

การโอท็อปและการกระจายของบริเวณนิเวศโอลด์สออร์แกนเซอร์
ของปลาไหลนาในประเทศไทย

ปริญญาณพนธ์
ของ
โรจน์รวิ ชัยรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา
พฤษภาคม 2545
ลิขสิทธิ์เป็นของ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การโอท็อปและการกระจายของบริเวณนิเวศโลลัสออร์แกไนเซอร์
ของปลาไหลนาในประเทศไทย

บทคัดย่อ
ของ
โรจน์รวิ ชัยรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา
พฤษภาคม 2545

โรจนรวิ ชัยรัตน์. (2545), *คาร์ิโอไทป์และการกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์ของปลาไหลนาในประเทศไทย*. ปรินซิพส์ กศ.ม. (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ธวัช ดอนสกุล, รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากดุ่น.

การทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคาร์ิโอไทป์และการกระจายบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์ของปลาไหลนาในประเทศไทย ปลาไหลนาจากภาคต่าง ๆ ภาคละ 20 ตัว นำมาใช้ในการเตรียมโครโมโซมจากเนื้อเยื่อไต ดัดแปลงมาจากวิธีของโกลด์และเอลลิสัน (Gold and Ellison, 1983 : 51 – 55) และวิธีของโกลด์และคณะ (Gold, et al. 1990 : 563 – 575) การจำแนกโครโมโซมใช้วิธีของลีแวนและคณะ (Levan, et al. 1964 : 201 – 220) การย้อมซิลเวอร์ในเตรทเพื่อแสดงบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์ถือเอาตามวิธีของโฮเวลและแบลค (Howell and Black, 1980 : 1014 – 1015) ผลการศึกษาพบว่า 1) ปลาไหลนาจากภาคเหนือมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ และ 24 คาร์ิโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ และอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ ตามลำดับ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 2) ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้งหมด 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 3) ปลาไหลนาจากภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 4) ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ และ 24 คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ กับแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ ตามลำดับ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 5) ปลาไหลนาจากภาคใต้มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ และ 24 คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ กับแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ตามลำดับ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 การกระจายบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์ของปลาไหลนาในประเทศไทยเหมือนกันทั้งหมดคือมี 1 คู่อยู่บนปลายสุดของแขนยาวของโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกของปลาไหลนาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ และแบบเมตาเซนตริกในปลาไหลนาที่มีโครโมโซม $2n = 18$

KARYOTYPE AND DISTRIBUTION OF NUCLEOLUS ORGANIZER
REGIONS IN SWAMP EEL (*MONOPTERUS ALBUS*) IN THAILAND

AN ABSTRACT
BY
ROJRAWEE CHAIRAT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Biology
at Srinakharinwirot University
May 2002

Rojrawee Chairat. (2002). *Karyotype and Distribution of Nucleolus Organizer Regions in Swamp eel (Monopterus albus) in Thailand*. Master Thesis, M.Ed. (Biology) Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee :Assoc. Prof. Thawat Donsakul., Assoc. Prof. Dr. Wichian Magtoon.

The purpose of experiment was to study the karyotype and distribution of nucleolus organizer region in swamp eel, *Monopterus albus* in Thailand. Twenty specimens of each regional parts of Thailand were used for chromosomal preparation from kidney cells modified from Gold and Ellison. (1983 : 51-55) and Gold, et al. (1990 : 563-575). Classification of chromosome followed Levan, et al. (1964 : 201-220). Silver staining of nucleolus organizer region followed Howell and Black. (1980 : 1014-1015). The findings were as follows : 1) The diploid chromosome number of *M. albus* from North was 18 and 24. Their karyotype comprised of 3 pairs of metacentric, 6 pairs of acrocentric, and 12 pairs of acrocentric chromosomes respectively. The arm number was 24. 2) The diploid chromosome number of *M. albus* from Northeast was 24. Their karyotype comprised of 12 pairs of acrocentric chromosomes. The arm number was 24. 3) The diploid chromosome number of *M. albus* from Central was 24. The karyotype comprised of 12 pairs of acrocentric chromosomes. The arm number was 24. 4) The diploid chromosome number of *M. albus* from East was 18 and 24. Their karyotype comprised of 3 pairs of metacentric, 6 pairs of acrocentric, and 12 pairs of acrocentric chromosomes respectively. The arm number was 24 and 5) The diploid chromosome number of *M. albus* from South was 18 and 24. Their karyotype comprised of 3 pairs of metacentric, 6 pairs of acrocentric, and 12 pairs of acrocentric chromosomes respectively. The arm number was 24. The distribution of nucleolus organizer region of *M. albus* in all parts of Thailand had one pair, and it was located on the terminal of long arm of acrocentric and metacentric chromosome pair.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การโอท็อปและการกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกนเชอร์
ของปลาไหลนาในประเทศไทย

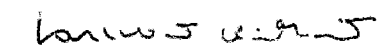
ของ

นายโรจน์รวิ ชัยรัตน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

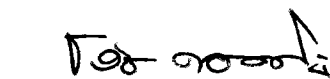


คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร หะวานนท์)

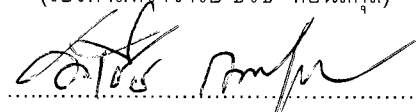
วันที่ 10 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์



ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ชวช ดอนงกุล)



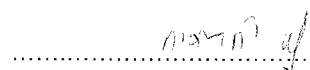
กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่น)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พุทธิพิทยาสถาพร)



กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรองแก้ว พุทธิพิทยาสถาพร)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้โดยการให้คำแนะนำทางด้านวิชาการเป็นอย่างดีจาก
รองศาสตราจารย์รัชต์ ตอนสกุล รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์
พุทธิยาสถาพร และผู้ช่วยศาสตราจารย์กรองแก้ว พุทธิยาสถาพร ที่เป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานในวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชุมพรทุกท่านรวมทั้งพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ
กศ.ม. และ วท.ม. ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือให้กำลังใจและให้คำแนะนำแก่ข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา และขอ
ขอบคุณ อาจารย์โกมล อันทอง เป็นอย่างมากที่ช่วยในเรื่องการพิมพ์และการจัดภาพประกอบ

ขอขอบคุณพี่น้องสมัชชาคนจน สมาพันธ์ประมงพื้นบ้านภาคใต้ เครือข่ายเกษตรกรรมภาคใต้
เครือข่ายกลุ่มเกษตรกรรมภาคเหนือ และสมัชชาลุ่มน้ำมูลที่ได้ช่วยเป็นธุระในการหาปลาไหลนำมาใช้ในการ
วิจัยครั้งนี้และได้ให้ที่พักอาศัยในบางโอกาส

ขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่ให้ความสนใจและสนับสนุนในการ
ศึกษาแก่ข้าพเจ้าจนสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอโน้มรำลึกถึงพระคุณของ
อาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่าง ๆ แก่ข้าพเจ้าและขอขอบคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือใน
ด้านต่าง ๆ แต่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ด้วย

โรจน์รวี ชัยรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	1
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	2
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	2
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
อนุกรมวิธาน	3
รายละเอียดเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะภายนอก	3
การศึกษาโครโมโซม	6
การศึกษาการโอไทป์	6
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
3. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	13
การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	13
วิธีดำเนินการวิจัย.....	13
การเตรียมโครโมโซมในระยะเมตาเฟส.....	13
การย้อมโครโมโซมด้วยซิลเวอร์ไนเตรทเพื่อแสดงการกระจายของบริเวณ	
นิวคลีโอไลต์สออร์แกไนเซอร์.....	14
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	14
การวิเคราะห์โครโมโซม	14
การจัดการโอไทป์	14
การหาการกระจายบริเวณนิวคลีโอไลต์สออร์แกไนเซอร์ของโครโมโซม	15
4. ผลการทดลอง	16
5. สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	62
สรุปผล.....	62
อภิปรายผล	62
ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	68
ประวัติย่อผู้วิจัย	73

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	8
2. จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของปลากระทิงและปลากระทิงไฟที่พบในประเทศไทย	8
3. จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ	9
4. จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์และจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ของปลาในสปีชีส์ <i>Gymnotus carapo</i> , <i>Apteronotus albifrons</i> , <i>Sternopygus macrurus</i> , <i>Eigenmannia virescens</i> , and <i>Eigenmannia</i> sp.....	10
5. จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ และจำนวนนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ของปลาในวงศ์ Cyprinidae.....	11
6. การแยกชนิดโครโมโซมโดยอาศัยอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวนและคณะ (Levan et al., 1964 : 201 – 220)	15
7. ความยาวเหยียดและความยาวมาตรฐานของปลาไหลนาจากภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย.....	16
8. ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ ที่ได้จากการนับ.....	17
9. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 เซลล์	20
10. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดสุโขทัย จำนวน 10 เซลล์	21
11. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดตาก จำนวน 10 เซลล์	22
12. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 10 เซลล์	23
13. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดขอนแก่น จำนวน 10 เซลล์	24
14. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 เซลล์	25
15. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 10 เซลล์	26
16. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 10 เซลล์	27

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
17. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 10 เซลล์	28
18. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดราชบุรี จำนวน 10 เซลล์	29
19. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดนครปฐม จำนวน 10 เซลล์	30
20. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 10 เซลล์	31
21. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดตราด จำนวน 10 เซลล์	32
22. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 10 เซลล์	33
23. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดสระแก้ว จำนวน 10 เซลล์	34
24. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดระยอง จำนวน 10 เซลล์	35
25. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดชุมพร จำนวน 10 เซลล์	36
26. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 10 เซลล์	37
27. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดระนอง จำนวน 10 เซลล์	38
28. ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัดปลาไหลนาจังหวัดสงขลา จำนวน 10 เซลล์	39
29. จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซม ของปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ	40
30. การกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัสสออร์แกนเซอร์ของโครโมโซม ในปลาไหลนาจากภาคต่าง ๆ	41

บัญชีภาพประกอบ

[illegible]

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
12. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดกาญจนบุรีและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัส ออร์แกโนเซลล์ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3.....	53
13. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดตราดและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซลล์ ของคู่โครโมโซมแบบเมตาเซนตริกคู่ที่ 2.....	54
14. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดปราจีนบุรีและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัส ออร์แกโนเซลล์ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3.....	55
15. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดสระแก้วและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซลล์ ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3.....	56
16. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดระยองและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซลล์ ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3.....	57
17. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดชุมพรและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซลล์ ของคู่โครโมโซมแบบเมตาเซนตริกคู่ที่ 2.....	58
18. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดระนองและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซลล์ ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3.....	59
19. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดสุราษฎร์ธานีและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัส ออร์แกโนเซลล์ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3.....	60
20. (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส (ข)การิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดสงขลาและ (ค)ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซลล์ ของคู่โครโมโซมแบบเมตาเซนตริกคู่ที่ 2.....	61
21. ปลาไหลนาจากภาคเหนือ.....	69
22. ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	70
23. ปลาไหลนาจากภาคกลาง.....	70
24. ปลาไหลนาจากภาคตะวันออก.....	71
25. ปลาไหลนาจากภาคใต้.....	72

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลานับว่ามีความสำคัญ เพราะได้เห็นถึงคุณค่าของความรู้พื้นฐานทางด้านวิชาการในอันที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ อาทิ ด้านการอนุรักษ์พันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ การผสมข้ามพันธุ์ เพื่อให้ได้พันธุ์ที่ดีมีลักษณะตามที่ต้องการ อีกทั้งข้อมูลพื้นฐานที่ได้ยังนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ เช่นนำไปใช้ในด้านเซลล์อนุกรมวิธาน (cytotaxonomy) เพื่อให้ได้รายละเอียดที่ถูกต้องและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ตลอดจนช่วยในการศึกษาด้านความสัมพันธ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการของปลา ประการสำคัญคือการขาดข้อมูลพื้นฐาน ที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการจัดการที่เหมาะสม วางแนวทางในการอนุรักษ์พันธุ์ ดังนั้นการศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ (cytogenetics) ด้านเซลล์อนุกรมวิธาน จึงเป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ด้านวิชาการที่ค่อนข้างละเอียด

การศึกษาคาร์ิโอไทป์เปรียบเทียบกับสิ่งที่มีประโยชน์ในการศึกษาทางอนุกรมวิธาน โดยอาศัยความรู้ทางด้านพันธุศาสตร์ของเซลล์มาประยุกต์ใช้ ดังนั้นการศึกษาลักษณะของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์ (NOR = nucleolus organizer region) บนโครโมโซมซึ่งเป็นการศึกษาคาร์ิโอไทป์เปรียบเทียบกับแบบหนึ่งนี้มีประโยชน์ต่อการทดสอบถึงความสัมพันธ์ของปลาได้ โดยการศึกษาเป็นการย้อมแถบสีบนโครโมโซมโดยใช้เทคนิคซิลเวอร์สเตนนิ่ง (silver staining) การย้อมวิธีนี้จะเป็นการย้อมติดสีในส่วนของนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์ ซึ่งเป็นบริเวณของโครโมโซมที่มียีน 18s และ 28s ribosomal RNA อยู่ (Gold, et. al. 1990 : 563 – 575) โดยใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรด (silver nitrate) เป็นตัวย้อมโครโมโซม (อมรา คัมภีรานนท์. 2535 : 77)

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนา *Monopterus albus* ยังมีอยู่น้อยมาก จากรายงานการวิจัยของธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากดุ่น (2537 : บทคัดย่อ) พบว่าโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนา *Monopterus albus* (Zieuw. 1793) ที่พบในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความแตกต่างกันคือ ปลาไหลนาภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ จำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากับ 24 ปลาไหลนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก 12 คู่ จำนวนแขนของโครโมโซม = 24 เนื่องจากการศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของ ปลาไหลนานั้นยังมีอยู่น้อยมาก ผู้วิจัยมีความสนใจทำการศึกษาในเรื่องนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบคาร์ิโอไทป์และการกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์ของปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาทางด้านเซลล์อนุกรมวิธาน และเซลล์พันธุศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ปลาไหลนาจากภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้ของประเทศไทย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ปลาไหลนาจากภาคเหนือจำนวน 20 ตัว

ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 20 ตัว

ปลาไหลนาจากภาคกลางจำนวน 20 ตัว

ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกจำนวน 20 ตัว

ปลาไหลนาจากภาคใต้จำนวน 20 ตัว

นิยามศัพท์เฉพาะ

ศัพท์ที่ 1 Karyotype

หมายถึงลักษณะของแท่งโครโมโซมของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ จำนวน ขนาด และชนิด การจัดการโอไทป์ นั้นคือการนำเอาโครโมโซมแต่ละแท่งจากเซลล์ในระยะเมตาเฟส (metaphase) จากเซลล์ใดเซลล์หนึ่งมา เรียงเป็นคู่ homologous เรียงตามลำดับจากโครโมโซมใหญ่ไปจนถึงโครโมโซมเล็ก การวางโครโมโซมจะ วางโดยให้แขนข้างสั้นตั้งขึ้นและนิยมวางโครโมโซมเพศอยู่ที่มุมล่างขวาสุดของภาพ

ศัพท์ที่ 2 Nucleolus organizer region (NOR)

หมายถึงบริเวณของโครโมโซมที่มีการสร้าง rRNA (ribosomal RNA) ที่มีขนาด 18s และ 28s โดย rRNA คัดลอก (transcript) มาจาก rDNA (ribosomal DNA) ที่บริเวณดังกล่าวนี้

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

ปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ น่าจะมีคาริโอไทป์ และการกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์แตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อนุกรมวิธาน

ปลาไหลที่อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำจืด และใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษานี้ จัดอยู่ในอันดับซินแบริงคิฟอร์มิส (Order Synbranchiformes) ปลาในอันดับนี้มีลักษณะลำตัวยาว (anguilliform) มีหัวยาวเรียว ไปสู่บริเวณปลายจงอยปาก (snout) ปากอยู่ปลายสุดของหัว ซึ่งมีลักษณะเรียวแต่ไม่สามารถยืดหดได้ (non – protactile mouth) บนริมฝีปากไม่มีหนวด มีฟันขนาดเล็กบนขากรรไกรบนและล่างและบนกระดูกเพดานปาก (palatine and pterygoid) แผ่นคลุมเหงือกรวมกันเป็นผนังหุ้มช่องเหงือกไว้อย่างมิดชิด ช่องเปิดของเหงือกมีขนาดเล็ก จำนวนหนึ่งหรือสองช่องเปิดออกที่บริเวณใต้คอ ครีบหลังและครีบก้นอาจมีหรือไม่มีก้านครีบแข็ง หางมีลักษณะเรียวเป็นปลายแหลม ที่บริเวณปลายหาง ครีบอกมีหรือไม่มี บนลำตัวมีหรือไม่มีเกล็ด ถ้ามีเกล็ดจะมีขนาดเล็กเรียงกันตามยาวของลำตัวอย่างเป็นระเบียบ เส้นข้างตัวจำนวนหนึ่งเส้นเป็นแบบสมบูรณ์ (complete lateral line) และชัดเจนทอดอยู่ระหว่างกึ่งกลางลำตัวด้านท้อง จากแนวลูกตาไปจนจรดปลายหาง ไม่มีกระเพาะลม ตัวอย่างปลาในอันดับนี้ คือ ปลาไหลนา *Monopterus albus* ปลาไหลเขียว, *Synbranchus bengalensis* (McClellan) และ *Macropterus caligans* (Cantor) (สวัสดิ์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

ปลาไหลนาจัดอยู่ในวงศ์ซินแบริงคิเดี (Family Synbranchidae) ซึ่งมีลักษณะของลำตัวยาวมาก และลำตัวจะค่อย ๆ เรียวไปจนสุดปลายหาง ซึ่งมีลักษณะเป็นปลายแหลม หัวค่อนข้างเรียวและลาด ไปสู่ปลายจงอยปาก ปากไม่สามารถยืดหดได้ ริมปากบนใหญ่กว่าริมปากล่างเล็กน้อยและคลุมเลยริมปากล่าง แผ่นคลุมเหงือกเป็นเยื่อบางแผ่นเดียว ช่องเปิดของเหงือกมีขนาดเล็กอยู่บริเวณใต้ลำคอ ฟันขนาดเล็กอยู่บนขากรรไกรบนและล่างและบนเพดานปาก ตามีขนาดเล็กอยู่ทางส่วนหน้าของหัวแต่ค่อนข้างมาทางด้านบน (dorsal) เล็กน้อย เกล็ดเล็กมากอยู่บนบางส่วนของลำตัว ซึ่งปกคลุมด้วยเมือกกลื่น เส้นข้างตัวชัดเจนและสมบูรณ์จำนวนหนึ่งเส้นที่ด้านข้างลำตัวจากแนวตาไปจนจรดปลายหาง ครีบอกเสื่อมหายไปสิ้น ครีบหลังและครีบก้นรวมเป็นแผ่นเดียวกันกับครีบก้นซึ่งไม่มีก้านแข็งเช่นกัน ปลาในวงศ์นี้มีอยู่เพียงสกุล (genus) เดียว คือ *Monopterus albus* (Rainboth. 1996 : 177) หรือ *Fluta alba* (Smith. 1945 : 69) ได้แก่ ปลาไหล ปลาไหลบึง (swamp eel) ปลาไหลนา (rice eel) (สวัสดิ์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

รายละเอียดเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะภายนอก

จากการศึกษาปลาไหลนาจากเอกสารต่าง ๆ ร่วมกับการตรวจปลาไหลนาที่นำมาเป็นตัวอย่าง ทำให้ได้รายละเอียดในเรื่องรูปร่างลักษณะทั่วไป (general morphology) รวมทั้งรายละเอียดทางกายวิภาคทั่ว ๆ ไป (general anatomy) ของปลาไหลนา ดังนี้ คือ

ส่วนหัว

ความยาวของหัวปลาไหลเป็น 1/13 – 14 เท่าของความยาวเหยียดลำตัว ส่วนหัวทางด้านบนจะเป็นสันแคบกว่าบริเวณใต้คาง และลาดเล็กน้อยไปสู่บริเวณปลายจงอยปาก ลักษณะกระดูกยาวเรียวยาวกระดูก supra – orbital แยกออกจากกระดูก frontal เพราะมีกระดูก parietal แทรกอยู่ปากเปิดกว้างตามแนวระดับประกอบด้วยขากรรไกรบนและล่าง และฟันบนยาวเล็กกว่าฟันล่างเล็กน้อย ขากรรไกรบนส่วนหน้าประกอบด้วยกระดูก premaxilla ซึ่งเจริญติกว่ากระดูก maxilla กระดูก maxilla ติดอยู่ที่ปลายทั้งสองข้างของ premaxilla บนขากรรไกรมีฟันเขี้ยว (canine teeth) ขนาดเล็กเรียงติดกันเป็นแถบทั้งบนและล่างบนเพดานมีฟันเขี้ยวติดอยู่เช่นกัน แต่มีขนาดใหญ่กว่าฟันบนขากรรไกรเล็กน้อย บริเวณหลอดอาหาร (esophagus) มีฟันซี่เล็ก ๆ ติดอยู่ด้วย กระดูกสันหลังมีขนาดใหญ่และยาวเรียวยาว กระดูกโค้งเหงือก (gill arch) มีอยู่ข้างละ 3 คู่ อยู่บริเวณกระพุ้งแก้ม (operculum) ตามีขนาดเล็กและไม่มีเยื่อพิเศษคลุม ตำแหน่งของตาอยู่ทางส่วนหน้าของหัว รูจมูก (nostril) มีสองคู่ คู่ที่หนึ่งขนาดเล็กเปิดออกบริเวณด้านบนของหัวใกล้กับ premaxilla รูจมูกคู่ที่สองมีขนาดใหญ่กว่าคู่แรก และเปิดออกใกล้กับบริเวณส่วนหน้าของตำแหน่งตา รูจมูกไม่มีแผ่นเยื่อคลุม (nasal flap) เยื่อคลุมเหงือก (gill membrane) รวมกันเป็นแผ่นเดียวและแผ่นทางด้านซ้ายและขวาต่อกับบริเวณ isthmus โดยมีเยื่อเกี่ยวพันทำให้ห้องเหงือก (gill chamber) แบ่งออกเป็นห้องซ้ายและขวา ช่องเปิดของช่องเหงือก (gill aperture) มี 2 ช่อง ขนาดเล็กเปิดออกบริเวณคอ บริเวณริมปากมีเยื่อหนาประกบกันได้พอสมควร ทำให้เกิดช่องปาก (mouth chamber) ซึ่งเหมาะเป็นที่เก็บความชื้นได้ดี (สวัสต์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

ลำตัว

ปลาไหลนามีลำตัวยาวมาก เมื่อเทียบกับปลาน้ำจืดอื่น ๆ ลำตัวส่วนหน้าเริ่มต้นถัดจากส่วนหัว มีลักษณะภาคตัดขวางค่อนข้างกลม ทำให้ลำตัวส่วนนี้ค่อนข้างจะเป็นรูปทรงกระบอก และมีความลึกของลำตัว (body depth) ในส่วนนี้จะพิเศษหนึ่งส่วน 17.5 – 23.5 ของความยาวเหยียดของลำตัว (total length) จากบริเวณกึ่งกลางลำตัวไปสู่ปลายหาง ลำตัวส่วนนี้จะค่อย ๆ แบนข้างและจะแบนมากที่สุดบริเวณปลายหาง เนื่องจากปลาไหลนามีขนาดตัวยาว ฉะนั้นจึงมีกระดูกสันหลัง (vertebra) เป็นจำนวนมาก จากการตรวจนับแล้วปรากฏว่ามีจำนวนข้อกระดูกสันหลังอยู่ระหว่าง 165 – 185 ข้อ กระดูกสันหลังอยู่ทางส่วนหน้าของลำตัวจะมีขนาดปล้องยาวและใหญ่กว่าปล้องบริเวณหาง ซึ่งมีขนาดเล็กและเรียงกันชิดกว่า เมื่อตรวจสอบดูในปล้องใกล้เคียงปลายหางข้อกระดูกจะอัดกันแน่นเกือบเป็นชั้นเดียวกัน กระดูกปลายหางเกิดจากการซ้อนตัวของกระดูกครีบทหาง ซึ่งมีประมาณ 5 ชั้น จึงมีลักษณะเป็นแท่งกระดูกปลายแหลม ปล้องกระดูกสันหลังส่วนหน้าจะมี neural spine เตี้ย ๆ ส่วนกระดูกซี่โครงในปลาไหลนาเชื่อมไป เหลือแต่เพียงซี่กระดูกเล็ก ๆ ติดอยู่ปลายส่วน transverse process ของกระดูกสันหลังเท่านั้น ลักษณะลำตัวภายนอกปกคลุมด้วยน้ำเมือกซึ่งมีส่วนช่วยทำให้การเคลื่อนไหวสะดวกขึ้น เส้นข้างตัวมีเส้นเดียว ปรากฏชัดอยู่บริเวณด้านข้างตามยาวลำตัว เริ่มตั้งแต่แนวลูกตาจนสุดปลายหาง สีของลำตัวปลาไหลนาจะแตกต่างกันแล้วแต่สถานที่อาศัย แต่ที่ตรงกันอยู่ทุกตัว คือ สีด้านบน (dorsal) ของลำตัวจะเข้มกว่าสีลำตัวด้านล่าง (ventral) และมีจุดสีดำประปรายอยู่ตลอดลำตัวด้านบน ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ง่ายในลูกปลาขนาดเล็ก ๆ สีของปลาไหลส่วนมากด้านหลังเป็นสีน้ำตาลตามเข็มนาเกือบดำและสีทางด้านท้องมักจะเป็นสีเหลืองแกมจนถึงสีเหลืองแกมสีเทา ช่องเปิดของร่างกาย คือ รูก้น (anus) อยู่ห่างจากส่วนหัวมาก คือ ระยะจากหัวถึงรูก้น เป็น

เศษหนึ่งส่วน 1.4 – 1.45 ของความยาวเหยียดลำตัว ที่รูกัน มีช่องสืบพันธุ์ (genital pore) เปิดออกร่วมด้วย ไม่มีอวัยวะเพศภายนอกที่บริเวณรูกัน (สวัสต์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

ครีบ

ปลาไหลนาเป็นปลาพวกที่มีครีบเสื่อมจนเหลือให้เห็นเพียงบางครีบเท่านั้น ครีบอก(pectoral fin) และครีบท้อง (ventral fin) เสื่อมหายจนหมดไม่เหลืออยู่เลย ครีบหลัง (dorsal fin) เริ่มต้นตรงกับแนวของรูกันทอดไปตามแนวสันลำตัวด้านบน ส่วนของครีบหลังตอนต้น ๆ จะแนบกับผนังลำตัว ส่วนครีบกันเริ่มต้นจากจุดกึ่งกลางของระยะรูกันกับปลายหาง โดยมีลักษณะเป็นสันเตี้ย ๆ ตรงส่วนต้นของครีบ มีลักษณะเช่นเดียวกับครีบหลัง ทั้งครีบหลังและครีบกันจะไปรวมกับครีบหางทำให้ปลาไหลนามีหางแบบ diphyccercal tail ซึ่งมีลักษณะปลายหางเรียวแหลม (สวัสต์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

ถึงแม้ว่าปลาไหลนาจะไม่มีครีบที่ช่วยในการว่ายน้ำ แต่ก็สามารถเคลื่อนไหวได้รวดเร็วเมื่อได้รับความตกใจ ลูกปลาไหลนาที่มีขนาดเล็กสามารถว่ายน้ำอย่างว่องไว และสามารถกระโดดได้สูงกว่าความยาวช่วงตัว ตามธรรมชาติทั่ว ๆ ไป ปลาไหลนามีการเคลื่อนไหวเชิงซ้ามาก นอกจากจะได้รับการรบกวน (สวัสต์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

อวัยวะย่อยอาหารและอวัยวะสืบพันธุ์

ปลาไหลมีความยาวจากช่องเปิดของเหงือกถึงรูกัน เป็นเศษหนึ่งส่วน 1.3 – 1.5 เท่าของความยาวเหยียดลำตัว ภายในช่องลำตัว (coelom) แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนหน้าอยู่ถัดมาจากส่วนหัว เรียกช่องรอบหัวใจ (pericardial cavity) มีอวัยวะภายใน คือ หัวใจ อีกช่องเป็น ที่อยู่ของอวัยวะย่อยอาหารและอวัยวะสืบพันธุ์ ซึ่งรวมกันอยู่ภายในช่องท้อง (abdominal cavity) ทั้งช่องรอบหัวใจและช่องท้องมีเยื่อบางกั้นอยู่เรียกว่า transverse septum แยกช่องทั้งสองนี้ออกจากกัน หัวใจของปลาไหลมีขนาดใหญ่กว่าปลาน้ำจืดชนิดอื่น ๆ มาก ประกอบด้วยส่วน ventricle และส่วน auricle หัวใจส่วน auricle ประกอบด้วยถุงบาง ๆ และเนื้อส่วน auricle จะมีรูปร่างคล้ายถุงยื่นออกไปทั้งสองห้อง ทำให้หัวใจดูใหญ่ขึ้น หัวใจซึ่งอยู่ในถุงภายในช่องรอบหัวใจลอยตัวอยู่ในน้ำสีเหลืองและมีลักษณะขุ่นเล็กน้อย ช่องรอบหัวใจของปลาไหลอยู่ลึกเข้ามาในลำตัวมากกว่า ปลาอื่น ๆ ซึ่งมักจะอยู่ใกล้กับเหงือกเป็นส่วนมาก (สวัสต์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

อวัยวะภายในช่องท้อง ประกอบด้วยอวัยวะย่อยอาหารกับอวัยวะสืบพันธุ์ อวัยวะทั้งสองระบบนี้อยู่ชิดกันมากโดยมีเยื่อเหนียวต่อกัน อวัยวะย่อยอาหารประกอบด้วยหลอดคอซึ่งเป็น หลอดเล็ก จากช่องของหลอดคอจนถึงกระเพาะอาหาร ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงยาวตรง ขนาดใหญ่กว่าหลอดคอ 2 – 3 เท่า กระเพาะมีผนังกล้ามเนื้อหนาและแข็งแรง ที่ส่วนท้ายของกระเพาะอาหารมีรอยแบ่งระหว่างกระเพาะส่วนปลายกับลำไส้ส่วนต้น ลำไส้ของปลาไหลเป็นเส้นตรงไปจนถึงช่องเปิดของ รูกัน ส่วนของลำไส้ไม่มีตอนใดที่พองเหมือนลำไส้ของพวกปลาน้ำจืดอื่น ๆ ปลาไหลไม่มีไส้ติ่ง (pyrolic caeca) อวัยวะเครื่องช่วยย่อยอาหารประกอบด้วยตับ มีลักษณะเป็นท่อนใหญ่ขนาดเดียวกับกระเพาะอาหาร ตับมีอยู่เพียงหนึ่งพู (lobe) เท่านั้น ซึ่งจะแนบสนิททอดไปตามทางเดินอาหาร โดยมีเยื่อเหนียวยึดไว้ โดยติดกับกระเพาะส่วนต้นและแนบขนานไปกับกระเพาะ จนถึงสิ้นสุดเมื่อเลยกระเพาะส่วนท้ายไปเล็กน้อย ที่ส่วนปลายของตับมีถุงน้ำดีขนาดใหญ่อยู่หนึ่งถุง ระหว่างชั้นกระเพาะกับตับจะมีเส้นเลือดใหญ่แทรกอยู่ บนส่วนต้นของลำไส้บริเวณใกล้กับถุงน้ำดีเป็นที่ตั้งของตับอ่อน (pancreas) และม้าม (spleen) ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนยาวประกอบด้วย

สองส่วน ส่วนแรกสั้นแต่ใหญ่กว่าส่วนที่สอง ม้ามส่วนแรกจะติดบนลำไส้ ตั้งแต่ปลายถุงน้ำดีลงมาจนถึงบริเวณกึ่งกลางลำไส้ ไต (kidney) มีลักษณะเป็นถุงบางและเป็นอวัยวะคู่เดียวที่ติดตั้งอยู่บนกับบริเวณด้านในของกระดูกสันหลัง (สวัสดิ์ วงศ์สมนึก. : 4 – 11)

อวัยวะสืบพันธุ์ของปลาไหลประกอบด้วยอวัยวะเพศภายในซึ่งมีเพียงหนึ่งอันแนบติดกับด้านบนของลำไส้ โดยเริ่มต้นจากส่วนปลายของตับแนบไปข้างถุงน้ำดี ผ่านด้านข้างของม้ามไปเปิดออกที่ช่องเปิดรูกัน จึงเห็นว่าอวัยวะเพศภายในของปลาไหลมีความยาวมาก และปรากฏอยู่บนด้านขวาของลำตัวเพียงอันเดียวเท่านั้น บริเวณใกล้ ๆ อวัยวะเพศภายในมีอวัยวะส่วนหนึ่งอยู่ทางด้านลำตัวและทอดขนานมากับส่วนอวัยวะเพศภายใน แต่อยู่ชิดกับผนังด้านบนช่องท้องมากกว่า คือ อวัยวะช่วยในการผสมพันธุ์ (sexual accessory organ) มีลักษณะเป็นถุงหนึ่งบาง มีความยาวพอกับอวัยวะเพศภายใน ภายในมีน้ำใส ๆ บรรจุอยู่ ส่วนปลายของถุงนี้จะไปเปิดออกพร้อมกับช่องเปิดของอวัยวะเพศภายในซึ่งเปิดออกสู่ genital pore แล้วจึงเปิดออกภายนอกร่างกายร่วมกับรูกัน (สวัสดิ์ วงศ์สมนึก. 2510 : 4 – 11)

การศึกษาโครโมโซม

การศึกษาโครโมโซมของสัตว์น้ำมีความสำคัญมากขึ้นเป็นลำดับ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโครโมโซมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากยิ่งขึ้น เช่น นำไปใช้ในทางเซลล์อนุกรมวิธาน (Gyldenholm and Schell. 1971 : 479 – 486, Grammeltvedt. 1975 : 205 – 209) การตรวจเพศเพื่อใช้ในการเพาะและขยายพันธุ์ (Ebling and Setzer. 1971 : 560 – 562 , Uyeno and Miller. 1971 : 452 – 453) และ การปรับปรุงพันธุ์ โดยเฉพาะการตรวจนับจำนวนโครโมโซมเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปลาด้วยการสร้างลูกผสม และการชักนำให้เกิดโพลีพลอยด์ (Purdom. 1972 : 11 – 24, Solar, et al. 1984 : 57 – 67 , Johnstone. 1985 : 133 – 139 , Quillet and Panelay. 1986 : 271 – 279)

เนื้อเยื่อที่นิยมนำมาใช้ศึกษาโครโมโซมของเซลล์ร่างกายได้แก่เนื้อเยื่อที่มีเซลล์บุผิว (epithelial cell) ซึ่งแบ่งเซลล์บ่อยครั้ง เช่น ลำไส้เล็ก ไต เหงือก ปลายครีบ และจากเนื้อเยื่อสัตว์ระยะที่เป็นเอมบริโอ เทคนิคที่ใช้เตรียมโครโมโซมอาจใช้วิธีกดบีบให้แบน (squash) (McPhail and Jone. 1966 : 767 – 768) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (Rio, et al. 1973 : 315 – 321) การเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาว (Thorgaard. 1976 : 178 – 184 , Faulmann, et al. 1983 : 673 – 679) แต่เทคนิคดังกล่าวมีข้อจำกัด เช่นวิธีกดบีบให้แบนมักพบปัญหาคือไม่สามารถมองเห็นรูปร่างของโครโมโซมชัดเจนเนื่องจากเซลล์ซ้อนทับกัน หรือพบโครโมโซมของเซลล์ข้างเคียงปนอยู่ด้วยจึงยากต่อการนับจำนวน ส่วนวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเซลล์เม็ดเลือดขาว ให้ผลดีเพราะในอาหารเลี้ยงเซลล์มีสารเคมีที่กระตุ้นการแบ่งเซลล์ของเม็ดเลือดขาวทำให้มีเซลล์จำนวนมากและสามารถมองเห็นรูปร่างของโครโมโซมได้ชัดเจน โดยเฉพาะที่เตรียมจากเม็ดเลือดขาวเพราะเซลล์ไม่อยู่ติดกันจึงได้โครโมโซมของแต่ละเซลล์แยกจากกัน โครโมโซมกระจายดี แต่เทคนิคนี้มีข้อจำกัดคืออาหารเลี้ยงเซลล์มีราคาสูงและการปฏิบัติต้องทำให้ปลอดเชื้อ (เรณู เวรชชต์พิมล. 2530 : 82 – 89)

การศึกษาคาร์ิโอไทป์ (karyotype) และบริเวณนิวคลีโอไลสออร์แกนในเซอร์

การศึกษา จำนวน รูปร่างและการจัดเรียงตัวของโครโมโซม เป็นข้อกำหนดที่ดีในการช่วยจำแนกชนิดของปลา เพราะปลาบางชนิดมีลักษณะคล้ายกันแต่เมื่อศึกษาคาร์ิโอไทป์แล้วมีความแตกต่างกัน ทำให้ทราบว่าไม่ใช่ปลาในสปีชีส์เดียวกัน การนับแต่จำนวนโครโมโซมอย่างเดียวก็อาจมีข้อผิดพลาดได้ เพราะปลาในสปีชีส์เดียวกันที่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทางภูมิศาสตร์อาจมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน แต่มี

จำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากัน เพราะความแตกต่างกันทางภูมิศาสตร์อาจมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน แต่มีจำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากัน เพราะความแตกต่างกันทางภูมิศาสตร์และการเปลี่ยนแปลงทางวิวัฒนาการ อาจทำให้แขนของโครโมโซมแบบ อะโครเซนตริกสองแท่ง มารวมกันกลายเป็น metacentric chromosome 1 แท่ง ได้ตามทฤษฎีของโรเบิร์ตโซเนียนที่เรียกว่า Robertsonian fusion ปรากฏการณ์นี้จะทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงนอกจากนี้อาจเกิดปรากฏการณ์แบบตรงข้ามคือ metacentric หรือ submetacentric chromosome เกิดการขาดตรงเซนโตรเมียร์ เป็นผลให้เกิดโครโมโซมแยกตัวออกจากกัน กลายเป็น 2 acrocentric chromosome ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Robertsonian fission ปรากฏการณ์นี้ทำให้จำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น (สุภาพร สุกสีเหลือง. 2541 : 11)

บริเวณนิวคลีโอลัสสอร์แกเนลเลอร์ประกอบด้วย DNA ทำหน้าที่ผลิต rRNA ขนาด 18s และ 28s ซึ่งจะรวมตัวกับโปรตีนเพื่อสร้างเป็นไรโบโซม (ribosome) ในเซลล์ที่มีกิจกรรมเมตาบอลิซึมสูงนิวคลีโอลัสในระยะอินเทอร์เฟสจะมีขนาดใหญ่ซึ่งสัมพันธ์กับการสังเคราะห์โปรตีน เมื่อเซลล์เปลี่ยนจากระยะโพรเฟสไปสู่เมตาเฟส นิวคลีโอลัสจะค่อยลดขนาดลงและหายไปในที่สุด การย้อมด้วยเทคนิคซิลเวอร์สเทนนิ่ง (silver staining) เป็นปฏิกิริยาของตะกอนเงินไปเกาะตรงโปรตีนในนิวเคลียสซึ่งเป็น non - histone อยู่บริเวณนิวคลีโอลัสสอร์แกเนลเลอร์ที่แอคทีฟบนโครโมโซมไม่ได้เป็นปฏิกิริยากับ DNA โดยตรง (Rab, et al. 1996 : 157)

บริเวณนิวคลีโอลัสสอร์แกเนลเลอร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์ยูคาริโอต ถ้าเซลล์ขาดบริเวณนิวคลีโอลัสสอร์แกเนลเลอร์ ในสภาพที่เป็นโฮโมไซกัสจะมีผลรุนแรงถึงตายได้ เช่น ลักษณะผิดปกติที่เรียกว่า anucleolate ของคางคกอัฟริกัน (*Xenopus laevis*) ไซโกตจะหยุดการเจริญเติบโตหลังจากไรโบโซมที่ได้รับจากเซลล์ไข่ของแม่ถูกใช้ไปจนหมดสิ้น และไม่สามารถสร้างไรโบโซมขึ้นใหม่สำหรับการสังเคราะห์โปรตีน ไซโกตจึงพัฒนาไปได้เพียงระยะแกสตรูลา (gastrula) เท่านั้น (อนันต์ พุทธิยาสถาพร. 2536 : 56)

บริเวณนิวคลีโอลัสสอร์แกเนลเลอร์อาจมีตำแหน่ง จำนวน และการกระจายตัวแตกต่างกันในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด แม้แต่สิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันก็มีความแตกต่างกัน (อนันต์ พุทธิยาสถาพร. 2536 : 56) ยิ่งไปกว่านั้นในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันก็สามารถพบลักษณะนี้ได้ซึ่งเรียกว่า polymorphism เช่นในปลา *Gymnotus carapo* (Fernandes, et al. 1997 : 236 – 239) และปลา *Chondrostoma lusitanicum*. (Rodrigues and Collares. 1996 : 59 – 63) เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาในสกุลปลาไหลมีผู้ศึกษาเอาไว้บ้างน้อยมาก ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากดุ่น (2537 : 532 - 533) ได้ทำการศึกษาโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย พบว่าปลาไหลในภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ แบบอะโครเซนตริก 6 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ปลาไหลในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบ อะโครเซนตริก 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ($2n$) คาริโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาค	$2n$	โครโมโซมแบบ				จำนวนแขนโครโมโซม
		เมตาเซนตริก	สับเมตาเซนตริก	สับทีโลเซนตริก	อะโครเซนตริก	
กลาง	18	3	0	0	6	24
ตะวันออกเฉียงเหนือ	24	0	0	0	12	24

ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น.(2532) ได้ทำการศึกษาโครโมโซมของปลากระทิง และปลากระทิงไฟที่พบในประเทศไทย ซึ่งพบว่า

ปลากระทิงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย โครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 5 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 2 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ จำนวนแขนโครโมโซม เท่ากับ 62

ปลากระทิงไฟมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วย โครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับเมตาเซนตริก 1 คู่ และ แบบอะโครเซนตริก 17 คู่ จำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากับ 62 ดังตาราง 2

ตาราง 2 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ($2n$) คาริโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของปลากระทิงและปลากระทิงไฟที่พบในประเทศไทย

ชนิดของปลา	$2n$	โครโมโซมแบบ				จำนวนแขนโครโมโซม
		เมตาเซนตริก	สับเมตาเซนตริก	สับทีโลเซนตริก	อะโครเซนตริก	
กระทิง	48	5	2	2	15	62
กระทิงไฟ	48	6	1	0	17	62

ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2535 : 621 - 630) ได้ทำการศึกษาโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ ที่พบในประเทศไทย ซึ่งพบว่า

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

ปลาหลดภูเขามีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 7 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 16 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 64

ปลาหลดมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 7 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 2 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62

ปลากระทิงดำมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 6 คู่ แบบสับทีโลเซนตริก 1 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 15 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 62 ดังตาราง 3

ตาราง 3 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ($2n$) คาร์ิโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมของ ปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลด และปลากระทิงดำ

ชนิดของปลา	2n	โครโมโซมแบบ				จำนวนแขนโครโมโซม
		เมตาเซนตริก	สับเมตาเซนตริก	สับทีโลเซนตริก	อะโครเซนตริก	
หลดจุด	48	4	0	1	19	56
หลดภูเขา	48	7	1	0	16	64
หลด	48	7	0	2	15	62
กระทิงดำ	48	6	1	2	15	62

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศไม่พบว่ามีผู้วิจัยเกี่ยวกับการกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์ในปลาไหลนาเลย

การศึกษาบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์ ด้วยเทคนิคซิลเวอร์สเทนนิ่งได้มีการทดลองมาแล้วกับปลามากกว่า 200 สปีชีส์ ในหลายสกุลและหลายวงศ์ ส่วนใหญ่พบว่ามีบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์บนโครโมโซมเพียงคู่เดียวเท่านั้น ยกเว้นปลาน้ำจืดบางกลุ่ม เช่น cyprinids และ salmonids จากเอกสารที่เสนอก่อนหน้านี้รายงานว่าในปลา *Girella melanichthys* มีบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์บนโครโมโซม 2 คู่ และต่อมาพบว่าในปลา *Thalassoma cupido* มีบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์บนโครโมโซม 3 คู่ ในปลาทะเลรวมทั้งในพวก perciform ไม่ปรากฏว่าพบบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์หลายคู่มาก่อนเลย (Ueno and Takai. 1996 : 476 – 477)

ฟอเรสติ และคณะ (Foresti, et al. 1981 : 137 – 144) ได้ทำการศึกษาบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเชอร์โดยใช้เทคนิคซิลเวอร์สเทนนิ่งกับปลาในอันดับจิมโนติฟอร์มิส (order Gymnotiformes) จำนวน 5

สปีชีส์ คือ *Gymnotus carapo*, *Apteronotus albifrons*, *Sternopygus macrurus*, *Eigenmannia virescens*, และ *Eigenmannia sp.*

ปลา *Gymnotus carapo*. มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 52$ มีจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ 1 คู่

ปลา *Apteronotus albifrons*. มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ มีจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ 1 คู่

ปลา *Sternopygus macrurus*. มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 46$ มีจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ 1 คู่

ปลา *Eigenmannia virescens*. มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 38$ มีจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ 1 คู่

ปลา *Eigenmannia sp.* มีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 29 - 31$ มีจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ 1 คู่ ดังตาราง 4

ตาราง 4 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์และจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ของปลาในสปีชีส์ *Gymnotus carapo*, *Apteronotus albifrons*, *Sternopygus macrurus*, *Eigenmannia virescens*, and *Eigenmannia sp.*

ชนิดของปลา	$2n$	จำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์
<i>Gymnotus carapo</i> .	52	1
<i>Apteronotus albifrons</i> .	24	1
<i>Sternopygus macrurus</i> .	46	1
<i>Eigenmannia virescens</i> .	38	1
<i>Eigenmannia sp.</i>	29 – 31	1

อเมมียา และ โกลด์ (Amemiya and Gold, 1988 : 81 – 90) ได้ทำการศึกษาบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ของปลาในวงศ์ไซไพรินิด (Family cyprinidae) ในอเมริกาเหนือ ซึ่งทำการทดลองโดยใช้เทคนิคซิลเวอร์สเตนนิง ผลการทดลองแสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ และจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ของปลาในวงศ์ Cyprinidae

อนุกรมวิธาน	2n	จำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์
ปลาวงศ์ Cyprinidae		
Subfamily Abramidinae		
1. <i>Notemignus crysoleucas</i>	50	1
Subfamily Leuciscinae		
2. <i>Campostoma anomalum</i>	50	3
3. <i>Hemitremia flammea</i>	50	1
4. <i>Hybognathus placitus</i>	50	1
5. <i>Hybopsos aestivalis</i>	50	2
6. <i>Nocomis leptcephalus</i>	50	2
7. <i>Pimephales notatus</i>	50	1
8. <i>Pimephales vigilax</i>	50	1
Genus <i>Notropis</i>		
Subgenus <i>Albumops</i>		
9. <i>N. longirostris</i>	50	1
10. <i>N. potteri</i>	50	1
11. <i>N. sp. cf. logirostris</i>	50	1
12. <i>N. texanus</i>	50	1
Subgenus <i>Cyprinella</i>		
13. <i>N. lepidus</i>	50	1
14. <i>N. lutrensis</i>	50	1
15. <i>N. proserpinus</i>	50	1
16. <i>N. venustus</i>	50	1
Subgenus <i>Lythrurus</i>		
17. <i>N. ardens</i>	50	2
18. <i>N. umbratilis</i>	50	2
Subgenus <i>Notropis</i>		
19. <i>N. amabilis</i>	50	1
20. <i>N. jemezianus</i>	50	1

ตาราง 5 (ต่อ)

อนุกรมวิธาน	2n	จำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์
21. <i>N. oxyrhynchus</i>	50	1
22. <i>N. shumardi</i>	50	1
Subgenera unknown		
23. <i>N. braytoni</i>	50	1
24. <i>N. emiliae</i>	50	1

อุวะ และคณะ (Uwa, et al. 1988 : 333 – 337) ได้ศึกษาการโอโทปีและบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ของปลาในนาข้าวชนิดหนึ่ง (*Oryzias latipes*) ที่มณฑลยูนนานทางตอนใต้ของสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่าปลาจากเมืองคุนหมิง (Kunming) และดาลี (Dali) มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์เท่ากับ 46 เท่ากัน ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ สับเมตาเซนตริก 8 คู่ สับทีโลเซนตริก 10 คู่ จำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากับ 68 พบบริเวณ นิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ 1 คู่ ที่แขนข้างสั้นของสับเมตาเซนตริกโครโมโซม ส่วนปลา *Oryzias minutilus* พบบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ 1 คู่ ที่บริเวณทีโลเมียร์ (telomeric region) ของโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก

ยูอิโน และตากิ (Ueno and Takai. 1997 : 476 – 477) ได้ทำการศึกษาบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ของปลา *Thalassoma cupido*. โดยเทคนิคซิลเวอร์สเตนนิ่ง พบว่ามีโครโมโซมแบบดิพลอยด์เท่ากับ 48 และมีจำนวนคู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกโนเซอร์ 3 คู่

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การกำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ปลาไหลนา *Monopterus albus* จากภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคใต้

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ปลาไหลที่ใช้ในการทดลอง เลือกโดยใช้การสุ่มซื้อจากตลาดในจังหวัดต่าง ๆ ของในแต่ละภาค ภาคละ 4 จังหวัด จังหวัดละ 5 ตัว รวมภาคละ 20 ตัว

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาคาร์โบไฮเดรตและการกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สอร์แกไนเซอร์ นำปลาไหลนาตัวเต็มวัย ที่ได้จากแหล่งน้ำในภาคต่าง ๆ ภาคละ 20 ตัว นำมาศึกษาโครโมโซมโดยดัดแปลงจากวิธีของโกลด์และเอลลิสัน (Gold and Ellison, 1983 : 51 - 55) และวิธีของโกลด์และคณะ (Gold, et al. 1990 : 563 - 575) ดังนี้

1. การเตรียมโครโมโซมในระยะเมตาเฟส เตรียมจากเนื้อเยื่อไตของปลา ดังนี้

- 1.1 ฉีด colchicine เข้าบริเวณช่องท้องของปลาด้วยความเข้มข้น 0.3 % ในอัตราส่วน 0.04 มิลลิตรต่อความยาวมาตรฐาน 10 เซนติเมตร แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10 ชั่วโมง
- 1.2 นำปลาจากข้อ 1.1 มาฆ่า แล้วผ่าท้องเอาไตแช่ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.057 %
- 1.3 สับไตออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ แช่ในโพแทสเซียมคลอไรด์ 45 นาที
- 1.4 นำเข้าเครื่องปั่น (centrifuge). ใช้ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที ปั่นเป็นเวลา 5 นาที
- 1.5 ดูดสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ออก เติมน้ำยาคงสภาพ (fixative) (absolute ethanol 3 ส่วน : Glacial acetic acid 1 ส่วน) ลงไปแทนที่ ทิ้งไว้ 25 นาที แล้วนำเข้าเครื่องปั่น 1,000 รอบต่อนาที ปั่นเป็นเวลา 5 นาที
- 1.6 ดูดน้ำยาคงสภาพเดิมออก แล้วเติมน้ำยาคงสภาพใหม่ลงไป นำเข้าเครื่องปั่น 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วทำซ้ำเดิมอีก 2 ครั้ง
- 1.7 ลูตตะกอนหยดลงบนสไลด์ที่ทำความสะอาดแล้ว วางทิ้งไว้ให้แห้ง นำไปย้อมด้วยสีย้อมกิมซา (Giemsa's stain) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น
- 1.8 นำสไลด์มาตรวจดูโครโมโซมด้วยหัวเลนส์กำลังขยายสูง บันทึกโครโมโซมด้วยฟิล์มขาวดำ ฟอร์มาแพน (Forma pan film) เพื่อนำไปล้างอัดขยาย
- 1.9 นับจำนวนโครโมโซมจากภาพอัดขยาย
- 1.10 นำโครโมโซมมาจัดคาริโอไทป์ ตามวิธีของ ลีแวนและคณะ (Levan, et.al., 1964 : 201 - 220) ปฏิบัติเช่นนี้กับปลาแต่ละตัว แต่ละจังหวัด แต่ละภาค จนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้

2. การย้อมโครโมโซมด้วยซิลเวอร์ในเทรตเพื่อแสดงการกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัส
ออร์แกโนเซอร์ (Ag – NOR) ดัดแปลงจากวิธีของโฮเวลล์และแบลค (Howell and Black. 1980 : 1014 – 1015) ดังนี้

2.1 นำสไลด์ที่เตรียมโครโมโซมและถ่ายภาพไว้แล้ว มาล้างเอาน้ำมันซีตาร์ออกด้วย xylene ผ่านต่อไปยัง เอทิลแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ แอลกอฮอล์ 90 % แอลกอฮอล์ 70 % แอลกอฮอล์ 50 % แอลกอฮอล์ 30 % และน้ำซึ่งปราศจากไอออน (deionized water) จนสีที่ติดด้วยกิมซาจางลง

2.2 หยด colloidal developer ลงไปตรงตำแหน่งที่มีโครโมโซม 2 หยด และหยดสารละลายซิลเวอร์ในเทรต 50 % ตามลงไป 4 หยด ด้วยหลอดหยด แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ (cover glass)

2.3 นำสไลด์ขึ้นวางบนเครื่องอุ่นสไลด์ ซึ่งตั้งอุณหภูมิคงที่ไว้ที่ประมาณ 70 °c ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที จนเห็นสีบนสไลด์กลายเป็นสีน้ำตาลทอง

2.4 ยกสไลด์ลงแล้วนำกระจกปิดสไลด์ออกโดยค่อย ๆ ปล่อน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออนค่อย ๆ ไหลผ่านสไลด์ กระจกปิดสไลด์ก็จะหลุดออก ทิ้งสไลด์ไว้ให้แห้งแล้วตรวจดูสไลด์ทันทีบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซอร์จะย้อมติดสีดำ (เป็นจุดสีดำ) ขณะที่แขนโครโมโซมย้อมติดสีเหลือง นิวเคลียสก็ติดสีเหลืองด้วย

2.5 บันทึกภาพด้วยฟิล์มขาวดำฟอร์มาแพนนำไปล้างอัด ขยาย ปฏิบัติเช่นที่ผ่านมาแล้วนี้กับปลาแต่ละตัวที่ได้จาก แต่ละภาค (จังหวัดละ 2 กลุ่ม) จนครบตามจำนวนที่กำหนดไว้ คือ ภาคละ 8 กลุ่มโครโมโซม

2.6 นำภาพอัดขยายมาหาดำแหน่งของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซอร์ และจำนวนของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกโนเซอร์ที่พบในปลาไหลแต่ละจังหวัดแต่ละภาค

2.7 นำเสนอข้อมูลด้วยภาพและตาราง

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์โครโมโซม

นำเอาฟิล์มที่ถ่ายภาพโครโมโซมไปล้างอัดขยายขนาดโปสการ์ด นับจำนวนโครโมโซมจากภาพอัดขยายเทียบกับจำนวนที่นับด้วยกล้องจุลทรรศน์

การจัดการโอไทป์

เลือกฟิล์มที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากัน มีรูปร่างลักษณะและการแผ่กระจายดีที่สุดมาจังหวัดละ 10 เซลล์ นำไปอัดขยายให้มีขนาด 5 x 7 นิ้ว แล้วนำภาพดังกล่าวไปถ่ายด้วยเครื่องขยายให้มีขนาดโตพอประมาณ วัดฟิล์มและภาพอัดขยายด้วยเวอร์เนียเพื่อทราบจำนวนเท่าที่ขยายขึ้น จากนั้นจึงใช้เวอร์เนียวัดความยาวแขนโครโมโซมจากตำแหน่งเซนโตรเมียร์ไปยังปลายแขนทั้งสองข้างของโครโมโซม ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้กับปลาไหลแต่ละจังหวัด แต่ละภาคจนครบ 10 กลุ่มโครโมโซม หรือโครโมโซมจากทั้ง 10 เซลล์ คำนวณหาค่าอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวนและคณะ (Levan et al., 1964 : 201 – 220) เพื่อแบ่งชนิดโครโมโซมตามอัตราส่วนดังปรากฏตามตาราง 6 แล้วจับคู่โครโมโซมโดยนำค่าอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นประกอบกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด โดยตัดรูปโครโมโซมจากภาพอัดขยายขนาด 5 x 7 นิ้ว จัดเรียงการโอไทป์จากโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดไปหาคู่ที่สั้นที่สุด โดยให้แขนข้างสั้นอยู่ด้านบนแขนยาวอยู่ด้านล่าง จากเมตาเซนตริกไปเป็นสับเมตาเซนตริก สับทีโลเซนตริก และอะโครเซนตริกตามลำดับ ตามวิธีของเซสตารี และกาเลตติ เจอาร์ (Cestari and Galetti, JR. 1992 : 108 – 112)

ตาราง 6 การแยกชนิดโครโมโซมโดยอาศัยอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ตามวิธีของลีแวนและคณะ (Levan et al., 1964 : 201 – 220)

อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น	โครโมโซมแบบ	สัญลักษณ์
1 – 1.7	เมตาเซนตริก	m
1.7 – 3.0	สับเมตาเซนตริก	sm
3.0 – 7.0	สับทีโลเซนตริก	st
7.0 - ∞	อะโครเซนตริกหรือทีโลเซนตริก	t

การหาจำนวนแขนโครโมโซม (arm number หรือ NF) แขนโครโมโซมแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ พวกที่มีสองแขน ได้แก่ โครโมโซมแบบเมตาเซนตริกกับสับเมตาเซนตริก ส่วนพวกที่มีแขนเดียว ได้แก่ โครโมโซมแบบสับทีโลเซนตริกกับอะโครเซนตริกหรือทีโลเซนตริก

การหาการกระจายบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ของโครโมโซม

นำเอาสไลด์ที่ย้อมด้วยซิลเวอร์ไนเตรทแล้วไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โอลิมปัส BH – 2 บันทึกภาพโครโมโซมไว้ด้วยกล้องถ่ายภาพพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแสงอัตโนมัติ PM – 20 บันทึกภาพด้วยฟิล์มขาวดำฟอร์มาแพน โดยใช้เลนส์วัตถุกำลังขยาย 100 เท่า และ Photo eyepiece กำลังขยาย 5 เท่า นำฟิล์มล้างอัดขยายให้มีขนาด 5 x 7 นิ้ว นำภาพอัดขยายมาตรวจหาบริเวณโครโมโซมที่ย้อมติดสีดำด้วยซิลเวอร์ไนเตรท บริเวณที่ติดด้วย ซิลเวอร์ไนเตรทจะมีลักษณะเป็นคู่ โฮโมโลกัสโครโมโซม ด้วยวิธีนี้จะทำให้เราทราบจำนวนคู่ของโครโมโซมที่พบบริเวณการกระจายของนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์

บทที่ 4
ผลการทดลอง

ปลาไหลนาที่นำมาใช้ศึกษาคริโอโทปีมีความยาวเหยียดและความยาวมาตรฐาน ปรากฏตามตาราง 7

ตาราง 7 ความยาวเหยียดและความยาวมาตรฐานของปลาไหลนาจากภาคต่าง ๆ ของประเทศไทย

ภาค	จังหวัด	จำนวน (ตัว)	ความยาวเหยียด เฉลี่ย $\pm$ S.D. (ซ.ม.)	ความยาวมาตรฐาน เฉลี่ย $\pm$ S.D. (ซ.ม.)
เหนือ	จ.เชียงใหม่	5	48.2 $\pm$ 0.50	47.8 $\pm$ 0.50
	จ.สุโขทัย	5	39.6 $\pm$ 0.50	38.1 $\pm$ 0.60
	จ.ตาก	5	42.5 $\pm$ 0.60	39.0 $\pm$ 0.60
	จ.นครสวรรค์	5	49.0 $\pm$ 0.80	48.5 $\pm$ 0.80
ตะวันออก	จ.ขอนแก่น	5	17.5 $\pm$ 0.50	17.2 $\pm$ 0.60
เฉียงเหนือ	จ.มหาสารคาม	5	17.6 $\pm$ 0.70	17.0 $\pm$ 0.75
	จ.กาฬสินธุ์	5	19.4 $\pm$ 0.60	18.3 $\pm$ 0.60
	จ.ร้อยเอ็ด	5	23.0 $\pm$ 0.45	22.0 $\pm$ 0.50
กลาง	จ.อุทัยธานี	5	47.0 $\pm$ 0.50	46.5 $\pm$ 0.50
	จ.ราชบุรี	5	36.4 $\pm$ 0.80	35.8 $\pm$ 0.75
	จ.นครปฐม	5	42.1 $\pm$ 0.60	41.5 $\pm$ 0.60
	จ.กาญจนบุรี	5	38.7 $\pm$ 0.40	37.9 $\pm$ 0.50
ตะวันออก	จ.ตราด	5	37.2 $\pm$ 0.65	36.6 $\pm$ 0.60
	จ.ปราจีนบุรี	5	20.4 $\pm$ 0.80	19.6 $\pm$ 0.80
	จ.สระแก้ว	5	17.8 $\pm$ 0.90	16.8 $\pm$ 0.85
ใต้	จ.ระยอง	5	30.4 $\pm$ 0.80	29.6 $\pm$ 0.80
	จ.ชุมพร	5	36.4 $\pm$ 0.50	35.8 $\pm$ 0.50
	จ.ระนอง	5	38.2 $\pm$ 0.50	37.4 $\pm$ 0.45
	จ.สุราษฎร์ธานี	5	42.7 $\pm$ 0.60	41.9 $\pm$ 0.60
	จ.สงขลา	5	43.5 $\pm$ 0.65	42.8 $\pm$ 0.60

ผลการศึกษาคาร์โบไฮโปและการกระจายบริเวณนิวคลีโอไลด์สอร์แกไนเซอร์ของปลาไหลนาในประเทศไทย ผลปรากฏตามตาราง 8 – 30

ตาราง 8 แสดงความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ในระยะเมตาเฟสของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ ที่ได้จากการนับ

ภาค	จังหวัด	จำนวน (ตัว)	จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์									จำนวน เซลล์ที่นับ รวม
			17	18	19	20	21	22	23	24	25	
เหนือ	จ.เชียงใหม่	5	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10
	จ.สุโขทัย	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.ตาก	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.นครสวรรค์	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
ตะวันออก	จ.ขอนแก่น	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
เฉียงเหนือ	จ.มหาสารคาม	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.กาฬสินธุ์	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.ร้อยเอ็ด	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
กลาง	จ.อุทัยธานี	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.ราชบุรี	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.นครปฐม	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.กาญจนบุรี	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
ตะวันออก	จ.ตราด	5	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10
	จ.ปราจีนบุรี	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.สระแก้ว	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.ระยอง	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
ใต้	จ.ชุมพร	5	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10
	จ.ระนอง	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.สุราษฎร์ธานี	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10
	จ.สงขลา	5	-	10	-	-	-	-	-	-	-	10

จากตาราง 8 จะเห็นได้ว่าปลาไหลนาในภาคเหนือจากจังหวัดสุโขทัย ตาก นครสวรรค์ มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) สูงสุดอยู่ที่ $2n = 24$ จำนวนจังหวัดละ 10 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ทั้งหมดจังหวัดละ 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาในภาคเหนือจากจังหวัดสุโขทัย ตาก และ นครสวรรค์ จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาร์โบไฮโปประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้งหมด จำนวน 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 10 - 12 และ 29 ภาพ

ประกอบ 2 - 4 ส่วนของจังหวัดเชียงใหม่ ความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดอยู่ที่ $2n = 18$ จำนวน 10 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ทั้งหมด 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาภาคเหนือของจังหวัดเชียงใหม่จึงมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 6 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 9 และ 29 ภาพประกอบ 1

ปลาไหลนาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจากจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และร้อยเอ็ด มีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดอยู่ที่ $2n = 24$ เท่ากันทั้งหมดจำนวนจังหวัดละ 10 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ทั้งหมดจังหวัดละ 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้ง 4 จังหวัด จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ เท่ากัน คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกจำนวน 12 คู่ เท่ากันทั้งหมด จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 13 - 16 และ 29 ภาพประกอบ 5 - 8

ปลาไหลนาในภาคกลางจากจังหวัดอุทัยธานี ราชบุรี นครปฐม และกาญจนบุรี มีความถี่ในการกระจายโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดที่ $2n = 24$ จำนวนจังหวัดละ 10 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ทั้งหมดจังหวัดละ 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาในภาคกลางทั้ง 4 จังหวัดจึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ เท่ากัน คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก ทั้งหมดจำนวน 12 คู่ เท่ากันจำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 17 - 20 และ 29 ภาพประกอบ 9 - 12

ปลาไหลนาในภาคตะวันออกจากจังหวัดปราจีนบุรี สระแก้ว ระยอง มีความถี่ในการกระจายโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดอยู่ที่ $2n = 24$ จำนวนจังหวัดละ 10 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ทั้งหมดจังหวัดละ 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาในภาคตะวันออกทั้ง 3 จังหวัด จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 22 - 24 และ 29 ภาพประกอบ 14 - 16 ส่วนปลาไหลนาจากจังหวัดตราดมีความถี่ในการกระจายของโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดอยู่ที่ $2n = 18$ จำนวน 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาจากจังหวัดตราดจึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาริโอไทป์ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 6 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 21 และ 29 ภาพประกอบ 13

ปลาไหลนาในภาคใต้ จากจังหวัดชุมพร และสงขลา มีความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดอยู่ที่ $2n = 18$ จำนวนจังหวัดละ 10 เซลล์จากจำนวนเซลล์ทั้งหมดจังหวัดละ 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาจากจังหวัดชุมพร และสงขลาจึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ และแบบอะโครเซนตริก 6 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 25, 28 และ 29 ภาพประกอบ 17, 20 ส่วนปลาไหลนาจากจังหวัดระนอง และสุราษฎร์ธานี มีความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดอยู่ที่ $2n = 24$ จำนวนจังหวัดละ 10 เซลล์ จากจำนวนเซลล์ทั้งหมดจังหวัดละ 10 เซลล์ ดังนั้นปลาไหลนาจากทั้งสองจังหวัดนี้จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24 ตามตาราง 26, 27 และ 29 ภาพประกอบ 18 และ 19

การกระจายบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกนเซอร์ของโครโมโซมของปลาไหลนาภาคเหนือจากจังหวัดเชียงใหม่ มี 1 คู่ที่ปลายแขนของโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก คู่ที่ 2 ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 1 สำหรับปลาไหลจากจังหวัดสุโขทัย ตาก นครสวรรค์ มี 1 คู่เช่นเดียวกัน โดยติดอยู่บริเวณปลายแขนข้างยาวของโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก คู่ที่ 3 ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 2

การกระจายบริเวณนิวคลีโอไลต์สอร์แกไนเซอร์ของโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคตะวันออก
เจียงเหนือจากจังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด มีอยู่ 1 คู่ โดยติดที่ปลายแขนข้างยาว
ของโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก คู่ที่ 3 ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 5

การกระจายบริเวณนิวคลีโอไลต์สอร์แกไนเซอร์ของโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคกลาง จาก
จังหวัด อุทัยธานี ราชบุรี นครปฐม กาญจนบุรี มีอยู่ 1 คู่ โดยติดที่ปลายแขนข้างยาวของโครโมโซม
แบบอะโครเซนตริก คู่ที่ 3 ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 9

การกระจายบริเวณนิวคลีโอไลต์สอร์แกไนเซอร์ของโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคตะวันออก
จากจังหวัดตราด มีอยู่ 1 คู่ โดยติดที่ปลายแขนข้างยาวของโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก คู่ที่ 2 ตามตาราง
30 ภาพประกอบ 13 ส่วนปลาไหลนาจากจังหวัดปราจีนบุรี สระแก้ว ระยอง มีอยู่ 1 คู่ โดยติดที่ปลาย
แขนข้างยาวของโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก คู่ที่ 3 ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 14

การกระจายบริเวณนิวคลีโอไลต์สอร์แกไนเซอร์ของโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคใต้ จาก
จังหวัดชุมพร และสงขลา มีอยู่ 1 คู่ โดยติดที่ปลายแขนข้างยาวของโครโมโซมแบบเมตา เซนตริก คู่ที่ 2
ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 17 สำหรับปลาไหลนาจากจังหวัดระนอง และสงขลา มีอยู่ 1 คู่ โดยติดที่
ปลายแขนข้างยาวของโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก คู่ที่ 3 ตามตาราง 30 ภาพประกอบ 18

ตาราง 9 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว			โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD			ต่อแขนสั้น (μm) ± SD			m	sm	st	t
1	1.89	±	0.07	1.92	±	0.08	1.01	±	0.01	+	-	-	-
2	1.84	±	0.06	1.86	±	0.05	1.01	±	0.00	+	-	-	-
3	1.80	±	0.06	1.81	±	0.06	1.01	±	0.01	+	-	-	-
4	1.74	±	0.06	1.77	±	0.05	1.01	±	0.01	+	-	-	-
5	1.67	±	0.05	1.68	±	0.04	1.01	±	0.00	+	-	-	-
6	1.55	±	0.04	1.60	±	0.03	1.03	±	0.02	+	-	-	-
7	0.00	±	0.00	1.87	±	0.00	∞			-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞			-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.75	±	0.02	∞			-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.70	±	0.03	∞			-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.58	±	0.05	∞			-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.55	±	0.01	∞			-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.48	±	0.04	∞			-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.45	±	0.01	∞			-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.44	±	0.01	∞			-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.43	±	0.00	∞			-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.37	±	0.03	∞			-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.35	±	0.01	∞			-	-	-	+

ตาราง 10 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดสุโขทัย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD			ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	2.05	±	0.28	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	2.03	±	0.32	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.98	±	0.32	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.92	±	0.31	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.87	±	0.34	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.85	±	0.36	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.74	±	0.35	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.71	±	0.37	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.67	±	0.39	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.58	±	0.37	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.39	±	0.27	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.37	±	0.28	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.34	±	0.29	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.32	±	0.30	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.28	±	0.30	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.27	±	0.30	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.19	±	0.30	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.18	±	0.31	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.14	±	0.32	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.13	±	0.32	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.09	±	0.29	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.08	±	0.30	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.05	±	0.32	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	1.01	±	0.31	∞	-	-	-	+

ตาราง 11 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดตากจำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.91	±	0.17	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.89	±	0.18	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.85	±	0.17	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.82	±	0.16	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.76	±	0.18	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.73	±	0.18	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.67	±	0.19	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.64	±	0.20	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.57	±	0.24	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.54	±	0.23	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.46	±	0.21	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.44	±	0.20	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.39	±	0.20	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.35	±	0.20	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.28	±	0.19	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.25	±	0.17	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.16	±	0.21	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.13	±	0.20	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.05	±	0.20	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.04	±	0.20	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	0.98	±	0.19	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	0.97	±	0.19	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	0.92	±	0.21	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	0.89	±	0.20	∞	-	-	-	+

ตาราง 12 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดนครสวรรค์ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.90	±	0.16	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.88	±	0.17	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.85	±	0.16	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.83	±	0.16	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.77	±	0.17	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.76	±	0.18	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.71	±	0.18	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.69	±	0.20	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.63	±	0.21	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.60	±	0.20	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.53	±	0.19	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.51	±	0.19	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.46	±	0.19	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.43	±	0.21	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.36	±	0.23	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.35	±	0.23	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.24	±	0.27	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.22	±	0.27	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.10	±	0.24	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.09	±	0.23	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.01	±	0.18	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	0.99	±	0.19	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	0.93	±	0.18	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	0.91	±	0.17	∞	-	-	-	+

ตาราง 13 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดขอนแก่น จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.91	±	0.22	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.91	±	0.23	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.86	±	0.23	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.83	±	0.21	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.78	±	0.23	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.76	±	0.24	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.69	±	0.23	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.68	±	0.24	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.63	±	0.25	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.59	±	0.22	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.48	±	0.18	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.47	±	0.19	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.44	±	0.19	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.42	±	0.21	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.37	±	0.22	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.37	±	0.22	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.26	±	0.20	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.26	±	0.20	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.21	±	0.23	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.19	±	0.23	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.13	±	0.18	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.12	±	0.18	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.04	±	0.22	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	1.02	±	0.20	∞	-	-	-	+

ตาราง 14 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดมหาสารคาม จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.88	±	0.16	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.87	±	0.16	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.82	±	0.17	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.80	±	0.16	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.70	±	0.17	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.69	±	0.18	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.61	±	0.17	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.60	±	0.18	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.53	±	0.19	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.51	±	0.17	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.41	±	0.14	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.39	±	0.13	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.32	±	0.13	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.30	±	0.15	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.25	±	0.14	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.24	±	0.14	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.13	±	0.18	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.12	±	0.18	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.03	±	0.17	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.02	±	0.16	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	0.99	±	0.15	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	0.98	±	0.15	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	0.90	±	0.17	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	0.89	±	0.15	∞	-	-	-	+

ตาราง 15 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.87	±	0.17	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.86	±	0.18	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.82	±	0.17	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.80	±	0.17	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.73	±	0.18	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.71	±	0.19	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.64	±	0.21	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.61	±	0.23	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.55	±	0.23	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.52	±	0.22	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.43	±	0.21	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.41	±	0.21	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.37	±	0.21	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.34	±	0.24	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.29	±	0.25	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.29	±	0.25	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.17	±	0.24	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.16	±	0.24	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.09	±	0.25	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.09	±	0.25	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.04	±	0.19	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.03	±	0.19	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	0.94	±	0.19	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	0.93	±	0.18	∞	-	-	-	+

ตาราง 16 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.94	±	0.21	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.93	±	0.22	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.89	±	0.22	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.86	±	0.20	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.80	±	0.23	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.78	±	0.24	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.71	±	0.22	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.69	±	0.24	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.63	±	0.24	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.60	±	0.22	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.49	±	0.18	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.47	±	0.19	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.43	±	0.19	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.41	±	0.21	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.35	±	0.22	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.35	±	0.23	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.22	±	0.22	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.22	±	0.22	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.17	±	0.24	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.15	±	0.24	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.09	±	0.19	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.08	±	0.19	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.00	±	0.21	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	0.98	±	0.20	∞	-	-	-	+

ตาราง 17 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดอุทัยธานี จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม			อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) $\pm$ SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD		แขนยาวเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD		m	sm	st	t
1	0.00	$\pm$ 0.00	1.90 $\pm$ 0.17	∞	-	-	-	+
2	0.00	$\pm$ 0.00	1.89 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
3	0.00	$\pm$ 0.00	1.86 $\pm$ 0.17	∞	-	-	-	+
4	0.00	$\pm$ 0.00	1.85 $\pm$ 0.16	∞	-	-	-	+
5	0.00	$\pm$ 0.00	1.81 $\pm$ 0.17	∞	-	-	-	+
6	0.00	$\pm$ 0.00	1.79 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
7	0.00	$\pm$ 0.00	1.75 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
8	0.00	$\pm$ 0.00	1.72 $\pm$ 0.20	∞	-	-	-	+
9	0.00	$\pm$ 0.00	1.66 $\pm$ 0.20	∞	-	-	-	+
10	0.00	$\pm$ 0.00	1.64 $\pm$ 0.19	∞	-	-	-	+
11	0.00	$\pm$ 0.00	1.54 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
12	0.00	$\pm$ 0.00	1.53 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
13	0.00	$\pm$ 0.00	1.46 $\pm$ 0.19	∞	-	-	-	+
14	0.00	$\pm$ 0.00	1.45 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
15	0.00	$\pm$ 0.00	1.37 $\pm$ 0.22	∞	-	-	-	+
16	0.00	$\pm$ 0.00	1.36 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
17	0.00	$\pm$ 0.00	1.21 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
18	0.00	$\pm$ 0.00	1.19 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
19	0.00	$\pm$ 0.00	1.13 $\pm$ 0.22	∞	-	-	-	+
20	0.00	$\pm$ 0.00	1.12 $\pm$ 0.22	∞	-	-	-	+
21	0.00	$\pm$ 0.00	1.03 $\pm$ 0.20	∞	-	-	-	+
22	0.00	$\pm$ 0.00	1.03 $\pm$ 0.20	∞	-	-	-	+
23	0.00	$\pm$ 0.00	0.96 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
24	0.00	$\pm$ 0.00	0.94 $\pm$ 0.17	∞	-	-	-	+

ตาราง 18 ความยาวแกนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดราชบุรี จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) $\pm$ SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD				m	sm	st	t
1	0.00	$\pm$	0.00	1.92	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
2	0.00	$\pm$	0.00	1.91	$\pm$	0.28	∞	-	-	-	+
3	0.00	$\pm$	0.00	1.87	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
4	0.00	$\pm$	0.00	1.85	$\pm$	0.26	∞	-	-	-	+
5	0.00	$\pm$	0.00	1.79	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
6	0.00	$\pm$	0.00	1.77	$\pm$	0.28	∞	-	-	-	+
7	0.00	$\pm$	0.00	1.71	$\pm$	0.25	∞	-	-	-	+
8	0.00	$\pm$	0.00	1.70	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
9	0.00	$\pm$	0.00	1.65	$\pm$	0.28	∞	-	-	-	+
10	0.00	$\pm$	0.00	1.61	$\pm$	0.25	∞	-	-	-	+
11	0.00	$\pm$	0.00	1.46	$\pm$	0.19	∞	-	-	-	+
12	0.00	$\pm$	0.00	1.43	$\pm$	0.19	∞	-	-	-	+
13	0.00	$\pm$	0.00	1.37	$\pm$	0.20	∞	-	-	-	+
14	0.00	$\pm$	0.00	1.34	$\pm$	0.23	∞	-	-	-	+
15	0.00	$\pm$	0.00	1.30	$\pm$	0.24	∞	-	-	-	+
16	0.00	$\pm$	0.00	1.28	$\pm$	0.24	∞	-	-	-	+
17	0.00	$\pm$	0.00	1.19	$\pm$	0.28	∞	-	-	-	+
18	0.00	$\pm$	0.00	1.17	$\pm$	0.29	∞	-	-	-	+
19	0.00	$\pm$	0.00	1.11	$\pm$	0.31	∞	-	-	-	+
20	0.00	$\pm$	0.00	1.10	$\pm$	0.31	∞	-	-	-	+
21	0.00	$\pm$	0.00	1.04	$\pm$	0.29	∞	-	-	-	+
22	0.00	$\pm$	0.00	1.03	$\pm$	0.29	∞	-	-	-	+
23	0.00	$\pm$	0.00	0.98	$\pm$	0.29	∞	-	-	-	+
24	0.00	$\pm$	0.00	0.95	$\pm$	0.28	∞	-	-	-	+

ตาราง 19 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดนครปฐม จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.95	±	0.24	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.94	±	0.25	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.90	±	0.25	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.87	±	0.24	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.82	±	0.25	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.80	±	0.26	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.74	±	0.25	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.73	±	0.27	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.66	±	0.28	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.63	±	0.26	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.52	±	0.24	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.50	±	0.24	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.46	±	0.23	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.44	±	0.26	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.41	±	0.27	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.38	±	0.26	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.32	±	0.28	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.30	±	0.28	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.22	±	0.29	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.21	±	0.29	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.11	±	0.27	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.10	±	0.27	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.04	±	0.27	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	1.02	±	0.21	∞	-	-	-	+

ตาราง 20 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด

ปลาไหลนาจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.96	±	0.20	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.95	±	0.21	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.91	±	0.20	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.88	±	0.19	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.83	±	0.21	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.81	±	0.22	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.73	±	0.21	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.71	±	0.22	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.66	±	0.23	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.62	±	0.21	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.51	±	0.19	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.49	±	0.20	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.39	±	0.17	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.37	±	0.20	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.34	±	0.20	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.33	±	0.20	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.26	±	0.21	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.25	±	0.22	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.19	±	0.23	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.17	±	0.22	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.11	±	0.21	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.10	±	0.21	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.03	±	0.22	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	1.00	±	0.21	∞	-	-	-	+

ตาราง 21 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดตราด จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD			ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	m	sm	st	t
1	1.85	±	0.09	1.86	±	0.10	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
2	1.80	±	0.07	1.82	±	0.07	1.01 ± 0.00	+	-	-	-
3	1.76	±	0.07	1.77	±	0.06	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
4	1.71	±	0.07	1.74	±	0.06	1.02 ± 0.01	+	-	-	-
5	1.64	±	0.06	1.65	±	0.05	1.01 ± 0.00	+	-	-	-
6	1.55	±	0.02	1.58	±	0.04	1.02 ± 0.01	+	-	-	-
7	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.74	±	0.02	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.71	±	0.03	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.60	±	0.06	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.55	±	0.00	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.51	±	0.05	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.45	±	0.01	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.44	±	0.01	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.43	±	0.00	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.39	±	0.04	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.35	±	0.01	∞	-	-	-	+

ตาราง 22 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด

ปลาไหลนาจังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.88	±	0.17	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.87	±	0.17	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.83	±	0.18	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.81	±	0.17	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.77	±	0.17	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.75	±	0.18	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.70	±	0.17	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.68	±	0.19	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.60	±	0.24	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.62	±	0.18	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.54	±	0.17	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.52	±	0.19	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.47	±	0.19	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.44	±	0.21	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.39	±	0.21	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.38	±	0.21	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.31	±	0.24	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.26	±	0.23	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.28	±	0.25	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.25	±	0.24	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.13	±	0.21	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.12	±	0.22	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.04	±	0.20	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	1.02	±	0.19	∞	-	-	-	+

ตาราง 23 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดสระแก้ว จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.90	±	0.22	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.89	±	0.23	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.84	±	0.23	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.81	±	0.21	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.75	±	0.22	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.73	±	0.23	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.67	±	0.20	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.65	±	0.22	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.56	±	0.27	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.57	±	0.20	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.44	±	0.15	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.41	±	0.16	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.37	±	0.17	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.34	±	0.19	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.31	±	0.20	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.30	±	0.20	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.22	±	0.23	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.21	±	0.24	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.13	±	0.25	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.11	±	0.25	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.06	±	0.23	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.05	±	0.24	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	0.99	±	0.24	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	0.97	±	0.23	∞	-	-	-	+

ตาราง 24 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดระยอง จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD			(μm) $\pm$ SD	m	sm	st	t
1	0.00	$\pm$	0.00	1.90	$\pm$	0.26	∞	-	-	-	+
2	0.00	$\pm$	0.00	1.89	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
3	0.00	$\pm$	0.00	1.83	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
4	0.00	$\pm$	0.00	1.81	$\pm$	0.24	∞	-	-	-	+
5	0.00	$\pm$	0.00	1.76	$\pm$	0.25	∞	-	-	-	+
6	0.00	$\pm$	0.00	1.74	$\pm$	0.26	∞	-	-	-	+
7	0.00	$\pm$	0.00	1.68	$\pm$	0.21	∞	-	-	-	+
8	0.00	$\pm$	0.00	1.66	$\pm$	0.22	∞	-	-	-	+
9	0.00	$\pm$	0.00	1.53	$\pm$	0.33	∞	-	-	-	+
10	0.00	$\pm$	0.00	1.57	$\pm$	0.20	∞	-	-	-	+
11	0.00	$\pm$	0.00	1.42	$\pm$	0.14	∞	-	-	-	+
12	0.00	$\pm$	0.00	1.39	$\pm$	0.16	∞	-	-	-	+
13	0.00	$\pm$	0.00	1.35	$\pm$	0.17	∞	-	-	-	+
14	0.00	$\pm$	0.00	1.34	$\pm$	0.18	∞	-	-	-	+
15	0.00	$\pm$	0.00	1.31	$\pm$	0.18	∞	-	-	-	+
16	0.00	$\pm$	0.00	1.23	$\pm$	0.22	∞	-	-	-	+
17	0.00	$\pm$	0.00	1.16	$\pm$	0.25	∞	-	-	-	+
18	0.00	$\pm$	0.00	1.15	$\pm$	0.26	∞	-	-	-	+
19	0.00	$\pm$	0.00	1.08	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
20	0.00	$\pm$	0.00	1.06	$\pm$	0.28	∞	-	-	-	+
21	0.00	$\pm$	0.00	1.01	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
22	0.00	$\pm$	0.00	1.00	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
23	0.00	$\pm$	0.00	0.95	$\pm$	0.27	∞	-	-	-	+
24	0.00	$\pm$	0.00	0.92	$\pm$	0.26	∞	-	-	-	+

ตาราง 25 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดชุมพร จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD			ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	m	sm	st	t
1	1.86	±	0.09	1.88	±	0.10	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
2	1.82	±	0.07	1.83	±	0.07	1.01 ± 0.00	+	-	-	-
3	1.78	±	0.06	1.79	±	0.06	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
4	1.72	±	0.07	1.76	±	0.05	1.02 ± 0.01	+	-	-	-
5	1.65	±	0.05	1.67	±	0.05	1.01 ± 0.00	+	-	-	-
6	1.55	±	0.02	1.58	±	0.04	1.02 ± 0.01	+	-	-	-
7	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.75	±	0.02	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.71	±	0.03	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.60	±	0.06	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.55	±	0.00	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.50	±	0.05	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.45	±	0.01	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.44	±	0.01	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.43	±	0.00	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.38	±	0.04	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.35	±	0.00	∞	-	-	-	+

ตาราง 26 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด
ปลาไหลนาจังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม			อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) $\pm$ SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD		แขนยาวเฉลี่ย (μm) $\pm$ SD		m	sm	st	t
1	0.00	$\pm$ 0.00	1.91 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
2	0.00	$\pm$ 0.00	1.89 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
3	0.00	$\pm$ 0.00	1.85 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
4	0.00	$\pm$ 0.00	1.83 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
5	0.00	$\pm$ 0.00	1.77 $\pm$ 0.22	∞	-	-	-	+
6	0.00	$\pm$ 0.00	1.75 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
7	0.00	$\pm$ 0.00	1.69 $\pm$ 0.20	∞	-	-	-	+
8	0.00	$\pm$ 0.00	1.68 $\pm$ 0.22	∞	-	-	-	+
9	0.00	$\pm$ 0.00	1.59 $\pm$ 0.28	∞	-	-	-	+
10	0.00	$\pm$ 0.00	1.60 $\pm$ 0.20	∞	-	-	-	+
11	0.00	$\pm$ 0.00	1.48 $\pm$ 0.17	∞	-	-	-	+
12	0.00	$\pm$ 0.00	1.45 $\pm$ 0.18	∞	-	-	-	+
13	0.00	$\pm$ 0.00	1.41 $\pm$ 0.19	∞	-	-	-	+
14	0.00	$\pm$ 0.00	1.39 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
15	0.00	$\pm$ 0.00	1.35 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
16	0.00	$\pm$ 0.00	1.33 $\pm$ 0.21	∞	-	-	-	+
17	0.00	$\pm$ 0.00	1.26 $\pm$ 0.25	∞	-	-	-	+
18	0.00	$\pm$ 0.00	1.25 $\pm$ 0.26	∞	-	-	-	+
19	0.00	$\pm$ 0.00	1.18 $\pm$ 0.26	∞	-	-	-	+
20	0.00	$\pm$ 0.00	1.15 $\pm$ 0.26	∞	-	-	-	+
21	0.00	$\pm$ 0.00	1.09 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
22	0.00	$\pm$ 0.00	1.08 $\pm$ 0.24	∞	-	-	-	+
23	0.00	$\pm$ 0.00	1.01 $\pm$ 0.23	∞	-	-	-	+
24	0.00	$\pm$ 0.00	0.99 $\pm$ 0.22	∞	-	-	-	+

ตาราง 27 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด

ปลาไหลนาจังหวัดระนอง จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD				m	sm	st	t
1	0.00	±	0.00	1.94	±	0.24	∞	-	-	-	+
2	0.00	±	0.00	1.93	±	0.24	∞	-	-	-	+
3	0.00	±	0.00	1.89	±	0.24	∞	-	-	-	+
4	0.00	±	0.00	1.86	±	0.21	∞	-	-	-	+
5	0.00	±	0.00	1.80	±	0.23	∞	-	-	-	+
6	0.00	±	0.00	1.79	±	0.23	∞	-	-	-	+
7	0.00	±	0.00	1.73	±	0.18	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.72	±	0.18	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.62	±	0.25	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.63	±	0.16	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.52	±	0.11	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.49	±	0.13	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.45	±	0.14	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.44	±	0.14	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.40	±	0.16	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.39	±	0.17	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.29	±	0.21	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.27	±	0.22	∞	-	-	-	+
19	0.00	±	0.00	1.22	±	0.24	∞	-	-	-	+
20	0.00	±	0.00	1.19	±	0.25	∞	-	-	-	+
21	0.00	±	0.00	1.10	±	0.22	∞	-	-	-	+
22	0.00	±	0.00	1.09	±	0.23	∞	-	-	-	+
23	0.00	±	0.00	1.04	±	0.23	∞	-	-	-	+
24	0.00	±	0.00	1.00	±	0.22	∞	-	-	-	+

ตาราง 28 ความยาวแขนโครโมโซม อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น ที่ได้จากการวัด

ปลาไหลนาจังหวัดสงขลา จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม ที่	ความยาวโครโมโซม						อัตราส่วนแขนยาว	โครโมโซมแบบ			
	แขนสั้นเฉลี่ย (μm) ± SD			แขนยาวเฉลี่ย (μm) ± SD			ต่อแขนสั้น (μm) ± SD	m	sm	st	t
1	1.83	±	0.08	1.85	±	0.09	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
2	1.79	±	0.07	1.81	±	0.07	1.01 ± 0.00	+	-	-	-
3	1.73	±	0.07	1.75	±	0.07	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
4	1.69	±	0.07	1.72	±	0.06	1.02 ± 0.01	+	-	-	-
5	1.62	±	0.07	1.63	±	0.06	1.01 ± 0.00	+	-	-	-
6	1.55	±	0.02	1.58	±	0.03	1.01 ± 0.01	+	-	-	-
7	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞	-	-	-	+
8	0.00	±	0.00	1.86	±	0.00	∞	-	-	-	+
9	0.00	±	0.00	1.73	±	0.03	∞	-	-	-	+
10	0.00	±	0.00	1.70	±	0.03	∞	-	-	-	+
11	0.00	±	0.00	1.58	±	0.05	∞	-	-	-	+
12	0.00	±	0.00	1.55	±	0.00	∞	-	-	-	+
13	0.00	±	0.00	1.52	±	0.05	∞	-	-	-	+
14	0.00	±	0.00	1.45	±	0.01	∞	-	-	-	+
15	0.00	±	0.00	1.44	±	0.01	∞	-	-	-	+
16	0.00	±	0.00	1.43	±	0.00	∞	-	-	-	+
17	0.00	±	0.00	1.39	±	0.03	∞	-	-	-	+
18	0.00	±	0.00	1.35	±	0.01	∞	-	-	-	+

ตาราง 29 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) คาร์ิโอไทป์ และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ

ภาค	จังหวัด	2n	โครโมโซมแบบ				จำนวนแขน ของ โครโมโซม
			เมตา เซนตริก	สับเมตา เซนตริก	สับทีโล เซนตริก	อะโคร เซนตริก	
เหนือ	จ.เชียงใหม่	18	3	-	-	6	24
	จ.สุโขทัย	24	-	-	-	12	24
	จ.ตาก	24	-	-	-	12	24
	จ.นครสวรรค์	24	-	-	-	12	24
ตะวันออก	จ.ขอนแก่น	24	-	-	-	12	24
เฉียงเหนือ	จ.มหาสารคาม	24	-	-	-	12	24
	จ.กาฬสินธุ์	24	-	-	-	12	24
	จ.ร้อยเอ็ด	24	-	-	-	12	24
กลาง	จ.อุทัยธานี	24	-	-	-	12	24
	จ.ราชบุรี	24	-	-	-	12	24
	จ.นครปฐม	24	-	-	-	12	24
	จ.กาญจนบุรี	24	-	-	-	12	24
ตะวันออก	จ.ตราด	18	3	-	-	6	24
	จ.ปราจีนบุรี	24	-	-	-	12	24
	จ.สระแก้ว	24	-	-	-	12	24
	จ.ระยอง	24	-	-	-	12	24
ใต้	จ.ชุมพร	18	3	-	-	6	24
	จ.ระนอง	24	-	-	-	12	24
	จ.สุราษฎร์ธานี	24	-	-	-	12	24
	จ.สงขลา	18	3	-	-	6	24

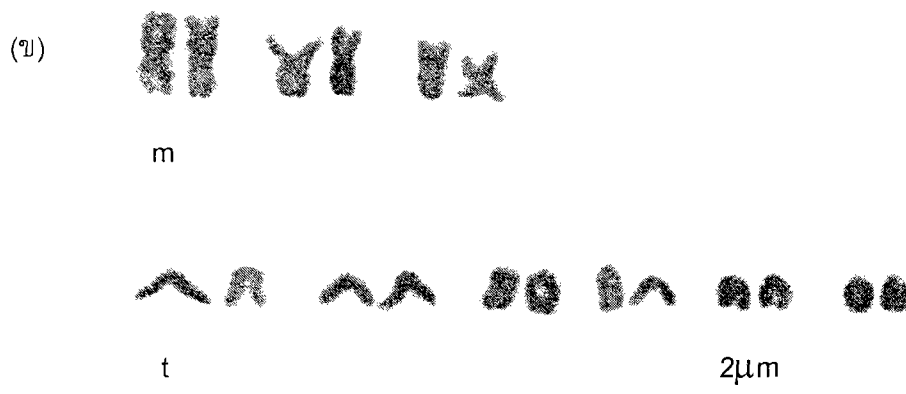
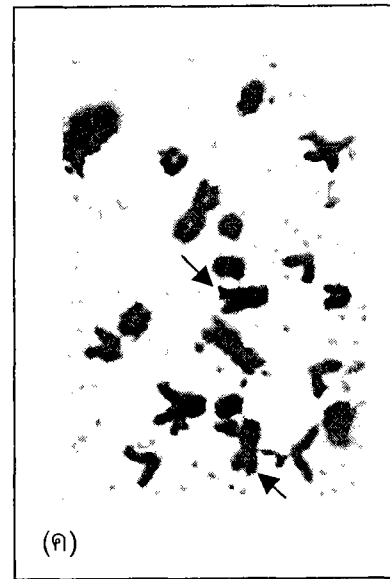
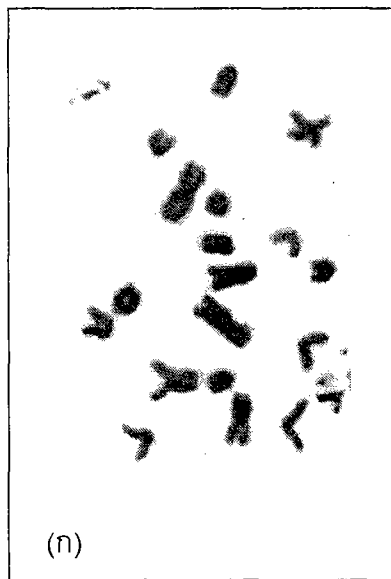
ตาราง 30 การกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ของโครโมโซมในปลาไหลนา
จากภาคต่าง ๆ

ภาค	จังหวัด	จำนวน (ตัว)	จำนวน เซลล์ที่ย้อม ด้วย Ag*	จำนวนคู่ ของ โครโมโซม	จำนวนคู่ของ บริเวณ นิวคลีโอไล์ สออร์แกไน เซอร์	บริเวณ นิวคลีโอไล์ สออร์แกไนเซอร์ ที่ปรากฏ บนโครโมโซม
เหนือ	จ.เชียงใหม่	5	2	9	1	A
	จ.สุโขทัย	5	2	12	1	B
	จ.ตาก	5	2	12	1	B
	จ.นครสวรรค์	5	2	12	1	B
ตะวันออก	จ.ขอนแก่น	5	2	12	1	B
เฉียงเหนือ	จ.มหาสารคาม	5	2	12	1	B
	จ.กาฬสินธุ์	5	2	12	1	B
	จ.ร้อยเอ็ด	5	2	12	1	B
	จ.อุทัยธานี	5	2	12	1	B
กลาง	จ.ราชบุรี	5	2	12	1	B
	จ.นครปฐม	5	2	12	1	B
	จ.กาญจนบุรี	5	2	12	1	B
	จ.ตราด	5	2	9	1	A
ตะวันออก	จ.ปราจีนบุรี	5	2	12	1	B
	จ.สระแก้ว	5	2	12	1	B
	จ.ระยอง	5	2	12	1	B
	จ.ชุมพร	5	2	9	1	A
ใต้	จ.ระนอง	5	2	12	1	B
	จ.สุราษฎร์ธานี	5	2	12	1	B
	จ.สงขลา	5	2	9	1	A

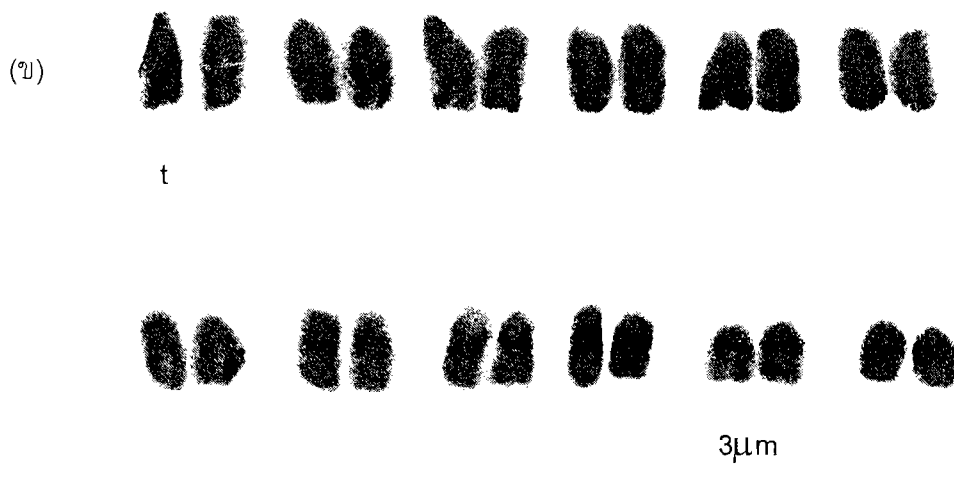
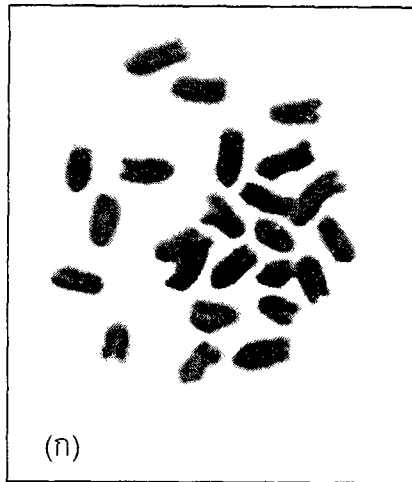
หมายเหตุ : *Ag หมายถึงซิลเวอร์ไนเตรท

A หมายถึงบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ที่ปรากฏบนแขนข้างยาวของโครโมโซม
แบบเมตาเซนตริก

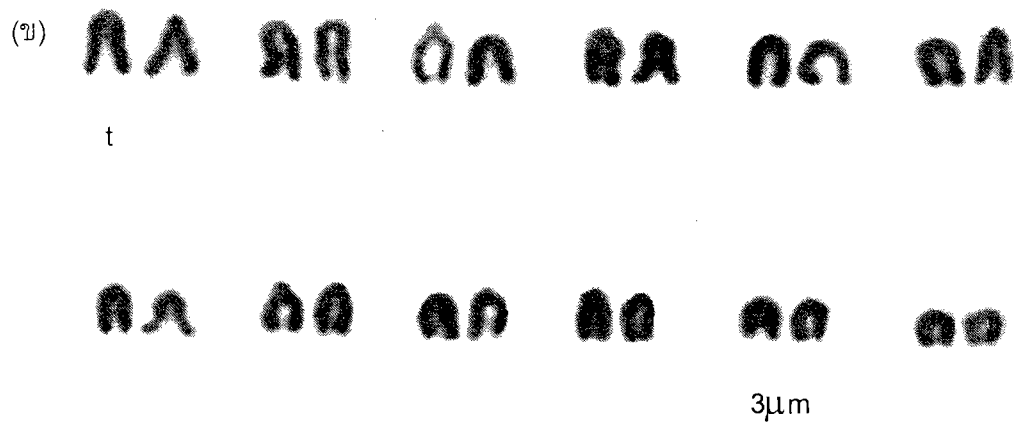
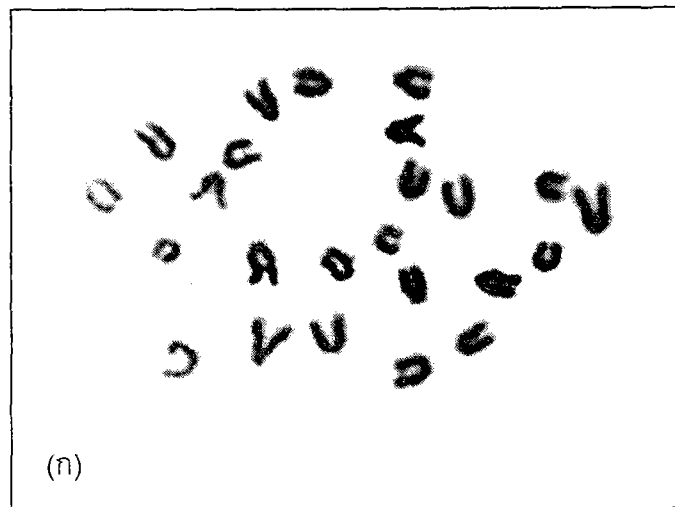
B หมายถึงบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกไนเซอร์ที่ปรากฏบนแขนข้างยาวของโครโมโซม
แบบอะโครเซนตริก



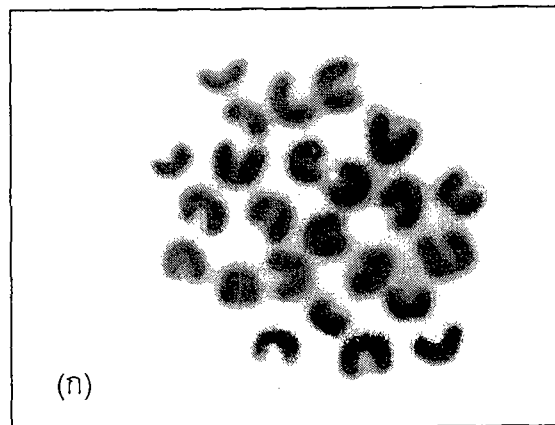
ภาพประกอบ 1 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 18$ และ (ข) คาร์ิโอไทป์ ของ ปลาไหลนาจังหวัดเชียงใหม่ m = metacentric chromosome, t = acrocentric chromosome
 (ค) ลูกศรชี้ตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สอร์แกเนลล์ของคูโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก คู่ที่ 2



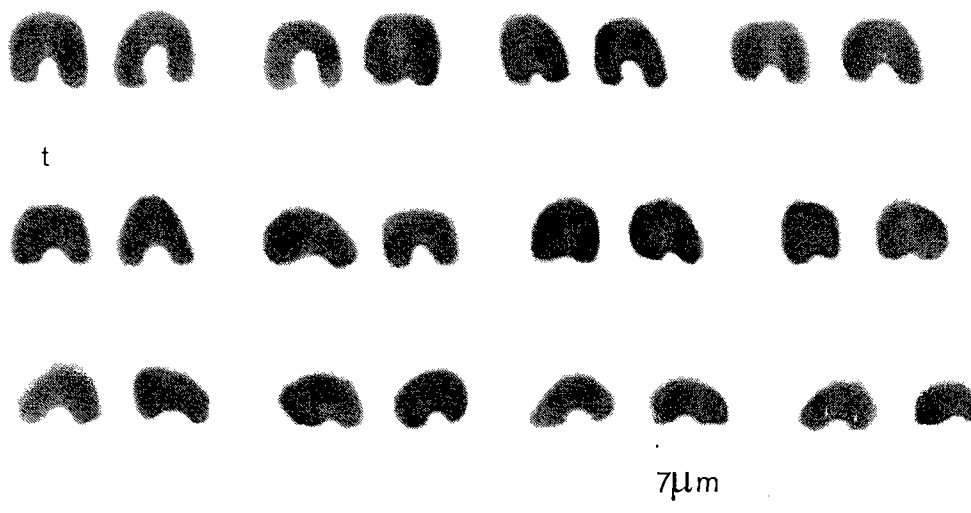
ภาพประกอบ 2 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ (ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดสุโขทัย t = acrocentric chromosome (ค) ลูกศรชี้ตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสหรือแกนเซลล์ของคูโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3



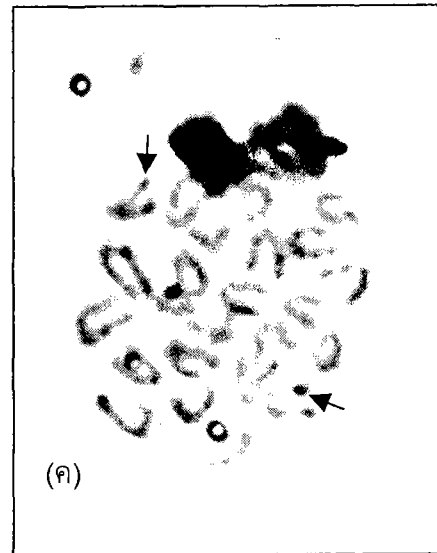
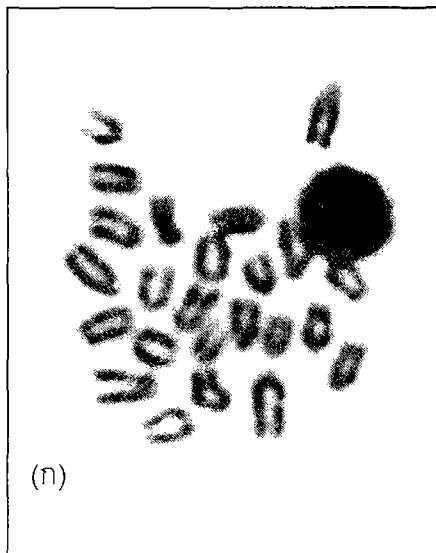
ภาพประกอบ 3 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ (ข) คาร์ิโอไทป์ ของ ปลาไหลนาจังหวัดตาก t = acrocentric chromosome



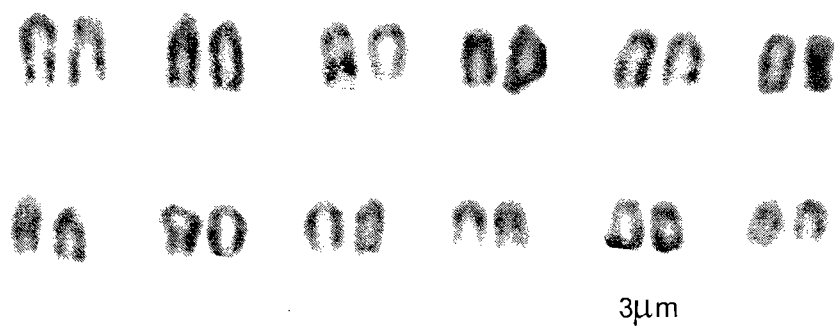
(ข)



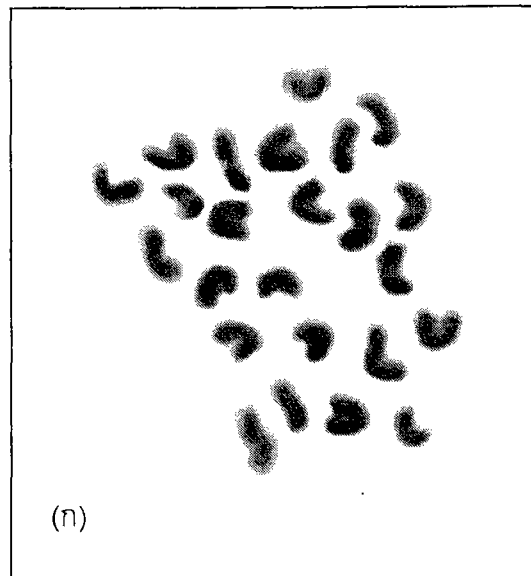
ภาพประกอบ 4 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดนครสวรรค์ $t = \text{acrocentric chromosome}$



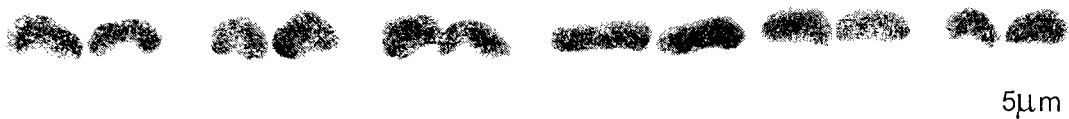
(ข)



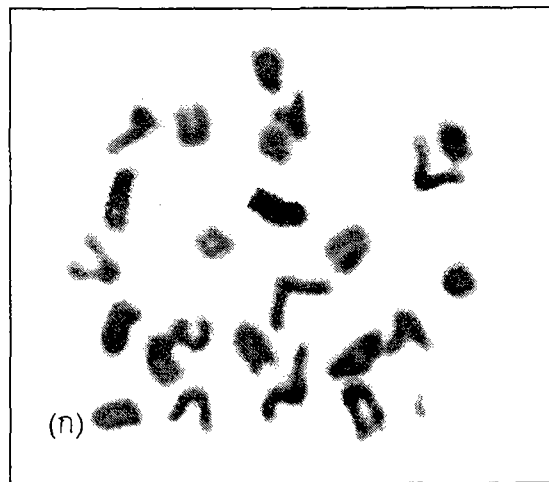
ภาพประกอบ 5 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดขอนแก่น $t = \text{acrocentric chromosome}$ (ค) ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอไลอัสออร์แกเนลเลอร์ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3



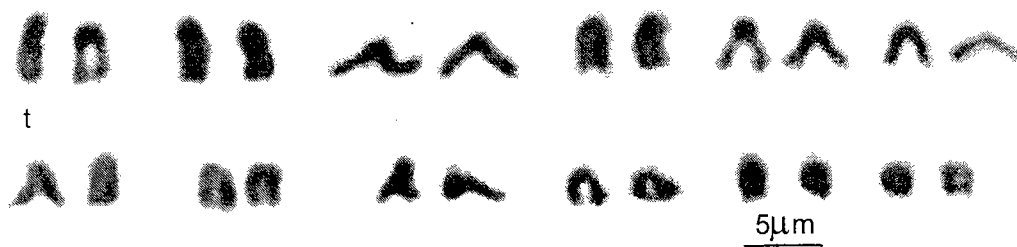
(ข)



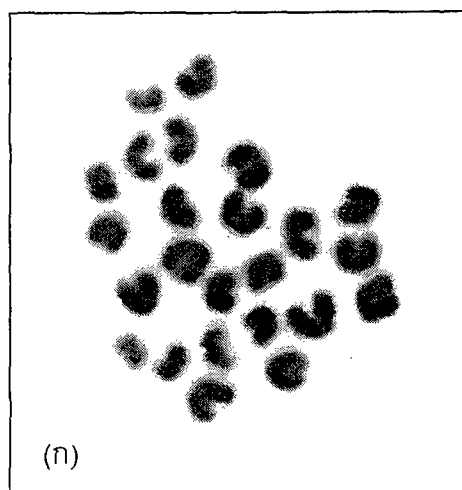
ภาพประกอบ 6 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดมหาสารคาม t = acrocentric chromosome



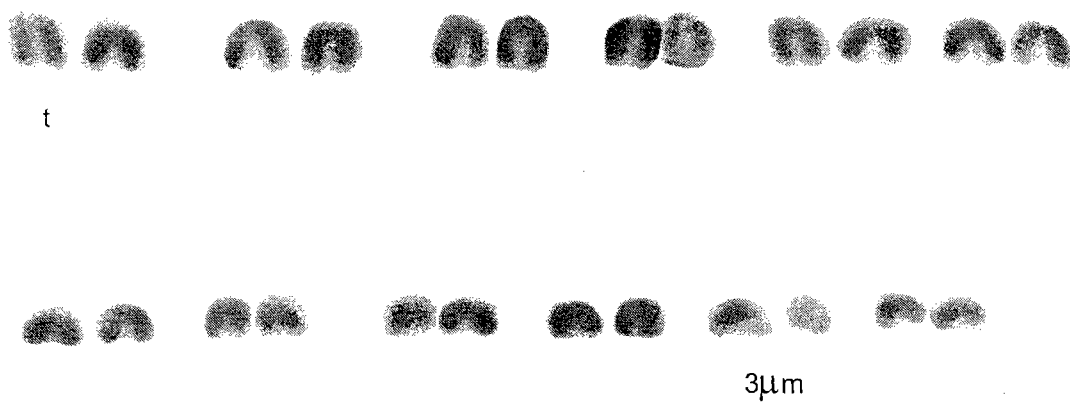
(ข)



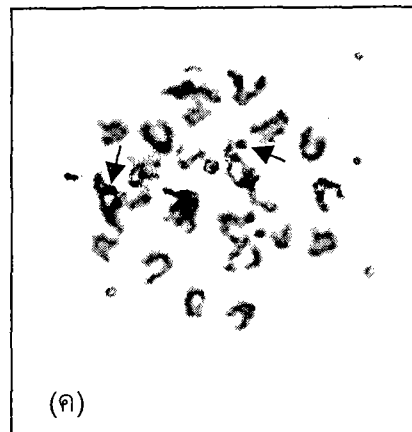
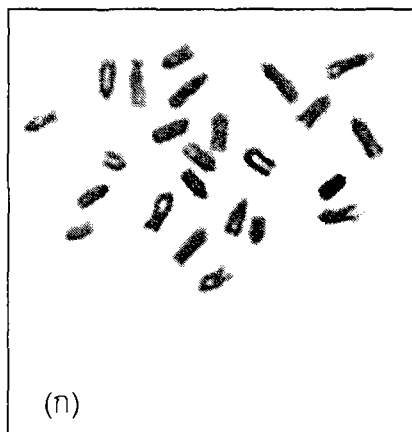
ภาพประกอบ 7 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดกาฬสินธุ์ t = acrocentric chromosome



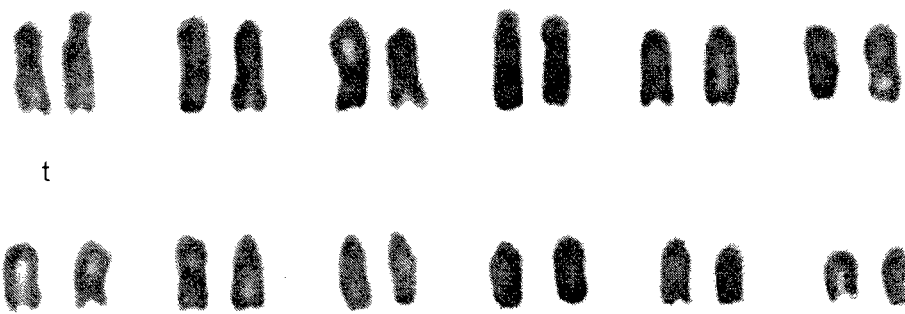
(ข)



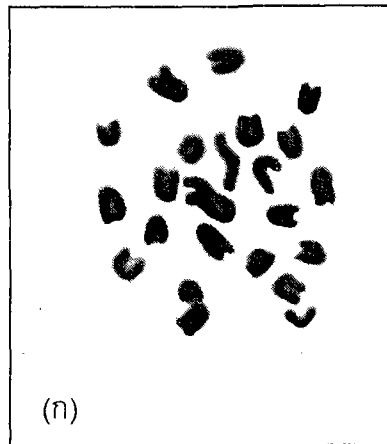
ภาพประกอบ 8 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของ ปลาไหลนาจังหวัดร้อยเอ็ด t = acrocentric chromosome



(ข)



ภาพประกอบ 9 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดอุทัยธานี t = acrocentric chromosome (ค) ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอไลัสออร์แกเนลเลอร์ของคูโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3



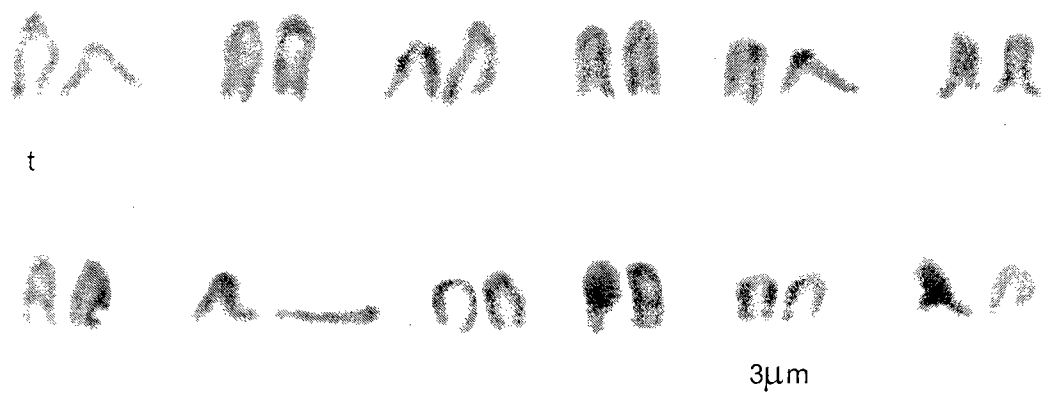
(ข)



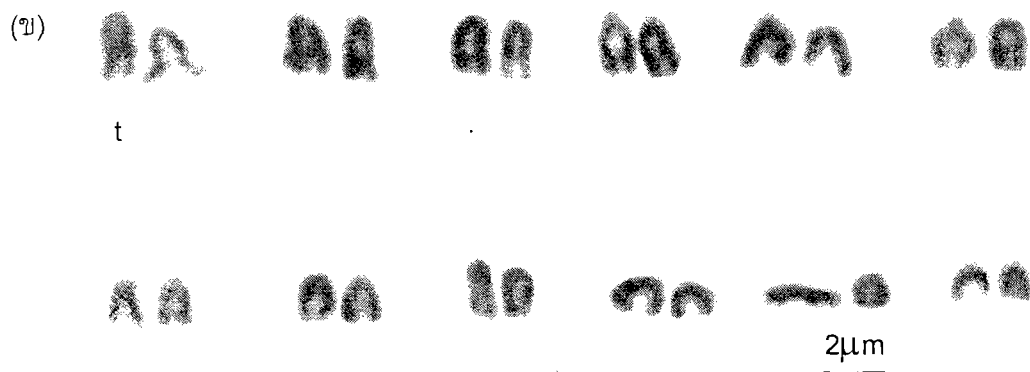
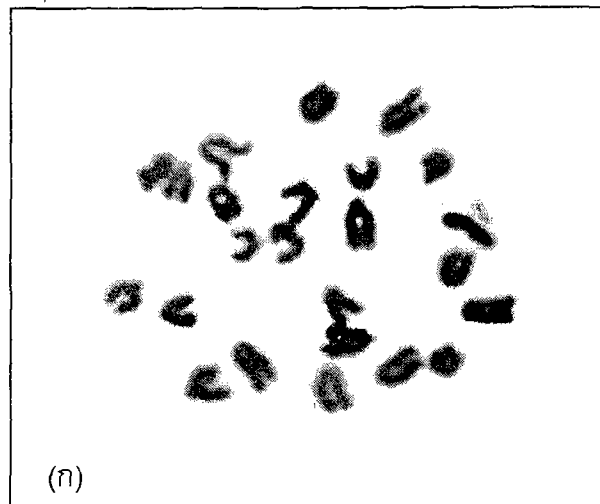
ภาพประกอบ 10 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนา จังหวัดราชบุรี t = acrocentric chromosome



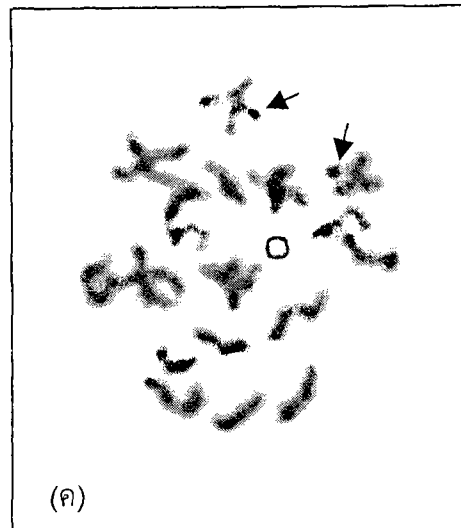
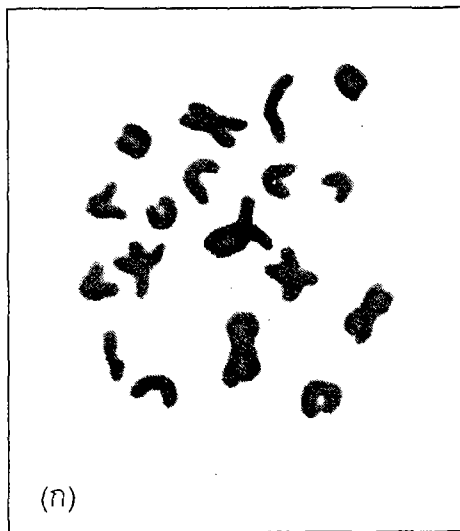
(ข)



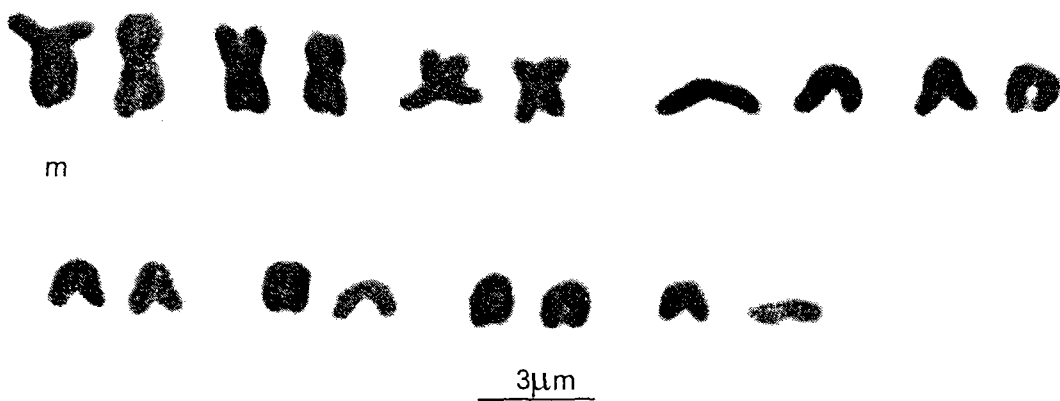
ภาพประกอบ 11 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนาจังหวัดนครปฐม t = acrocentric chromosome



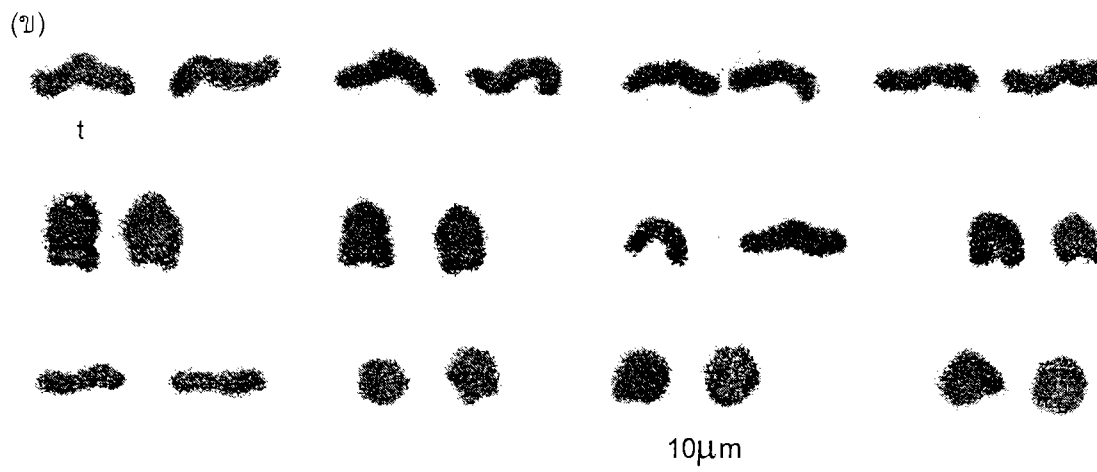
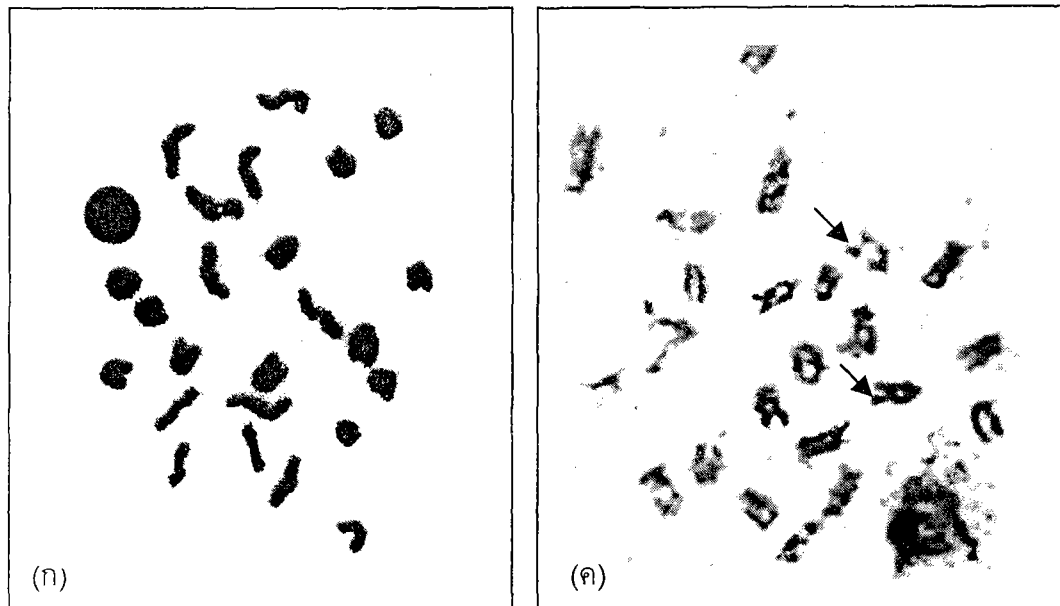
ภาพประกอบ 12 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนาจังหวัดกาญจนบุรี t = acrocentric chromosome



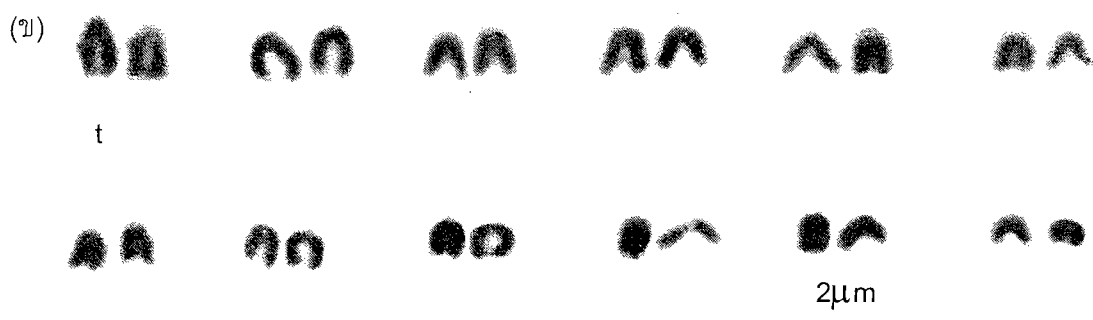
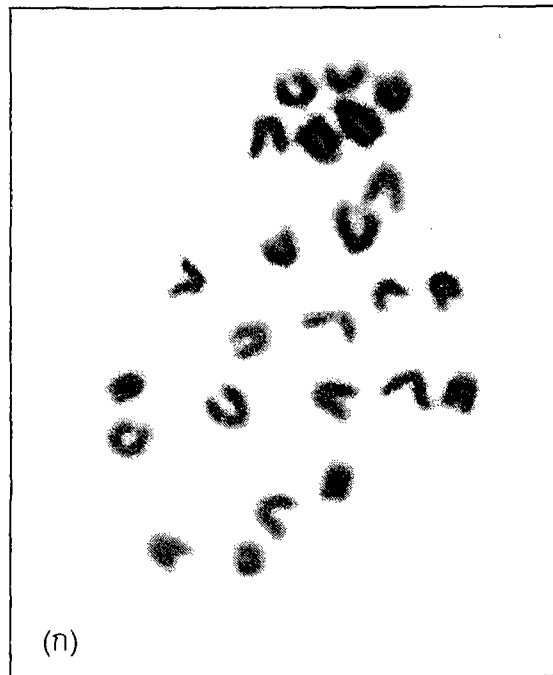
(ข)



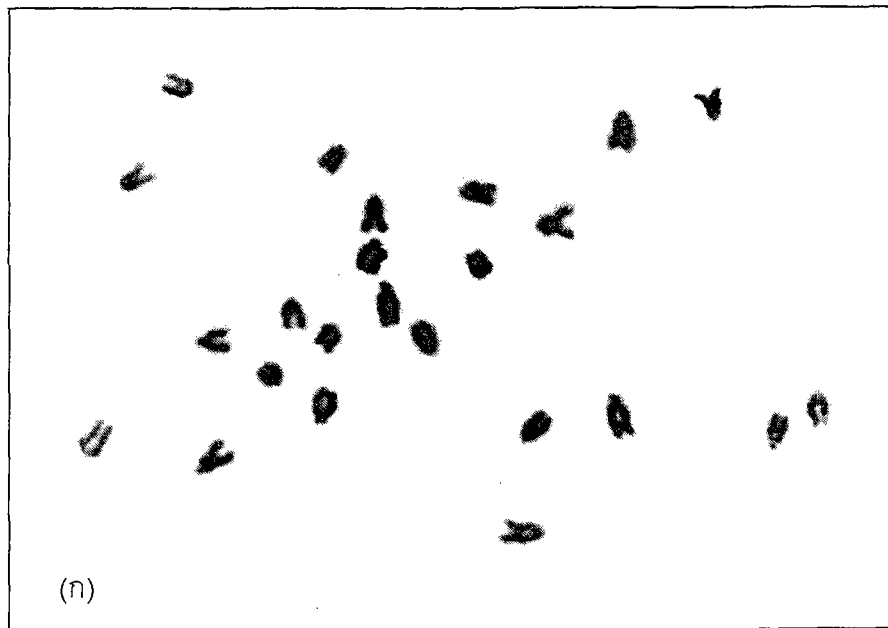
ภาพประกอบ 13 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 18$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนาจังหวัดตราด m = metacentric chromosome, t = acrocentric chromosome
(ค) ลูกศรชี้ตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอไลอัสออร์แกนเซออร์ของคูโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก คู่ที่ 2



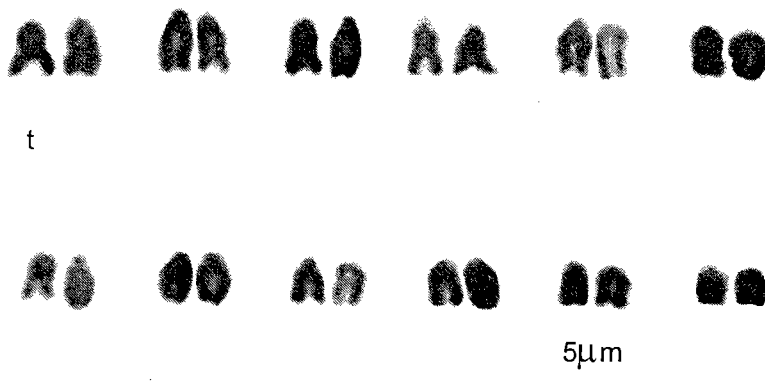
ภาพประกอบ 14 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดปราจีนบุรี t = acrocentric chromosome (ค) ลูกศรชี้ตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอไล์สออร์แกเนลล์ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3



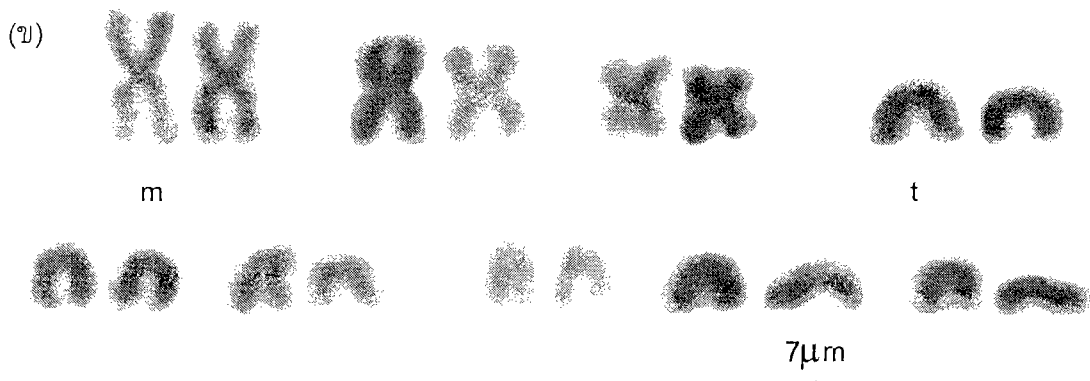
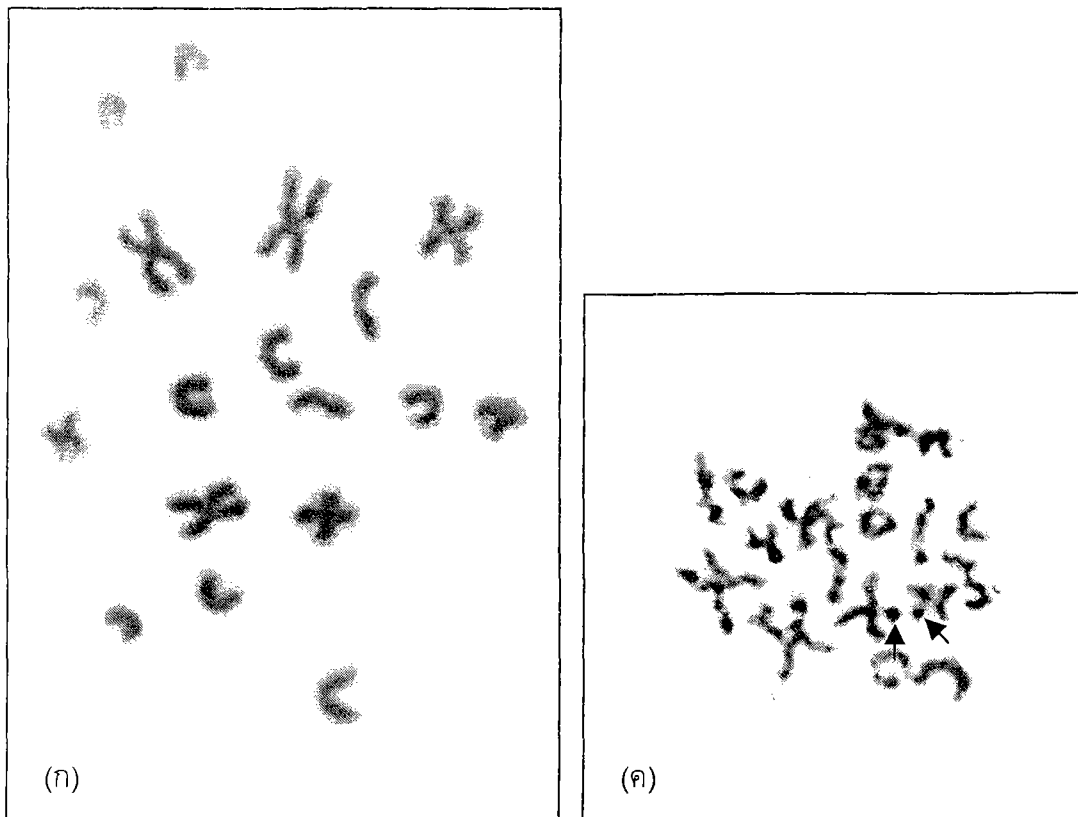
ภาพประกอบ 15 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ของปลาไหลนาจังหวัดสระแก้ว t = acrocentric chromosome



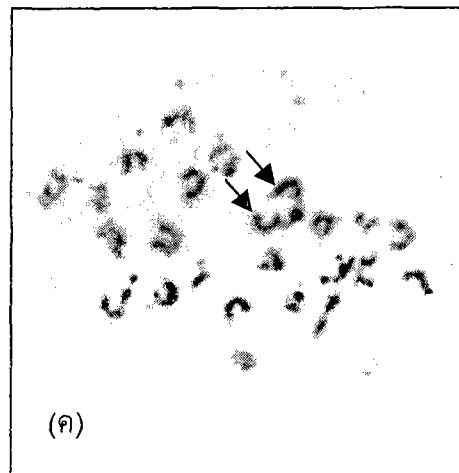
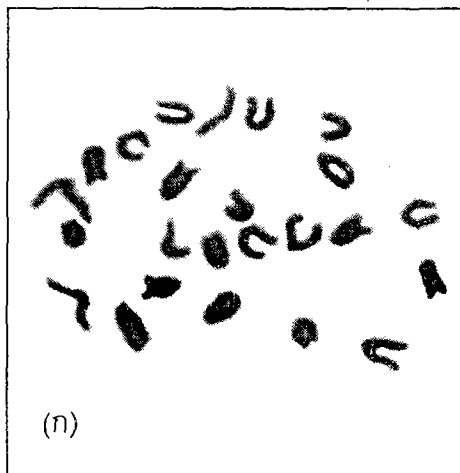
(ข)



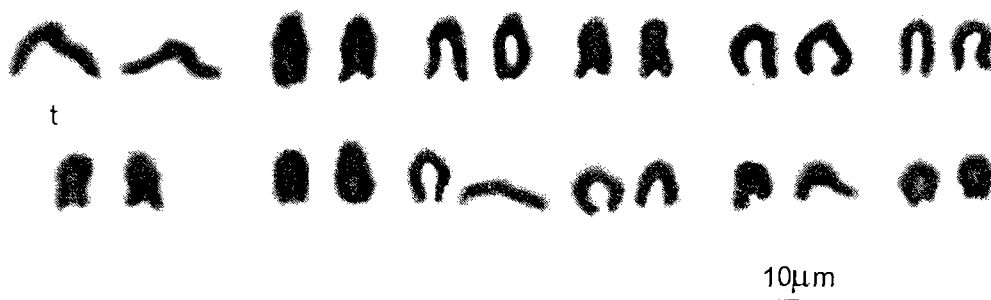
ภาพประกอบ 16 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาริโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดระยอง t = acrocentric chromosome



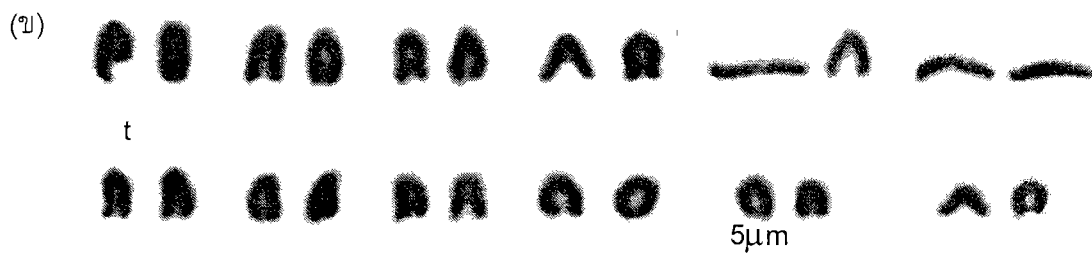
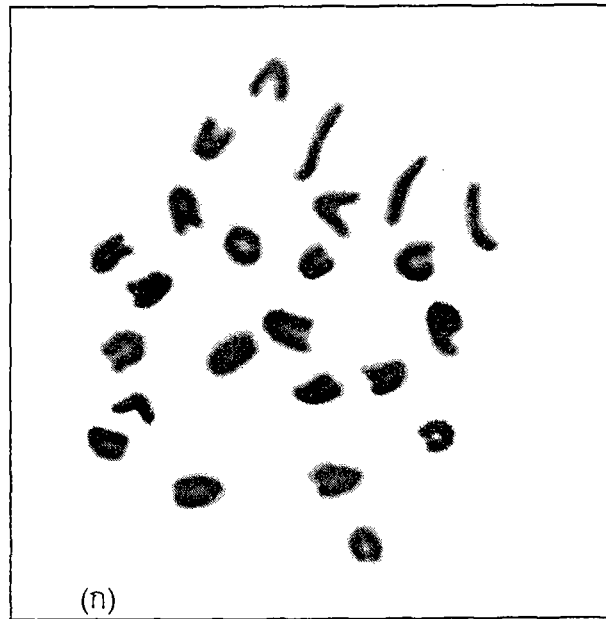
ภาพประกอบ 17 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 18$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดชุมพร m = metacentric chromosome, t = acrocentric chromosome (ค) ลูกศรชี้คือตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอไลอัสออร์แกนเซอของคู่โครโมโซมแบบเมตาเซนตริกคู่ที่ 2



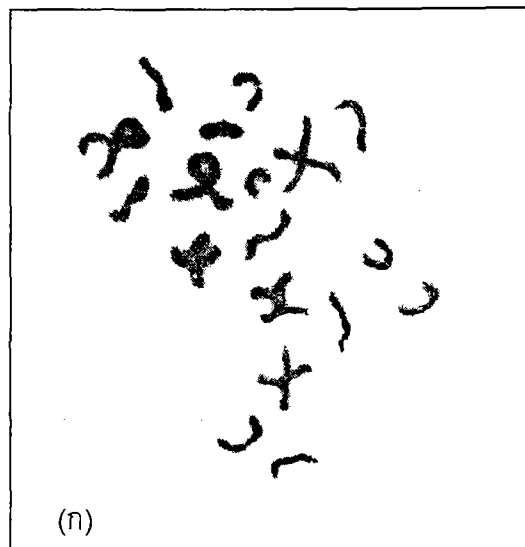
(ข)



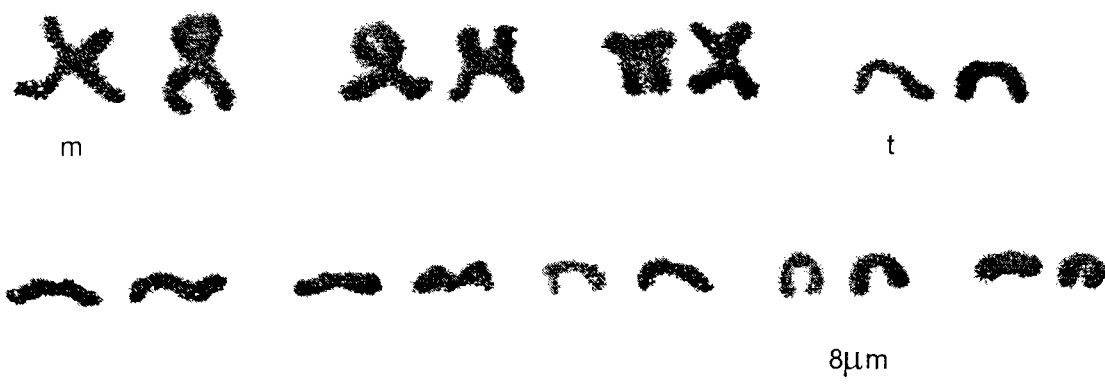
ภาพประกอบ 18 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของปลาไหลนาจังหวัดระนอง t = acrocentric chromosome (ค) ลูกศรชี้ตำแหน่งที่อยู่ของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกเนลล์ของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3



ภาพประกอบ 19 (ก) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 24$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของ ปลาไหลนาจังหวัดสุราษฎร์ธานี t = acrocentric chromosome



(ข)



ภาพประกอบ 20 (n) แสดงการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมตาเฟส $2n = 18$ และ(ข) คาร์ิโอไทป์ ของ ปลาไหลนาจังหวัดสงขลา m = metacentric chromosome, t = acrocentric chromosome

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การศึกษาคาไรโอไทป์ของปลาไหลนา ผลการศึกษาพบว่า

1. ปลาไหลนาจากในภาคเหนือมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ และ $2n = 24$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ ตามลำดับ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24
2. ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้งหมด 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24
3. ปลาไหลนาจากภาคกลางมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24
4. ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกมีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ และ $2n = 24$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ ตามลำดับ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24
5. ปลาไหลนาจากภาคใต้มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก 3 คู่ อะโครเซนตริก 6 คู่ และ $2n = 24$ คาไรโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกทั้ง 12 คู่ ตามลำดับ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 24

ส่วนการกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกเนลเลอร์ของปลาไหลนาในประเทศไทยเหมือนกันหมดคือมี 1 คู่โครโมโซม โดยติดอยู่ที่บริเวณปลายสุดของแขนข้างยาวของคู่โครโมโซมแบบอะโครเซนตริกคู่ที่ 3 ในปลาที่มีโครโมโซม $2n = 24$ และแบบเมตาเซนตริกคู่ที่ 2 ในปลาที่มีโครโมโซม $2n = 18$

อภิปรายผล

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาไรโอไทป์ของปลาไหลนาในประเทศไทยพบว่ามีโครโมโซม 2 แบบ คือ $2n = 18$ และ $2n = 24$ แต่เนื่องจากปลาไหลนาที่พบในประเทศไทยมีชนิดเดียว (Smith, 1945 : 69) ดังนั้นจึงควรจะได้ศึกษาตรวจสอบทางด้านสัณฐานวิทยาของปลาไหลนาในภาคต่าง ๆ เพิ่มเติมอย่างไรก็ตามปลาชนิดเดียวกัน เช่น ปลาในนาข้าว *Oryzias minutillus* ซึ่งเป็นปลาขนาดเล็กในนาข้าวจากภาคกลาง คือที่กรุงเทพมหานคร มีจำนวนโครโมโซม $2n = 34$ แต่ว่าภาคเหนือคือจังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนโครโมโซม $2n = 30$ (Magtoon and Uwa, 1985 : 859 – 866) ขณะเดียวกันปลาช่อน *Channa Striata* ของไทยกับของอินเดียต่างก็มีจำนวนโครโมโซมแตกต่างกัน คือ ของไทยมีจำนวนโครโมโซม $2n = 44$ (ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น, 2534 : 561 – 574) ของอินเดียมีจำนวนโครโมโซม $2n = 40$ (Nayyar, 1966 : 78) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่ปลาอาศัยอยู่มีความแตกต่างกัน จึงอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมเกิดขึ้นก็เป็นได้ ปลาไหลนาที่มีโครโมโซม $2n = 18$ อาจจะโบราณกว่าปลาไหลนาที่มีโครโมโซม $2n = 24$ ทั้งนี้เพราะปลาที่มีโครโมโซมแบบอะโครเซนตริกมากกว่าจะโบราณกว่าปลาที่มีโครโมโซมแบบเมตาเซนตริก (Denton, 1973 : 131- 133) เพราะฉะนั้นจึงอาจเป็นไปได้ว่าปลาไหลที่มีโครโมโซม $2n = 18$ อาจจะวิวัฒนาการมาจากปลาไหลนาที่มีโครโมโซม $2n = 24$ โดยเกิดโรเบิร์ตโซเนียน ฟิวชัน (Robertsonian fusion) หรือในทางตรงข้ามปลาที่มีโครโมโซม

$2n = 18$ อาจเกิดโรเบิร์ตโซเนียน ฟิชชัน (Robertsonian fission) กลายเป็นปลาที่มีโครโมโซม $2n = 24$ ก็เป็นไปได้เช่นเดียวกัน แต่ปลาไหลนาที่มีโครโมโซมแตกต่างกันนี้มีจำนวนแขนโครโมโซมเท่ากัน เป็นปลาไหลนาชนิดเดียวกัน เช่น ปลาในนาข้าวและปลาช่อนตามที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น หรืออาจเป็นปลาไหลคนละชนิดก็อาจเป็นไปได้ จึงควรมีการศึกษาด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม

การศึกษาเกี่ยวกับการกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สอร์แกไนเซอร์ของปลาไหลนา พบว่ามีการกระจายของบริเวณนิวคลีโอไล์สอร์แกไนเซอร์ 1 คู่ อยู่ปลายแขนของปลาที่มีโครโมโซมแบบอะโครเซนตริก ในปลาที่มีโครโมโซม $2n = 24$ และแบบเมตาเซนตริกในปลาที่มีโครโมโซม $2n = 18$ และตำแหน่งของบริเวณนิวคลีโอไล์สอร์แกไนเซอร์ของปลาไหลนาในแต่ละภาคมีลักษณะเหมือนกัน ดังนั้นปลาที่มีโครโมโซม $2n = 18$ และ $2n = 24$ ของในแต่ละภาคจึงน่าจะเป็นปลาไหลชนิดเดียวกันซึ่งมีการอพยพย้ายถิ่นไปมา หรือปลาที่ผสมข้ามจากตลาดของแต่ละภาคเป็นปลาที่ส่งมาจากภาคเดียวกันก็เป็นได้

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาปลาไหลนาในแต่ละภาคให้ละเอียดกว่านี้ โดยเฉพาะปลาที่นำมาศึกษาควรเป็นปลาที่ได้มาจากธรรมชาติอย่างแท้จริง และควรศึกษาด้านสัณฐานวิทยาและด้านไอโซไซม์ด้วย

บรรณานุกรม

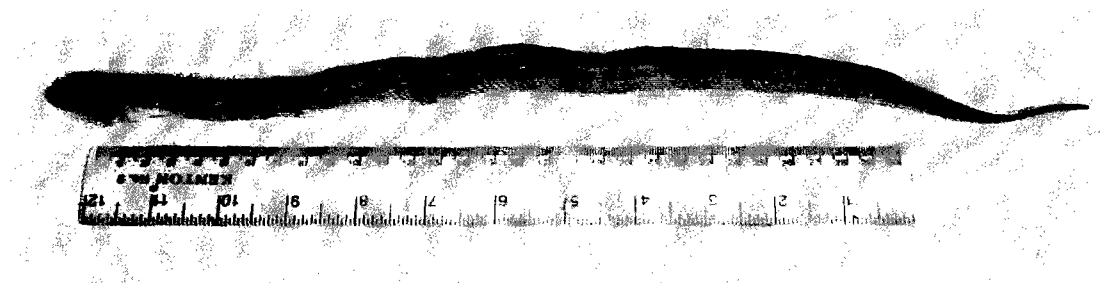
บรรณานุกรม

- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2533). การศึกษาโครโมโซมของปลากระทิงและปลากระทิงไฟ ที่พบในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2534). การศึกษาโครโมโซมของปลาช่อน ช่อนงูเห่า ชะโด กระสง และปลาก้าง ที่พบในประเทศไทย. รายงานผลการวิจัยสาขา สัตว์ สัตวแพทย์ ประมง การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29, 4-7 กุมภาพันธ์ 2534 หน้า 561-574.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2535). การศึกษาโครโมโซมของปลาหลดจุด ปลาหลดภูเขา ปลาหลดและปลากระทิงดำที่พบในประเทศไทย. รายงานผลการวิจัยในการประชุมวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 30 สาขาสัตว สัตวแพทย์ ประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 621 – 630.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2537). การศึกษาโครโมโซมของปลาไหลในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาสัตว สัตวแพทย์ ประมง. กรุงเทพฯ. หน้า 532 – 538.
- เรณู เวชรัชต์พิมล. (พฤศจิกายน. 2530) เทคนิคการเตรียมโครโมโซมในสัตว์น้ำ. รายงานการประชุมทาง วิชาการ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.
- สวัสต์ สงศ์สมนึก. (2510). การศึกษาฤดูวางไข่และขนาดสมบูรณ์เพศของปลาไหลนา. ปรินิพนธ์ (ประมงบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุภาภรณ์ สุกสีเหลือง. (2541). มีนวิทยา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สีบสิน สนธิรัตน์, สุภาพ มงคลประสิทธิ์ และประจิตร วงศ์รัตน์. (กุมภาพันธ์. 2514). การศึกษาชนิดของ ปลาสร้อยและปลากายที่พบในไทย. รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 10 สาขาสัตว ฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 66 – 75.
- อนันต์ พุทธิพิทยาสถาพร. (2536). เอกสารประกอบการสอนวิชา ชว. 443 พันธุศาสตร์ของเซลล์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- อมรา คัมภีรานนท์. (2536). พันธุศาสตร์ของเซลล์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Amemiya C.T. and Gold J.R. (1998). "Chromosomal NORs as taxonomic and systematic characters in North American cyprinid fishes." *Genetica*. 76 : 81 – 90.
- Cestari, Marta M. and Pedro M. Galetti JR. (1992) "Chromosome studies of *Serrasalmus spilopterus* (Characidae, Serrasalminae) from the Fanana' – Paraguay Rivers : Evolutionary and Cytotaxonomy Considerations." *Copeia* 108 – 112.
- Denton, T.E. 1973. *Fish Chromosome Methodology*. Illinois, Charles C. Thoms Publisher.
- Ebling, A.W. and Setzer,P.Y. (1971). "Cytological confirmation of female homogamely in the deep-sea fish *Bathylagus mileri*," *Copeia*. (3) : 560 – 562.

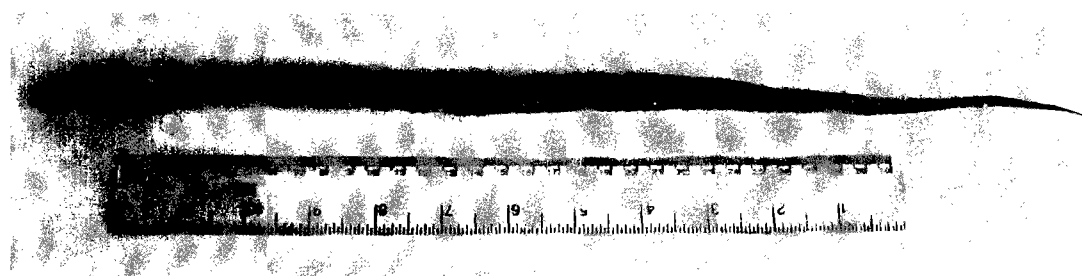
- Faulmann, E., Cuchens, M.A. and Lobb, C.J. (1983). "An effective culture system for studying in vitro mitogenic response of channel catfish lymphocytes," *J. Amer. Fish. Soc.* 112 : 673 – 679.
- Fernandes – Mاتيولي F.M.C., Almeida – Toledo L.F., and Toledo – Fiho S.A. (1997). "Extensive Nucleolus Organizer Region polymorphism in *Gymnotus carapo* (Gymnotoidei, Gymnotidae)," *Cytogenet Cell Genet.* 78 : 236 – 239.
- Foresti F., Almeida Toledo L.F., and Toledo F.S.A. (1981). "Polymorphic nature of nucleolus organizer regions in fishes," *Cytogenet Cell Genet.* 31 : 137 – 144.
- Gold, J.R. and Ellison, J.R. (1983). "Silver – staining for NORs of vertebrate chromosomes," *Stain Technology.* 58 : 51 – 55.
- Gold, J.R. et. al. (1990). "Improved methods for working with fish chromosomes, with a review of metaphase chromosome banding," *J. Fish Biol.* 37 : 563 – 575.
- Grammeltvedt, A. (1975). "Chromosome of salmon (*Salmo solar*) by leukocyte culture," *Aquaculture.* 5 : 205 – 209.
- Gyldenholm, I.A. O. and Scheel, J.J. (1971). "Chromosome numbers of fishes," *J. Fish. Biol.* 3 : 479 – 486.
- Howell, W.D. and D.A. Black. (1980). "Controlled silver – staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer : a 1 – step method." *Experientia* 36 : 1014 – 1015.
- Johnson, C.R., White, R.W.G. and Brick, Y.A. (1981). "Cytotaxonomy of seven species of Galaxias (pisces : Galaxiidae) in tasmania," *Genetica.* 56 : 17 – 21.
- Johnstone, R. (1985). "induction of triploidy in atlantic salmon by heat shock.," *Aquaculture.* 49 : 133 – 139.
- Levan, A., Fredga., K and Sandberg, A.A. (1964). "Nomenclature for centrometric position on Chromosome," *Hereditas.* 52 : 201 – 220.
- Magtoon, W. , and Uwa, H. (1985) "Distribution and Phyletic Relationships of *Oryzias* fish in Thailand." *Indopacific Fish Biology : Proceeding of the Second International Conference on Indo – Pacific Fishes* : 859 – 86.
- McPhail, J.D. and Jones, R.L. (1966). "A simple technique for obtaining chromosomes from teleost fishes," *Jouranl of the Fisheries Research Board of Canada.* 23 (5) : 767 – 768.
- Nayyar, R.P. 1966. "Karyotype study in the thirteen species of fish". *Genetica*, 37 : 78.
- Nelson S. Joseph. (1994). *Fishes of the World*. 3rd. ed. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Purdom, C.E. (1972). "Induced Polyploidy in plaice (*Pleuronectes platessa*) and its hybrid with the flounder (*Platichthys flesus*)," *Heredity.* 29 : 11 – 24.

- Quillet, E. and Panelay P.J. (1986). "Triploidy induction by thermal shocks in the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*," *Aquaculture*. 57 : 271 – 279.
- Rab, P. et al. (1996). "A New Method for Detecting Nucleolus Organizer Regions in Fish Chromosomes Using Denaturation and Propidium Iodide Staining," *Biotechnic & Histochemistry*. 71 (3) : 157.
- Rainboth, W.J. (1996). *Fishes of the Cambodian Mekong*, Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome. Italy.
- Rodrigues, E. and Collares – pereira, J.M. (1996). "NOR polymorphism in the Iberian species *Chondrostoma lusitanicum* (Pisces : Cyprinidae)," *Genetica*. 98 :59 – 63.
- Rio, G.J., Magnibita, F.J., Rubin, J.A, and Beckert, W.H. (1973). "Characteristics of an established goldfish cell line," *J Fish Biol*. 5 : 315 – 321.
- Smith, H.M. (1945). *The Fresh – Water Fishes of Siam, or Thailand*. Washington : United States Government Printing Office.
- Solar, I.I., Donaldson, E.M. and Hunter, G.A. (1984). "Induction of triploidy in rainbow trout (*Salmo garidneri*, Richardson) by heat shock, and investigation of early growth," *Aquaculture*. 42 : 57 – 67.
- Thorgaard, G.H. (1976). "Robertsonian polymorphism and constitutive heterochromatin distribution in chromosomes of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*)," *Cytogenetic cell Genet*. 17 : 174 – 184.
- Uwa, H., Rei - Fang Wang and Yin – Rei Chen. (1988) " Karyotype and Geographical Distribution of Rice fishes from Yunnan, Southwestern China," *Jap. J. Ichthyology*. 35(3) : 332-340.
- Ueno and Takai. (1996). "Nucleolus Organizer Regions Detected on Three Chromosomes Pairs in *Thalassma cupido* (pisces : Perciformes)" *Fisheries Science*. 63 (3) : 476 – 477.
- Uyeno, J. and Miller, R.R. (1971). "Multiple sex chromosomes in Mexican cyprinodontid fish," *Nature*. 231 : 452-453.

ภาคผนวก



ก) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$

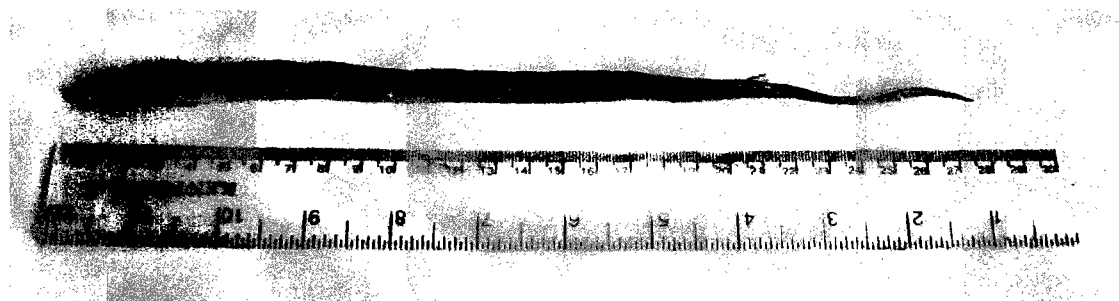


ข) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$

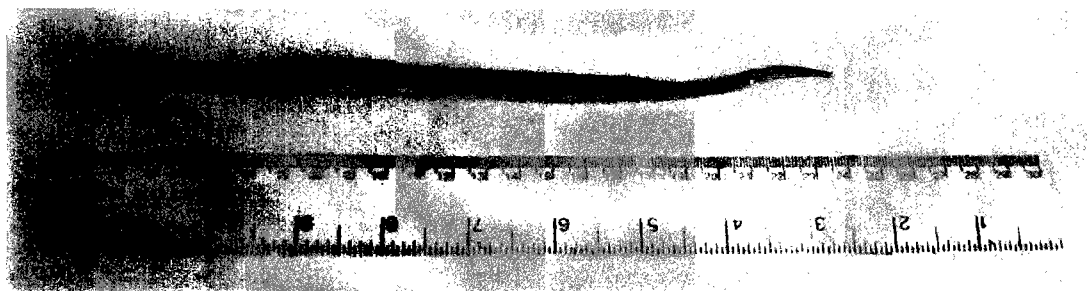
ภาพประกอบ 21 ปลาไหลนาจากภาคเหนือ

ก) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$

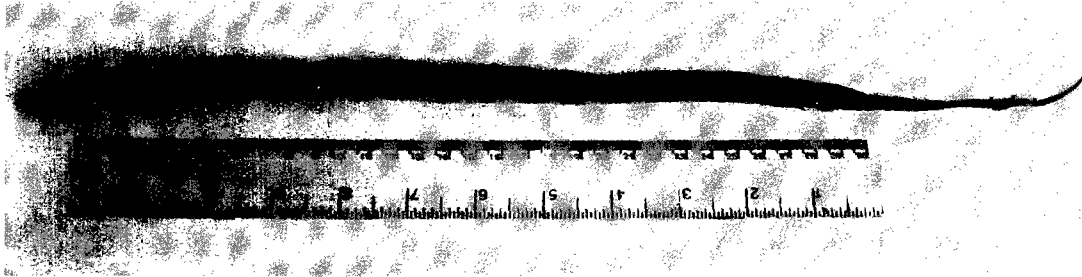
ข) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$



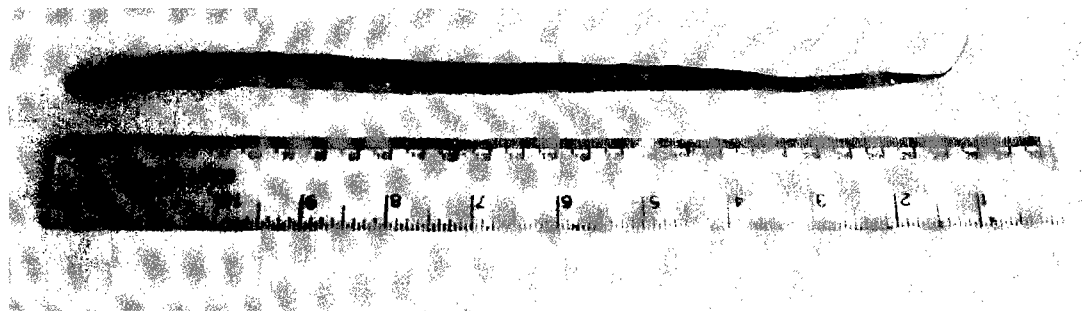
ภาพประกอบ 22 ปลาไหลนาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพประกอบ 23 ปลาไหลนาจากภาคกลาง



ก) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$

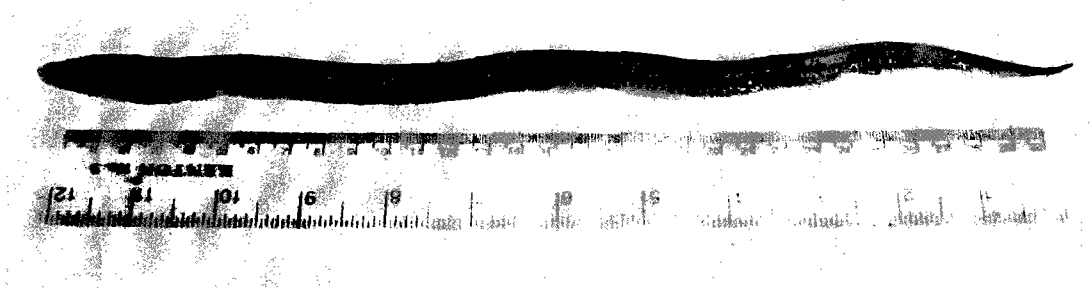


ข) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$

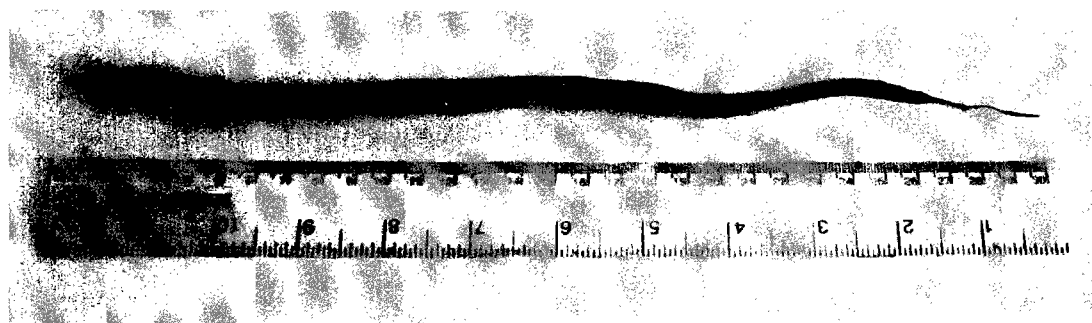
ภาพประกอบ 24 ปลาไหลนาจากภาคตะวันออก

ก) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$

ข) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$



ก) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$



ข) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$

ภาพประกอบ 25 ปลาไหลนาจากภาคใต้

ก) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 18$

ข) ปลาที่มีโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 24$

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายโรจน์รวิ ชัยรัตน์
วันเดือนปีเกิด	15 มกราคม 2517
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชุมพร ต.ขุนกระโทก อ.เมือง จ.ชุมพร
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดชุมพร กรมพลศึกษา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2528	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสหวิทยาศึกษา
พ.ศ. 2531	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจิรประวัติวิทยาคม
พ.ศ. 2534	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนจิรประวัติวิทยาคม
พ.ศ. 2538	คบ. วิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2545	กศ.ม. ชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ