

คาร์โบไฮเดรตของปลาเลื้อยโตลายใหญ่หรือลายคู่ ปลาเลื้อยโตลายเล็ก
และปลากะพงลาย (วงศ์คอยอิตี)

ปริญญานิพนธ์
ของ
พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
พฤษภาคม 2550

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การไหลของปลาเสือตอลายใหญ่หรือลายคู่ ปลาเสือตอลายเล็กและปลากะพงลาย

(วงศ์คอยอิดี)

ของ

พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

.....ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ธวัช ดอนสกุล)

.....กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่น)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พุทธิยาสถาพร)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร. อัจฉริยา รั้งศิริ)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ รัช ดอนสกุล ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณที่กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการดำเนินการวิจัย สนับสนุนเงินทุนในการจัดหาอุปกรณ์การวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์จนผู้วิจัยสามารถดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่น ดร.อัฉรียา รังษิรุจิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ พุทธิยาสถาพร และรองศาสตราจารย์ ดร. เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ ที่กรุณาแนะนำ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาจารย์ปรารธนา จันทรtha อาจารย์ฐชาติ - อาจารย์สุกานดา เทียงธรรม และอาจารย์ชาติชาย วัฒนกิจจานนท์ รวมทั้งน้องๆในสาขาชีววิทยาที่ให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยและเป็นกำลังใจให้โดยตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่เพ็ญศรี คงเพชรศักดิ์ พร้อมด้วยน้อง ๆ ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลาวงศ์คอยอิดี.....	5
การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์.....	9
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	16
อุปกรณ์และสารเคมี.....	16
เครื่องมือและอุปกรณ์.....	16
สารเคมี.....	17
วิธีดำเนินการ.....	17
การเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา.....	17
การวินิจฉัยและตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของปลา.....	18
การศึกษาคาริโอไทป์.....	18
การหาขนาดโครโมโซม.....	21
การสร้างอิดิโอแกรม.....	21
ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาที่ใช้ศึกษาคาริโอไทป์.....	22
4 ผลการทดลอง.....	24
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	39

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
5	
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก.....	46
ประวัติย่อผู้วิจัย	75

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ชนิดโครโมโซมตามอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวนและคณะ	21
2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย จำนวนชนิดละ 5 ตัว.....	25
3 ความถี่ในการกระจายจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) ของการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์.....	26
4 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย.....	26
5 ขนาดโครโมโซมของปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย	26
6 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมในปลาเสือตอลายใหญ่ <i>Coius microlepis</i> จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์	27
7 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมในปลาเสือตอลายคู่ <i>Coius microlepis</i> จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์.....	30
8 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมในปลาเสือตอลายเล็ก <i>Coius undecimradiatus</i> จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์	33
9 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมในปลากะพงลาย <i>Coius quadrifasciatus</i> จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์.....	36
10 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายใหญ่.....	47
11 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายคู่.....	48

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
12 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายเล็ก.....	49
13 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลากะพงลาย.....	50
14 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสือตอลายใหญ่ จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์.....	51
15 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสือตอลายคู่ จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์.....	52
16 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสือตอลายเล็ก จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์.....	53
17 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์แบบ ไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลากะพงลาย จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์.....	54
18 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมในปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 1.....	55
19 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมในปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 2.....	56
20 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมในปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 3.....	57
21 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมในปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 4.....	58

บัญชีตาราง(ต่อ)

[illegible]

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
31 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลาเลื้อยตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 4	68
32 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลาเลื้อยตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 5	69
33 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 1	70
34 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 2	71
35 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 3	72
36 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 4	73
37 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่ โครโมโซมใน ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 5	74

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ปลาเลื้อยโตลายใหญ่.....	6
2 ปลาเลื้อยโตลายคู่.....	7
3 ปลาเลื้อยโตลายเล็ก.....	8
4 ปลากะพงลาย.....	9
5 โครงสร้างทางเคมีของโคลชิซิน	10
6 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟส ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลาเลื้อยโต	
ลายใหญ่ <i>Coius microlepis</i> 2n = 48 (A) และคาริโอไทป์ (B).....	28
7 อิติโอแกรมของปลาเลื้อยโตลายใหญ่ <i>Coius microlepis</i>	29
8 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟส ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลาเลื้อยโต	
ลายคู่ <i>Coius microlepis</i> 2n = 48 (A) และคาริโอไทป์ (B).....	31
9 อิติโอแกรมของปลาเลื้อยโตลายคู่ <i>Coius microlepis</i>	32
10 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟส ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลาเลื้อยโต	
ลายเล็ก <i>Coius undecimradiatus</i> 2n = 48 (A) และคาริโอไทป์ (B)	34
11 อิติโอแกรมของปลาเลื้อยโตลายเล็ก <i>Coius undecimradiatus</i>	35
12 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟส ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสของปลากะพง	
ลาย <i>Coius quadrifasciatus</i> 2n = 46 (A) และคาริโอไทป์ (B).....	37
13 อิติโอแกรมของปลากะพงลาย <i>Coius quadrifasciatus</i>	38

คาร์โบไฮเดรตของปลาเลื้อยโตลายใหญ่หรือลายคู่ ปลาเลื้อยโตลายเล็ก
และปลากะพงลาย (วงศ์คอยอิตี)

บทคัดย่อ

ของ

พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา
พฤษภาคม 2550

พัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์. (2550). *คาร์ิโอไทป์ของปลาเสือตอลายใหญ่หรือลายคู่ ปลา เสือตอลายเล็กและปลากะพงลาย (วงศ์คอยล์)*. ปริญญาานิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา).
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:
รองศาสตราจารย์ ธวัช ดอนสกุล, รองศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร มากตุ่น

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาคาร์ิโอไทป์ของปลาเสือตอลายใหญ่ ปลาเสือตอลายคู่ ปลาเสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย การเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาคาร์ิโอ-ไทป์เตรียมจากเนื้อเยื่อไตและเยื่อบุผิวเหงือก ผลการศึกษาพบว่า ปลาเสือตอลายใหญ่มีโครโมโซม $2n = 48$ คาร์ิโอ-ไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโล- เซนทริก 2 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 50 ปลาเสือตอลายคู่มีโครโมโซม $2n = 48$ คาร์ิโอ-ไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 2 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 50 ปลาเสือตอลายเล็กมีโครโมโซม $2n = 48$ คาร์ิโอ-ไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเมทา- เซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 54 ปลากะพงลายมีโครโมโซม $2n = 46$ คาร์ิโอ-ไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโล- เซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48

KARYOTYPES OF TIGER FISHES, *Coius microlepis*,
C. undecimradiatus AND *C. quadrifasciatus* (FAMILY COIIDAE)

AN ABSTRACT

BY

PATCHARAPHAN KONGPETCHSAK

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master of Education
degree in Biology at Srinakharinwirot University

May 2007

Patcharaphan Kongpetchsak. (2007). *Karyotypes of Tiger Fishes, Coius microlepis, C. undecimradiatus and C. quadrifasciatus (Family Coiidae)*. Master thesis, M.Ed. (Biology). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Thawat Donsakul, Assoc. Prof. Dr. Wichian Magtoon .

The purpose of this study was to examine karyotypes of *Coius microlepis*, *C. undecimradiatus* and *C. quadrifasciatus*. Chromosome preparations for karyotype analyses were obtained from kidney and gill epithelial tissues. The results of this study were as follows: *Coius microlepis* and *C. undecimradiatus* possessed the same diploid chromosome number of $2n = 48$. *Coius microlepis* had 1 pair of metacentric, 2 pairs of subtelocentric and 21 pairs of acrocentric chromosomes with the arm number (NF) = 50. *Coius undecimradiatus* had 2 pairs of metacentric, 1 pair of submetacentric, 21 pairs of acrocentric chromosomes and NF = 54. *Coius quadrifasciatus* possessed a diploid chromosome number of $2n = 46$ with 1 pair of submetacentric, 1 pair of subtelocentric, 21 pairs of acrocentric chromosomes and NF = 48.

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ประเทศไทยมีแหล่งน้ำที่จัดว่าสำคัญอยู่สองลักษณะ คือ แหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำเค็ม แหล่งน้ำจืดได้แก่ แม่น้ำ ลำคลอง บึง บาง และหนองต่างๆ กระจายอยู่ทั่วประเทศ บึง และหนองขนาดใหญ่ซึ่งมีความสำคัญของไทยในปัจจุบัน คือ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ กว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา หนองหาร จังหวัดสกลนคร หนองหลวง จังหวัดเชียงราย ห้วยละหาน จังหวัดชัยภูมิ และทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา และพัทลุง ซึ่งทะเลสาบสงขลาเป็นทะเลสาบน้ำเค็มกึ่งน้ำจืดที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย (กรมประมง. 2530 : 2 - 3)

บึงบอระเพ็ดเป็นบึงน้ำจืดขนาดใหญ่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมาก เป็นแหล่งรวบรวมสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เช่น สัตว์น้ำ นกน้ำ และพืชน้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ปลาซึ่งมีทั้งสิ้น 148 ชนิด เช่น ปลากระเบนขาว ปลากระทิง ปลากบ ปลาแปบหางดอก ปลาแปบควาย ปลาชีวนวดยาว ปลากระโทง ปลากระทิง ปลาหนามหลัง ปลาแก้มขี้ ปลาหางไหม้ ปลาพรม ปลาแขยงข้างลาย และปลาเสือตอ เป็นต้น พันธุ์นกน้ำมีทั้งสิ้น 44 วงศ์ 100 สกุล 156 ชนิด เช่น นกเป็ดผีเล็ก นกอีแจว นกกาน้ำเล็ก นกปากห่าง เป็ดคับแค เป็ดหางแหลม เป็นต้น แต่มีนกชนิดหนึ่งซึ่งสันนิษฐานว่าพบที่บึงบอระเพ็ดเพียงแห่งเดียวเท่านั้นคือ นกเจ้าฟ้าหญิงสิรินธร แต่ในปัจจุบันไม่มีผู้ใดพบเห็นนกชนิดนี้อีกเลยหลังจากพบนกชนิดนี้เมื่อปี พ.ศ. 2521 ส่วนพันธุ์ไม้น้ำในบึงบอระเพ็ดมีประมาณ 29 ชนิด ที่พบมากที่สุด ได้แก่ บัวหลวง หญ้าแพรกน้ำ ตีปี่น้ำ ฐูปญาณี ผักตบชวา และสาหร่ายไฟ (กัญญาทิพ ปรากฏมาก. 2544 : 25-54)

ปัจจุบันจำนวนแหล่งน้ำตามธรรมชาติได้ลดจำนวนและขนาดลง เนื่องจากการตื้นเขิน และการถูกบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์ในการประกอบอาชีพ ส่งผลให้แหล่งน้ำมีสภาพเสื่อมโทรมไม่เหมาะแก่การอยู่อาศัย การแพร่พันธุ์ และการเลี้ยงดูตัวอ่อนของสัตว์น้ำ ทำให้ผลผลิตทางการประมงลดลงเป็นอย่างมากไม่สอดคล้องกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว บึงบอระเพ็ดก็ประสบปัญหาดังกล่าว ทำให้ปลาหลายชนิดได้ลดจำนวนลงและสูญพันธุ์ไปจากแหล่งที่เคยอาศัยอยู่เดิม เช่น ปลาเสือตอเดิมมีอาศัยอยู่อย่างชุกชุม พบว่าชาวประมงในบึงบอระเพ็ดสามารถจับปลาเสือตอได้สูงสุดถึง 160 กิโลกรัมต่อวัน (สุจิต ภิญญอิง. 2513: 26 - 31) อีกทั้งปลาเสือตอขนาดเล็กได้รับความนิยมในการส่งออกจำหน่ายเป็นปลาสวยงามในตลาดต่างประเทศ ทำรายได้เข้าประเทศไม่ต่ำกว่า 20 ล้านบาทต่อปี (สุชินทองมี. 2515: 48 - 55) และเมื่อตลาดมีความต้องการปลาเสือตอเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ปลาเสือตอถูกจับอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีการเว้นช่วงเวลาให้ได้มีโอกาสแพร่ขยายพันธุ์จึงทำให้มีปริมาณลดน้อยลง

ปลาเสือตอลายใหญ่เป็นปลาน้ำจืดที่มีชื่อเสียงที่สุดของบึงบอระเพ็ด จัดอยู่ในวงศ์คอยอิดี (Coilidae) มีรูปร่างแบนข้าง ปากกว้าง และมีพื้นสีตัวเป็นสีเหลืองอมน้ำตาลหรือน้ำตาลแดง มีลายพาดสีดำกว้าง 5-6 ลาย ตั้งแต่ส่วนหัวถึงโคนหาง ลายที่หน้าอกคาดรอบถึงใต้ท้อง ครีบท้องสีดำ นอกจากนี้ยังมีชนิดที่คล้ายกัน คือ ปลาเสือตอลายคู่ ปลาเสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย ปลาเสือตออาศัยอยู่ในน้ำจืด แม่น้ำ และบึงธรรมชาติที่มีพรรณไม้ กิ่งไม้ และตอไม้จมน้ำ เป็นปลากินเนื้อ กินปลา และแมลง (กรมประมง. 2530: 38-39) เนื่องจากปลาเสือตอที่ลดปริมาณลงอย่างมาก ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาด้านพันธุศาสตร์ของปลาเสือตอ

การศึกษาจำนวน รูปร่าง และการจัดเรียงตัวของโครโมโซมหรือคาริโอไทป์ เป็นข้อมูลที่ดี ในการช่วยจำแนกชนิดของปลา เพราะปลาบางชนิดมีลักษณะคล้ายกันแต่เมื่อศึกษาคาร์ิโอไทป์แล้วมีความแตกต่างกัน ทำให้ทราบว่าไม่ใช่ปลาชนิดเดียวกัน การนับจำนวนโครโมโซมเพียงอย่างเดียวอาจมีข้อผิดพลาดได้เพราะปลาชนิดเดียวกันที่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทางภูมิศาสตร์ อาจมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน (สุภาพร สุขสีเหลือง. 2542: 421)

ในประเทศไทยมีการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลากันค่อนข้างน้อยทั้งที่มีปลาน้ำจืดอยู่ถึง 570 ชนิด มีการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และคาร์ิโอไทป์กันไว้เพียงไม่กี่ชนิด เช่น วิเชียร มากตุ่น และคณะ (2535: 1 - 12) ได้ศึกษาคาร์ิโอไทป์ของปลาแขยงไค้และปลากดหม้อ พบว่าปลาแขยงไค้มีจำนวนโครโมโซม $2n = 50$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทา- เซนทริก 15 คู่ ซับเมทาเซนทริก 6 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 3 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 92 ส่วนปลากดหม้อมีจำนวนโครโมโซม $2n = 54$ คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 8 คู่ ซับเมทาเซนทริก 7 คู่ และอะโครเซนทริก 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 84

ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2540: 30 - 42) ได้ศึกษาโครโมโซมของปลานวลจันทร์น้ำจืด ปลาบ้า ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากะแห และปลาตะเพียนขาวที่พบในประเทศไทย พบว่า ปลานวลจันทร์น้ำจืดมีโครโมโซม $2n = 50$ คาร์ิโอไทป์ $11m+4sm+4st+6t$ คู่ ปลาบ้ามีโครโมโซม $2n = 50$ คาร์ิโอไทป์ $14m+3sm+1st+7t$ คู่ ปลาสร้อยลูกกล้วยมีโครโมโซม $2n = 50$ คาร์ิโอไทป์ $17m+2sm+1st+5t$ คู่ ปลากะแหมีโครโมโซม $2n = 50$ คาร์ิโอไทป์ $14m+2sm+1st+8t$ คู่ ปลาตะเพียนขาวมีโครโมโซม $2n = 50$ คาร์ิโอไทป์ $8m+4sm+13t$ คู่

เนื่องจากปลาเสือตอได้ลดปริมาณลงเป็นอย่างมากตามที่กล่าวมาแล้วนั้น และมีผู้ทำการศึกษาโครโมโซมและคาร์ิโอไทป์ของปลาเสือตอไว้เพียงชนิดเดียว คือ ปลาเสือตอลายใหญ่ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปลาที่อยู่ในวงศ์ Coilidae ทั้งหมด คือ ปลาเสือตอลายใหญ่หรือปลาเสือตอลายคู่ *Coius microlepis* ปลาเสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus* และปลากะพงลาย *Coius*

quadrifasciatus ผลที่ได้จากการศึกษาอาจใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในด้านเซลล์อนุกรมวิธาน ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ หรือนำไปประยุกต์ใช้ในด้านอื่นๆต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษา kariotype ของปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อให้ทราบจำนวนโครโมโซม และ kariotype ของปลาเสือตอลายใหญ่หรือเสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย
2. เพื่อพัฒนาเทคนิค และวิธีการในการเตรียมโครโมโซม และ kariotype ของปลาในวงศ์ *Cyprinidae*
3. เพื่อนำผลของจำนวนโครโมโซมและ kariotype ที่ได้ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านเซลล์อนุกรมวิธาน ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ และเซลล์พันธุศาสตร์ของปลา

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ปลาเสือตอลายใหญ่และเสือตอลายคู่ *Coius microlepis* เสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus* และปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus*

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่ เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย ชนิดละ 10 ตัว นำจากร้านจำหน่ายปลาตลาดนัดจตุจักร ซึ่งเป็นปลาที่นำมาจากประเทศอินโดนีเซีย ทะเลสาบเขมร แม่น้ำโขง และแม่น้ำบางปะกง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. kariotype (karyotype) หมายถึง จำนวน ขนาด รูปร่างลักษณะของคู่โครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด การจัด kariotype เป็นการจัดเรียงโครโมโซมในระยะเมทาเฟสจากเซลล์ใดเซลล์หนึ่งให้เป็นคู่โฮโมโลกัส (homologous) เรียงตามลำดับจากโครโมโซมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดหรือยาวสุดไปจนถึงเล็กสุดหรือสั้นสุด จากโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกไปยังซับเมทาเซนทริก ซับเทโลเซนทริก

และอะโครเซนทริกหรือเทโลเซนทริก ตามลำดับ โดยให้แขนข้างสั้นของโครโมโซมอยู่ด้านบน และนิยมวางโครโมโซมเพศอยู่ที่มุมล่างขวาสุดของภาพ

2. โครโมโซม (chromosome) หมายถึง โครงสร้างที่ย้อมติดด้วยสีย้อมอยู่ภายในนิวเคลียสของสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต เป็นสารประกอบพอลิเมอร์ของกรดนิวคลีอิกกับโปรตีนหรือนิวคลีโอโปรตีน

สมมติฐานของการวิจัย

ปลาต่างชนิดกันน่าจะมีจำนวน รูปร่างลักษณะ ขนาดโครโมโซมหรือคาริโอไทป์ต่างกัน

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทางกายภาพของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออกมาให้เห็นส่วนใหญ่ถูกควบคุมโดยยีนโดยสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันก็มักจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน แต่ในบางกรณีก็อาจมีลักษณะที่คล้าย และเหมือนกันได้ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ทำให้เกิดความสับสนว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือไม่ ในปัจจุบันการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการพิสูจน์ ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข้อสงสัยต่างๆในสิ่งมีชีวิต การศึกษาจำนวนโครโมโซมและคาร์โบไฮเดรตก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้เราสามารถพิสูจน์ข้อเท็จจริงในบางเรื่องของสิ่งมีชีวิตได้

ปลาเลื้อยโตใหญ่ ปลาเลื้อยโตคู่ *Coius microlepis* (Bleeker, 1853) ปลาเลื้อยโตเล็ก *Coius undecimradiatus* (Robert & Kottelat, 1994) และปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus* (Sevastinove, 1809) ซึ่งปลาทั้งหมดนี้ เนลสัน (Nelson, 1994: 358) ได้จัดอนุกรมวิธานไว้ ดังนี้

Phylum Chordata
Subphylum Vertebrata (Craniata)
Superclass Gnathostomata
Class Actinopterygii
Subclass Neopterygii
Division Teleostei
Subdivision Euteleostei
Superorder Acanthopterygii
Series Percomorpha
Order Perciformes
Family Coiidae
Genus *Coius*

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของปลาวงศ์คอยอิดี (Family Coiidae)

ลักษณะของปลาในวงศ์นี้มีฟันที่เพดานปาก ครีบหางค่อนข้างกลม ครีบหลังมีก้านครีบแข็ง 12 ก้าน และก้านครีบอ่อน 15 – 16 ก้าน กระดูกสันหลังมี 24 ข้อ ขณะยังเล็กสามารถพรางตัวเองได้โดยการลอกตัวคล้ายใบไม้ ตัวเต็มวัยความยาวมากที่สุดประมาณ 1 เมตร พบใน Lobotes

surinamensis ได้มีการรวมชนิดของปลาในสกุล *Datnioides* ไว้ในวงศ์นี้ชั่วคราว สกุล *Datnioides* ประกอบด้วยปลา 3 ชนิดซึ่งเป็นปลาน้ำจืดและปลาน้ำกร่อย พบตั้งแต่อินเดียจนถึงเกาะบอร์เนียว และปาปัวนิวกินี และสกุล *Lobotes* เป็นปลาน้ำเค็มทำให้งศ์นี้มีปลาทั้งหมด 4 ชนิด (Nelson. 1994: 359) ปลาเสือดอลำตัวมีสีเหลืองนวลแกมชมพู มีแถบสีดำพาดเฉียงกับลำตัว 6 แถบ ขนาดของปลาเสือดอที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่พบมีความยาวถึง 40 เซนติเมตร ในอดีตเคยพบชุกชุมในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตั้งแต่จังหวัดพระนครศรีอยุธยาถึงปากน้ำโพเลยไปถึงบึงบอระเพ็ด ปัจจุบันพบเห็นได้ยาก แต่ก็ยังมีให้พบเห็นได้ในแม่น้ำโขงแถบจังหวัดหนองคาย นครพนม และอุบลราชธานี ชาวอีสานเรียกว่า “ปลาลาด” ส่วนมากเป็นปลากินเนื้อ เช่น แมลงน้ำ ลูกกุ้ง ลูกปลา แพร่พันธุ์โดยการผสมพันธุ์จับคู่ และวางไข่เป็นไข่ลอยจำนวนมาก (กรมประมง. 2530 : 190)

ปลาในวงศ์คอยอิดมีเพียง 1 สกุล คือ สกุล *Coius* หรือ *Datnioides* ประกอบด้วยปลา 4 ชนิด คือ *Coius microlepis* พบในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ *Coius campbelli* พบในปาปัวนิวกินี *Coius undecimradiatus* เป็นชนิดที่ค้นพบใหม่ในแม่น้ำโขง ซึ่งพิเศษกว่าปลาชนิดอื่นๆในสกุลนี้คือ มีจำนวนครีบมากกว่าชนิดอื่น แต่จำนวนครีบออกน้อยกว่าปลาชนิดอื่นรวมถึงรายละเอียดของรูปแบบสีบนลำตัว ชนิดสุดท้ายคือ *Coius quadrifasciatus* พบในแถบอินเดียจนถึงอินโดนีเซีย (Roberts and Kottelat. 1994: 257)

ปลาเสือดอลายใหญ่หรือปลาเสือดอลายคู่ *Coius microlepis* (Bleeker, 1853)

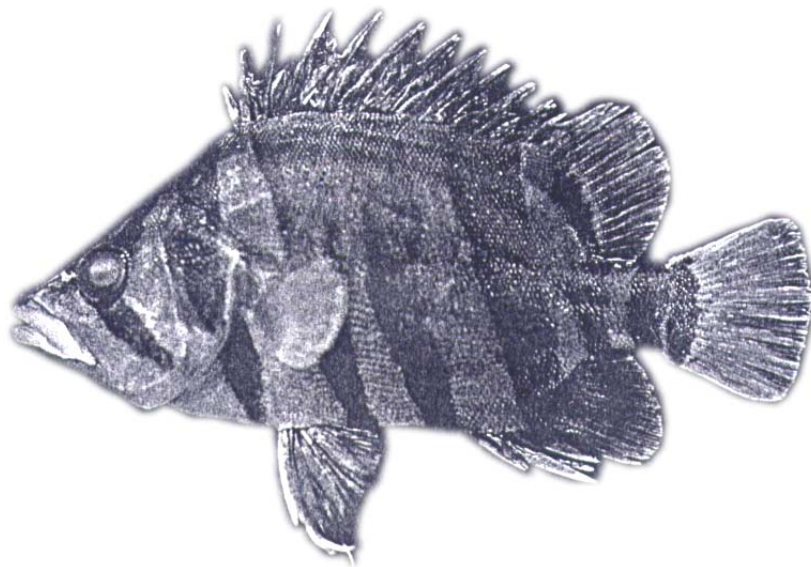
ชื่อสามัญอังกฤษ (common name) Siamese tiger fish , Gold datnoid

ชื่อพ้อง (synonym) *Datnioides microlepis* (Bleeker, 1853)

Coius pulcher



ภาพประกอบ 1 ปลาเสือดอลายใหญ่



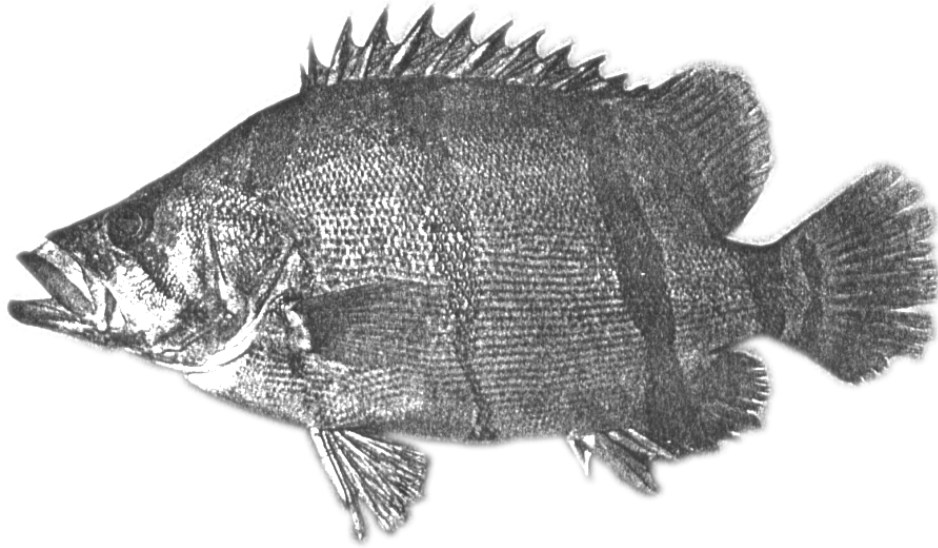
ภาพประกอบ 2 ปลาเสือตอลายคู่

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ลำตัวมีลักษณะกว้าง และแบนข้างมาก พื้นลำตัวสีเหลืองน้ำตาลจนถึงสีส้มมน้ำตาล มีแถบสีดำคาดขวางลำตัวในแนวเฉียงรวมทั้งสิ้นประมาณ 6 แถบ ส่วนหัวมีลักษณะเอียงลาดมาก จมอยปากยาว และแหลม ปากกว้างมาก มุมปากยาวจรดลูกตา เกล็ดมีขนาดเล็กละเอียด ครีบหลังมี 2 ส่วนเชื่อมติดกันส่วนหน้ามีก้านครีบแข็ง และแหลมคม ส่วนครีบกันมีก้านครีบแข็ง 3 ก้านลักษณะคล้ายเงี่ยง ปลายหางมนเป็นรูปพัด ปกติรอยแถบสีดำบนลำตัวจะไม่ใหญ่มากนัก มีนิสัยชอบหลบซ่อนตัวอยู่ตามตอไม้หรือโขดหินโดยมักว่ายหัวทิ่ม และชอบลอยตัวนิ่งอยู่ข้างตอไม้ ไม่ค่อยชอบว่ายน้ำนอกจากเวลาหาอาหาร ชอบอยู่รวมเป็นกลุ่ม ออกหากินในเวลากลางวัน มีนิสัยก้าวร้าว หงวุ่น ปลาตัวผู้จะมีลำตัวเพรียวบาง และเล็กกว่าตัวเมีย อาหารของปลาเสือตอได้แก่ ลูกปลา ขนาดเล็ก ไรทะเล กุ้งฝอย รวมถึงสัตว์น้ำขนาดเล็กทั่วไป ถิ่นอาศัยของปลาเสือตอ พบในบริเวณภาคกลางของประเทศไทย บริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำน่าน แม่น้ำป่าสัก และบึงบอระเพ็ด ส่วนในภาคอีสานพบบ้างประปรายในแม่น้ำมูล และแม่น้ำโขง นอกจากนี้ยังสามารถพบในประเทศเขมร ลาว พม่า และอินเดีย โดยขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่เคยพบมีความยาวถึง 40 เซนติเมตร (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช. 2542: 152)

ปลาเสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus* (Roberts & Kottelat, 1994)

ชื่อสามัญอังกฤษ (common name) Mekong tiger fish , Small – banded tiger fish



ภาพประกอบ 3 ปลาเสือตอลายเล็ก

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ปลาเสือตอลายเล็กมีรูปร่างแบนข้าง ปากกว้าง และมีพื้นสีตัวเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล หรือน้ำตาลแดง มีลายสีดำประมาณ 5 – 6 ลาย พาดตั้งแต่ส่วนหัวถึงโคนหาง ความยาวตั้งแต่ครีบหลังถึงครีบอก เว้นแต่ลายที่พาดส่วนอกยาวไม่ถึงครีบท้อง ครีบท้องมีสีดำ สามารถพบในประเทศไทยแถบภาคอีสาน ประเทศลาว เขมร และเวียดนามตอนใต้ (ชวลิต วิทยานนท์ และคนอื่นๆ. 2543: 39)

ปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus* (Sevastinove, 1809)

ชื่อสามัญอังกฤษ (common name) Striped bass, Rock bass

Many – barred tiger fish

ชื่อพ้อง (synonym) *Chaetodon quadrifasciatus*

Coius polota (Hamilton, 1822)

Coius binotatus (Gray, 1834)

Lobotes hexazona (Bleeker, 1851)



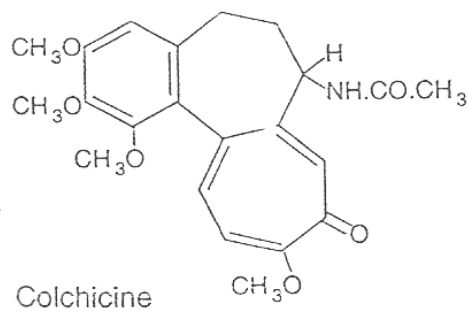
ภาพประกอบ 4 ปลากะพงลาย

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ลำตัวเพรียวยาว และแบนข้าง พื้นลำตัวสีเทาสลับด้วยลายพาดสีดำหรือเขียวปนเหลืองหรือน้ำตาลปนเหลืองทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ในเกล็ดแต่ละเกล็ดจะมีสีดำประแต้มดูเผินๆเหมือนรูปตาข่ายครอบคลุมตัวไว้ บริเวณเหงือกมีลายเส้นสีเขียวพวยน้ำ และมีจุดสีดำกระจายอยู่ ครีบแต่ละครีบมีสีเทาดำ ครีบหลังมี 2 อันเชื่อมติดกัน โดยครีบหลังส่วนหน้ามีก้านครีบแข็งค่อนข้างแหลมคม ส่วนหัวมีลักษณะลาดเท ปากมีขนาดใหญ่ มุมปากลึก ปลายปากแหลม ปลายหางมน ปลาชนิดนี้ชอบอยู่รวมเป็นฝูงค่อนข้างรักสงบไม่ค่อยชอบเข้าสังคมกับปลาอื่น เป็นปลาที่ว่องไวปราดเปรียวมาก ปกติชอบอยู่ในน้ำกร่อยแต่สามารถปรับตัวอยู่ได้ทั้งในน้ำจืด และน้ำเค็ม กินอาหารประเภทเนื้อสัตว์ เช่น กุ้งฝอย สัตว์น้ำขนาดเล็ก สามารถพบในเขตน้ำกร่อยบริเวณปากแม่น้ำที่อยู่ติดกับทะเล และบริเวณชายฝั่งของประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบในประเทศอินเดีย พม่า มาเลเซีย และออสเตรเลีย ขนาดของปลากะพงลายนี้ไม่เกิน 30 เซนติเมตร (สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช. 2542: 153)

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และคาริโอไทป์

คาริโอไทป์ (karyotype) หมายถึง การนำเอาโครโมโซมแต่ละแท่งจากเซลล์ในระยะเมทา-เฟส เซลล์ใดเซลล์หนึ่งมาเรียงเป็นคู่โฮโมโลกัส (homologous) เรียงตามลำดับจากใหญ่จนถึงเล็ก การวางโครโมโซมจะวางโดยให้แขนข้างสั้นตั้งขึ้น และนิยมวางโครโมโซมเพศอยู่ที่มุมล่างขวาสุดของภาพ (อมรา คัมภีรานนท์. 2540: 29) การที่จะได้มาซึ่งโครโมโซมในระยะเมทาเฟสเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาโครโมโซมและคาริโอไทป์นิยมใช้สารเคมี เช่นโคลชิซีน (colchicine) โคลซิมีด (colcimid) เวลบาน (velban) แต่สารเคมีที่นิยมใช้กันมากในการศึกษาโครโมโซม คือ โคลชิซีน (colchicine) ซึ่งเป็นสารประกอบอัลคาลอยด์สกัดมาจากเมล็ดและเหง้า (corm) ของต้นออร์ทัมโครคัส มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Colchicum autumnale* (Rudi; et al. 1998: 36 - 37)



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างทางเคมีของโคลชิซิน

การฉีดหรือแช่โคลชิซินกับเซลล์ของพืช และสัตว์ เพื่อทำให้โครโมโซมที่ได้จากการแบ่งแบบไมโทซิสหยุดที่ระยะเมทาเฟส ซึ่งเป็นระยะที่โครโมโซมหดสั้น และเห็นชัดเจนมากที่สุด โดยที่โคลชิซินจะไปยับยั้งการทำงานของสปีนเดิลไมโครทิวบูล ทำให้เส้นใยสปีนเดิลไม่สามารถเกาะจับกับไคเนโตคอร์ได้ ความเข้มข้นของโคลชิซินที่นิยมใช้ในการเตรียมโครโมโซมของปลา คือ ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.01 - 0.10 เปอร์เซ็นต์ ฉีดเข้าบริเวณกล้ามเนื้อใต้ฐานครีบหลังหรือฉีดเข้าช่องท้องในปริมาณ 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อน้ำหนักปลา 10 กรัม เป็นระยะเวลา 1 - 6 ชั่วโมง ถ้าเป็นปลาขนาดเล็กให้ปลาลอยตัวอยู่ในสารละลายโคลชิซินความเข้มข้น 0.01 - 0.10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาประมาณ 3 - 8 ชั่วโมง ส่วนอวัยวะของปลาที่ใช้ในการเตรียมโครโมโซม คือ เยื่อบุผิวเหงือก เกล็ด ครีบ เยื่อบุแก้วตา (cornea) ตับ ม้าม และไต ซึ่งเซลล์เหล่านี้มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสอยู่ตลอดเวลา นอกจากนี้แล้ว อวัยวะ ซึ่งเป็นอวัยวะที่แบ่งเซลล์แบบไมโอซิสก็นิยมนำมาใช้ในการศึกษาคาริโอไทป์ (Denton. 1973: 19 - 22)

การเตรียมโครโมโซมนอกจากจะเตรียมได้จากอวัยวะดังกล่าวโดยตรงตามที่กล่าวมาแล้ว ยังเตรียมได้จากการเพาะเลี้ยงเซลล์หรือเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (cell culture or tissue culture) อวัยวะที่นิยมนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเซลล์หรือเนื้อเยื่อ ได้แก่ อวัยวะ ครีบ รังไข่ ตับ ม้าม ไต ถุงลม (swim bladder) นอกจากนี้ยังนิยมเพาะเลี้ยงเซลล์จากเซลล์เม็ดเลือดและเอ็มบริโอ การเลี้ยงเซลล์เพื่อใช้เตรียมโครโมโซมในการศึกษาคาริโอไทป์ถือได้ว่าโครโมโซมแพร่กระจายดี มีโครโมโซมในระยะเมทาเฟส มากแต่เป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยาก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง เสียเวลามาก ด้วยเหตุนี้จึงนิยมเตรียมโครโมโซมโดยตรงจากอวัยวะโดยไม่ต้องผ่านการเลี้ยงเซลล์ในอาหาร (Denton. 1973: 22 - 25)

เทคนิคการเตรียมโครโมโซมเพื่อศึกษาคาริโอไทป์ มีวิธีการที่นิยมใช้กันมาแต่ดั้งเดิมจนถึงปัจจุบันก็ยังคงใช้กันอยู่เพราะเป็นวิธีการที่ง่ายไม่สลับซับซ้อน แต่ได้ผลดีพอใช้ คือ เทคนิคการกดบีบให้แบน (squash technique) วิธีที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน คือ วิธีไฮโปโทไนเซชันแอร์ไดรยอิงเทคนิค (hypotonization air drying technique) ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่ ปัจจุบันนิยมใช้เทคนิคดังกล่าว (Denton. 1973: 28 - 30)

การย้อมสีโครโมโซมเพื่อวิเคราะห์คาริโอไทป์มีวิธีการย้อมสีอยู่ด้วยกันหลายแบบ วิธีการซึ่งใช้เป็นมาตรฐานในการศึกษาคาริโอไทป์ (standard karyotype) คือ การย้อมโครโมโซมด้วยสีย้อมกิมซา (Giemsa's stain) หรือสีย้อมออร์ซีน (orcein) นอกจากนี้ยังนิยมย้อมด้วยสีย้อมคาร์มีน (carmine) และสีย้อมฟอลเกน (Feulgen) เพื่อบ่งบอกตำแหน่งของดีเอ็นเอ (DNA specific staining) การวิเคราะห์คาริโอไทป์นอกจากวิธีการย้อมแบบมาตรฐานแล้วยังนิยมย้อมแถบโครโมโซมแบบต่างๆ เพื่อให้การจัดคาริโอไทป์ได้แม่นยำขึ้น เช่น การย้อมโครโมโซมแบบแถบคิว (Q band) แถบจี (G band) แถบอาร์ (R band) แถบซี (C band) การย้อมแถบโครโมโซมที่จำลองขึ้น (replicating banding) การย้อมด้วยเงินไนเตรท (silver nitrate) เพื่อแสดงการกระจายของบริเวณนิวคลีโอลัสออร์แกไนเซอร์ (nucleolus organizer) หรือ NOR (Rudolf; et al. 1998: 69 - 73)

การศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซม และคาริโอไทป์ของปลาในประเทศไทย ได้มีผู้ทำการศึกษาไว้เพียงไม่กี่ชนิดเมื่อเทียบกับจำนวนปลาที่พบ ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารรายงานวิจัยพบว่า มีผู้ศึกษาโครโมโซม และคาริโอไทป์ของปลาในวงศ์คอยยิดีด้วยกันเพียง 2 ชนิด คือ วัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2536: 496 - 497) ได้ศึกษาคาร์ิโอไทป์ของปลาเสือตอ *Coius microlepis* มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 48 และปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus* มีจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 46

ปลาในวงศ์คอยยิดีนี้จัดอยู่ในอันดับเพอร์ซิฟอร์มิส ซึ่งในประเทศไทย และต่างประเทศมีการศึกษาโครโมโซม และคาริโอไทป์ของปลาในอันดับนี้ ไว้ดังนี้

วัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2530: 111 - 119) ได้ศึกษาคาร์ิโอไทป์และโครโมโซมของปลากระต๊อ *Trichogaster microlepis* (Gunther) และปลาสร้อย *Trichogaster pectoralis* (Regan) พบว่าปลากระต๊อมีโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริกทั้งหมด 24 คู่ จำนวนโครโมโซมของปลาสร้อย $2n = 46$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริกทั้งหมด 23 คู่ เช่นเดียวกัน

วัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2531: 213 - 218) ได้ศึกษาคาร์ิโอไทป์และโครโมโซมของปลาหมอไทย *Anabas testudineus* (Bloch) และปลาหมอตาล *Helostoma temminckii* พบว่าปลาหมอไทยมีจำนวนโครโมโซม $2n = 46$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบซัปเมทาเซนทริก 1 คู่ อะโครเซนทริก 22 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 ส่วนปลาหมอตาลมีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริก 24 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48

วัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2534 : 223 - 230) ได้ศึกษาคาร์ิโอไทป์และโครโมโซมของปลาช่อน *Channa striata* ปลาช่อนงูเห่า *Channa marulius* ปลาชะโด *Channa micropetles* ปลากระสง *Channa lucius* และปลาก้าง *Channa gachua* ที่พบในประเทศไทย พบว่าปลาช่อนมีจำนวนโครโมโซม $2n = 44$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซัปเมทาเซนทริก 1 คู่

อะโครเซนทริก 20 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 ปลาช่อนงูเห่ามีจำนวนโครโมโซม $2n = 44$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเมทาเซนทริก 2 คู่ และอะโครเซนทริก 18 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 ปลาชะโดมีจำนวนโครโมโซม $2n = 44$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก 1 คู่ อะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 46 ปลากะพงมีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 52 ปลาก้างมีจำนวนโครโมโซม $2n = 112$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 53 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 116

วรวิภากรณ์ ปัทวี (2544: 10) ได้ศึกษาคริโอไทป์และโครโมโซมของปลาสกุลไทรโคแกสเตอร์ 4 ชนิด คือ ปลากะต๋ินาง *Trichogaster microlepis* ปลากะต๋ิน้ำร้อน *Trichogaster trichopterus* ปลากะต๋ิน้ำจืด *Trichogaster leerii* และปลาสร้อย *Trichogaster pectoralis* พบว่าปลากะต๋ินางมีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริก 24 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 ปลากะต๋ิน้ำร้อนมีจำนวนโครโมโซม $2n = 46$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริก 23 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 46 ปลากะต๋ิน้ำจืดมีจำนวนโครโมโซม $2n = 46$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริก 23 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 46 ปลาสร้อยมีจำนวนโครโมโซม $2n = 46$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริก 23 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 46

สรวัฏ รามางกูร (2546: 19) ได้ศึกษาคริโอไทป์ของปลาหมอสี 6 ชนิดในวงศ์ซิดลิตี พบว่า ปลาหมอสี *Aequidens rivulatus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเทโลเซนทริก 7 คู่ และเทโลเซนทริก 13 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 56 ปลาหมอสี *Cichlasoma severum* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเมทาเซนทริก 1 คู่ และเทโลเซนทริก 22 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 52 ปลาหมอสีออกสการ์ *Astronotus ocellatus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ และเทโลเซนทริก 22 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 52 ปลาหมอสี *Cichlasoma carpinete* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก 6 คู่ ซับเทโลเซนทริก 9 คู่ และเทโลเซนทริก 9 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 60 ปลาหมอสี *Pseudotropheus zebra* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเมทาเซนทริก 3 คู่ ซับเทโลเซนทริก 7 คู่ และเทโลเซนทริก 12 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 58 ปลาหมอสี *Haplochromis venustus* มีจำนวน

โครโมโซม $2n = 44$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 3 คู่ ซับเมทาเซนทริก 4 คู่ ซับเทโลเซนทริก 7 คู่ และเทโลเซนทริก 8 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 58

ทอมสัน (Thompson. 1981: 351 - 352) ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของปลาวงศ์ซิดลิดี 6 ชนิดของแอฟริกา พบว่า *Sarotherodon mossambica*, *S. aureus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 44$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 44 - 55 ส่วน *Tilapia sparrmanii* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 42$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 46 - 50 *T. mariae* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 40$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 44 - 48 *Astatotilapia burtoni* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 40$ *Melanochromis auratus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 46$ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 56 - 58

วิททูรี และคนอื่นๆ (Vitturi; et al. 1988: 219 - 223) ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของปลาวงศ์ลาบริดีในปลา *Coris julis* 2 เพศ คือ เพศเมียในช่วงแรกก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงเป็นเพศผู้ในช่วงหลัง พบว่า *C. julis* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริกถึงซับเมทาเซนทริก 5 คู่ และอะโครเซนทริก 19 คู่

ดูราน และคนอื่นๆ (Duran; et al. 1990: 1 - 7) ได้ศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์ของเซลล์ของปลาวงศ์เซอราณีดี ในปลา *Centropomus ocyurus* พบว่า มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 14 คู่ และซับเมทาเซนทริก 10 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 96

อูริเบ และคนอื่นๆ (Uribe; et al. 1999: 1 - 11) ได้ศึกษาโครโมโซม และคาริโอไทป์ของปลา *Cichlasoma istlanum* 2 subspecies คือ *C. istlana istlana* และ *C. istlana fusca* พบว่ามีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก 4 คู่ และซับเทโลเซนทริกถึงอะโครเซนทริก 20 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 56 เท่ากันทั้ง 2 ชนิด

ยูอิโนและทาไก (Ueno K.;& Takai A. 2000: 7 - 15) ได้ศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของปลาไซริคทิส 3 ชนิด คือ *Xyrichthys pavo*, *X. dae* และ *X. twistii* พบว่า *X. pavo* และ *X. dae* มีจำนวนโครโมโซมแบบ $2n = 44$ ซึ่งเป็นโครโมโซมแบบอะโครเซนทริกทั้งหมด ส่วน *X. twistii* มีจำนวนโครโมโซมแบบ $2n = 22$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก และซับเมทาเซนทริก 18 แท่ง และแบบอะโครเซนทริก 4 แท่ง ปริมาณ DNA ของ *X. pavo* และ *X. twistii* เกือบเท่ากันเมื่อวัดโดยใช้วิธี flow cytometry ผลจากการศึกษาคาริโอไทป์ของ *X. twistii* มีการลดลงของจำนวนโครโมโซมอาจเกิดจากปรากฏการณ์โบริตโซเนียน ซึ่งความสัมพันธ์ทางด้านพันธุศาสตร์ของปลาทั้ง 3 ชนิดนี้ สามารถคาดคะเนได้โดยใช้ลักษณะของคาริโอไทป์และตำแหน่งของ NOR เป็นเกณฑ์ ช่วงห่างที่กว้างมากของจำนวนโครโมโซมระหว่าง $2n = 44$ และ $2n = 22$ เป็นลักษณะที่น่าสนใจเพื่อศึกษาถึงกระบวนการวิวัฒนาการของโครโมโซม

ซัลวาดอริและคนอื่นๆ (Salvadori; et al. 2003: 231 - 240) ได้ศึกษาปลา *Lepomis gibbosus* เป็นปลาน้ำจืดที่พบในอเมริกาเหนือ ซึ่งถูกนำเข้าไปในยุโรปเมื่อปี ค.ศ. 1887 และขณะนี้กำลังแพร่หลายในอิตาลี จากการศึกษาคาริโอไทป์ของปลาในวงศ์เซนทราคิดี (Family Centrachidae) 16 ชนิดจาก 27 ชนิด โดยใช้วิธีการศึกษาโดยย้อมแบบ C - banding, Silver - banding, CMA3 banding และ FISH ซึ่งการเตรียมโครโมโซมเตรียมจากการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดของตัวอย่างทั้ง 2 เพศ จากแม่น้ำอิตาเลียนตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ และเป็นโครโมโซมแบบอะโครเซนทริกทั้งหมด ซึ่งเป็นคาริโอไทป์ที่พบในปลา Order perciformes เป็นส่วนใหญ่

โมลินาและกาเลตติ (Molina; & Galetti. 2002: 373 - 377) ศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของปลาในสกุล *Chromis* 3 ชนิด พบว่า คาริโอไทป์ของ *Chromis multilineata* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริกทั้งหมด และมีจำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 *C. insolata* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 46 - 47$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 3 - 4 แท่ง ซับเมทาเซนทริก 6 แท่ง และแบบอะโครเซนทริก 36 - 38 แท่ง จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 และ *C. flavicauda* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 39$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 9 แท่ง ซับเมทาเซนทริก 6 แท่ง และอะโครเซนทริก 24 แท่ง จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 54

โมลินาและกาเลตติ (Molina; & Galetti. 2004: 543 - 548) ศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของปลา *Stegaster* ซึ่งเป็นปลาที่พบตามแนวปะการังของประเทศบราซิล 4 ชนิด คือ *S. pictus*, *S. fuscus*, *S. variabilis* และ *S. leucostictus* พบว่า *S. pictus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 14 แท่ง แบบซับเมทาเซนทริก 28 แท่ง แบบซับเทโลเซนทริก 2 แท่ง และอะโครเซนทริก 4 แท่ง จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 92 *S. fuscus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 20 แท่ง แบบซับเมทาเซนทริก 22 แท่ง และอะโครเซนทริก 6 แท่ง จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 90 *S. variabilis* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 18 แท่ง แบบซับเมทาเซนทริก 22 แท่ง และอะโครเซนทริก 8 แท่ง จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 88 และ *S. leucostictus* มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 18 แท่ง แบบซับเมทาเซนทริก 22 แท่ง และอะโครเซนทริก 8 แท่ง จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 88

เว็บ (Webb. 2005: 347 - 351, 2006: 777 - 781) ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของปลา *Parioglossus raoi* และ *Butis butis* จากฟิลิปปินส์ พบว่าปลาทั้ง 2 ชนิดมีจำนวนโครโมโซมแบบ $2n = 46$ เท่ากันประกอบด้วยโครโมโซมแบบอะโครเซนทริกทั้งหมดและมีจำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 46 เท่ากันอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์ และสารเคมี

1.1 เครื่องมือ และอุปกรณ์

- 1.1.1 กล้องจุลทรรศน์แบบผสม
- 1.1.2 กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ
- 1.1.3 กล้องจุลทรรศน์พร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพแบบอัตโนมัติ
- 1.1.4 फिल्मขาวดำโกดัก โปรเฟสชั่นแนล (T 400 - CN) และฟิล์มสีโกดัก 200
- 1.1.5 เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
- 1.1.6 เวอร์เนียร์
- 1.1.7 เครื่องมือผ่าตัด
- 1.1.8 จานเพาะเชื้อ
- 1.1.9 หลอดหยดปลายแหลม
- 1.1.10 หลอดทดลอง
- 1.1.11 กระบอกตวง
- 1.1.12 ภาชนะใส่สีย้อม (Coplín jar)
- 1.1.13 ปีกเกอร์
- 1.1.14 สไลด์
- 1.1.15 กระจกปิดสไลด์
- 1.1.16 กล้องเก็บสไลด์
- 1.1.17 เข็มฉีดยาพร้อมกระบอกฉีดขนาด 1 มิลลิลิตร
- 1.1.18 แปรงล้างหลอดแก้ว
- 1.1.19 ที่วางหลอดแก้ว
- 1.1.20 ขวดสำหรับดองตัวอย่าง
- 1.1.21 ตู้กระจกขนาด 8 x 10 นิ้ว
- 1.1.22 เครื่องพ่นให้ออกซิเจน (air pump)
- 1.1.23 หัวฟู่พร้อมสายยาง
- 1.1.24 สวิงสำหรับขึ้นปลา

1.2 สารเคมี

- 1.2.1 โคลิซินความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์
- 1.2.2 โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride) ความเข้มข้น 0.075 เปอร์เซ็นต์
- 1.2.3 น้ำยาคงสภาพคาร์นอย (Carnoy's fixative) (กรดน้ำส้มฉ่ำ 1 ส่วนต่อ
เอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ 3 ส่วน)
- 1.2.4 กรดน้ำส้มฉ่ำ (glacial acetic acid)
- 1.2.5 เอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ (absolute ethyl alcohol)
- 1.2.6 ซอเรนเซน ฟอสเฟต บัฟเฟอร์ (Sorensen's phosphate buffer)
(สารละลายไดเบสิกโซเดียมฟอสเฟต : สารละลายโพแทสเซียม แอซิด
ฟอสเฟต ในอัตราส่วน 1:1)
- 1.2.7 ไดเบสิกโซเดียมฟอสเฟต (dibasic sodium phosphate) 9.465 กรัมต่อ
น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร
- 1.2.8 โพแทสเซียม แอซิด ฟอสเฟต (potassium acid phosphate) 9.07 กรัมต่อ
น้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร
- 1.2.9 สีย้อมกิมซา (Giemsa's stain) 4 เปอร์เซ็นต์ (สีย้อมของเมอร์ค 4 มิลลิลิตรต่อ
ซอเรนเซนฟอสเฟต บัฟเฟอร์ 100 มิลลิลิตร)
- 1.2.10 เอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์
- 1.2.11 ฟอร์มาลิน 10 เปอร์เซ็นต์

2. วิธีดำเนินการ

2.1 การเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา

2.1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับแหล่งที่พบ และแพร่กระจายของปลาทั้ง 4 ชนิด ที่จะใช้
ในการศึกษาครีโอลไทป์ คือปลาเสือตอลายใหญ่ ปลาเสือตอลายคู่ ปลาเสือตอลายเล็ก และปลา
กะพงลาย สํารวจตลาดปลาตู้ซึ่งรับปลามาจากแม่น้ำต่างๆ ทั่วประเทศมาจำหน่ายที่ตลาดนัดสวน
จตุจักร

2.1.2 ติดต่อร้านจำหน่ายปลาตู้ที่มีปลาตามชนิดที่เราต้องการ และสอบถามถึงราย
ละเอียดของแหล่งที่มา

2.1.3 นำปลาแต่ละชนิดที่กลับมายังห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นำปลาดังกล่าวมาเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 8 x 10 นิ้ว ฟันให้ออกซิเจน

ด้วยหัวฟู ใส่ยาปฏิชีวนะลงไปเพื่อป้องกันการติดเชื้อ การให้อาหารจะให้วันละ 1 ครั้ง คือตอนเช้า อาหารที่ให้เป็นพวกกุ้งฝอยหรือลูกปลาตัวเล็กๆ เมื่อปลาแข็งแรงดีแล้วจึงเริ่มทำการศึกษาคาโรโอไทป์

2.2 การวินิจฉัย และตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของปลา

นำตัวอย่างปลาดองในฟอร์มาลินความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 48 ชั่วโมง หลังจากนั้น เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ มาใช้ในการวินิจฉัยและตรวจสอบความถูกต้องของ ชื่อวิทยาศาสตร์ถือเอาตามโรเบิร์ตและคอตเทิลท (Roberts;& kottelat. 1994: 257-266) สำหรับชื่อ ไทยถือเอาตามของชวลิต วิทยานนท์และคนอื่นๆ (ชวลิต วิทยานนท์ และคนอื่นๆ 2543: 38-40)

2.3 การศึกษาคาโรโอไทป์

โครโมโซมที่ใช้ในการศึกษาคาโรโอไทป์ได้มาจากโครโมโซมของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสใน ระยะเมทาเฟสของเซลล์เนื้อเยื่อไต และเหงือก

2.3.1 การเตรียมโครโมโซมจากเนื้อเยื่อไตและเหงือก

ดัดแปลงมาจากเทคนิคและวิธีการของอีดาและคิโ (Ida; & Kyo. 1980: 122 - 128) และวิธีของโกลด์และคนอื่นๆ (Gold; et al. 1990: 563-575) ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆดังนี้ คือ

2.3.1.1 นำปลาที่ต้องการเตรียมโครโมโซมมาฉีดด้วยโคลชิซินความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ เข้าที่บริเวณช่องท้องในปริมาณ 0.1 มิลลิตรต่อน้ำหนักตัว 10 กรัม หลังจากนั้นนำปลา ที่ฉีดแล้วปล่อยลงในตู้กระจกขนาด 8 x 10 นิ้ว ที่แยกต่างหากโดยไม่มีปลาดตัวอื่นปะปนอยู่ ฟันให้ออกซิเจนด้วยหัวฟูที่ค่อนข้างแรง ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 10-13 ชั่วโมง

2.3.1.2 นำปลาที่ฉีดด้วยโคลชิซินและครบกำหนดเวลาแล้วนำมาฆ่าโดยการแช่ด้วยน้ำแข็งประมาณ 10-15 นาที จากนั้นจึงใช้กรรไกรขลิบช่องท้องจากช่องขับถ่ายไปทางด้านหน้าตามความยาวของด้านท้อง ใช้ปากคีบค่อยๆดึงอวัยวะภายในออก คีบเอาไตซึ่งอยู่ใต้ถุงลมติดกับกระดูกสันหลังออกมาแช่ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.075 เปอร์เซ็นต์ที่บรรจุอยู่ในจานเพาะเชื้อ

2.3.1.3 นำไตที่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.075 เปอร์เซ็นต์ วางลงบนสไลด์ที่ทำความสะอาดแล้ว หยดสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ลงไปเล็กน้อย หลังจากนั้นใช้ใบมีดผ่าตัดสับไตออกเป็นชิ้นเล็กที่สุดเท่าที่จะเล็กได้ เมื่อเห็นว่าเนื้อไตละเอียดดีแล้วจึงใช้หลอดหยดปลายแหลมดูดสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ในจานแก้วล้างไตที่สับแล้วลงในจานเพาะเชื้อแล้วดูดไล่หลอดแก้ว วางหลอดแก้วทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง การแช่เนื้อเยื่อไตในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ เพื่อให้เซลล์บวม เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสแตกได้ง่ายเมื่อนำเข้าในเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)

2.3.1.4 เมื่อครบเวลาแช่ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์แล้วนำ

หลอดแก้วที่มีเนื้อเยื่อไตอยู่เข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง ใช้ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที โดยใช้เวลานาน 5 นาที

2.3.1.5 ใช้หลอดหยดปลายแหลมดูดสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ ออกจนหมดเหลือไว้แต่ตะกอนที่ก้นหลอดแก้ว (ต้องระวังไม่ดูดตะกอนออกไปด้วย) เติมน้ำยาคงสภาพคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยกรดน้ำส้มลิ้นต่อเอทิลแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ ในอัตราส่วน 1:3 ลงไปแทนที่ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลาประมาณ 25 นาที การเติมน้ำยาคงสภาพคาร์บอนลงไปเพื่อเป็นการทำให้เซลล์และส่วนประกอบต่างๆของเซลล์ตายทันทีทันใดโดยคงสภาพต่างๆใกล้เคียงเหมือนกับตอนที่มีชีวิตอยู่มากที่สุด

2.3.1.6 นำหลอดแก้วที่เติมน้ำยาคงสภาพคาร์บอน และครบเวลาตามที่กำหนดไว้แล้ว เข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงโดยใช้ความเร็ว 1,000 รอบต่อนาที เวลา 5 นาที (การปั่นเป็นการทำให้เซลล์แตก ทำให้โครโมโซมที่อยู่ภายในเซลล์กระจายตัวออกจากกันไม่เกาะกันเป็นก้อน ซึ่งจะทำให้นับจำนวน และวิเคราะห์โครโมโซมได้ยาก) เมื่อครบเวลาแล้วดูดน้ำยาคงสภาพเดิมออกแล้วเติมน้ำยาคงสภาพใหม่ลงไปแทนที่ แล้วนำเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยง โดยใช้จำนวนรอบและความเร็วเท่าเดิม ทำเช่นนี้อีก 2 ครั้ง

2.3.1.7 ใช้หลอดหยดปลายแหลมดูดตะกอนที่ก้นหลอดแก้ว หยดลงบนสไลด์ที่ทำความสะอาดแล้ว ผึ่งสไลด์ให้แห้งในอากาศจนสไลด์แห้งสนิท

2.3.1.8 นำสไลด์ที่ผึ่งจนแห้งสนิทดีแล้วไปย้อมด้วยสีกิมซา ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้สีย้อมของเมอร์ค 4 มิลลิลิตรผสมกับซอเรนเสนฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 100 มิลลิลิตร บรรจุอยู่ในภาชนะสำหรับวางสไลด์ในการย้อมสี (coplin jar) ใช้เวลาย้อมประมาณ 2 ชั่วโมงหรือมากกว่าจนกระทั่งโครโมโซมติดสีแดงเข้ม (ต้องคอยตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์) เมื่อโครโมโซมบนสไลด์ติดสีย้อมดีแล้ว ล้างสไลด์ด้วยน้ำกลั่นเพื่อล้างคราบสีซึ่งอาจเกาะติดอยู่ออกไป ผึ่งสไลด์ให้แห้งในอากาศ ตรวจสไลด์ที่แห้งดีแล้วด้วยกล้องจุลทรรศน์เลือกเซลล์ที่มีกลุ่มโครโมโซมแผ่กระจายดี รูปร่างลักษณะดี ทำเครื่องหมายกลุ่มโครโมโซมที่ดีไว้สำหรับนำไปใช้ในการถ่ายภาพเก็บสไลด์ที่ตรวจ และทำเครื่องหมายแล้วในกล่องเก็บสไลด์เพื่อป้องกันฝุ่นหรือสิ่งสกปรกต่างๆตกลงเกาะบนสไลด์ การเตรียมโครโมโซมจากเหงือกและไตปฏิบัติเช่นเดียวกันกับปลาทั้ง 4 ชนิดจนครบ ชนิดละ 10 ตัว

2.3.2 การถ่ายรูปโครโมโซม

นำสไลด์ที่เตรียมไว้ในข้อ 2.3.1.8 ไปตรวจหาโครโมโซมตามที่ได้ทำเครื่องหมายไว้แล้วด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบผสม บันทึกภาพไว้ด้วยกล้องถ่ายภาพพร้อมอุปกรณ์ควบคุมแสงอัตโนมัติ PM 20 โดยใช้เลนส์วัตถุกำลังขยาย 100 เท่า ใช้ฟิล์มขาวดำโกดัก T400 CN ในการบันทึกภาพ โดยถ่ายภาพจากปลาแต่ละชนิดจนครบทุกชนิด

2.3.3 การวิเคราะห์โครโมโซม

2.3.3.1 การหาจำนวนโครโมโซม

นำฟิล์มของปลาแต่ละตัวแต่ละชนิดทั้ง 4 ชนิดที่ได้บันทึกไว้ในฟิล์มไปล้างอัดขยาย โดยอัดขยายขนาด 4×6 นิ้วหรือภาพโปสการ์ด นำภาพเหล่านั้นมานับจำนวนโครโมโซมโดยนำภาพใส่ในถุงพลาสติกใช้ปากกาได้สักหลาดขีดนับความถี่ของจำนวนโครโมโซมๆ ที่นับได้สูงสุด(mode) ของปลาแต่ละตัวแต่ละชนิดถือเป็นจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ ($2n$) ของปลาชนิดนั้น

2.3.3.2 การวัดโครโมโซมและการจัดคาริโอไทป์

เลือกฟิล์มที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันมีรูปร่างลักษณะ และการแผ่กระจายดีที่สุดไปอัดขยายให้มีขนาด 5×7 นิ้ว แล้วนำภาพดังกล่าวไปถ่ายขยายด้วยเครื่องถ่ายภาพให้มีขนาดเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นจึงวัดภาพถ่ายขยายด้วยเวอร์เนียโดยวัดความยาวแขนโครโมโซมจากตำแหน่งเซนโทรเมียร์ไปยังปลายแขนทั้งสองข้างของโครโมโซมซึ่งการวัดนั้นแบ่งเป็นวัดภาพขยาย วัดขนาดฟิล์ม และนำค่าที่วัดขนาดฟิล์มมาหาค่าขนาดจริงตามธรรมชาติ แล้วเรียงลำดับค่าที่วัดได้จากมากไปหาน้อย หลังจากนั้นนำค่าที่วัดได้ในปลาแต่ละชนิดๆ ละ 5 กลุ่มเซลล์ มาหาค่าเฉลี่ยแล้วคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวนและคนอื่นๆ (Levan; et al. 1964: 201- 220) เพื่อแบ่งชนิดโครโมโซมตามอัตราส่วนที่ปรากฏในตาราง 1 แล้วจับคู่โครโมโซมอาศัยอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด ความยาวของโครโมโซมที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ประกอบกับลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด โดยตัดภาพโครโมโซมจากรูปอัดขยายขนาด 5×7 นิ้ว จัดเรียงคาริโอไทป์โดยเรียงตามลำดับจากโครโมโซมคู่ที่ยาวที่สุดหรือใหญ่ที่สุดไปหาคู่ที่สั้นที่สุดหรือเล็กที่สุด โดยให้แขนข้างสั้นอยู่ด้านบนบนด้านยาวอยู่ด้านล่างจากเมทาเซนทริก (metacentric) ไปเป็นซับเมทาเซนทริก (submetacentric) ซับเทโลเซนทริก (subtelocentric) และอะโครเซนทริก (acrocentric) ตามวิธีของเซสตาเรียและ กาเลตตี (Cestari; & Galetti. 1992: 108-112)

ตาราง 1 ชนิดโครโมโซมตามอัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นตามวิธีของลีแวนและคนอื่นๆ
(Levan; et al. 1964: 201- 220)

อัตราส่วนระหว่าง	ชนิดโครโมโซม	สัญลักษณ์
แขนยาวต่อแขนสั้น		
1.0 – 1.7	metacentric	m
1.7 – 3.0	submetacentric	sm
3.0 – 7.0	subtelocentric	st
7.0 - ∞	acrocentric or telocentric	t

2.3.3.3 การหาจำนวนแขนโครโมโซม (fundamental number

หรือ arm number หรือ NF)

จำนวนแขนโครโมโซมถือตามวิธีของอาราไร (Arai. 1982: 131-181)

ซึ่งแบ่งโครโมโซมออกเป็น 2 พวก คือ พวกโครโมโซมที่มีแขนเดียว (monoarmed group) ได้แก่ โครโมโซมแบบซัพเทโลเซนทริกกับอะโครเซนทริก และพวกโครโมโซมที่มีสองแขน (biarmed group) ได้แก่ โครโมโซมแบบเมทาเซนทริกกับซัพเมทาเซนทริก

2.4 การหาขนาดของโครโมโซม

การหาขนาดของโครโมโซมถือตามวิธีของอุลเลอร์ริช (Ullerich. 1966: 316 - 342) โดยโครโมโซมที่มีขนาดใหญ่ ได้แก่ โครโมโซมที่มีขนาดความยาวเกินครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยของคู่โครโมโซมทั้งหมด ส่วนโครโมโซมที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ โครโมโซมที่มีขนาดความยาวต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ยของโครโมโซมทั้งหมด

2.5 การสร้างอิดิโอแกรม (idiogram)

คำนวณหาค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (short arm length) ความยาวแขนยาว (long arm length) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้นของคู่โครโมโซมที่เป็นโฮโมโลกัสกัน (homologous chromosome) ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้กับจำนวนกลุ่มเซลล์ทั้งหมดที่เลือกไว้แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่งจากกลุ่มเซลล์ทั้งหมดที่เลือกไว้ ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้นความยาวแขนยาว ความยาวทั้งแขน (แขนสั้นรวมกับแขนยาว) อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น และชนิดหรือแบบโครโมโซม นำเอาค่าเฉลี่ยดังกล่าวมาเขียนเป็นอิดิโอแกรม โดยเรียงลำดับจากคู่โครโมโซมที่ยาวที่สุดไปหาคู่ที่สั้นที่สุดโดยให้แขนสั้นตั้งขึ้นด้านบน แขนยาวอยู่ด้านล่าง จากโครโมโซมแบบเมทา- เซนทริกไปเป็นซัพ

เมทาเซนทริก ซับเทโลเซนทริก และอะโครเซนทริก ตามลำดับ ตามวิธีของเซสตารีและกาเลตติ (Cestari; & Galetti. 1992: 108-112) โดยใช้อัตราส่วนความยาว 1 เซนติเมตรต่อความยาวโครโมโซม 1 ไมโครเมตร (micrometer or μm) โดยให้แกนนอนหรือแกน X เป็นคู่โครโมโซม (chromosome pair) แกนตั้งหรือแกน Y เป็นความยาวโครโมโซม (chromosome length) ปฏิบัติเช่นเดียวกันนี้กับปลาแต่ละชนิดจนครบทั้ง 4 ชนิด

2.6 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาที่ใช้ศึกษาครีโอลไทป์

ตัวอย่างปลาที่ใช้ในการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นตัวอย่างปลาที่ผ่านการศึกษาครีโอลไทป์มาแล้วโดยนำปลาดังกล่าวเก็บดองไว้ในฟอร์มาลิน 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 – 3 วัน จากนั้นจึงเปลี่ยนไปเก็บดองไว้ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ นำปลาที่เก็บดองไว้นี้มาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการโดยวิธีการวัด และการนับชนิดละ 5 ตัว การวัด และการนับถือเอาตามวิธีของแลกลเลอร์ และคณะ (Lagler; et al. 1977: 402-404) โดยวัดความยาวมาตรฐาน (standard length หรือ SL) ความยาวเหยียด (total length หรือ TL) นับจำนวนก้านครีบล้าง (dorsal fin ray หรือ DFR) จำนวนก้านครีบกัน (anal fin ray หรือ AFR) ชีกรองเหงือก (gill raker หรือ GR) และเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว (lateral line scale หรือ LI)

2.6.1 การวัด

ความยาวมาตรฐาน (SL) วัดความยาวเป็นเส้นตรงจากส่วนปลายสุดของจะงอยปาก (snout) ถึงฐานครีบก้นซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของกระดูก hyplural plate ทราบได้โดยการงอส่วนหางของปลาขึ้น รอยหักตรงบริเวณคอดหาง (caudal peduncle) ถือเป็นส่วนสุดท้ายของกระดูกชิ้นนี้

ความยาวเหยียด (TL) วัดเป็นแนวเส้นตรงจากส่วนปลายสุดของจะงอยปากจนถึงส่วนปลายสุดของครีบก้น

2.6.2 การนับ

จำนวนก้านครีบล้าง (DFR) ตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ก้านครีบล้างมี 2 ชนิด คือ ก้านครีบเดี่ยวที่อยู่ด้านหน้าของครีบล้างไม่แตกแขนง ก้านครีบเดี่ยวของปลาบางชนิดอาจมีการทับถมของสารพวกแคลเซียมไปเป็นก้านครีบแข็ง (spine) เรียบหรือหักเป็นฟันเลื่อยของก้านครีบเดี่ยวอันสุดท้าย ก้านครีบแขนงเป็นก้านครีบบ่อยส่วนปลายแตกเป็นแขนง ก้านครีบแขนงอันสุดท้ายที่มีส่วนโคนแยกเป็น 2 อันนับรวมเป็นก้านเดียว

จำนวนก้านครีบกัน (AFR) ตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ ก้านครีบก้นมี 2 ชนิด คือ ก้านครีบเดี่ยวที่อยู่ทางด้านหน้าไม่แตกเป็นแขนง ก้านครีบแขนงเป็นก้านครีบ

อ่อนส่วนปลายแตกเป็นแขนง ก้านครีบก้นแขนงอันสุดท้ายที่มีส่วนโคนแยกเป็น 2 อันนับรวมเป็นก้านเดียว

จำนวนซี่กรงเหงือก (GR) ตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยนับซี่กรงบนกระดูกเหงือกอันแรก

จำนวนเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว (LI) ตรวจนับด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ โดยนับเกล็ดจากปลายด้านหน้าสุดของเส้นข้างตัวจนถึงโคนครีบก้น

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาทั้ง 4 ชนิด ที่นำมาใช้ในการศึกษาคาร์ิโอไทป์ ปรากฏตามตาราง 2 และผลการศึกษาคาร์ิโอไทป์ของปลาเสื้อตอลายใหญ่ พบว่ามีความถี่ในการกระจายจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดที่ $2n = 48$ จำนวน 74 เซลล์จากจำนวนเซลล์ทั้งหมด 100 เซลล์ คิดเป็น 74.00 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปลาเสื้อตอลายใหญ่ จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ ตามตาราง 3 และภาพประกอบ 6A คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 2 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 50 ตามตาราง 4 และ 6 ภาพประกอบ 6B และ 7 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 12 คู่ ได้แก่คู่ที่ 1 และ 4 - 14 โครโมโซมขนาดเล็กมี 12 คู่ ได้แก่คู่ที่ 2,3 และ 15 - 24 ตามตาราง 5

ปลาเสื้อตอลายคู่มิมีความถี่ในการกระจายโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดที่ $2n = 48$ จำนวน 68 เซลล์จากจำนวนเซลล์ทั้งหมด 100 เซลล์ คิดเป็น 68.00 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปลาเสื้อตอลายคู่มิ จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ ตามตาราง 3 และภาพประกอบ 8A คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 2 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 50 ตามตาราง 4 และ 7 ภาพประกอบ 8B และ 9 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 8 คู่ ได้แก่คู่ที่ 1 - 8 โครโมโซมขนาดเล็กมี 16 คู่ ได้แก่คู่ที่ 9 - 24 ตามตาราง 5

ปลาเสื้อตอลายเล็กมีความถี่ในการกระจายโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดที่ $2n = 48$ จำนวน 74 เซลล์จากจำนวนเซลล์ทั้งหมด 100 เซลล์ คิดเป็น 75.00 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปลาเสื้อตอลายเล็ก จึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 48$ ตามตาราง 3 และภาพประกอบ 10A คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบเมทาเซนทริก 2 คู่ ซับเมทาเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 54 ตามตาราง 4 และ 8 ภาพประกอบ 10B และ 11 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 12 คู่ ได้แก่คู่ที่ 1 - 12 โครโมโซมขนาดเล็กมี 12 คู่ ได้แก่คู่ที่ 13 - 24 ตามตาราง 5

ปลากะพงลายมีความถี่ในการกระจายโครโมโซมแบบดิพลอยด์สูงสุดที่ $2n = 46$ จำนวน 68 เซลล์จากจำนวนเซลล์ทั้งหมด 100 เซลล์ คิดเป็น 68.00 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นปลากะพงลายจึงมีจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ $2n = 46$ ตามตาราง 3 และภาพประกอบ 12A คาร์ิโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมแบบซับเมทาเซนทริก 1 คู่ ซับเทโลเซนทริก 1 คู่ และอะโครเซนทริก 21 คู่ จำนวนแขนโครโมโซมเท่ากับ 48 ตามตาราง 4 และ 9 ภาพประกอบ 12B และ 13 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 9 คู่ ได้แก่คู่ที่ 1 - 9 โครโมโซมขนาดเล็กมี 14 คู่ ได้แก่คู่ที่ 10 - 23 ตามตาราง 5

ตาราง 2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายใหญ่ เสือตอลายคู่
เสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย จำนวนชนิดละ 5 ตัว

การวัดและการนับ	เสือตอลายใหญ่	เสือตอลายคู่	เสือตอลายเล็ก	กะพงลาย
ความยาวมาตรฐาน (ซม.)	5.0 – 12.7	12.6 – 16.8	9.5 – 13.4	13.6 – 15.4
เฉลี่ย $\pm$ SD	8.9 $\pm$ 3.56	14.04 $\pm$ 1.89	11.02 $\pm$ 1.55	14.7 $\pm$ 0.80
ความยาวเหี่ยวด (ซม.)	6.5 – 15.0	15.0 – 18.0	11.6 $\pm$ 15.9	11.6 – 17.5
เฉลี่ย $\pm$ SD	10.78 $\pm$ 4.03	16.4 $\pm$ 1.33	13.38 $\pm$ 1.71	16.9 $\pm$ 0.79
จำนวนก้านครีบล้าง (DFR) S/B	12/16	11/16	11/16	10/13
จำนวนก้านครีบก้น (AFR) S/B	3/9	3/9	3/10	3/9
จำนวนซี่กรองเหงือก	17 - 19	17 - 19	16 - 17	20 - 22
เฉลี่ย $\pm$ SD	18.2 $\pm$ 1.10	18.6 $\pm$ 0.90	16.8 $\pm$ 0.45	20.8 $\pm$ 0.84
จำนวนเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว	98 - 110	101 - 104	80 - 85	70 - 78
เฉลี่ย $\pm$ SD	104.2 $\pm$ 4.60	103 $\pm$ 1.41	83.2 $\pm$ 2.49	73.4 $\pm$ 3.44

หมายเหตุ : S หมายถึง ก้านครีบเดี่ยว (ก้าน)

B หมายถึง ก้านครีบแขนง (ก้าน)

ตาราง 3 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสื้อตอลายใหญ่ เสื้อตอลายคู่ เสื้อตอลายเล็ก และปลากะพงลาย จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์

ชนิดปลา	จำนวนโครโมโซม													รวม (เซลล์)
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
เสื้อตอลายใหญ่	2	0	0	1	7	0	11	0	74	0	1	2	2	100
เสื้อตอลายคู่	5	0	3	0	13	0	5	0	68	0	6	0	0	100
เสื้อตอลายเล็ก	3	0	4	1	6	0	5	0	75	0	4	0	2	100
กะพงลาย	3	0	5	0	18	2	68	0	0	0	3	0	1	100

ตาราง 4 จำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ (2n) และจำนวนแขนโครโมโซมของปลาเสื้อตอลายใหญ่ เสื้อตอลายคู่ เสื้อตอลายเล็ก และปลากะพงลาย

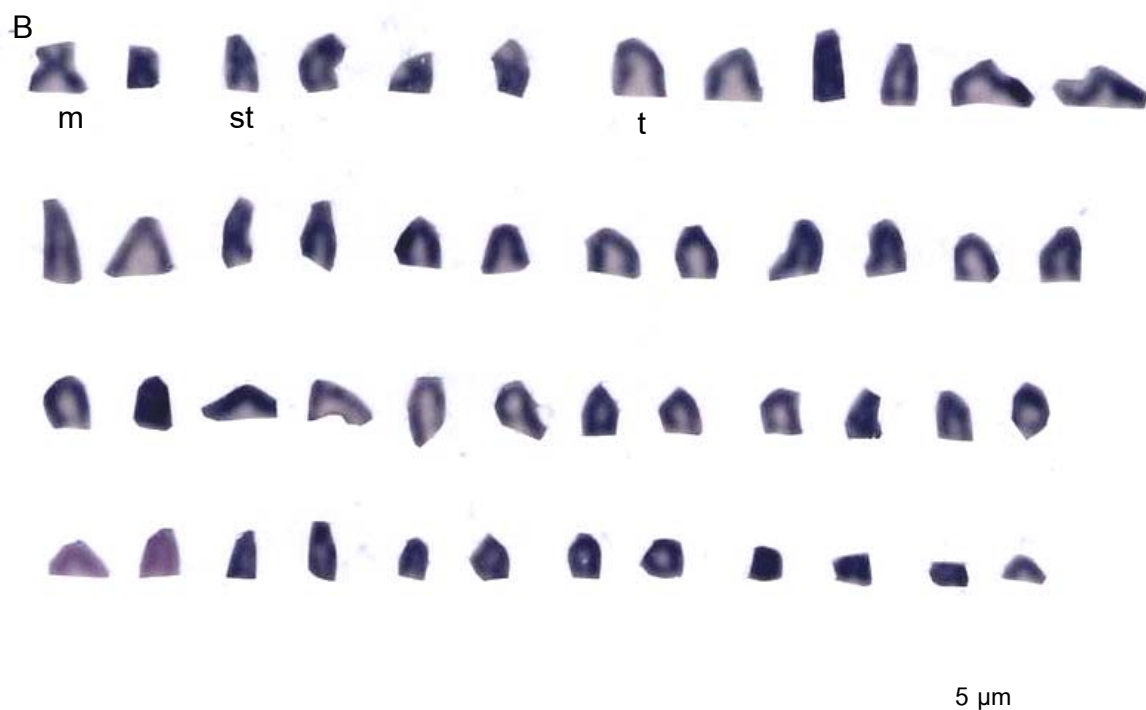
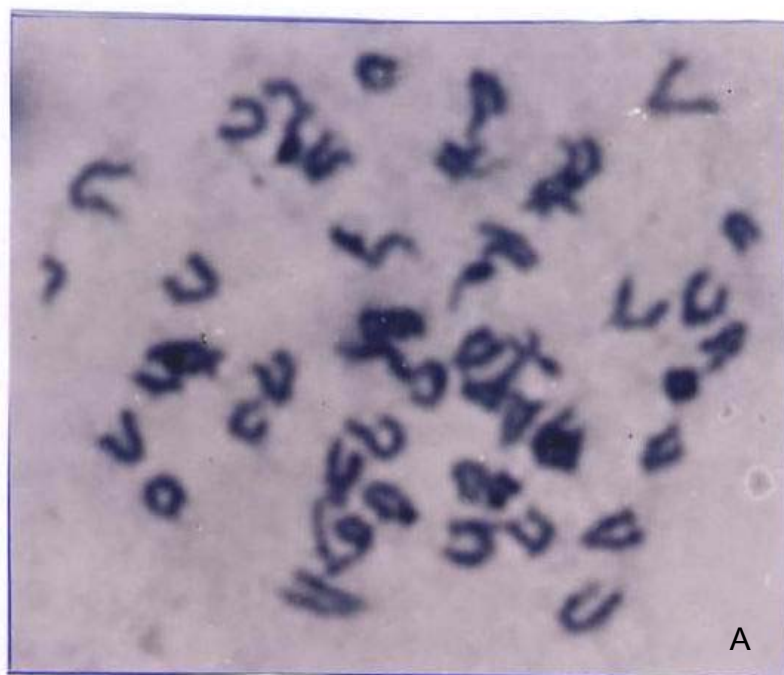
ชนิดปลา	2n	ชนิดโครโมโซม				จำนวนแขนโครโมโซม
		เมทาเซนทริก	ซับเมทาเซนทริก	ซับเทโลเซนทริก	อะโครเซนทริก	
เสื้อตอลายใหญ่	48	1	0	2	21	50
เสื้อตอลายคู่	48	1	0	2	21	50
เสื้อตอลายเล็ก	48	2	1	0	21	54
กะพงลาย	46	0	1	1	21	48

ตาราง 5 ขนาดโครโมโซมของปลาเสื้อตอลายใหญ่ เสื้อตอลายคู่ เสื้อตอลายเล็ก และปลากะพงลาย

	โครโมโซมขนาดใหญ่		โครโมโซมขนาดเล็ก	
	จำนวน (คู่)	คู่ที่	จำนวน (คู่)	คู่ที่
เสื้อตอลายใหญ่	12	1 และ 4 - 14	12	2,3 และ 15 - 24
เสื้อตอลายคู่	8	1 - 8	16	9 - 24
เสื้อตอลายเล็ก	12	1 - 12	12	13 - 24
กะพงลาย	9	1 - 9	14	10 - 23

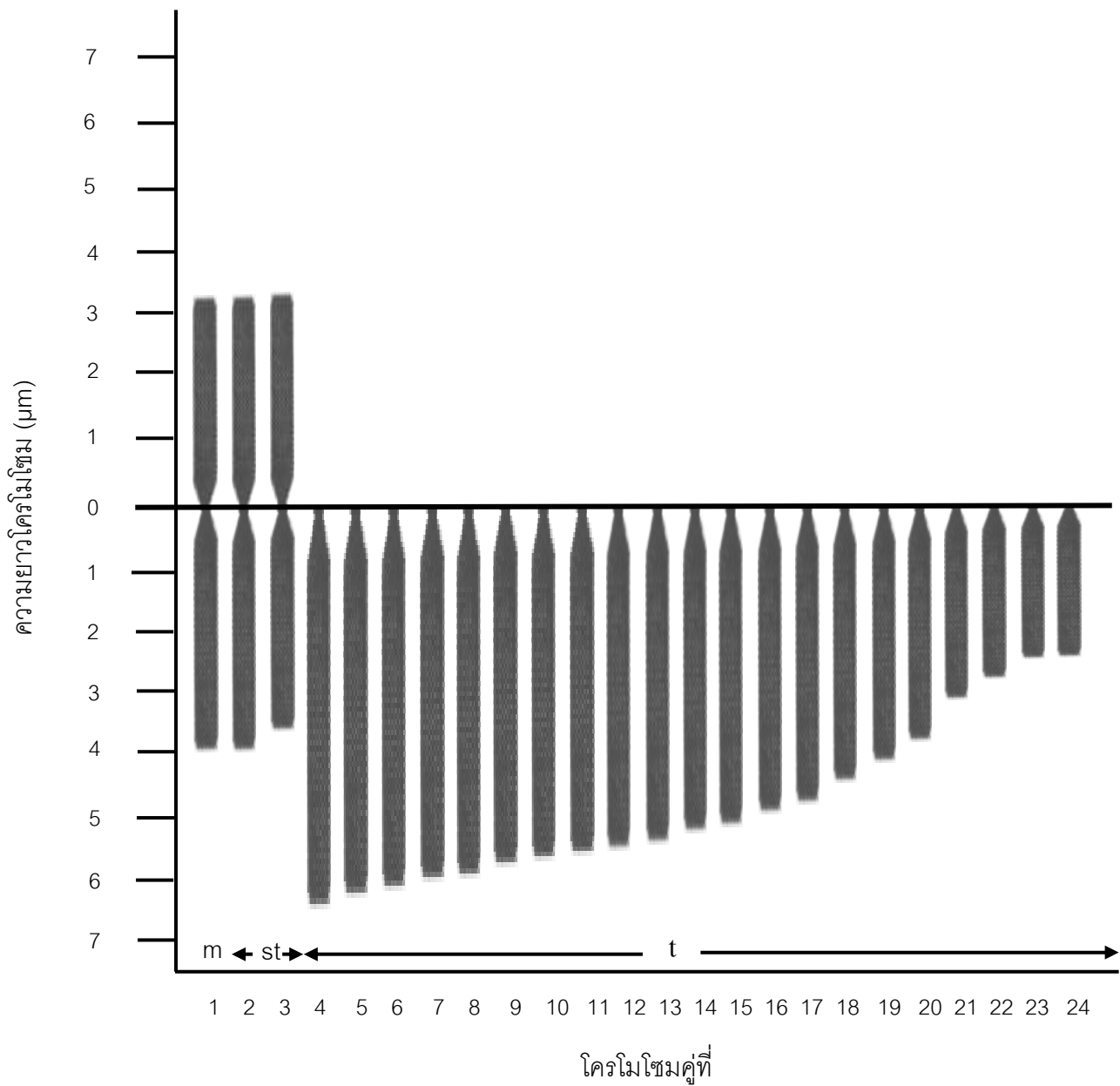
ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเล็ทอลายใหญ่ *Coius microlepis* จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	TL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL /SL(μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	ชนิด โครโมโซม
1	3.324 $\pm$ 0.488	3.877 $\pm$ 0.479	7.202 $\pm$ 0.914	1.277 $\pm$ 0.128	m
2	1.011 $\pm$ 0.204	3.965 $\pm$ 0.148	5.105 $\pm$ 0.394	3.867 $\pm$ 0.496	st
3	0.924 $\pm$ 0.071	3.836 $\pm$ 0.203	4.741 $\pm$ 0.210	4.249 $\pm$ 0.412	st
4	0.000 $\pm$ 0.000	6.468 $\pm$ 0.014	6.468 $\pm$ 0.014	∞	t
5	0.000 $\pm$ 0.000	6.383 $\pm$ 0.012	6.383 $\pm$ 0.012	∞	t
6	0.000 $\pm$ 0.000	6.243 $\pm$ 0.079	6.243 $\pm$ 0.079	∞	t
7	0.000 $\pm$ 0.000	6.168 $\pm$ 0.022	6.168 $\pm$ 0.022	∞	t
8	0.000 $\pm$ 0.000	6.085 $\pm$ 0.050	6.085 $\pm$ 0.050	∞	t
9	0.000 $\pm$ 0.000	5.983 $\pm$ 0.017	5.983 $\pm$ 0.017	∞	t
10	0.000 $\pm$ 0.000	5.871 $\pm$ 0.055	5.871 $\pm$ 0.055	∞	t
11	0.000 $\pm$ 0.000	5.761 $\pm$ 0.055	5.761 $\pm$ 0.055	∞	t
12	0.000 $\pm$ 0.000	5.556 $\pm$ 0.094	5.556 $\pm$ 0.094	∞	t
13	0.000 $\pm$ 0.000	5.452 $\pm$ 0.031	5.452 $\pm$ 0.031	∞	t
14	0.000 $\pm$ 0.000	5.372 $\pm$ 0.034	5.372 $\pm$ 0.034	∞	t
15	0.000 $\pm$ 0.000	5.132 $\pm$ 0.115	5.132 $\pm$ 0.115	∞	t
16	0.000 $\pm$ 0.000	4.976 $\pm$ 0.084	4.976 $\pm$ 0.084	∞	t
17	0.000 $\pm$ 0.000	4.793 $\pm$ 0.104	4.793 $\pm$ 0.104	∞	t
18	0.000 $\pm$ 0.000	4.667 $\pm$ 0.073	4.667 $\pm$ 0.073	∞	t
19	0.000 $\pm$ 0.000	4.430 $\pm$ 0.142	4.430 $\pm$ 0.142	∞	t
20	0.000 $\pm$ 0.000	4.035 $\pm$ 0.265	4.035 $\pm$ 0.265	∞	t
21	0.000 $\pm$ 0.000	3.664 $\pm$ 0.386	3.664 $\pm$ 0.386	∞	t
22	0.000 $\pm$ 0.000	3.400 $\pm$ 0.110	3.400 $\pm$ 0.110	∞	t
23	0.000 $\pm$ 0.000	3.273 $\pm$ 0.051	3.273 $\pm$ 0.051	∞	t
24	0.000 $\pm$ 0.000	3.218 $\pm$ 0.024	3.218 $\pm$ 0.024	∞	t



ภาพประกอบ 6 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟสในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ของปลาเสือตอลายใหญ่ *Coius microlepis* $2n = 48$ (A) และคาริโอไทป์ (B)



m = เมทาเซนทริก

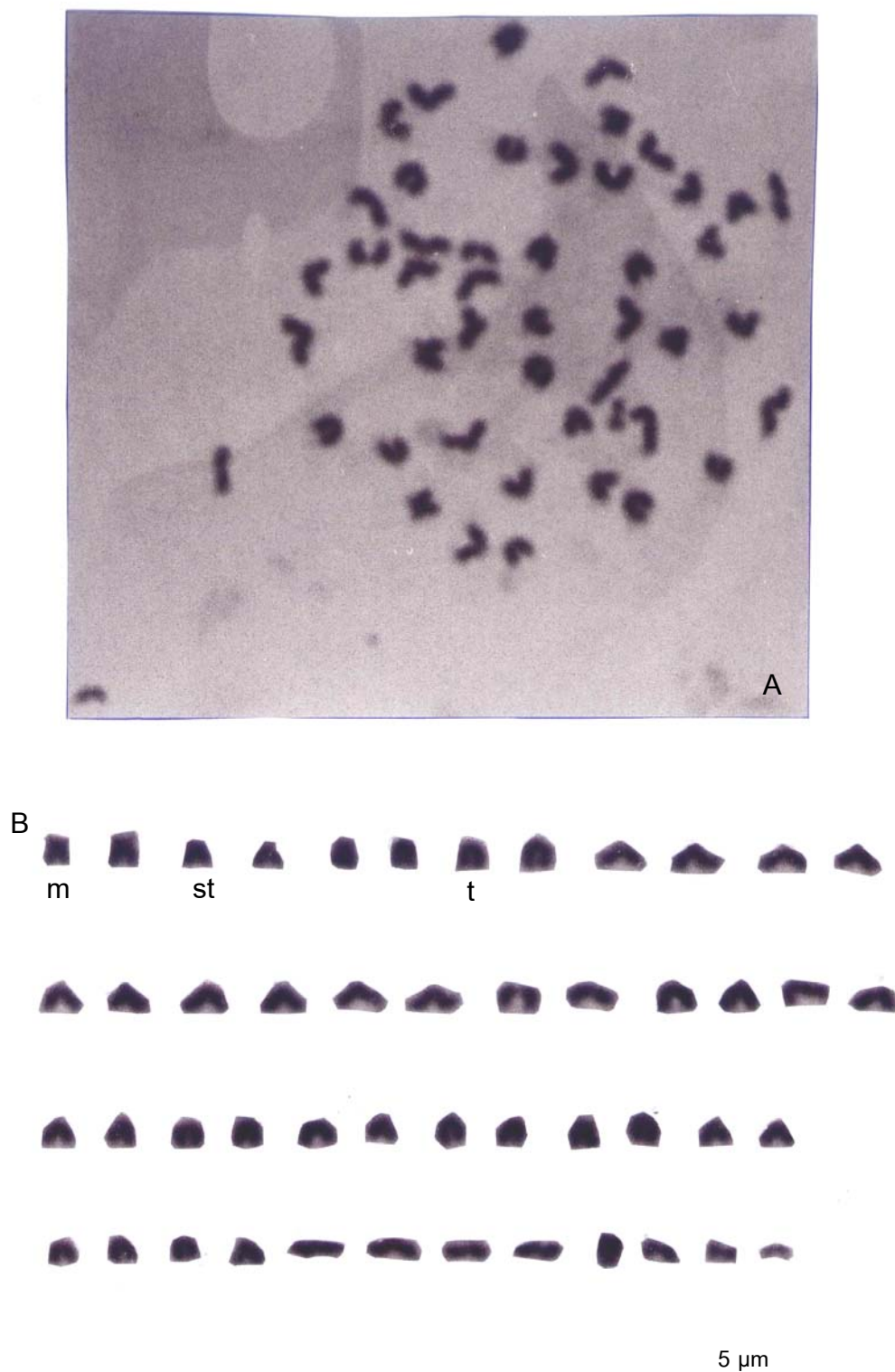
st = ซับเทโลเซนทริก

t = อะโครเซนทริก

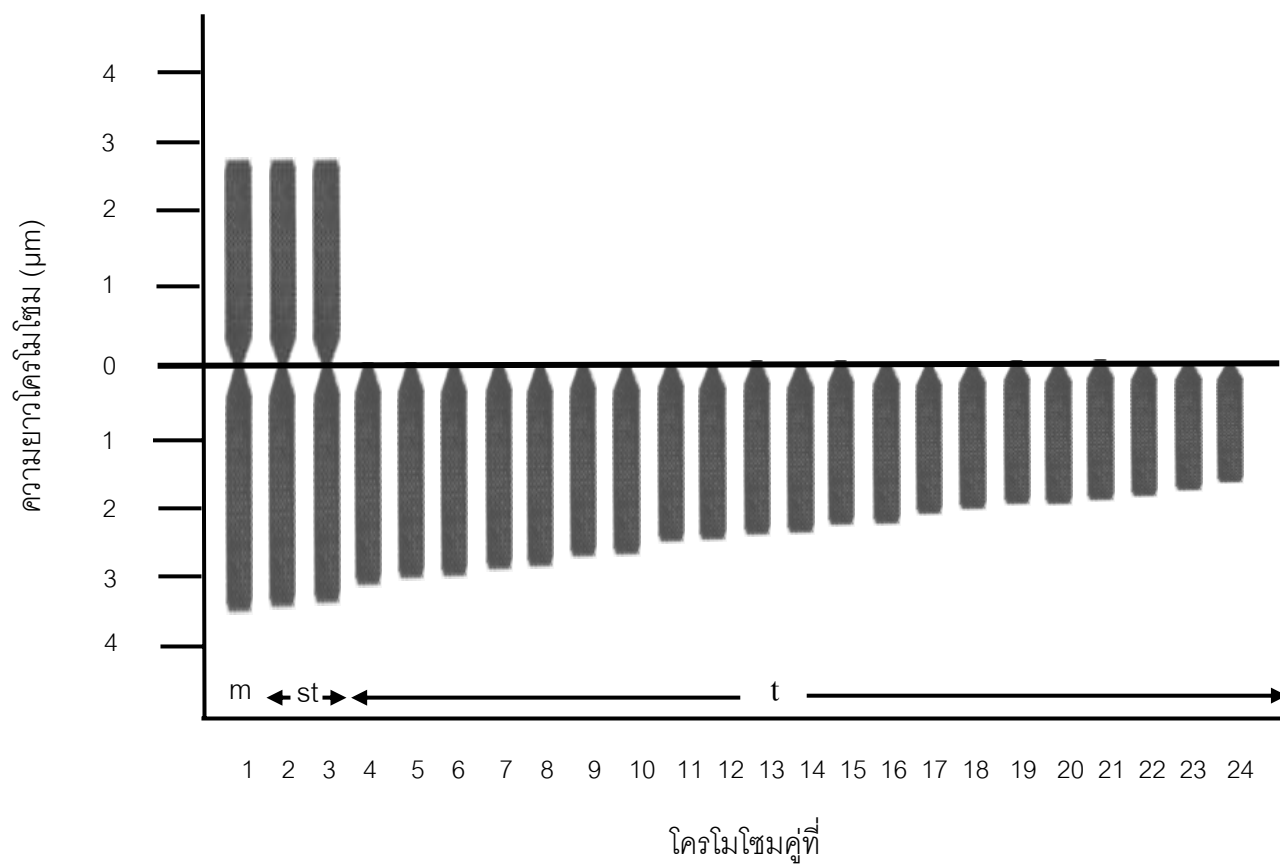
ภาพประกอบ 7 อิติโอแกรมของปลาเสื้อตอลายใหญ่ *Coius microlepis*

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเลื้อยตอลายคู่ *Coius microlepis* จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	TL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL /SL(μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	ชนิด โครโมโซม
1	2.802 $\pm$ 0.249	3.418 $\pm$ 0.109	6.220 $\pm$ 0.327	1.231 $\pm$ 0.097	m
2	1.000 $\pm$ 0.047	3.292 $\pm$ 0.157	4.218 $\pm$ 0.238	3.330 $\pm$ 0.154	st
3	0.926 $\pm$ 0.000	3.126 $\pm$ 0.218	4.054 $\pm$ 0.274	3.381 $\pm$ 0.397	st
4	0.000 $\pm$ 0.000	3.030 $\pm$ 0.239	3.030 $\pm$ 0.239	∞	t
5	0.000 $\pm$ 0.000	2.966 $\pm$ 0.523	2.966 $\pm$ 0.523	∞	t
6	0.000 $\pm$ 0.000	2.903 $\pm$ 0.232	2.903 $\pm$ 0.232	∞	t
7	0.000 $\pm$ 0.000	2.799 $\pm$ 0.108	2.799 $\pm$ 0.108	∞	t
8	0.000 $\pm$ 0.000	2.736 $\pm$ 0.135	2.736 $\pm$ 0.135	∞	t
9	0.000 $\pm$ 0.000	2.687 $\pm$ 0.150	2.687 $\pm$ 0.150	∞	t
10	0.000 $\pm$ 0.000	2.615 $\pm$ 0.139	2.615 $\pm$ 0.139	∞	t
11	0.000 $\pm$ 0.000	2.561 $\pm$ 0.153	2.561 $\pm$ 0.153	∞	t
12	0.000 $\pm$ 0.000	2.511 $\pm$ 0.190	2.511 $\pm$ 0.190	∞	t
13	0.000 $\pm$ 0.000	2.458 $\pm$ 0.173	2.458 $\pm$ 0.173	∞	t
14	0.000 $\pm$ 0.000	2.422 $\pm$ 0.171	2.422 $\pm$ 0.171	∞	t
15	0.000 $\pm$ 0.000	2.373 $\pm$ 0.146	2.373 $\pm$ 0.146	∞	t
16	0.000 $\pm$ 0.000	2.313 $\pm$ 0.119	2.313 $\pm$ 0.119	∞	t
17	0.000 $\pm$ 0.000	2.234 $\pm$ 0.151	2.234 $\pm$ 0.151	∞	t
18	0.000 $\pm$ 0.000	2.167 $\pm$ 0.117	2.167 $\pm$ 0.117	∞	t
19	0.000 $\pm$ 0.000	2.091 $\pm$ 0.127	2.091 $\pm$ 0.127	∞	t
20	0.000 $\pm$ 0.000	2.015 $\pm$ 0.198	2.015 $\pm$ 0.198	∞	t
21	0.000 $\pm$ 0.000	1.928 $\pm$ 0.198	1.928 $\pm$ 0.198	∞	t
22	0.000 $\pm$ 0.000	1.863 $\pm$ 0.191	1.863 $\pm$ 0.191	∞	t
23	0.000 $\pm$ 0.000	1.789 $\pm$ 0.164	1.789 $\pm$ 0.164	∞	t
24	0.000 $\pm$ 0.000	1.678 $\pm$ 0.113	1.678 $\pm$ 0.113	∞	t



ภาพประกอบ 8 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟสในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส
ของปลาเลื้อยตอลายคู่ *Coius microlepis* $2n = 48$ (A) และคาริโอไทป์ (B)



m = เมทาเซนตริก

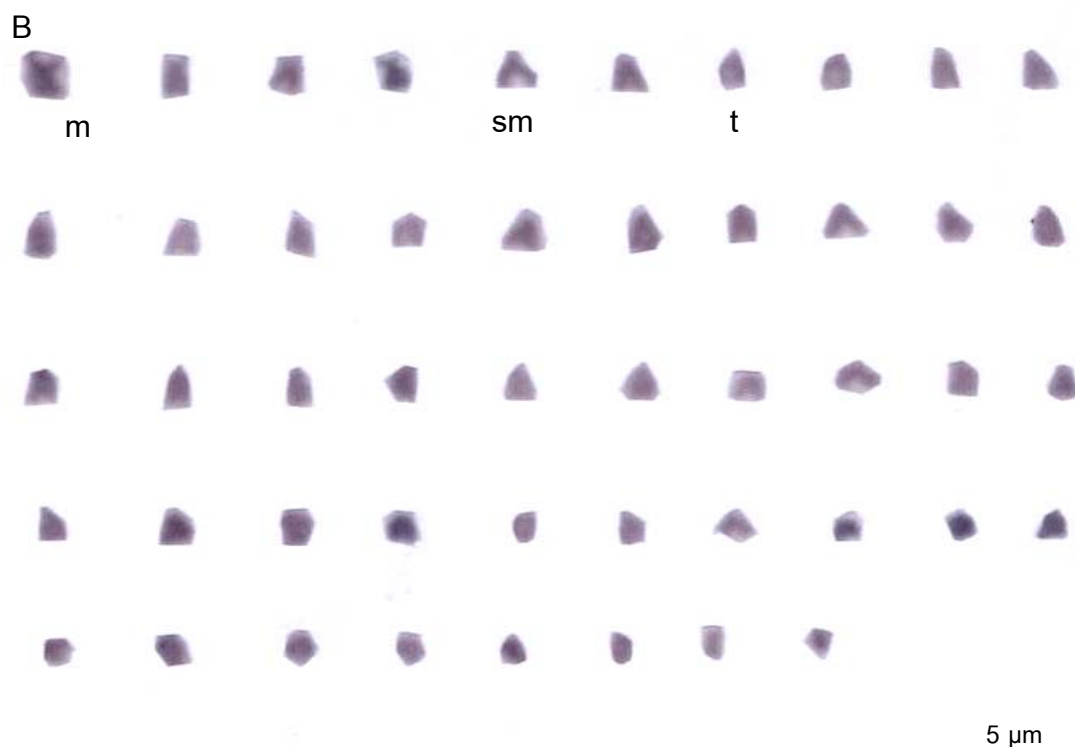
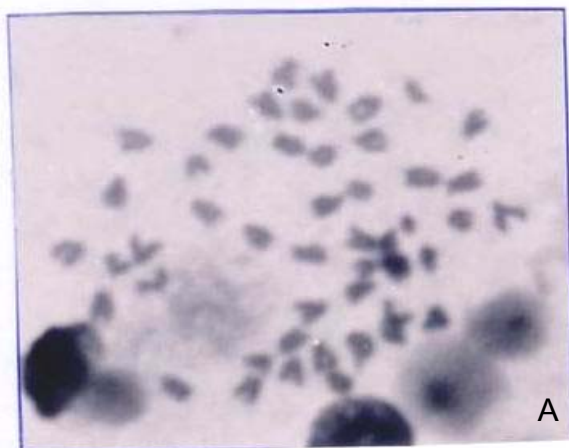
st = ซับเทโลเซนตริก

t = อะโครเซนตริก

ภาพประกอบ 9 อิติโอแกรมของปลาเสือตอลายคู่ *Coius microlepis*

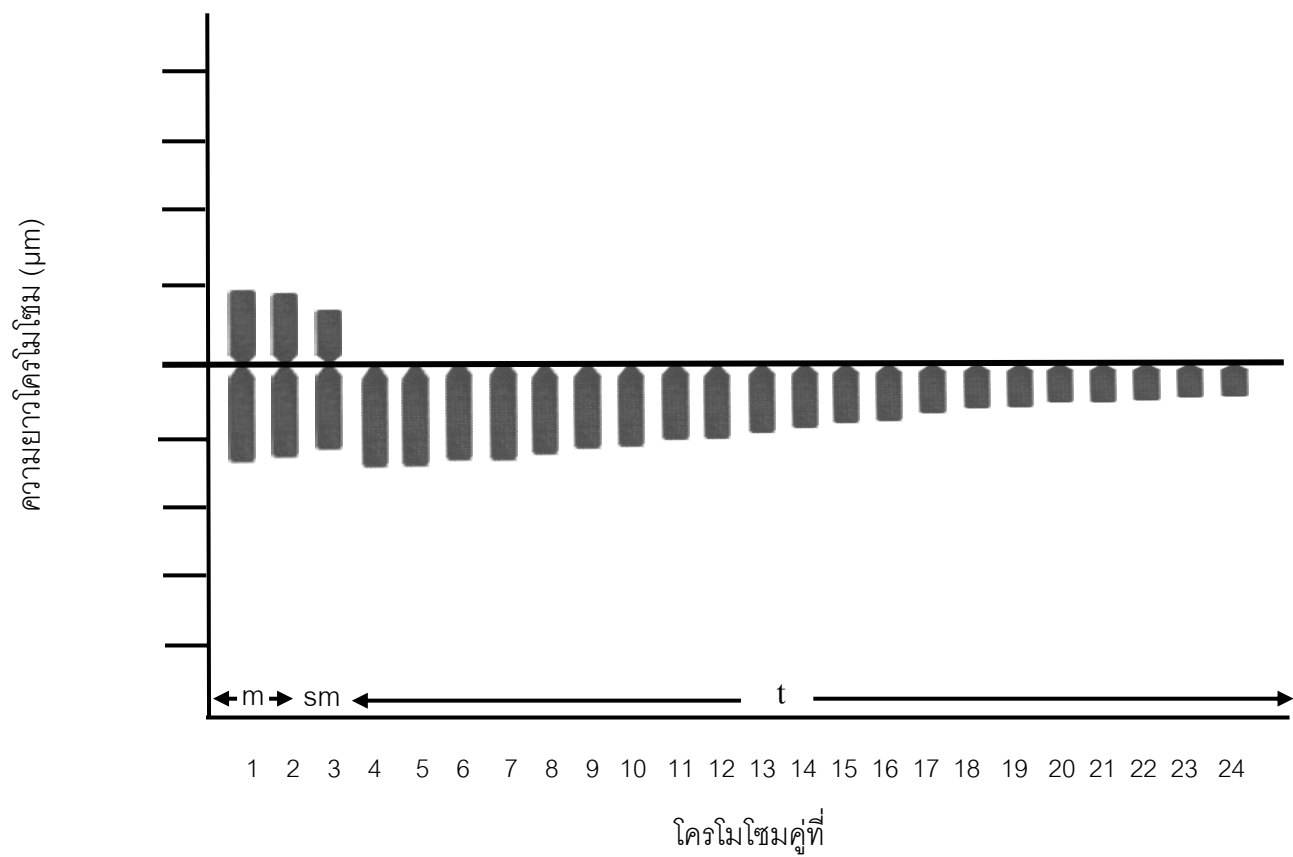
ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus* จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	TL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL /SL(μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	ชนิด โครโมโซม
1	1.053 $\pm$ 0.012	1.457 $\pm$ 0.041	2.396 $\pm$ 0.185	1.383 $\pm$ 0.047	m
2	0.945 $\pm$ 0.019	1.303 $\pm$ 0.008	2.249 $\pm$ 0.018	1.377 $\pm$ 0.032	m
3	0.441 $\pm$ 0.046	1.076 $\pm$ 0.012	1.516 $\pm$ 0.005	2.440 $\pm$ 0.093	sm
4	0.000 $\pm$ 0.000	1.491 $\pm$ 0.016	1.491 $\pm$ 0.016	∞	t
5	0.000 $\pm$ 0.000	1.431 $\pm$ 0.062	1.431 $\pm$ 0.062	∞	t
6	0.000 $\pm$ 0.000	1.343 $\pm$ 0.045	1.343 $\pm$ 0.045	∞	t
7	0.000 $\pm$ 0.000	1.301 $\pm$ 0.053	1.301 $\pm$ 0.053	∞	t
8	0.000 $\pm$ 0.000	1.253 $\pm$ 0.055	1.253 $\pm$ 0.055	∞	t
9	0.000 $\pm$ 0.000	1.199 $\pm$ 0.040	1.199 $\pm$ 0.040	∞	t
10	0.000 $\pm$ 0.000	1.154 $\pm$ 0.059	1.154 $\pm$ 0.059	∞	t
11	0.000 $\pm$ 0.000	1.087 $\pm$ 0.097	1.087 $\pm$ 0.097	∞	t
12	0.000 $\pm$ 0.000	1.006 $\pm$ 0.121	1.006 $\pm$ 0.121	∞	t
13	0.000 $\pm$ 0.000	0.896 $\pm$ 0.124	0.896 $\pm$ 0.124	∞	t
14	0.000 $\pm$ 0.000	0.787 $\pm$ 0.040	0.787 $\pm$ 0.040	∞	t
15	0.000 $\pm$ 0.000	0.682 $\pm$ 0.085	0.682 $\pm$ 0.085	∞	t
16	0.000 $\pm$ 0.000	0.608 $\pm$ 0.058	0.608 $\pm$ 0.058	∞	t
17	0.000 $\pm$ 0.000	0.523 $\pm$ 0.045	0.523 $\pm$ 0.045	∞	t
18	0.000 $\pm$ 0.000	0.464 $\pm$ 0.030	0.464 $\pm$ 0.030	∞	t
19	0.000 $\pm$ 0.000	0.409 $\pm$ 0.041	0.409 $\pm$ 0.041	∞	t
20	0.000 $\pm$ 0.000	0.365 $\pm$ 0.044	0.365 $\pm$ 0.044	∞	t
21	0.000 $\pm$ 0.000	0.328 $\pm$ 0.034	0.328 $\pm$ 0.034	∞	t
22	0.000 $\pm$ 0.000	0.307 $\pm$ 0.025	0.307 $\pm$ 0.025	∞	t
23	0.000 $\pm$ 0.000	0.270 $\pm$ 0.023	0.270 $\pm$ 0.023	∞	t
24	0.000 $\pm$ 0.000	0.251 $\pm$ 0.015	0.251 $\pm$ 0.015	∞	t



ภาพประกอบ 10 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟสในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ของปลาเสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus* $2n = 48$ (A) และคาริโอไทป์ (B)



m = เมทาเซนตริก

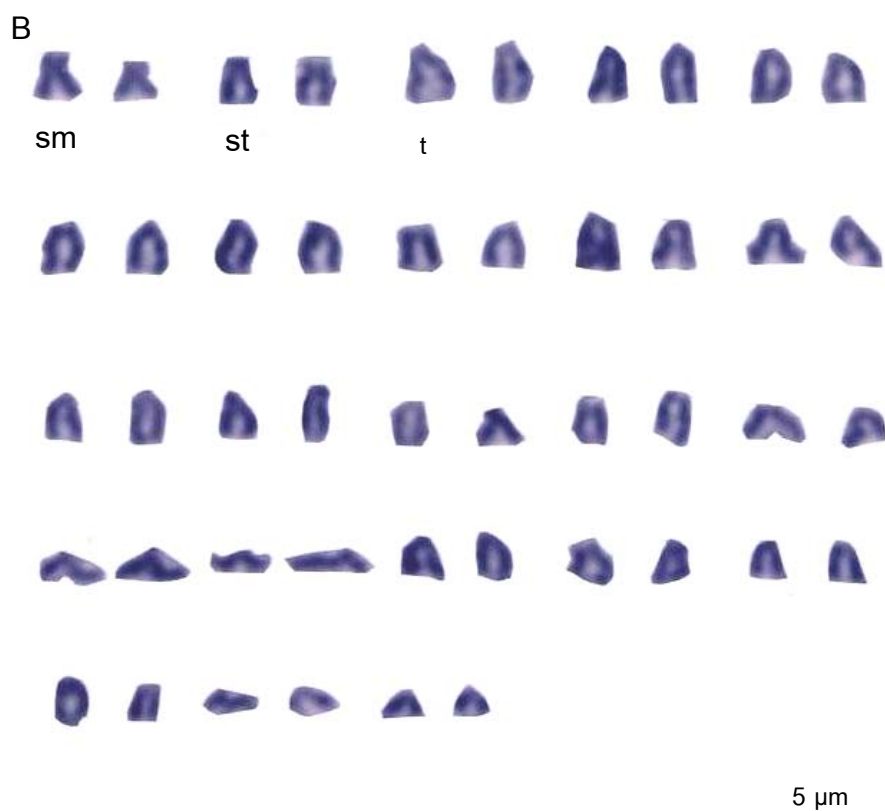
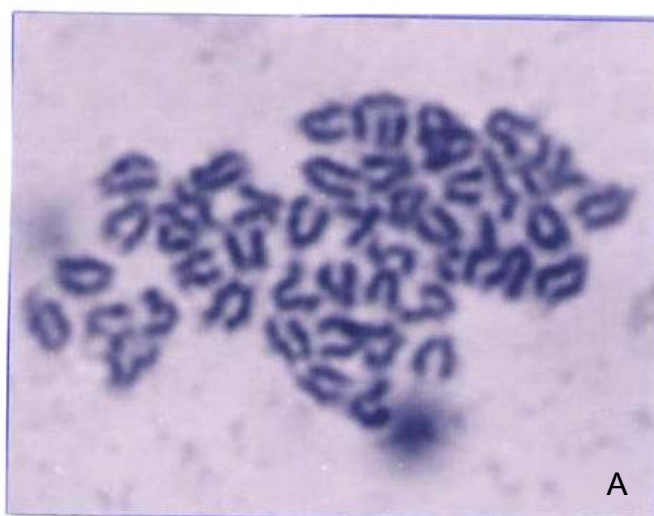
sm = ซับเมทาเซนตริก

t = อะโครเซนตริก

ภาพประกอบ 11 อิติโอแกรมของปลาเสือตอลายเล็ก *Coius undecimradiatus*

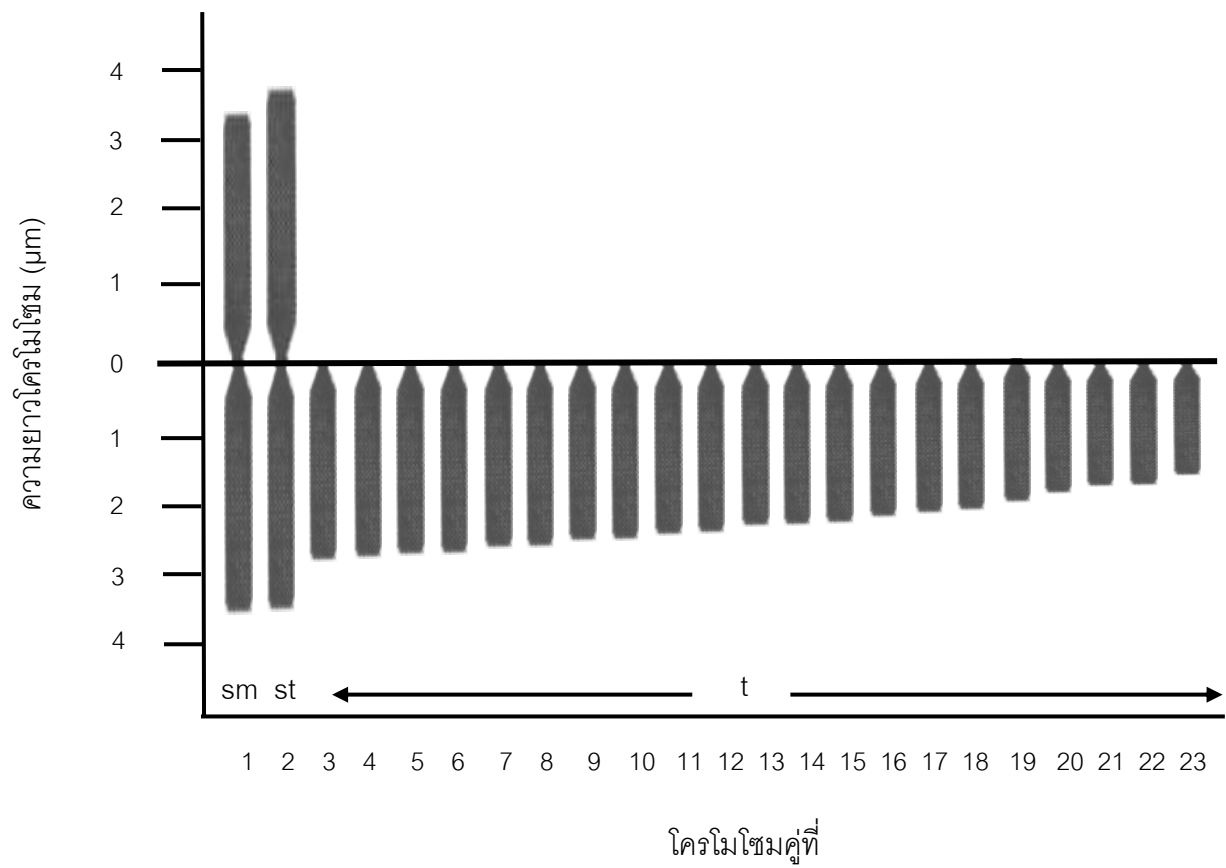
ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus* จากเซลล์จำนวน 5 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	TL (μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	LL /SL(μm) เฉลี่ย $\pm$ SD	ชนิด โครโมโซม
1	1.934 $\pm$ 0.046	3.560 $\pm$ 0.047	5.496 $\pm$ 0.054	1.823 $\pm$ 0.041	sm
2	0.994 $\pm$ 0.114	3.444 $\pm$ 0.044	40438 $\pm$ 0.088	3.502 $\pm$ 0.434	st
3	0.000 $\pm$ 0.000	2.838 $\pm$ 0.075	2.838 $\pm$ 0.075	∞	t
4	0.000 $\pm$ 0.000	2.790 $\pm$ 0.046	2.790 $\pm$ 0.046	∞	t
5	0.000 $\pm$ 0.000	2.754 $\pm$ 0.045	2.754 $\pm$ 0.045	∞	t
6	0.000 $\pm$ 0.000	2.714 $\pm$ 0.037	2.714 $\pm$ 0.037	∞	t
7	0.000 $\pm$ 0.000	2.660 $\pm$ 0.048	2.660 $\pm$ 0.048	∞	t
8	0.000 $\pm$ 0.000	2.620 $\pm$ 0.044	2.620 $\pm$ 0.044	∞	t
9	0.000 $\pm$ 0.000	2.584 $\pm$ 0.067	2.584 $\pm$ 0.067	∞	t
10	0.000 $\pm$ 0.000	2.537 $\pm$ 0.056	2.537 $\pm$ 0.056	∞	t
11	0.000 $\pm$ 0.000	2.488 $\pm$ 0.051	2.488 $\pm$ 0.051	∞	t
12	0.000 $\pm$ 0.000	2.439 $\pm$ 0.053	2.439 $\pm$ 0.053	∞	t
13	0.000 $\pm$ 0.000	2.396 $\pm$ 0.049	2.396 $\pm$ 0.049	∞	t
14	0.000 $\pm$ 0.000	2.351 $\pm$ 0.041	2.351 $\pm$ 0.041	∞	t
15	0.000 $\pm$ 0.000	2.307 $\pm$ 0.037	2.307 $\pm$ 0.037	∞	t
16	0.000 $\pm$ 0.000	2.241 $\pm$ 0.038	2.241 $\pm$ 0.038	∞	t
17	0.000 $\pm$ 0.000	2.182 $\pm$ 0.034	2.182 $\pm$ 0.034	∞	t
18	0.000 $\pm$ 0.000	2.135 $\pm$ 0.041	2.135 $\pm$ 0.041	∞	t
19	0.000 $\pm$ 0.000	2.007 $\pm$ 0.086	2.007 $\pm$ 0.086	∞	t
20	0.000 $\pm$ 0.000	1.897 $\pm$ 0.066	1.897 $\pm$ 0.066	∞	t
21	0.000 $\pm$ 0.000	1.797 $\pm$ 0.066	1.797 $\pm$ 0.066	∞	t
22	0.000 $\pm$ 0.000	1.711 $\pm$ 0.096	1.711 $\pm$ 0.096	∞	t
23	0.000 $\pm$ 0.000	1.596 $\pm$ 0.072	1.596 $\pm$ 0.072	∞	t

5 μ m

ภาพประกอบ 12 ภาพถ่ายโครโมโซมระยะเมทาเฟสในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส

ของปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus* $2n = 46$ (A) และคาริโอไทป์ (B)



sm = ซับเมทาเซนทริก st = ซับเทโลเซนทริก t = อะโครเซนทริก

ภาพประกอบ 13 อิติโอแกรมของปลากะพงลาย *Coius quadrifasciatus*

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาการโอโทไปของปลาวงศ์คอยอิตี 3 ชนิด ประกอบด้วย ปลาเสือตอลายใหญ่ ปลาเสือตอลายคู่ ปลาเสือตอลายเล็ก และปลากะพงลาย พอสรุปได้ว่า ปลาเสือตอลายใหญ่ ปลาเสือตอลายคู่ และปลาเสือตอลายเล็ก มีโครโมโซม $2n = 48$ ส่วนปลากะพงลายมีโครโมโซม $2n = 46$ ซึ่งปลาเหล่านี้มีคาริโอไทป์และจำนวนแขนโครโมโซมดังนี้

ปลาเสือตอลายใหญ่ คาริโอไทป์ประกอบด้วย $1m + 2st + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 50 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 12 คู่ โครโมโซมขนาดเล็กมี 12 คู่

ปลาเสือตอลายคู่ คาริโอไทป์ประกอบด้วย $1m + 2st + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 50 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 8 คู่ โครโมโซมขนาดเล็กมี 16 คู่

ปลาเสือตอลายเล็ก คาริโอไทป์ประกอบด้วย $2m + 1sm + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 54 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 12 คู่ โครโมโซมขนาดเล็กมี 12 คู่

ปลากะพงลาย คาริโอไทป์ประกอบด้วย $1sm + 1st + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 48 โครโมโซมขนาดใหญ่มี 9 คู่ โครโมโซมขนาดเล็กมี 14 คู่

อภิปรายผล

การเตรียมโครโมโซมเพื่อการวิเคราะห์คาริโอไทป์ในครั้งนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และให้ผลดีพอสมควร ทำให้โครโมโซมแผ่กระจายดี ไม่ติดกันเป็นก้อนจึงเห็นรูปร่างของโครโมโซมชัดเจน ถึงแม้ว่าจะมีโครโมโซมบางโครโมโซมของบางกลุ่มเซลล์กระเด็นออกไปบ้าง ที่เป็นเช่นนี้ เพราะว่าการนำเซลล์เข้าปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ถ้าความเร็วรอบที่ใช้ในการปั่นสูงจนเกินไปหรือใช้เวลานานเกินไปจะทำให้โครโมโซมกระจายมากและหลุดไปรวมกับกลุ่มโครโมโซมอื่นๆ จึงทำให้บางกลุ่มเซลล์มีจำนวนโครโมโซมมากและบางกลุ่มเซลล์มีจำนวนโครโมโซมน้อยกว่าความเป็นจริง ดังนั้นการนำเซลล์เข้าปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยง จึงต้องระมัดระวังเกี่ยวกับความเร็วรอบต่อวินาทีและเวลาที่ใช้เพื่อให้โครโมโซมแผ่กระจายดีมากที่สุด แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดและอายุของปลาด้วย ซึ่งปลาบางชนิดมีเนื้อเยื่อเหนียวปนให้แตกได้ยาก จึงต้องเพิ่มความเร็วรอบต่อนาทีและเวลาที่ใช้ในการปั่นมากขึ้นด้วย หากปลาชนิดนั้นมีเนื้อเยื่ออ่อนก็ลดความเร็วรอบต่อนาทีและเวลาที่ใช้ในการปั่นลง แต่ความเร็วรอบต่อนาทีที่เหมาะสมกับปลาแทบทุกชนิดคือ 1,000 รอบต่อนาที ส่วนเวลาที่ใช้ในการปั่นประมาณ 5 – 10 นาทีขึ้นอยู่กับชนิดของปลา ความเข้มข้นของ โคลชิซิน 0.3

เปอร์เซ็นต์ ที่ใช้ติดกับปลาเพื่อยับยั้งการแบ่งเซลล์ให้อยู่ที่ระยะเมทาเฟสในครั้งนี้อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ดีกับปลาทุกชนิด ส่วนระยะเวลาหลังจากการฉีดโคลชิซินในปลาแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ปลากระพงลายใช้เวลา 10 – 12 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดและอายุของปลา ปลาเสีตอลายใหญ่ ลายคู่ ลายเล็ก ใช้เวลา 13 ชั่วโมง จึงจะทำให้เห็นรูปร่างของโครโมโซมชัดเจนที่สุด ซึ่งความเร็วรอบต่อนาทีและเวลาที่ใช้ในการปั่นด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเข้มข้นของโคลชิซินและระยะเวลาหลังการฉีดโคลชิซินนั้นล้วนมีผลต่อการนับจำนวนโครโมโซมและการวิเคราะห์คาริโอไทป์ทั้งสิ้น

จากผลการศึกษาเกี่ยวกับโครโมโซมและคาริโอไทป์ของปลาวงศ์คอยอิดี มีจำนวนโครโมโซมตั้งแต่ $2n = 46 - 48$ ซึ่งปลาเสีตอลายใหญ่และปลาเสีตอลายคู่ *Couis microlepis* มีโครโมโซม $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซม $1m + 2st + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 50 ซึ่งจำนวนโครโมโซมสอดคล้องกับการศึกษาของ ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2536: 496 - 497)

ปลาเสีตอลายเล็ก *Couis undecimradiatus* มีโครโมโซม $2n = 48$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซม $2m + 1sm + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 54 จากการตรวจสอบเอกสารไม่ปรากฏว่ามีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาคาริโอไทป์ในปลาชนิดนี้

ปลากระพงลาย *Couis quadrifasciatus* มีโครโมโซม $2n = 46$ คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซม $1sm + 1st + 21t$ คู่ จำนวนแขนโครโมโซม (NF) เท่ากับ 48 จำนวนโครโมโซมที่ได้สอดคล้องกับการศึกษาของ ธวัช ดอนสกุล และวิเชียร มากตุ่น (2536: 496 - 497)

สิ่งที่น่าสนใจจากการศึกษาค้างนี้พบว่าปลาเสีตอลายใหญ่กับปลาเสีตอลายคู่มีจำนวนโครโมโซม $2n = 48$ และคาริโอไทป์ประกอบด้วย $1m + 2st + 21t$ คู่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าขนาดของโครโมโซมของปลาทั้งสองลายแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะช่วงระยะเวลาที่ฉีดโคลชิซินเพื่อให้โครโมโซมหยุดอยู่ในระยะเมทาเฟสนั้นไม่เท่ากัน ถ้าเวลานานจะทำให้โครโมโซมหดสั้นกว่า และปลาทั้งสองลายต่างมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาค้างคล้ายคลึงกันมาก จะแตกต่างกันเฉพาะลายสีคล้ำบนลำตัวซึ่งเป็นแถบใหญ่กับแถบคู่ ส่วนจำนวนก้านครีบหลัง ก้านครีบกัน ซีกกรองเหงือก และเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัวใกล้เคียงกันมาก นักอนุกรมวิธานจึงจัดปลาทั้งสองลายดังกล่าวนี้ไว้ในสปีชีส์เดียวกันคืออยู่ใน *Couis microlepis* ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลอีกด้านหนึ่งที่ใช้นับสนุนลักษณะทางสัณฐานวิทยาว่าปลาทั้งสองลายนี้น่าจะเป็นสปีชีส์เดียวกัน แต่คงต้องอาศัยการศึกษาในระดับโมเลกุลของปลาทั้งสองชนิดนี้ประกอบเพื่อยืนยันอีกชั้นหนึ่ง ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้างนี้สามารถนำไปใช้ด้านเซลล์อนุกรมวิธาน และการศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของปลาได้

ข้อเสนอแนะ

ควรจะได้มีการศึกษาเทคนิคและวิธีการซ่อมแถบสีแบบต่างๆ ควบคู่ไปกับการศึกษา ในระดับโมเลกุลของปลาในวงศ์นี้ เพราะว่าปลาวงศ์นี้เป็นปลาที่ใกล้สูญพันธุ์ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอาจนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์ปลาวงศ์นี้ไม่ให้สูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย

บรรณานุกรม

- กรมประมง. (2530). *ภาพปลาและสัตว์น้ำของไทย*. กรุงเทพฯ: องค์การค้าคุรุสภา.
- กัญญาทิพ ปรากูมาก. (2544). *บึงทองแห่งลุ่มน้ำสี่แคว*. กรุงเทพฯ: ศูนย์พัฒนาหนังสือ.
- ชวลิต วิทยานนท์ และคนอื่นๆ. (2543). *คู่มือจำแนกพรรณปลาในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าและ CITES*. กรุงเทพฯ: สถาบันพิพิธภัณฑสัตว์น้ำและกองอนุรักษ์ทรัพยากรประมง.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2530). *การศึกษาคาร์โบไฮเดรตของปลากระตี่นางและปลาหลดของไทย ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 25*. หน้า 111 – 119. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2531). *การศึกษาโครโมโซมของปลามอไทยและปลามอตาล ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 26*. หน้า 213 – 218 . กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2534). *การศึกษาโครโมโซมของปลาช่อน ช่อนงูเห่าชะโด กระสงและปลาก้างที่พบในประเทศไทย ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29*. หน้า 229 - 230. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2536). *การศึกษาโครโมโซมของปลาเสือตอและปลากะพงลายที่พบในประเทศไทย ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19*. หน้า 496 – 497. สงขลา: รร.ดุสิต เจ. ปี.
- ธวัช ดอนสกุล และ วิเชียร มากตุ่น. (2540). *การศึกษาโครโมโซมของปลานวลจันทร์น้ำจืด ปลาบ้า ปลาสร้อยลูกกล้วย ปลากระแหและปลาตะเพียนขาวที่พบในประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 13(2): 30-42.*
- วชิราภรณ์ ปัตถิ. (2544). *คาร์โบไฮเดรตของปลาสกุลไตรโคแกสเตอร์. ปรินูญานินพนธ์การศึกษา-มหาบัณฑิต (ชีววิทยา)*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิเชียร มากตุ่น, ธวัช ดอนสกุล และ Aria, R. (2535). *คาร์โบไฮเดรตของปลาแขยงไค้และปลากดหม้อ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- สร้อย รามางกูร. (2546). *คาร์โบไฮเดรตของปลาหมอสี 6 ชนิดในวงศ์ชิลิดี*. ปรินซ์นิพนธ์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เคมีชีวภาพ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย-
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ วงศ์กิตติเวช. (2542). *สารานุกรมปลาไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เอม ชัพพลาย.
- สุจิต ภิญญะ. (2513). *การศึกษาชีวประวัติปลาเสือตอ ใน รายงานประจำปี 2513*. หน้า
26 - 35. นครสวรรค์: กรมประมง.
- สุชิน ทองมี. (2515). *การศึกษาชีวประวัติปลาเสือตอ ใน รายงานประจำปี 2515*. หน้า 48 –
59. นครสวรรค์: กรมประมง.
- สุภาพร สุกสีเหลือง. (2542). *มินิวิทยา*. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดี.
- อมรา คัมภีรานนท์. (2540). *พันธุศาสตร์ของเซลล์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Arai R. (1982). A chromosome study on two cyprinid fishes *Acrossocheilus labiatus*
and *Pseudorasbora pumila pumila* with notes on Eurasian cyprinid and their
karyotypes. *Bull. Natn. Sci. Ser. A*. 8(3): 131-181.
- Cestari, M. M. and Galetti, Jr. P. M. (1992). Chromosome studies of *Serrasalmus*
spiroleura (Characidae, Serrasalminae) from the Parana – Paraguay : evolution
and cytotaxonomic consideration. *Copeia*. 1: 108-112.
- Denton, T. E. (1973). *Fish Chromosome Methodology*. Illinois: Charles C. Thomas
Publisher.
- Duran, G. and Alicia, L. *Cytogetetic study of Centropistes ocyurus Jordan and*
Evermann (PISCES : Seranidae). Retrieved June 29, 2004, from [http://www.](http://www.Google.com)
[Google.com](http://www.Google.com).
- Gold, J. R.; et al. (1990). Improved methods for working with fish chromosomes with a
review of metaphase chromosome banding. *J. of Fish Biology*. 37: 563- 575.
- Ida, H. and Kyo, Y. (1980). Karyotyping variation found among five species of the family
Platycephalidae. *Jap. J. Ichthyol*. 27: 122- 128.
- Lagler, K. F.; et al. (1977). *Ichthyology*. Singapore. John Wiley & Sons, Inc.
- Levan, A.; et al. (1964). Nomenclature for centromeric position on chromosome.
Hereditas. 52: 201- 220.

- Molina, Wagner Franco. and Galetti, Pedro Manoel, Jr. (2002). Robertsonian rearrangements in the reef fish *Chromis* (Perciformes, Pomacentridae) involving chromosome bearing 5S rRNA gene. *Genet. Mol. Biol.* 25(4): 373 – 377.
- Molina, Wagner Franco. and Galetti, Pedro Manoel, Jr. (2004). *Multiple pericentric inversions and chromosomal divergence in the reef fishes Stegastes (Perciformes, Pomacentridae)*. Retrieved April 29, 2005, from <http://scielo.br/pdf/gmb/v27n4/22422.pdf>
- Nelson, J. S. (1994). *Fish of the world*. 3rd. New York. John Wiley & Sons. Inc.
- Roberts, Tyson R. and Kottelat Maurice. (1994). The Indo – Pacific tigerperches, with a New species from the Mekong basin (Pisces : Coiidae). *Ichthyol. Explor. Freshwater*. 5(3): 257 – 266.
- Rudi, A.; et al. (1998). *Chromosome biology*. Boston. Kluwer Academic Publishers.
- Salvadori, S.; et al. (2003). *Karyotype analysis of the teleost fish Lepomis gibbosus by chromosomal banding and in situ hybridization*. Retrieved April 29, 2005, from http://web.feccbologna.it/1_24.htm
- Thompson, K. W. (1981). Karyotype of six species of African Cichlidae (Pisces: Perciformes). *Experientia*. 37: 351 – 352.
- Ueno, K. and Takai, A. Chromosome evolution involving Robertsonian rearrangements In Xyrichthys fish (Labridae, Perciformes). *Cytobios*. 103(402): 7 – 15.
- Ullerich, F.H. (1966). Karyotype und DNS – Gehalt von *Bufo bufo*, *B. viridis*, *B. bufo* x *B. viridis* und *B. calamita* (Amphibia, Anura). *Chromosoma (Berl)*. 18: 316 – 342.
- Uribe – Alcocer, Manule.; et al. (1999). *Chromosome of Cichlasoma istlanum (Perciformes: Cichlidae) and karyotype comparison of two presumed subspecies*. Retrieved July 29, 2004, from [http:// www.Google.com](http://www.Google.com).
- Vitturi, R.; et al. (1988). Karyological studies in *Coris julis* (Pisces, Labridae). *Genetica*. 76: 219-223.
- Webb, C.J. (2005). Karyology of the Indo – Pacific *Parioglossus raio* (Herre) (Teleostei : Gobioidae) from Fiji. *Australian Journal and Freshwater Research*. 37(3): 347 – 351.

Webb, C.J. (2006). Karyology of the Indo – Pacific eleotrid *Butis butis* (Hamilton – Buchanan) (Teleostei : Gobioidae) from Fiji. *Australian Journal and Freshwater Research*. 38(6): 777 – 781.

ภาคผนวก

ตาราง 10 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายใหญ่

การวัดและการนับ	ปลาตัวที่					รวม	ค่าเฉลี่ย ± SD
	1	2	3	4	5		
<u>การวัด (ซม.)</u>							
ความยาวมาตรฐาน (SL)	11.5	10.0	12.7	5.3	5.0	44.5	8.9 ± 3.56
ความยาวเหยียด (TL)	14.0	11.8	15.0	6.6	6.5	53.9	10.78 ± 4.03
<u>การนับ</u>							
จำนวนก้านครีบท้อง (DFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	12	12	12	12	12	60	12 ± 0
- ก้านครีบแขนง	15	15	16	16	15	77	15.4 ± 0.55
จำนวนก้านครีบก้น (AFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	3	3	3	3	3	15	3 ± 0
- ก้านครีบแขนง	9	9	8	8	9	43	8.6 ± 0.55
จำนวนซี่กรองเหงือก (GR)	19	19	17	19	17	53	18.2 ± 1.10
จำนวนเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว	110	98	107	104	102	521	104.2 ± 4.60

ตาราง 11 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายคู่

การวัดและการนับ	ปลาตัวที่					รวม	ค่าเฉลี่ย ± SD
	1	2	3	4	5		
<u>การวัด (ซม.)</u>							
ความยาวมาตรฐาน (SL)	15.0	16.8	13.0	12.8	12.6	70.2	14.04 ± 1.89
ความยาวเหยียด (TL)	18	17.6	15.9	15.5	15.0	82	16.4 ± 1.33
<u>การนับ</u>							
จำนวนก้าน							
ครีบท้อง (DFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	12	11	11	12	12	58	11.6 ± 0.55
- ก้านครีบแขนง	15	15	16	16	15	77	15.4 ± 0.55
จำนวนก้าน							
ครีบก้น (AFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	3	3	3	3	3	15	3 ± 0
- ก้านครีบแขนง	9	9	9	9	9	45	9 ± 0
จำนวนซี่กรองเหงือก (GR)	17	19	19	19	19	93	18.6 ± 0.90
จำนวนเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว	102	101	104	104	104	515	103 ± 1.41

ตาราง 12 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลาเสือตอลายเล็ก

การวัดและการนับ	ปลาตัวที่					รวม	ค่าเฉลี่ย ± SD
	1	2	3	4	5		
<u>การวัด (ซม.)</u>							
ความยาวมาตรฐาน (SL)	9.8	9.5	11.4	11.0	13.4	55.1	11.02 ± 1.55
ความยาวเหยียด (TL)	12.0	11.6	13.9	13.5	15.9	66.9	13.38 ± 1.71
<u>การนับ</u>							
จำนวนก้าน							
ครีบท้อง (DFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	11	11	12	12	12	58	11.6 ± 0.55
- ก้านครีบแขนง	16	13	15	12	15	71	14.2 ± 1.64
จำนวนก้าน							
ครีบก้น (AFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	3	3	3	3	3	15	3 ± 0
- ก้านครีบแขนง	10	9	9	8	10	46	9.2 ± 0.84
จำนวนซี่กรองเหงือก (GR)	17	17	17	16	17	84	16.8 ± 0.45
จำนวนเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว	81	80	85	85	85	416	83.2 ± 2.49

ตาราง 13 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางประการของปลากะพงลาย

การวัดและการนับ	ปลาตัวที่					รวม	ค่าเฉลี่ย ± SD
	1	2	3	4	5		
<u>การวัด (ซม.)</u>							
ความยาวมาตรฐาน (SL)	15.3	13.6	14.3	15.4	15.3	73.9	14.78 ± 0.80
ความยาวเหยียด (TL)	11.6	15.7	16.6	17.5	17.2	84.6	6.92 ± 0.79
<u>การนับ</u>							
จำนวนก้าน							
ครีบก้น (DFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	12	10	11	12	12	57	11.4 ± 0.89
- ก้านครีบแขนง	13	13	13	13	13	65	13 ± 0
จำนวนก้าน							
ครีบก้น (AFR)							
- ก้านครีบเดี่ยว	3	3	3	3	3	15	3 ± 0
- ก้านครีบแขนง	8	8	7	9	9	41	8.2 ± 0.84
จำนวนซี่กรองเหงือก (GR)	21	21	20	22	20	104	20.8 ± 0.84
จำนวนเกล็ดตามแนวเส้นข้างตัว	71	70	72	76	78	367	73.4 ± 3.44

ตาราง 14 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์
แบบไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสือตอลายใหญ่ จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10
เซลล์

ปลาเสือตอลายใหญ่		จำนวนโครโมโซม													รวม (เซลล์)
ตัวที่		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
1		2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	10
2		0	0	1	1	0	0	1	0	6	0	0	0	1	10
3		0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	1	10
4		0	0	0	0	0	0	3	0	6	0	1	0	0	10
5		0	0	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	10
6		0	0	0	0	2	0	0	0	8	0	0	0	0	10
7		0	0	0	0	2	0	0	0	8	0	0	0	0	10
8		0	0	0	0	1	0	1	0	7	0	0	1	0	10
9		0	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	1	0	10
10		0	0	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	10
รวม		2	0	0	1	7	0	11	0	74	0	1	2	2	100

ตาราง 15 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์
แบบไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเสือตอลายคู่ จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์

ปลาเสือตอลายคู่		จำนวนโครโมโซม													รวม (เซลล์)
ตัวที่		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
1		0	0	0	0	4	0	0	0	6	0	0	0	0	10
2		2	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	10
3		0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	10
4		1	0	1	0	2	0	0	0	6	0	0	0	0	10
5		0	0	0	0	1	0	1	0	8	0	0	0	0	10
6		1	0	1	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	10
7		0	0	0	0	2	0	1	0	6	0	1	0	0	10
8		0	0	0	0	1	0	1	0	7	0	1	0	0	10
9		1	0	0	0	1	0	0	0	6	0	2	0	0	10
10		0	0	0	0	1	0	2	0	7	0	0	0	0	10
รวม		5	0	3	0	13	0	5	0	68	0	6	0	0	100

ตาราง 16 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์
แบบไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลาเลื้อยตอยเล็ก จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์

ปลาเลื้อยตอยเล็ก		จำนวนโครโมโซม													รวม (เซลล์)
ตัวที่		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
1		1	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	10
2		0	0	0	0	2	0	0	0	7	0	0	0	1	10
3		0	0	0	0	0	0	1	0	7	0	2	0	0	10
4		0	0	0	0	0	0	2	0	7	0	1	0	0	10
5		0	0	0	1	1	0	0	0	6	0	1	0	1	10
6		0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	0	10
7		2	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	0	10
8		0	0	2	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	10
9		0	0	0	0	2	0	0	0	8	0	0	0	0	10
10		0	0	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	10
รวม		3	0	4	1	6	0	5	0	75	0	4	0	2	100

ตาราง 17 ความถี่ในการกระจายของจำนวนโครโมโซมแบบดิพลอยด์ของการแบ่งเซลล์
แบบไมโทซิสในระยะเมทาเฟสที่นับได้จากปลากะพงลาย จำนวน 10 ตัว ตัวละ 10 เซลล์

ปลากะพงลาย		จำนวนโครโมโซม													รวม (เซลล์)
ตัวที่	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52		
1	2	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	10	
2	1	0	1	0	1	1	5	0	0	0	1	0	0	10	
3	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	1	0	0	10	
4	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	1	0	0	10	
5	0	0	2	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	10	
6	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0	10	
7	0	0	1	0	2	0	6	0	0	0	0	0	1	10	
8	0	0	1	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	10	
9	0	0	0	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0	10	
10	0	0	0	0	1	1	8	0	0	0	0	0	0	10	
รวม	3	0	5	0	18	2	68	0	0	0	3	0	1	100	

ตาราง 18 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 1

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	3.592	4.025	7.617	1.094	m
2	0.824	3.798	4.622	4.601	st
3	0.852	3.548	4.400	4.267	st
4	0	6.480	6.480	∞	t
5	0	6.392	6.392	∞	t
6	0	6.211	6.211	∞	t
7	0	6.162	6.162	∞	t
8	0	6.087	6.087	∞	t
9	0	5.978	5.978	∞	t
10	0	5.863	5.863	∞	t
11	0	5.748	5.748	∞	t
12	0	5.521	5.521	∞	t
13	0	5.439	5.439	∞	t
14	0	5.364	5.364	∞	t
15	0	5.118	5.118	∞	t
16	0	4.996	4.996	∞	t
17	0	4.785	4.785	∞	t
18	0	4.461	4.461	∞	t
19	0	4.339	4.339	∞	t
20	0	3.856	3.856	∞	t
21	0	3.541	3.541	∞	t
22	0	3.320	3.320	∞	t
23	0	3.238	3.238	∞	t
24	0	3.200	3.200	∞	t

ตาราง 19 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 2

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	3.699	4.113	7.812	1.111	m
2	0.921	3.814	4.825	4.123	st
3	0.765	4.004	4.814	4.625	st
4	0	6.741	6.741	∞	t
5	0	6.381	6.381	∞	t
6	0	6.204	6.204	∞	t
7	0	6.152	6.152	∞	t
8	0	6.050	6.050	∞	t
9	0	5.981	5.981	∞	t
10	0	5.864	5.864	∞	t
11	0	5.739	5.739	∞	t
12	0	5.525	5.525	∞	t
13	0	5.423	5.423	∞	t
14	0	5.354	5.354	∞	t
15	0	5.110	5.110	∞	t
16	0	4.899	4.899	∞	t
17	0	4.699	4.699	∞	t
18	0	4.600	4.600	∞	t
19	0	4.321	4.321	∞	t
20	0	3.823	3.823	∞	t
21	0	3.531	3.531	∞	t
22	0	3.318	3.318	∞	t
23	0	3.201	3.201	∞	t
24	0	3.198	3.198	∞	t

ตาราง 20 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 3

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	3.711	4.121	7.832	1.110	m
2	1.231	4.092	5,323	3.349	st
3	0.856	3.991	4.847	4.674	st
4	0	6.452	6.452	∞	t
5	0	6.371	6.371	∞	t
6	0	6.201	6.201	∞	t
7	0	6.171	6.171	∞	t
8	0	6.054	6.054	∞	t
9	0	5.962	5.962	∞	t
10	0	5.830	5.830	∞	t
11	0	5.724	5.724	∞	t
12	0	5.510	5.510	∞	t
13	0	5.433	5.433	∞	t
14	0	5.361	5.361	∞	t
15	0	5.009	5.009	∞	t
16	0	4.987	4.987	∞	t
17	0	4.781	4.781	∞	t
18	0	4.645	4.645	∞	t
19	0	4.328	4.328	∞	t
20	0	3.846	3.846	∞	t
21	0	3.543	3.543	∞	t
22	0	3.321	3.321	∞	t
23	0	3.311	3.311	∞	t
24	0	3.204	3.204	∞	t

ตาราง 21 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 4

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	2.987	4.102	7.098	1.402	m
2	1.121	4.088	5.209	3.603	st
3	0.994	3.696	4.690	3.733	st
4	0	6.485	6.485	∞	t
5	0	6.374	6.374	∞	t
6	0	6.215	6.215	∞	t
7	0	6.153	6.153	∞	t
8	0	6.066	6.066	∞	t
9	0	5.987	5.987	∞	t
10	0	5.834	5.834	∞	t
11	0	5.736	5.736	∞	t
12	0	5.501	5.501	∞	t
13	0	5.469	5.469	∞	t
14	0	5.352	5.352	∞	t
15	0	5.101	5.101	∞	t
16	0	4.897	4.897	∞	t
17	0	4.733	4.733	∞	t
18	0	4.659	4.659	∞	t
19	0	4.532	4.532	∞	t
20	0	4.301	4.301	∞	t
21	0	3.894	3.894	∞	t
22	0	3.523	3.523	∞	t
23	0	3.301	3.301	∞	t
24	0	3.246	3.246	∞	t

ตาราง 22 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายใหญ่ กลุ่มเซลล์ที่ 5

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	2.632	3.022	5.654	1.171	m
2	1.115	4.043	5.158	3.661	st
3	0.999	3.944	4.943	3.948	st
4	0	6.454	6.454	∞	t
5	0	6.401	6.401	∞	t
6	0	6.384	6.384	∞	t
7	0	6.206	6.206	∞	t
8	0	6.172	6.172	∞	t
9	0	6.011	6.011	∞	t
10	0	5.966	5.966	∞	t
11	0	5.859	5.859	∞	t
12	0	5.724	5.724	∞	t
13	0	5.500	5.500	∞	t
14	0	5.433	5.433	∞	t
15	0	5.324	5.324	∞	t
16	0	5.101	5.101	∞	t
17	0	4.969	4.969	∞	t
18	0	4.793	4.793	∞	t
19	0	4.632	4.632	∞	t
20	0	4.320	4.320	∞	t
21	0	3.811	3.811	∞	t
22	0	3.521	3.521	∞	t
23	0	3.316	3.316	∞	t
24	0	3.244	3.244	∞	t

ตาราง 23 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเลื้อยตอลายคู่ กลุ่มเซลล์ที่ 1

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	2.856	3.326	6.182	1.167	m
2	0.956	3.359	3.946	3.560	st
3	0.922	2.917	3.839	3.166	st
4	0	2.800	2.800	∞	t
5	0	2.717	2.717	∞	t
6	0	2.685	2.685	∞	t
7	0	2.655	2.655	∞	t
8	0	2.580	2.580	∞	t
9	0	2.559	2.559	∞	t
10	0	2.512	2.512	∞	t
11	0	2.468	2.468	∞	t
12	0	2.450	2.450	∞	t
13	0	2.415	2.415	∞	t
14	0	2.406	2.406	∞	t
15	0	2.357	2.357	∞	t
16	0	2.356	2.356	∞	t
17	0	2.349	2.349	∞	t
18	0	2.252	2.252	∞	t
19	0	2.187	2.187	∞	t
20	0	2.127	2.127	∞	t
21	0	2.097	2.097	∞	t
22	0	2.030	2.030	∞	t
23	0	1.955	1.955	∞	t
24	0	1.830	1.830	∞	t

ตาราง 24 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเลื้อยตอลายคู่ กลุ่มเซลล์ที่ 2

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	2.415	3.272	5.687	1.354	m
2	0.973	3.052	4.025	3.159	st
3	0.852	2.965	3.817	3.482	st
4	0	2.855	2.855	∞	t
5	0	2.792	2.792	∞	t
6	0	2.739	2.739	∞	t
7	0	2.687	2.687	∞	t
8	0	2.642	2.642	∞	t
9	0	2.556	2.556	∞	t
10	0	2.514	2.514	∞	t
11	0	2.477	2.477	∞	t
12	0	2.443	2.443	∞	t
13	0	2.406	2.406	∞	t
14	0	2.369	2.369	∞	t
15	0	2.340	2.340	∞	t
16	0	2.302	2.302	∞	t
17	0	2.270	2.270	∞	t
18	0	2.259	2.259	∞	t
19	0	2.228	2.228	∞	t
20	0	2.209	2.209	∞	t
21	0	2.167	2.167	∞	t
22	0	2.105	2.105	∞	t
23	0	1.979	1.979	∞	t
24	0	1.719	1.719	∞	t

ตาราง 25 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายคู่ กลุ่มเซลล์ที่ 3

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	3.110	3.435	6.545	1.104	m
2	1.075	3.378	4.453	3.252	st
3	1.043	3.319	4.362	3.182	st
4	0	3.169	3.169	∞	t
5	0	3.063	3.063	∞	t
6	0	2.980	2.980	∞	t
7	0	2.942	2.942	∞	t
8	0	2.926	2.926	∞	t
9	0	2.909	2.909	∞	t
10	0	2.849	2.849	∞	t
11	0	2.833	2.833	∞	t
12	0	2.804	2.804	∞	t
13	0	2.760	2.760	∞	t
14	0	2.718	2.718	∞	t
15	0	2.625	2.625	∞	t
16	0	2.488	2.488	∞	t
17	0	2.372	2.372	∞	t
18	0	2.207	2.207	∞	t
19	0	2.110	2.110	∞	t
20	0	1.918	1.918	∞	t
21	0	1.717	1.717	∞	t
22	0	1.675	1.675	∞	t
23	0	1.627	1.627	∞	t
24	0	1.516	1.516	∞	t

ตาราง 26 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเลื้อยตอลายคู่ กลุ่มเซลล์ที่ 4

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	2.782	3.498	6.280	1.263	m
2	1.015	3.450	4.465	3.399	st
3	0.942	3.400	4.342	3.611	st
4	0	3.379	3.379	∞	t
5	0	3.352	3.352	∞	t
6	0	3.266	3.266	∞	t
7	0	2.914	2.914	∞	t
8	0	2.797	2.797	∞	t
9	0	2.765	2.765	∞	t
10	0	2.629	2.629	∞	t
11	0	2.521	2.521	∞	t
12	0	2.476	2.476	∞	t
13	0	2.405	2.405	∞	t
14	0	2.339	2.339	∞	t
15	0	2.286	2.286	∞	t
16	0	2.245	2.245	∞	t
17	0	2.184	2.184	∞	t
18	0	2.148	2.148	∞	t
19	0	2.018	2.018	∞	t
20	0	1.976	1.976	∞	t
21	0	1.898	1.898	∞	t
22	0	1.777	1.777	∞	t
23	0	1.698	1.698	∞	t
24	0	1.665	1.665	∞	t

ตาราง 27 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเลื้อยตอลายคู่ กลุ่มเซลล์ที่ 5

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL (μm)	ชนิด โครโมโซม
1	2.845	3.562	6.407	1.271	m
2	0.981	3.222	4.203	3.284	st
3	0.867	3.032	3.908	3.464	st
4	0	2.949	2.949	∞	t
5	0	2.906	2.906	∞	t
6	0	2.845	2.845	∞	t
7	0	2.793	2.793	∞	t
8	0	2.736	2.736	∞	t
9	0	2.646	2.646	∞	t
10	0	2.572	2.572	∞	t
11	0	2.59	2.59	∞	t
12	0	2.383	2.383	∞	t
13	0	2.308	2.308	∞	t
14	0	2.281	2.281	∞	t
15	0	2.258	2.258	∞	t
16	0	2.173	2.173	∞	t
17	0	1.997	1.997	∞	t
18	0	1.973	1.973	∞	t
19	0	1.915	1.915	∞	t
20	0	1.847	1.847	∞	t
21	0	1.763	1.763	∞	t
22	0	1.732	1.732	∞	t
23	0	1.690	1.690	∞	t
24	0	1.660	1.660	∞	t

ตาราง 28 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 1

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.041	1.471	2.544	1.360	m
2	0.933	1.311	2.244	1.405	m
3	0.477	1.066	1.514	2.384	sm
4	0	1.476	1.476	∞	t
5	0	1.329	1.329	∞	t
6	0	1.287	1.287	∞	t
7	0	1.226	1.226	∞	t
8	0	1.165	1.165	∞	t
9	0	1.127	1.127	∞	t
10	0	1.049	1.049	∞	t
11	0	0.926	0.926	∞	t
12	0	0.814	0.814	∞	t
13	0	0.705	0.705	∞	t
14	0	0.631	0.631	∞	t
15	0	0.597	0.597	∞	t
16	0	0.521	0.521	∞	t
17	0	0.481	0.481	∞	t
18	0	0.473	0.473	∞	t
19	0	0.393	0.393	∞	t
20	0	0.359	0.359	∞	t
21	0	0.339	0.339	∞	t
22	0	0.327	0.327	∞	t
23	0	0.292	0.292	∞	t
24	0	0.296	0.296	∞	t

ตาราง 29 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 2

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.064	1.430	2.489	1.343	m
2	0.938	1.300	2.238	1.385	m
3	0.454	1.062	1.516	2.339	sm
4	0	1.504	1.504	∞	t
5	0	1.481	1.481	∞	t
6	0	1.315	1.315	∞	t
7	0	1.293	1.293	∞	t
8	0	1.260	1.260	∞	t
9	0	1.199	1.199	∞	t
10	0	1.166	1.166	∞	t
11	0	1.065	1.065	∞	t
12	0	0.980	0.980	∞	t
13	0	0.910	0.910	∞	t
14	0	0.799	0.799	∞	t
15	0	0.718	0.718	∞	t
16	0	0.622	0.622	∞	t
17	0	0.498	0.498	∞	t
18	0	0.440	0.440	∞	t
19	0	0.393	0.393	∞	t
20	0	0.348	0.348	∞	t
21	0	0.305	0.305	∞	t
22	0	0.279	0.279	∞	t
23	0	0.261	0.261	∞	t
24	0	0.246	0.246	∞	t

ตาราง 30 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 3

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL (μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.042	1.427	2.419	1.369	m
2	0.926	1.301	2.227	1.404	m
3	0.435	1.089	1.520	2.503	sm
4	0	1.503	1.503	∞	t
5	0	1.440	1.440	∞	t
6	0	1.335	1.335	∞	t
7	0	1.284	1.284	∞	t
8	0	1.252	1.252	∞	t
9	0	1.188	1.188	∞	t
10	0	1.172	1.172	∞	t
11	0	1.142	1.142	∞	t
12	0	1.045	1.045	∞	t
13	0	0.936	0.936	∞	t
14	0	0.825	0.825	∞	t
15	0	0.642	0.642	∞	t
16	0	0.589	0.589	∞	t
17	0	0.559	0.559	∞	t
18	0	0.495	0.495	∞	t
19	0	0.481	0.481	∞	t
20	0	0.444	0.444	∞	t
21	0	0.386	0.386	∞	t
22	0	0.360	0.360	∞	t
23	0	0.291	0.291	∞	t
24	0	0.267	0.267	∞	t

ตาราง 31 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 4

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.049	1.525	2.074	1.453	m
2	0.957	1.312	2.270	1.371	m
3	0.447	1.076	1.523	2.407	sm
4	0	1.502	1.502	∞	t
5	0	1.480	1.480	∞	t
6	0	1.390	1.390	∞	t
7	0	1.335	1.335	∞	t
8	0	1.275	1.275	∞	t
9	0	1.237	1.237	∞	t
10	0	1.192	1.192	∞	t
11	0	1.144	1.144	∞	t
12	0	1.052	1.052	∞	t
13	0	0.882	0.882	∞	t
14	0	0.775	0.775	∞	t
15	0	0.689	0.689	∞	t
16	0	0.632	0.632	∞	t
17	0	0.571	0.571	∞	t
18	0	0.489	0.489	∞	t
19	0	0.406	0.406	∞	t
20	0	0.343	0.343	∞	t
21	0	0.308	0.308	∞	t
22	0	0.290	0.290	∞	t
23	0	0.248	0.248	∞	t
24	0	0.237	0.237	∞	t

ตาราง 32 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลาเสือตอลายเล็ก กลุ่มเซลล์ที่ 5

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.069	1.434	2.454	1.341	m
2	0.975	1.292	2.268	1.325	m
3	0.423	1.087	1.510	2.569	sm
4	0	1.470	1.470	∞	t
5	0	1.425	1.425	∞	t
6	0	1.389	1.389	∞	t
7	0	1.367	1.367	∞	t
8	0	1.316	1.316	∞	t
9	0	1.245	1.245	∞	t
10	0	1.191	1.191	∞	t
11	0	1.160	1.160	∞	t
12	0	1.140	1.140	∞	t
13	0	1.050	1.050	∞	t
14	0	0.906	0.906	∞	t
15	0	0.764	0.764	∞	t
16	0	0.678	0.678	∞	t
17	0	0.571	0.571	∞	t
18	0	0.425	0.425	∞	t
19	0	0.374	0.374	∞	t
20	0	0.333	0.333	∞	t
21	0	0.306	0.306	∞	t
22	0	0.281	0.281	∞	t
23	0	0.261	0.261	∞	t
24	0	0.239	0.239	∞	t

ตาราง 33 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 1

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.944	3.586	5.530	1.844	sm
2	0.987	3.498	4.485	3.544	st
3	0	2.880	2.880	∞	t
4	0	2.820	2.820	∞	t
5	0	2.765	2.765	∞	t
6	0	2.761	2.761	∞	t
7	0	2.720	2.720	∞	t
8	0	2.678	2.678	∞	t
9	0	2.641	2.641	∞	t
10	0	2.589	2.589	∞	t
11	0	2.523	2.523	∞	t
12	0	2.487	2.487	∞	t
13	0	2.426	2.426	∞	t
14	0	2.375	2.375	∞	t
15	0	2.329	2.329	∞	t
16	0	2.270	2.270	∞	t
17	0	2.203	2.203	∞	t
18	0	2.138	2.138	∞	t
19	0	1.958	1.958	∞	t
20	0	1.854	1.854	∞	t
21	0	1.736	1.736	∞	t
22	0	1.670	1.670	∞	t
23	0	1.542	1.542	∞	t

ตาราง 34 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 2

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.876	3.566	5.466	1.876	sm
2	0.869	3.450	4.319	3.970	st
3	0	2.774	2.774	∞	t
4	0	2.716	2.716	∞	t
5	0	2.693	2.693	∞	t
6	0	2.666	2.666	∞	t
7	0	2.598	2.598	∞	t
8	0	2.552	2.552	∞	t
9	0	2.498	2.498	∞	t
10	0	2.441	2.441	∞	t
11	0	2.403	2.403	∞	t
12	0	2.356	2.356	∞	t
13	0	2.314	2.314	∞	t
14	0	2.285	2.285	∞	t
15	0	2.257	2.257	∞	t
16	0	2.193	2.193	∞	t
17	0	2.140	2.140	∞	t
18	0	2.102	2.102	∞	t
19	0	1.965	1.965	∞	t
20	0	1.882	1.882	∞	t
21	0	1.803	1.803	∞	t
22	0	1.756	1.756	∞	t
23	0	1.632	1.632	∞	t

ตาราง 35 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 3

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.987	3.496	5.438	1.759	sm
2	0.895	3.474	4.369	3.881	st
3	0	2.814	2.814	∞	t
4	0	2.793	2.793	∞	t
5	0	2.736	2.736	∞	t
6	0	2.701	2.701	∞	t
7	0	2.645	2.645	∞	t
8	0	2.639	2.639	∞	t
9	0	2.591	2.591	∞	t
10	0	2.543	2.543	∞	t
11	0	2.490	2.490	∞	t
12	0	2.431	2.431	∞	t
13	0	2.406	2.406	∞	t
14	0	2.368	2.368	∞	t
15	0	2.335	2.335	∞	t
16	0	2.297	2.297	∞	t
17	0	2.238	2.238	∞	t
18	0	2.207	2.207	∞	t
19	0	2.153	2.153	∞	t
20	0	2.014	2.014	∞	t
21	0	1.917	1.917	∞	t
22	0	1.865	1.865	∞	t
23	0	1.702	1.702	∞	t

ตาราง 36 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 4

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.966	3.631	5.597	1.846	sm
2	1.112	3.399	4.511	3.056	st
3	0	2.865	2.865	∞	t
4	0	2.814	2.814	∞	t
5	0	2.763	2.763	∞	t
6	0	2.730	2.730	∞	t
7	0	2.689	2.689	∞	t
8	0	2.641	2.641	∞	t
9	0	2.613	2.613	∞	t
10	0	2.578	2.578	∞	t
11	0	2.516	2.516	∞	t
12	0	2.478	2.478	∞	t
13	0	2.426	2.426	∞	t
14	0	2.369	2.369	∞	t
15	0	2.292	2.292	∞	t
16	0	2.236	2.236	∞	t
17	0	2.165	2.165	∞	t
18	0	2.106	2.106	∞	t
19	0	1.953	1.953	∞	t
20	0	1.853	1.853	∞	t
21	0	1.786	1.786	∞	t
22	0	1.612	1.612	∞	t
23	0	1.528	1.528	∞	t

ตาราง 37 ความยาวแขนสั้น (SL) ความยาวแขนยาว (LL) ความยาวทั้งแขน (TL)
อัตราส่วนระหว่างแขนยาวต่อแขนสั้น (LL/SL) และชนิดโครโมโซมของคู่โครโมโซมใน
ปลากะพงลาย กลุ่มเซลล์ที่ 5

โครโมโซมคู่ที่	SL (μm)	LL (μm)	TL (μm)	LL /SL(μm)	ชนิด โครโมโซม
1	1.898	3.531	5.429	1.860	sm
2	1.110	3.400	4.510	3.063	st
3	0	2.875	2.875	∞	t
4	0	2.823	2.823	∞	t
5	0	2.796	2.796	∞	t
6	0	2.725	2.725	∞	t
7	0	2.674	2.674	∞	t
8	0	2.611	2.611	∞	t
9	0	2.593	2.593	∞	t
10	0	2.559	2.559	∞	t
11	0	2.522	2.522	∞	t
12	0	2.466	2.466	∞	t
13	0	2.432	2.432	∞	t
14	0	2.389	2.389	∞	t
15	0	2.345	2.345	∞	t
16	0	2.240	2.240	∞	t
17	0	2.182	2.182	∞	t
18	0	2.148	2.148	∞	t
19	0	2.028	2.028	∞	t
20	0	1.898	1.898	∞	t
21	0	1.796	1.796	∞	t
22	0	1.668	1.668	∞	t
23	0	1.590	1.590	∞	t

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวพัชราพรรณ คงเพชรศักดิ์
วันเดือนปีเกิด	8 เมษายน 2523
สถานที่เกิด	อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	227/1 หมู่ที่ 3 ตำบลขับสมอทอด อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ 67160
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครูผู้ช่วย โรงเรียนน้ำร้อนวิทยาคม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนน้ำร้อนวิทยาคม อำเภอวิเชียรบุรี จังหวัดเพชรบูรณ์ 67130
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2541	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบึงสามพันวิทยาคม อำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์
พ.ศ. 2545	ปริญญาตรี (ครุศาสตรบัณฑิต) วิชาเอกชีววิทยา สถาบันราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2550	ปริญญาโท (การศึกษามหาบัณฑิต) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ