1 ส่วน ผสมด้วยเอ็บโซลูทเอเทิลแอลกอฮอล์ 3 ส่วนลง ไปแทนที่ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 5-15 นาที แล้วจึงนำเข้าเครื่องตกตะกอนสารใช้ความเร็วและ เวลาเท่าเดิม ปฏิบัติเช่นเดียวกันอีก 2 ซ้ำ ตามวิธีการซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของอิดะ และคิโอะ (Ida and Kyo, 1980) และวิธีของยูวาและโอจิม่า (Uwa and Ojima, 1981) ใช้หลอดแก้วปลายแหลมดูด เอาตะกอนกันหลอดแก้วหยดลงบนสไลด์ที่แห้งสะอาด 1 หยด ปล่อยสไลด์ทิ้งไว้ให้แห้งในอากาศ นำเอา สไลด์ที่แห้งแล้วไปย้อมด้วยสีย้อมกิมซ่า ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะวางสไลด์สำหรับย้อมสี ใช้เวลาย้อม 1-3 ชั่วโมง นำเอาสไลด์ที่ย้อมแล้วผึ่งไว้ให้แห้งในอากาศ หยดคานาตาบัลซัมที่เป็นตัวกลางผนึกลงไป ตรงที่มีเซลล์อยู่หนึ่งหยด ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ที่สะอาด นำเอาสไลด์ที่เตรียมเสร็จแล้วไปตรวจดูด้วย กล้องจุลทัศน์แบบผสม เลือกว่าโครโมโซมจากกลุ่มเซลล์ที่มีโครโมโซมแผ่กระจายดีด้วยหัวเลนส์วัตถุกำลัง ขยาย 100 เท่า บันทึกภาพไว้ด้วยฟิล์มขาวดำ ออร์โว เอ็นพี 22 (Or Wo NP 22) ทดลองวิธีเดียว กันกับปลาแต่ละชนิดจนครบชนิดละ 5 ตัว นำฟิล์มที่บันทึกไว้ไปล้างอัดขยายให้มีขนาดโตขึ้น นำรูปที่อัด ขยายมานับจำนวนโครโมโซม ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมที่นับได้จากเซลล์แต่ละเซลล์สูงสุด ถือเป็นจำนวนโครโมโซมแบบดีพลอยด์ (2n) ของปลาแต่ละชนิดวัดความยาวแขนโครโมโซมจากภาพอัด ขยายที่มีขนาดใหญ่มากด้วยคาลิเปอร์เวอร์เนีย จากนั้นจึงหาอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นเพื่อนำมา จัดการีโอไทป์ และจำแนกชนิดของโครโมโซมตามวิธีของลีเวนและคณะ (Leven et.al., 1964) คือ ถ้าโครโมโซมมีอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (long arm/short arm) มีช่วงความยาวอยู่ ระหว่าง 1.00-1.70 โครโมโซมเป็นแบบเมตาเซนตริก (Metacentric หรือ m) ถ้าอัตราส่วน ระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น มีช่วงความยาวอยู่ระหว่าง 1.71-2.99 โครโมโซมเป็นแบบสับเมตา- เซนตริก (Submetacentric หรือ sm) ถ้าอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นมีช่วงความยาวอยู่ ระหว่าง 3.00-6.99 โครโมโซม เป็นแบบสับทีโลเซนตริก (Subtelocentric หรือ st) ถ้าอัตราส่วน ระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น มีช่วงความยาวอยู่ระหว่าง 7.00-∞ โครโมโซมเป็นแบบอะโครเซนตริก (Acrocentric หรือ t) จำนวนแขนโครโมโซม (arm number หรือ NF) แบ่งออกเป็น 2 พวก คือ พวกที่โครโมโซมมีเพียงแขนเดียว (monoarmed group) ประกอบด้วยโครโมโซมแบบสับทีโลเซนตริกกับ แบบอะโครเซนตริก กับอีกพวกหนึ่งคือ พวกที่โครโมโซมมี 2 แขน (biarmed group) ซึ่งประกอบ ด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริกกับแบบสับเมตาเซนตริก

สถานที่ทำการทดลอง

ทดลองที่สถานเพาะพันธุ์ปลาน้ำจืด และหน่วยวิจัยพันธุศาสตร์สัตว์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร 10220

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เวลา 1 ปี โดยเริ่มทดลองตั้งแต่เดือนมกราคม 2534 ถึงเดือน
มกราคม 2535



ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า ปลาหลดจุด Macrogathus siamensis มีความถี่ของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งนับได้จากเซลล์แต่ละเซลล์จำนวน 37 เซลล์ มีความถี่สูงสุด $2n=48$ ตามตารางที่ 1 จากความถี่ของจำนวนโครโมโซมที่นับได้นี้แสดงว่า ปลาหลดจุดมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ ตามรูปที่ 1A คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 4 คู่ แบบลัมบ์โลเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 19 คู่ ดังปรากฏในตารางที่ 2 รูปที่ 1C จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 56 ตามตารางที่ 2

ปลาหลดภูเขา Macrogathus circumcinctus มีความถี่ของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งนับได้จากเซลล์แต่ละเซลล์จำนวน 40 เซลล์ มีความถี่สูงสุด $2n=48$ ตามตารางที่ 1 จากความถี่ของจำนวนโครโมโซมที่นับได้นี้แสดงว่า ปลาหลดภูเขามีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ ตามรูปที่ 1B คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 7 คู่ แบบลัมบ์โลเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 16 คู่ ดังปรากฏในตารางที่ 2 รูปที่ 1D จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 64 ตามตารางที่ 2

ปลาหลด Macrogathus aculeatus มีความถี่ของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งนับได้จากเซลล์แต่ละเซลล์จำนวน 44 เซลล์ มีความถี่สูงสุด $2n=48$ ตามตารางที่ 1 จากความถี่ของจำนวนโครโมโซมที่นับได้นี้แสดงว่า ปลาหลดมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ ตามรูปที่ 2A คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 7 คู่ แบบลัมบ์โลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ ดังปรากฏในตารางที่ 2 รูปที่ 2C จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62 ตามตารางที่ 2

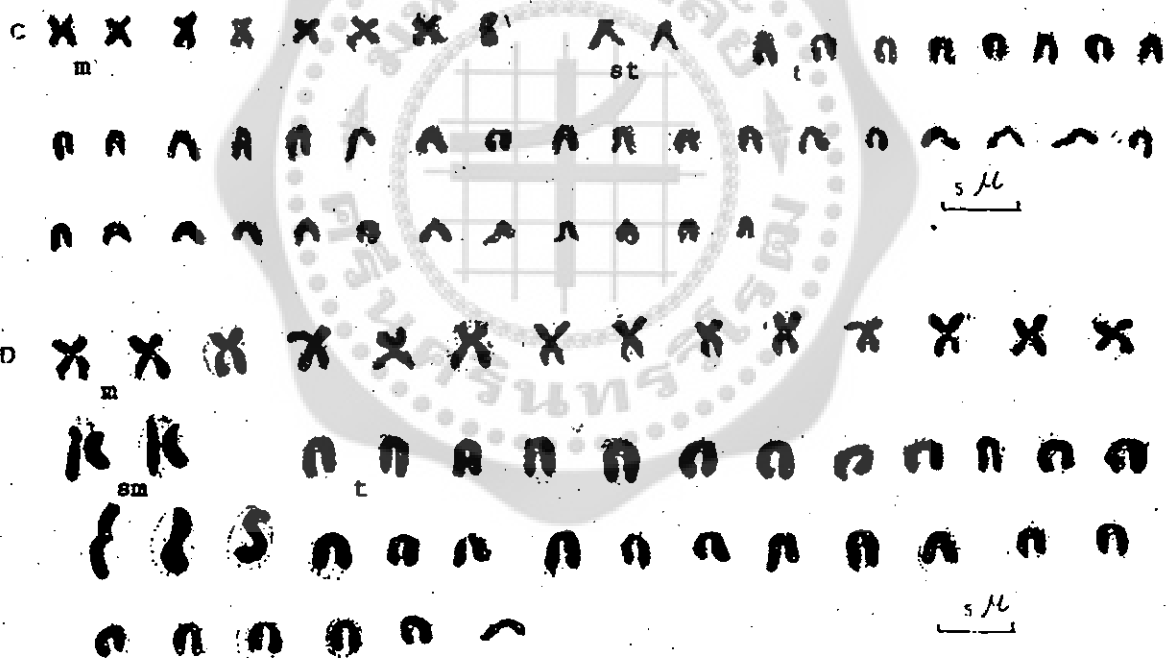
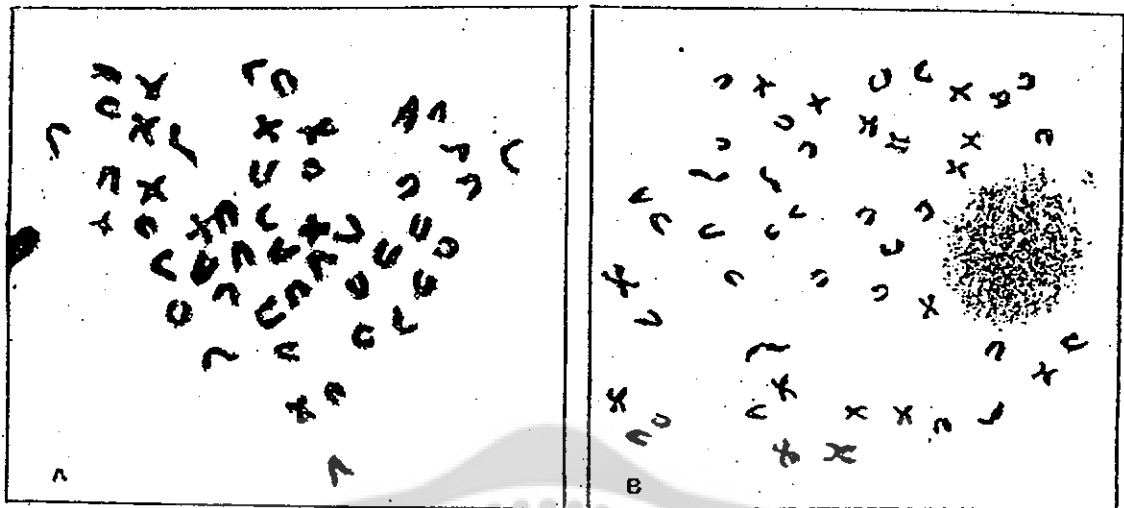
ปลากระทิงดำ Mastacembelus armatus มีความถี่ของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งนับได้จากเซลล์แต่ละเซลล์จำนวน 41 เซลล์ มีความถี่สูงสุด $2n=48$ ตามตารางที่ 1 จากความถี่ของจำนวนโครโมโซมที่นับได้นี้แสดงว่า ปลากระทิงดำมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ ตามรูปที่ 2B คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบลัมบ์โลเซนตริก 1 คู่ แบบลัมบ์โลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ ดังปรากฏในตารางที่ 2 รูปที่ 2D จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62 ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งนับได้จากเซลล์แต่ละเซลล์ของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย

ชื่อปลา	จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n)									รวม (เซลล์)
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
ปลาหลดจุด	0	0	2	1	1	1	30	1	1	37
ปลาหลดภูเขา	0	1	0	0	1	2	35	1	0	40
ปลาหลด	0	1	1	0	1	1	40	0	0	44
ปลากระทิงดำ	1	0	0	1	1	0	37	1	0	41

ตารางที่ 2 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำที่พบในประเทศไทย

ชื่อปลา	2n	โครโมโซมแบบ				จำนวน แขน โครโมโซม
		เมตาเซนตริก	สับเมตาเซนตริก	สับทีโลเซนตริก	อะโครเซนตริก	
ปลาหลดจุด	48	4	0	1	19	56
ปลาหลดภูเขา	48	7	1	0	16	64
ปลาหลด	48	7	0	2	15	62
ปลากระทิงดำ	48	6	1	2	15	62

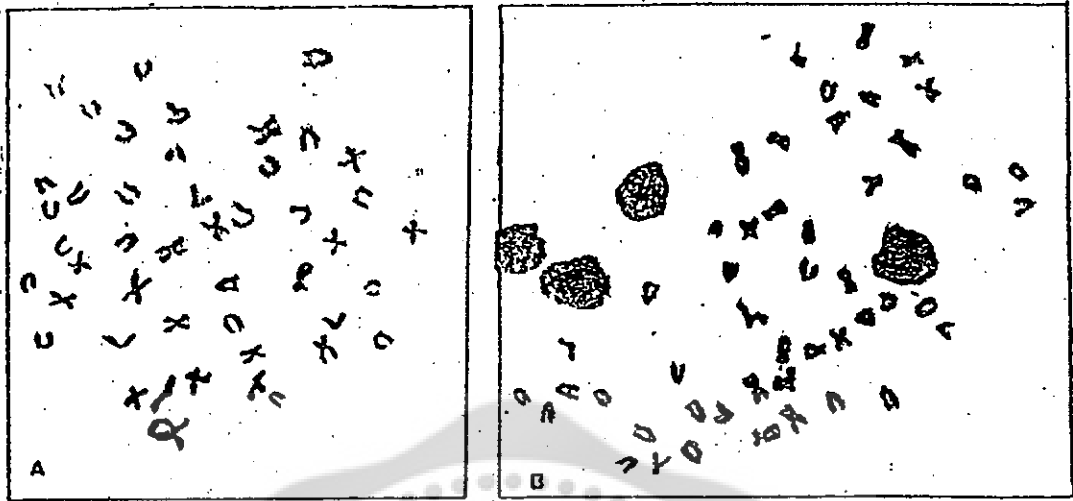


รูปที่ 1 ภาพถ่ายการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟสของปลาทูลจุด $2n = 48$ (A)

ปลาทูลภูเขา $2n = 48$ (B) และการิโอไทป์ของปลาทูลจุด (C) ปลาทูลภูเขา (D)

m = metacentric chromosome, sm = submetacentric chromosome,

st = subtelocentric chromosome, t = acrocentric chromosome



รูปที่ 2 ภาพถ่ายภาพการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟสของปลาหลด $2n = 48$ (A)

ปลากระหังดำ $2n = 48$ (B) และการโอโทไฟของปลาหลด (C) ปลากระหังดำ (D)

m = metacentric chromosome, sm = submetacentric chromosome,

st = subtelocentric chromosome, t = acrocentric chromosome

2. ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญของปลาหลดจุด ปรากฏว่า ปลาหลดจุดมีลักษณะ ลำตัวเรียวแหลมคล้ายปลาไหล ลำตัวสีน้ำตาลอมเทา บริเวณฐานครีบท้องและฐานครีบก้นมีจุดสีดำขอบขาวเรียงรายอยู่ 1-5 จุด ผลจากการวัดและนับปรากฏตามตารางที่ 3 จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า ปลาหลดจุดที่ใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 15.3-19.7 เซนติเมตร (เฉลี่ย 17.34 เซนติเมตร) ความยาวเหยียด 16.3-25.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 19.08 เซนติเมตร) ลำตัวลึก 1.6-1.8 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.74 เซนติเมตร) กว้าง 1.1-1.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.26 เซนติเมตร) หัวยาว 2.3-3.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 2.82 เซนติเมตร) จมอยปากยาว 0.7-1.1 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.84 เซนติเมตร) ตามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-0.2 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.15 เซนติเมตร) ครีบท้องมีก้านครีบก้น 14-17 ก้าน (เฉลี่ย 15.90 ก้าน) ก้านครีบท้อง 53-59 ก้าน (เฉลี่ย 56.20 ก้าน) ครีบก้นมีก้านครีบก้น 3 ก้าน (เฉลี่ย 3.00 ก้าน) ก้านครีบท้อง 48-56 ก้าน (เฉลี่ย 48.40 ก้าน) ครีบก้นมีก้านครีบท้อง 22 ก้าน (เฉลี่ย 22.00 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 14-15 ก้าน (เฉลี่ย 14.70 ก้าน) กระดุกสันหลัง มี 69-73 ข้อ (เฉลี่ย 71 ข้อ)

ปลาหลดภูเขา มีลักษณะคล้ายปลาหลดจุด ลำตัวสีน้ำตาลอมเหลือง ครีบท้อง ครีบท้อง และ ครีบก้นเชื่อมติดกัน ลำตัวมีแถบสีดำพาดจำนวน 15-19 แถบ แถบดังกล่าวเลยลงไปถึงด้านท้อง ผลจากการวัดและนับปรากฏตามตารางที่ 4 จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ปลาหลดจุดที่ใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 11.2-14.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 12.70 เซนติเมตร) ความยาวเหยียด 12.2-15.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 13.67 เซนติเมตร) ลำตัวลึก 1.3-2.3 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.68 เซนติเมตร) กว้าง 0.5-1.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.87 เซนติเมตร) หัวยาว 2.0-2.7 เซนติเมตร (เฉลี่ย 2.26 เซนติเมตร) จมอยปากยาว 0.6-0.8 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.70 เซนติเมตร) ตามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-0.2 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.11 เซนติเมตร) ครีบท้องมีก้านครีบก้น 29 ก้าน (เฉลี่ย 29.00 ก้าน) ก้านครีบท้อง 49-54 ก้าน (เฉลี่ย 51.60 ก้าน) ครีบก้นมีก้านครีบก้น 3 ก้าน (เฉลี่ย 3.00 ก้าน) ก้านครีบท้อง 49-54 ก้าน (เฉลี่ย 51.80 ก้าน) ครีบก้นมีก้านครีบท้อง 19-23 ก้าน (เฉลี่ย 21.50 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 12-13 ก้าน (เฉลี่ย 12.80 ก้าน) กระดุกสันหลัง มี 70-73 ข้อ (เฉลี่ย 70.80 ข้อ)

ปลาหลดมีรูปร่างลักษณะและขนาดใกล้เคียงกับปลาหลดภูเขามาก มีแถบสีดำพาดเฉียงลำตัว 14-17 แถบ แต่แถบดังกล่าวไม่เลยไปถึงด้านท้องเหมือนปลาหลดภูเขา ผลจากการวัดและนับปรากฏตาม ตารางที่ 5 จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่า ปลาหลดที่ใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 11.7-17.3 เซนติเมตร (เฉลี่ย 13.89 เซนติเมตร) ความยาวเหยียด 12.0-18.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 14.90

เซนติเมตร) ลำตัวลึก 1.4-2.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.69 เซนติเมตร) กว้าง 0.4-1.3 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.68 เซนติเมตร) หัวยาว 2.1-3.1 เซนติเมตร (เฉลี่ย 2.47 เซนติเมตร) จมอยปากยาว 1.0-1.1 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.02 เซนติเมตร) ตามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1-0.2 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.12 เซนติเมตร) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 19-26 ก้าน (เฉลี่ย 23.00 ก้าน) ก้านครีบท้อง 53-55 ก้าน (เฉลี่ย 53.90 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 3 ก้าน (เฉลี่ย 3.00 ก้าน) ก้านครีบท้อง 51-52 ก้าน (เฉลี่ย 51.60 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 17-23 ก้าน (เฉลี่ย 20.40 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 18-19 ก้าน (เฉลี่ย 18.60 ก้าน) กระดุกหลังมี 70-72 ข้อ (เฉลี่ย 71.00 ข้อ)

ปลากระโทงดำมีขนาดใหญ่กว่าปลาหลดมาก สีสันตาลอมเทาหรือดำปนเทา คล้ายปลากระโทงดำมีลายซิกแซก บางครั้งสานกันเป็นร่างแห บริเวณฐานครีบท้องมีจุดสีดำเรียงเป็นแถว ผลจากการวัดและนับปรากฏตามตารางที่ 6 จากตารางที่ 6 จะเห็นว่า ปลากระโทงดำที่ใช้ในการศึกษามีความยาวมาตรฐาน 22.5-30.0 เซนติเมตร (เฉลี่ย 26.54 เซนติเมตร) ความยาวเหยียด 22.8-30.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 27.07 เซนติเมตร) ลำตัวลึก 1.7-2.5 เซนติเมตร (เฉลี่ย 2.12 เซนติเมตร) กว้าง 0.7-1.7 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.11 เซนติเมตร) หัวยาว 3.5-4.8 เซนติเมตร (เฉลี่ย 4.11 เซนติเมตร) จมอยปากยาว 1.2-1.8 เซนติเมตร (เฉลี่ย 1.55 เซนติเมตร) ตามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2-0.3 เซนติเมตร (เฉลี่ย 0.24 เซนติเมตร) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 33-38 ก้าน (เฉลี่ย 36.10 ก้าน) ก้านครีบท้อง 71-76 ก้าน (เฉลี่ย 73.40 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 3 ก้าน (เฉลี่ย 3.00 ก้าน) ก้านครีบท้อง 70-78 ก้าน (เฉลี่ย 74.60 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 21-26 ก้าน (เฉลี่ย 23.10 ก้าน) ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 15-18 ก้าน (เฉลี่ย 16.20 ก้าน) กระดุกหลังมี 70-78 ข้อ (เฉลี่ย 76.30 ข้อ)

ตารางที่ 3 แสดงลักษณะทางลักษณะทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญบางประการของปลาหลดจุด

การวัดและการนับ	ปลาหลดจุดตัวที่										รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ความยาว												
มาตรฐาน (ซม.)	19.7	16.3	16.7	17.1	15.7	16.5	18.3	17.8	19.6	16.7	173.4	17.34
ความยาวเหยียด												
(ซม.)	25.5	16.3	17.5	17.8	16.6	17.4	19.4	18.8	24.3	17.2	190.8	19.08
ความลึกลำตัว(ซม.)	1.8	1.6	1.8	1.8	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	17.4	1.74
ความกว้างลำตัว												
(ซม.)	1.5	1.1	1.3	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2	1.5	1.3	12.6	1.26
ความยาวหัว (ซม.)	3.5	2.3	2.5	3.1	2.4	2.4	2.9	3.2	3.5	2.4	28.2	2.82
ความยาว												
จอยปาก (ซม.)	1.1	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	0.8	1.0	0.9	8.4	0.84
เส้นผ่านศูนย์กลาง -												
กลางตา (ซม.)	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	1.5	0.15
ครีบท้อง												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	14	17	17	16	17	14	16	17	14	17	159.0	15.90
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	55	56	59	53	56	55	58	56	55	59	562.0	56.20
ครีบก้น												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3.00
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	55	56	56	48	56	55	48	56	56	49	484.0	48.40
ครีบอก (ก้าน)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	220.0	22.00
ครีบท้อง (ก้าน)	15	14	15	15	15	15	14	14	15	15	147.0	14.70
กระดูกสันหลัง (ข้อ)	73	70	69	72	72	70	73	69	72	70	710.0	71.00

ตารางที่ 4 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลดภูเขา

การวัดและการนับ	ปลาหลดภูเขาตัวที่										รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ความยาว												
มาตรฐาน (ซม.)	11.2	12.0	14.6	11.5	14.5	11.3	12.3	14.1	11.3	14.3	127.0	12.70
ความยาวเหยียด												
(ซม.)	12.2	12.7	15.5	12.4	15.4	12.5	13.4	15.3	12.2	15.1	136.7	13.67
ความลึกลำตัว(ซม.)	1.4	1.3	1.9	1.5	2.3	1.5	1.6	2.1	1.4	1.8	16.8	1.68
ความกว้างลำตัว												
(ซม.)	0.5	0.7	1.5	0.7	1.3	0.6	0.7	0.7	0.5	1.5	8.7	0.87
ความยาวหัว (ซม.)	2.1	2.1	2.7	2.3	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.6	22.6	2.26
ความยาว												
จอยปาก (ซม.)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	7.0	0.70
เส้นผ่านศูนย์กลาง-												
กลางตา (ซม.)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.11
ครีบท้อง												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	290.0	29.00
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	54	52	51	52	49	49	52	51	54	52	516.0	51.60
ครีบก้น												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	3.00
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	53	49	52	52	54	53	52	49	52	52	518.0	51.80
ครีบอก (ก้าน)	19	21	23	21	22	22	21	22	21	23	215.0	21.50
ครีบท้อง (ก้าน)	13	12	13	13	13	13	12	13	13	13	128.0	12.80
กระดูกสันหลัง (ข้อ)	70	70	73	71	71	70	71	70	72	70	708.0	70.80

ตารางที่ 5 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลด

การวัดและการนับ	ปลาหลดตัวที่										รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ความยาว												
มาตรฐาน (ซม.)	11.7	12.5	13.5	16.7	12.3	17.3	13.4	17.1	11.8	12.6	138.9	13.89
ความยาวเหยียด												
(ซม.)	12.0	13.7	14.9	17.7	13.5	18.5	14.5	18.4	12.1	13.7	149.0	14.90
ความลึกลำตัว(ซม.)	1.4	1.4	1.5	2.1	1.4	2.5	1.4	2.4	1.4	1.4	16.9	1.69
ความกว้างลำตัว												
(ซม.)	0.4	0.5	0.6	0.9	0.5	1.3	0.5	1.2	0.4	0.5	6.8	0.68
ความยาวหัว (ซม.)	2.3	2.3	2.4	2.8	2.3	3.1	2.1	3.0	2.2	2.2	24.7	2.47
ความยาว												
จงอยปาก (ซม.)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	10.2	1.02
เส้นผ่านศูนย์กลาง-												
กลางตา (ซม.)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	1.2	0.12
ครีบท้อง												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	19	26	24	24	19	26	23	22	24	23	230.0	23.00
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	53	53	53	54	55	55	54	53	54	55	539.0	53.90
ครีบก้น												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30.0	3.00
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	52	51	51	52	52	51	52	52	52	51	516.0	51.60
ครีบอก (ก้าน)	23	19	22	19	17	17	21	23	20	23	204.0	20.40
ครีบท้อง (ก้าน)	19	19	18	19	18	18	19	19	19	18	186.0	18.60
กระดูกสันหลัง (ข้อ)	72	70	71	72	70	70	71	72	70	72	710.0	71.00

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลากระโทงดำ

การวัดและการนับ	ปลากระโทงดำตัวที่										รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ความยาว												
มาตรฐาน (ซม.)	27.3	30.0	25.5	22.5	23.5	25.3	28.1	27.6	25.6	30.0	265.4	26.54
ความยาวเหยียด												
(ซม.)	28.0	30.5	26.0	22.8	24.1	25.8	28.7	28.3	26.1	30.4	270.7	27.07
ความลึกลำตัว(ซม.)	2.3	2.4	2.0	1.7	1.7	1.8	2.5	2.3	2.0	2.5	21.2	2.12
ความกว้างลำตัว												
(ซม.)	1.2	1.7	0.9	0.7	0.7	0.8	1.3	1.2	0.9	1.7	11.1	1.11
ความยาวหัว (ซม.)	4.5	4.8	3.6	3.6	3.6	3.5	4.7	4.7	3.6	4.5	41.1	4.11
ความยาว												
จงอยปาก (ซม.)	1.8	1.8	1.3	1.5	1.2	1.3	1.8	1.7	1.3	1.8	15.5	1.55
เส้นผ่าศูนย์กลาง-												
กลางตา (ซม.)	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	2.4	0.24
ครีบท้อง												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	38	33	38	33	35	36	38	36	36	38	361.0	36.10
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	76	71	72	76	72	71	76	72	72	76	734.0	73.40
ครีบก้น												
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30.0	3.00
ก้านครีบท้อง(ก้าน)	78	70	72	74	72	78	72	78	74	78	746.0	74.60
ครีบอก (ก้าน)	26	21	21	24	26	21	21	24	21	26	231.0	23.10
ครีบท้อง (ก้าน)	15	16	17	18	16	16	16	17	16	15	162.0	16.20
กระดูกสันหลัง (ข้อ)	78	70	76	78	78	76	75	78	78	76	763.0	76.30

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

ผลการศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย สรุปได้ว่า ปลาหลดจุดมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย $4m+1st+19t$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 56 ปลาหลดภูเขามีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย $7m+1sm+16t$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 64 ปลาหลดมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย $7m+2st+15t$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62 ปลากระทิงดำมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n=48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย $6m+1sm+2st+15t$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญบางประการของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทยสรุปได้ว่า ปลาทั้ง 4 ชนิดมีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ คล้ายกับปลาไหล แต่มีลวดลายและสีสรรแตกต่างกัน โดยปลาหลดจุดมีสีน้ำตาลอมเทา บริเวณฐานครีบท้องและครีบก้น มีจุดสีดำขอบขาวเรียงรายอยู่ 1-5 จุด ความยาวมาตรฐาน 15.3-19.7 เซนติเมตร หัวยาว 2.3-3.5 เซนติเมตร จมอยปากยาว 0.7-1.1 เซนติเมตร ลำตัวลึก 1.6-1.8 เซนติเมตร กว้าง 1.1-1.5 เซนติเมตร ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 14-17 ก้าน ก้านครีบท้อง 53-59 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบก้น 3 ก้าน ก้านครีบท้อง 48-56 ก้าน กระดุกสันหลังมี 69-73 ข้อ

ปลาหลดภูเขามีลักษณะคล้ายปลาหลดจุด แต่มีสีน้ำตาลอมเหลือง ลำตัวมีแถบสีดำพาดตามแนวทแยงลำตัว 15-19 แถบ แถบดังกล่าวเลยไปถึงด้านท้อง ความยาวมาตรฐาน 11.2-14.5 เซนติเมตร หัวยาว 2.0-2.7 เซนติเมตร จมอยปากยาว 0.6-0.8 เซนติเมตร ลำตัวลึก 1.3-2.3 เซนติเมตร กว้าง 0.5-1.5 เซนติเมตร ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 29 ก้าน ก้านครีบท้อง 49-54 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบท้อง 3 ก้าน ก้านครีบท้อง 49-54 ก้าน กระดุกสันหลังมี 70-73 ข้อ

ปลาหลดมีลักษณะคล้ายปลาหลดภูเขา แต่มีแถบสีดำพาดเฉียงลำตัว 14-17 แถบ และแถบลดดังกล่าวไม่เลยไปถึงด้านท้อง ความยาวมาตรฐาน 11.7-17.3 เซนติเมตร หัวยาว 2.1-3.1 เซนติเมตร จมอยปากยาว 1.0-1.1 เซนติเมตร ลำตัวลึก 1.4-2.5 เซนติเมตร กว้าง 0.4-1.3 เซนติเมตร ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 19-26 ก้าน ก้านครีบท้อง 53-55 ก้าน ครีบก้นมีก้านครีบท้อง 3 ก้าน ก้านครีบท้อง 51-52 ก้าน กระดุกสันหลังมี 70-72 ก้าน

ปลากระทิงดำมีขนาดใหญ่กว่าปลาหลดมาก สีน้ำตาลคล้ายปลากระทิง ลำตัวมีลายซิกแซกบริเวณฐานครีบท้องมีจุดสีดำเรียงเป็นแถว ความยาวมาตรฐาน 22.5-30.0 เซนติเมตร หัวยาว 3.5-4.8 เซนติเมตร จมอยปากยาว 1.2-1.8 เซนติเมตร ลำตัวลึก 1.7-2.5 เซนติเมตร กว้าง

0.7-1.7 เซนติเมตร ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 33-38 ก้าน ก้านครีบท้อง 71-76 ก้าน ครีบท้องมีก้านครีบท้อง 3 ก้าน ก้านครีบท้อง 70-78 ก้าน กระดุกสันหลังมี 70-78 ข้อ

อภิปรายผล

ความยาวมาตรฐานของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลดที่นำมาใช้ในการศึกษามีความยาวใกล้เคียงกันยกเว้นปลากระทิงดำ ซึ่งเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่กว่า มีความยาวมาตรฐานมากกว่า จำนวนก้านครีบท้องต่าง ๆ มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ยกเว้นก้านครีบท้องของพวกปลาหลดมีจำนวนน้อยกว่า 33 ก้าน และปลากระทิงดำมากกว่า 33 ก้าน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสมิธ (Smith, 1945) และไทสัน (Tyson, 1986) ส่วนกระดูกสันหลังมีจำนวนข้อใกล้เคียงกันในปลาหลด ส่วนปลากระทิงดำมีจำนวนมากกว่า ซึ่งมีจำนวนใกล้เคียงกับการศึกษาของไทสัน (Tyson, 1986) จำนวนโครโมโซมของปลาทั้ง 4 ชนิด มีจำนวนเท่ากันคือ $2n=48$ ซึ่งเท่ากับจำนวนโครโมโซมของปลากระทิงและปลากระทิงไฟที่พบในประเทศไทย แต่มีคาริโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมแตกต่างกัน (ธวัชและวิเชียร, 2532) และจำนวนโครโมโซมดังกล่าวเท่ากับจำนวนโครโมโซมของปลาหลดจุด *Rhynchobdella aculeata* ที่มีการศึกษากันในอินเดีย (Kaur and Srivastava, 1965) แต่ปลาหลดจุดที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีคาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 4 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 19 คู่ ส่วนปลาหลดจุดที่ได้จากการศึกษาในอินเดีย มีคาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้งหมด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปลาที่ได้จากการศึกษามีถิ่นกำเนิดอยู่ในสภาพภูมิศาสตร์และภูมิประเทศที่ผิดแผกแตกต่างกันก็เป็นได้ ทั้งนี้เพราะมีปลาหลายชนิดถึงแม้จะเป็นชนิดเดียวกันแต่ก็มีจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ต่างกัน เช่น ปลาในนาข้าวขนาดเล็ก *Oryzias minutillus* ที่ได้จากกรุงเทพมหานครมีโครโมโซม $2n=34$ ปลาที่ได้จากจังหวัดเชียงใหม่มีโครโมโซม $2n=30$ และคาริโอไทป์ของปลาดังกล่าวก็มีความแตกต่างกันด้วย (Magtoon, 1986) อย่างไรก็ตามปลาทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ต่างก็มีจำนวนโครโมโซม $2n=48$ เท่ากัน จะต่างก็เฉพาะคาริโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซม จำนวนแขนโครโมโซมของปลาหลดมีมากที่สุด เพราะมีโครโมโซมแบบเมตาเซนตริกและแบบสับเมตาเซนตริกมากกว่าปลาชนิดอื่น สำหรับจำนวนโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ไม่มีรายงานการศึกษาค้นคว้าวิจัยกันมาก่อนทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงอาจถือได้ว่าเป็นข้อมูลที่ได้รับการจดบันทึกไว้เป็นครั้งแรกจากข้อมูลของโครโมโซมและคาริโอไทป์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ อาจนำไปใช้เป็นข้อมูลทางด้านเซลล์อนุกรมวิธาน (Cytotaxonomy) ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการ และอาจเป็นข้อมูลที่บ่งบอกได้ว่าปลาชนิดใดมีโอกาที่จะผสมข้ามชนิดกันได้มากน้อยเพียงใด รวมทั้งอาจใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงสายพันธุ์ และข้อมูลทางด้านพันธุวิศวกรรมต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะได้มีการศึกษาโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลาหลด และปลากระทิงชนิดอื่น ๆ อีกให้ครบทั้งวงศ์ โดยเฉพาะปลาในสกุลปลาหลดและปลากระทิงของไทย
2. ควรจะได้มีการศึกษาเปรียบเทียบปลาในสกุลปลาหลด และปลากระทิง ที่มีถิ่นที่อยู่ในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย
3. ควรจะได้มีการศึกษาการเพาะเลี้ยง ตลอดจนการปรับปรุงสายพันธุ์ และการผสมข้ามชนิด โดยอาศัยจำนวนโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ เป็นหลักช่วยในการผสม
4. ควรจะได้มีการศึกษาปริมาณของดีเอ็นเอและไอโซไซม์ของปลาในสกุลปลาหลดและปลากระทิงชนิดต่าง ๆ



กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินหมวดเงินทุนอุดหนุนการวิจัยของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย และขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานี ทันทิมีไต่ รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน ที่สนับสนุนการวิจัยด้านนี้ด้วยดีตลอดมา ศาสตราจารย์สุภาพ มงคลประสิทธิ์ คณบดีคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.สมนथा พรหมบุญ รศ.ดร.สนิท ทองสง่า ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนการวิจัยด้านนี้ด้วยดีตลอดมา Dr. Ryoichi Arai แห่ง National Science Museum, Tokyo ประเทศญี่ปุ่น ที่ได้สนับสนุนการวิจัยด้านโครโมโซมของปลาน้ำจืดเมืองไทย และเอื้อเฟื้อเอกสารอ้างอิงในการศึกษาค้นคว้าวิจัยตลอดมา



บรรณานุกรม

ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น "การศึกษาโครโมโซมของปลากระโทง และปลากระโทงไฟฟ้าใน ประเทศไทย" รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15, B13 : 356-357, 2533.

Ida, H., and Kyo, Y. "Karyotypic variation found among five species of the family Platycephalidae." Japanese Journal of Ichthyology. 23: 122-128. 1980.

Kaur, D., and Srivastava, M.D.L. "The structure and behavior of chromosome in five fresh-water teleosts." Caryologia. 18(2): 181. 1965.

Levan, A., Fredga, K., and Sandberg, A.A. "Nomenclature for centromeric position on chromosome." Hereditas. 52: 201-220. 1964.

Magtoon, W. "Distribution and Phyletic Relationships of Oryzias Fishes in Thailand." Indo-Pacific Fish Biology : Proceedings of the International Conference on Indo-Pacific Fishes. 859-866. 1986.

Mahoney, Ray. Laboratory Techniques in Zoology. London, Butterworth & Company (Publishers) Ltd., 1968. 404 p.

Nelson, S. Fishes of the World. New York, John Wiley and Sons., 1976. 411 p.

Smith, H.M. The Fresh-Water fishes of Siam, or Thailand. Bull.US.Nat.Mus., 1945. 662 p.

Taki, Yasuhiko. Fish of the Loa Mekong Basin. United States Consultants, Inc., 1974. 232 p.

Tyson R, Robert. "Systematic Review of the Mastacembelidae of Spiny Eels of Burma and Thailand, with Description of two new species of Macrognaethus." Japanese Journal of Ichthyology. 33(2): 95-109. 1986.

Uwa, H., and Ojima, Y. "Detailed and Banding Karyotype analysis of the medaka Oryzias latipes in Culture cells." Proc. Japan. acad. 57B: 39-43. 1981.

