ว.วิทย. มข. 41(4) 936-944 (2556) KKU Sci. J. 41(4) 936-944 (2013)

พันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดอีสาน (*Betta smaragdina* Ladiges, 1972)

Cytogenetics of I-san fighting fish (*Betta smaragdina* Ladiges, 1972)

วิไลลักษณ์ เครือเนตร[1*] *และ ณัฏฐา นิธิกุลวรวงศ์*[2]

บทคัดย่อ

รายงานครั้งแรกของการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ปลากัดอีสาน (*Betta smaragdina* Ladiges, 1972) จากลำธารในพื้นที่ภูหินลาดช่อฟ้า จังหวัดหนองบัวลำภู ใช้ตัวอย่างปลาเพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 8 ตัว เตรียมโครโมโซมจากไตด้วยวิธีการตรงจากการฉีดสารโคลซิซีน ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาด้วยสีจิมซ่าความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าปลากัดอีสานมีโครโมโซมดิพลอยด์ (*2n*) เท่ากับ 42 แท่ง จำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 50 ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดอะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 4 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 20 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 10 แท่ง ไม่สามารถแยกโครโมโซมเพศระหว่างปลาเพศผู้และเพศเมียได้ ปลากัดอีสานมีสูตรคาริโอไทป์ ดังนี้

$$2n\ (42) = L_6^{a} + L_4^{t} + M_2^{a} + M_{20}^{t} + S_{10}^{t}$$

[1]สาขาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.หนองคาย 43000

[2]สาขาประมง คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.หนองคาย 43000

*Corresponding Author, E-mail: wilkhr@nkc.kku.ac.th

ABSTRACT

The first Cytogenetics of I-san fighting fish (*Betta smaragdina* Ladiges, 1972) at Phuhinladchorfar canal, Nong Bua Lam Phu province was investigated in this study. Mitotic chromosome was prepared directly from kidney of specimens after *In vivo* colchicines treatment. The metaphase spreads were performed on microscopic slides and air-dried. Conventional staining technique was applied to stain the chromosome with Giemsa's solution 20%. The results showed that the number of diploid chromosome of I-san fighting fish was 2*n* = 42, fundamental number (NF) was 50 in both male and female. The types of chromosomes were 6 large acrocentric, 4 large telocentric, 2 medium acrocentric, 20 medium telocentric and 10 small telocentric chromosomes. The karyotypes are not different between sex chromosomes male and female. The karyotype formula for the I-san fighting fish is as follow:

$$2n\ (42) = L_6^{a} + L_4^{t} + M_2^{a} + M_{20}^{t} + S_{10}^{t}$$

คำสำคัญ: พันธุศาสตร์เซลล์ โครโมโซม ปลากัดอีสาน *Betta smaragdina*

Keywords: Cytogenetics, Chromosome, *Betta smaragdina*

บทนำ

ปลากัดเป็นปลาพื้นเมืองของไทยที่นิยมเพาะเลี้ยงเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการกีฬาและความเพลิดเพลิน (Meejui et al., 2005) ปลากัดเป็นปลาขนาดเล็ก เจริญเติบโตได้ดีในขวดแก้วหรือภาชนะแคบ สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำได้ พบว่าการเพาะเลี้ยงปลากัดทำรายได้ให้แก่ประเทศไทยปีละไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาท (นันทริกาและคณะ, 2546) จากข้อมูลเศรษฐกิจของประเทศไทยมีการส่งออกปลากัดเพศผู้ประมาณ 3.6 ล้านตัวต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 10 ของปริมาณปลาสวยงามส่งออกทั้งหมด (Wiwatchaisaet, 2000) ปลากัดที่พบในปัจจุบันมีจำนวนกว่า 40 ชนิด (species) พบในประเทศไทยไม่น้อยกว่า 11 ชนิด เช่น ปลากัดป่าภาคใต้ (*Betta imbellis*), ปลากัดภูเขา (*B. pugnax*), ปลากัดอีสาน (*B. smaragdina*), ปลากัดภาคกลาง (*B. splendens*) เป็นต้น (ธนากร, 2545)

ปลากัดอีสาน (*B. smaragdina* Ladiges, 1972) จัดอยู่ในอันดับ Perciformes วงศ์ Osphronemidae ปลากัดอีสานมีลักษณะคล้ายปลากัดภาคกลางแต่ลำตัวเรียวกว่าเล็กน้อย อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำหลากบริเวณที่ตื้น และมีพืชน้ำหนาแน่น พบในบริเวณจังหวัดริมแม่น้ำโขงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (ชวลิต, 2548) ปลากัดอีสานเริ่มได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีการเพาะเลี้ยงเพื่อความเพลิดเพลิน เพาะเลี้ยงสำหรับการผสมข้ามสายพันธุ์ และกำลังเป็นที่สนใจในตลาดปลาสวยงาม

ปัจจุบันพบว่าการแพร่กระจายของปลากัดอีสานมีน้อย และยังขาดข้อมูลการศึกษาทางด้านพันธุศาสตร์เซลล์ การศึกษาในครั้งนี้นอกจากจะทำการศึกษาจำนวนโครโมโซม และรูปร่างโครโมโซม

แล้ว ยังได้ทำการวัดขนาดโครโมโซม จัดทำคาริโอไทป์ สูตรคาริโอไทป์ และอิดิโอแกรมมาตรฐาน ซึ่งยังไม่พบในรายงานที่ผ่านมา ข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการศึกษาลำดับวิวัฒนาการของปลาน้ำจืด การอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรม และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูง รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในด้านการอนุรักษ์พันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์การขยายพันธุ์ และการผสมข้ามสายพันธุ์ เพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่มีความสมบูรณ์ มีอัตราการรอดชีวิตสูงเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเพื่อป้อนเข้าสู่ระบบตลาดต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลากัดอีสานจากลำธารในพื้นที่ภูหินลาดช่อฟ้า บ้านภูพานคำ ตำบลโนนทัน อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู จากนั้นนำตัวอย่างปลามาเลี้ยงในขวดปากแคบ บริเวณเรือนสัตว์ทดลองสาขาประมง คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลี้ยงในน้ำที่ปราศจากคลอรีน ให้ลูกน้ำหรือลูกน้ำอัดเม็ดเป็นอาหารวันละ 1 ครั้ง จนกว่าจะทำการศึกษา

2. การเตรียมโครโมโซม

นำปลามาฉีดโคลชิซิน (colchicine) ความเข้มข้น 0.0125% บริเวณช่องท้องของตัวปลา ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง 15 นาที แล้วสลบปลาโดยนำไปแช่ในน้ำแข็ง ผ่าเอาไตมาแช่และสับให้ละเอียดในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ 30 นาที แล้วย้ายมาเก็บไว้ในหลอดปั่นเหวี่ยง (centrifuge tube) นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1,600 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นดูดสารละลายส่วนใสทิ้ง แล้วเติมน้ำยาตรึงเซลล์ (methanol: glacial acetic acid ในอัตราส่วน 3:1) ปริมาตร 6 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1,600 รอบ/นาที เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นดูดน้ำยาตรึงเซลล์ด้านบนทิ้ง แล้วเติมน้ำยาตรึงเซลล์ใหม่ ทำเช่นนี้จนได้สารละลายใส และมีตะกอนขาวอยู่ที่ก้นหลอด จากนั้นดูดสารละลายเซลล์ที่เตรียมได้ หยดบนกระจกสไลด์สะอาดที่เก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1-2 หยด ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นำไปย้อมด้วย 20% giemsa ตรวจสอบสไลด์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่ติดตั้งอุปกรณ์ถ่ายภาพ ที่กำลังขยาย 1,000 เท่า

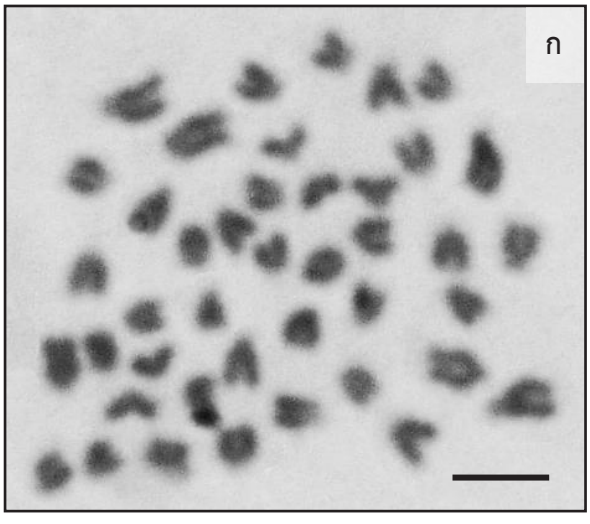
3. การจัดทำคาริโอไทป์และอิดิโอแกรม

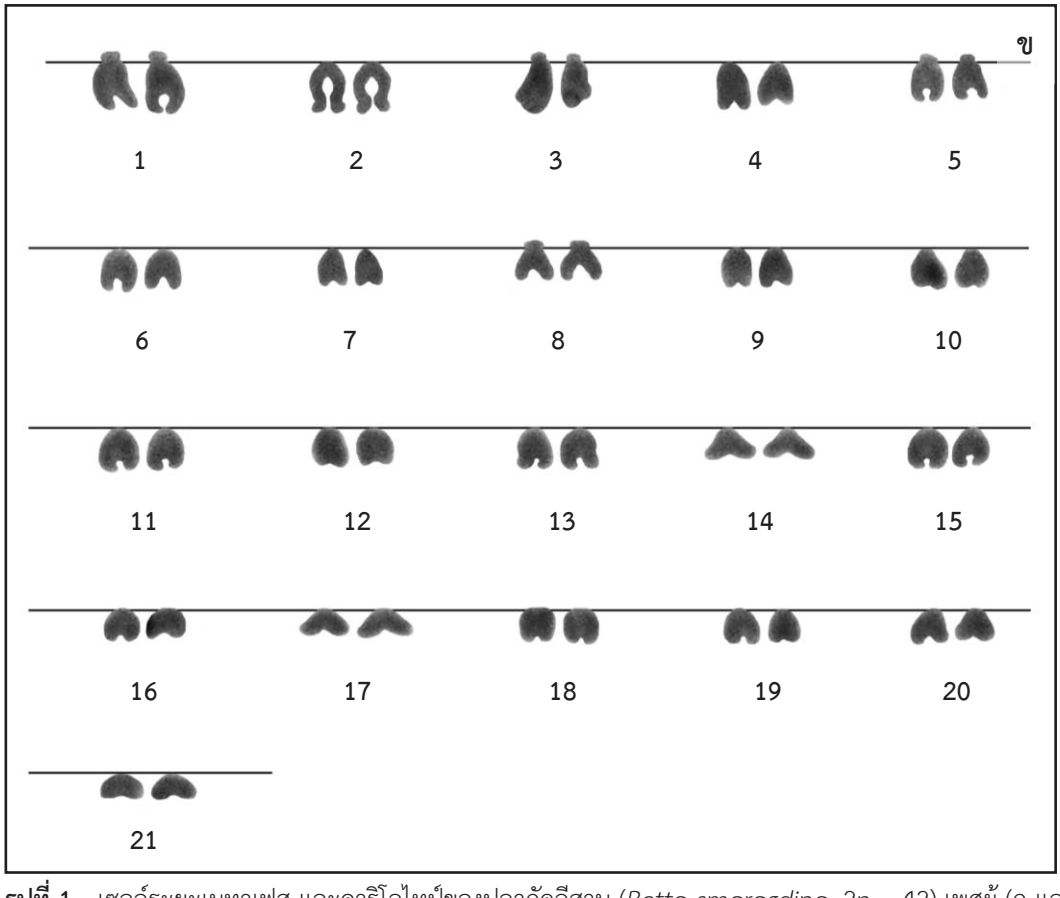
การจัดทำคาริโอไทป์และอิดิโอแกรมดัดแปลงมาจากวิธีการของกันยารัตน์ (2532) โดยเลือกภาพถ่ายเซลล์ระยะเมทาเฟส 15 เซลล์ที่โครโมโซมกระจายตัวดี ไม่หดสั้นเกินไป มีจำนวนโครโมโซมครบ และสังเกตรูปร่างได้ชัดเจน มาจัดทำคาริโอไทป์และอิดิโอแกรม

ผลการวิจัย

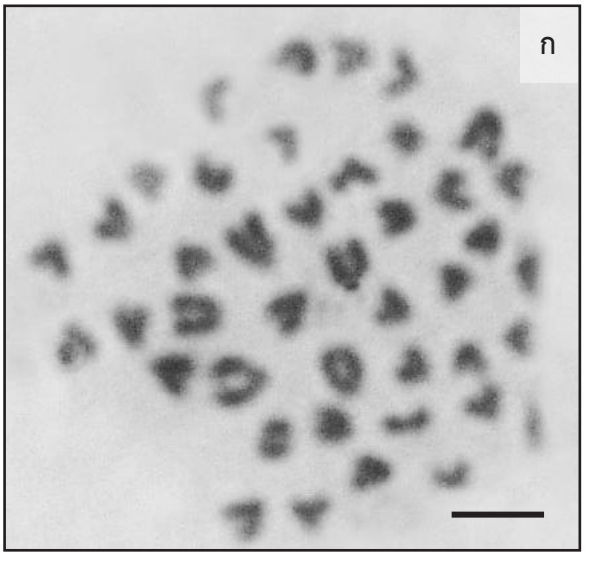
เป็นรายงานแรกของการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ปลากัดอีสาน พบว่ามีโครโมโซมดิพลอยด์ (*2n*) เท่ากับ 42 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 50 ทั้งในปลาเพศผู้และเพศเมีย คาริโอไทป์ประกอบด้วยโครโมโซมชนิด อะโครเซนทริก (acrocentric) ขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริก (telocentric) ขนาดใหญ่ 4 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดกลาง 20 แท่ง และเทโลเซนทริกขนาดเล็ก 10 แท่ง ไม่สามารถตรวจสอบโครโมโซมเพศได้ทั้งในปลาเพศผู้และเพศเมีย มีโครโมโซมเครื่องหมายโดยพบว่าโครโมโซมคู่ที่ 1 เป็นชนิดอะโครเซนทริกคู่ใหญ่ที่สุด และโครโมโซมคู่ที่ 21 เป็นชนิดเทโลเซนทริกคู่เล็กที่สุด (รูปที่ 1 2 3 และตารางที่ 1) และจัดเป็นคาริโอไทป์ที่ไม่สมมาตร (asymmetrical karyotype) ประกอบด้วยโครโมโซม 2 ชนิด คือ อะโครเซนทริก และเทโลเซนทริก สูตรคาริโอไทป์มาตรฐานของปลากัดอีสาน ดังนี้

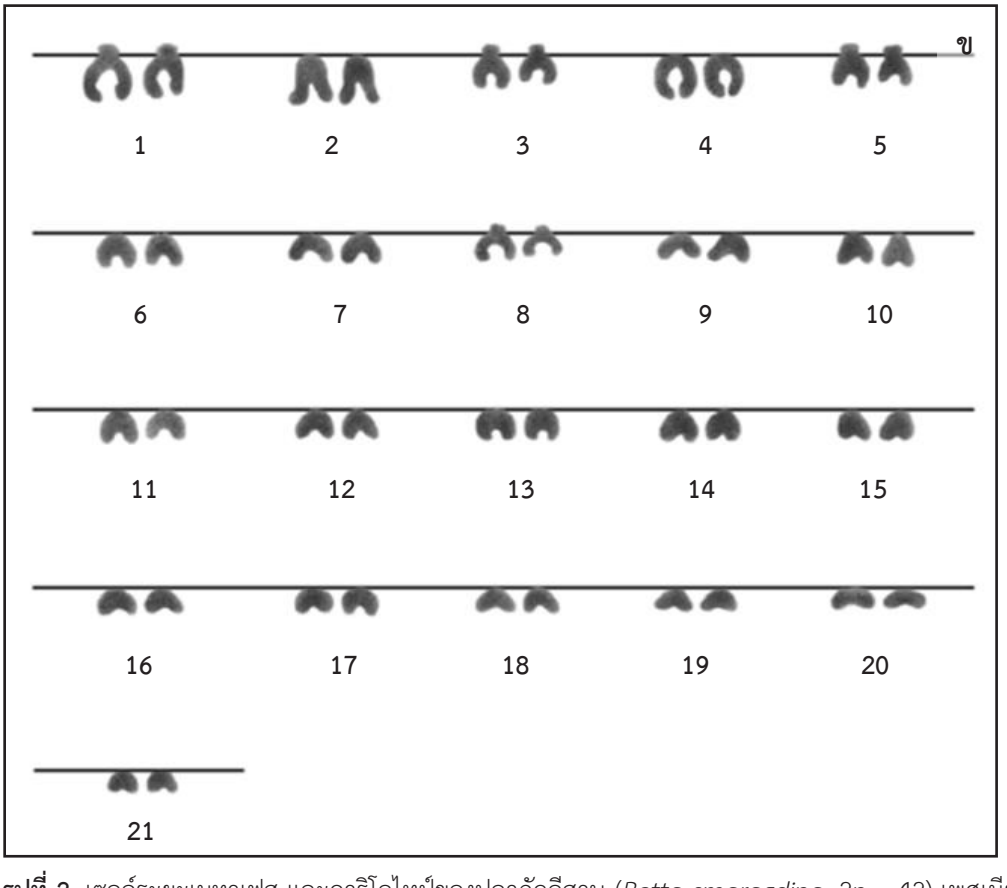
$$2n\ (42) = L_6^{a} + L_4^{t} + M_2^{a} + M_{20}^{t} + S_{10}^{t}$$





รูปที่ 1 เซลล์ระยะเมทาเฟส และคาริโอไทป์ของปลากัดอีสาน (*Betta smaragdina, 2n* = 42) เพศผู้ (ก และ ข ตามลำดับ) ด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา สเกลบาร์ 5 ไมโครเมตร





รูปที่ 2 เซลล์ระยะเมทาเฟส และคาริโอไทป์ของปลากัดอีสาน (*Betta smaragdina, 2n* = 42) เพศเมีย (ก และ ข ตามลำดับ) ด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา สเกลบาร์ 5 ไมโครเมตร

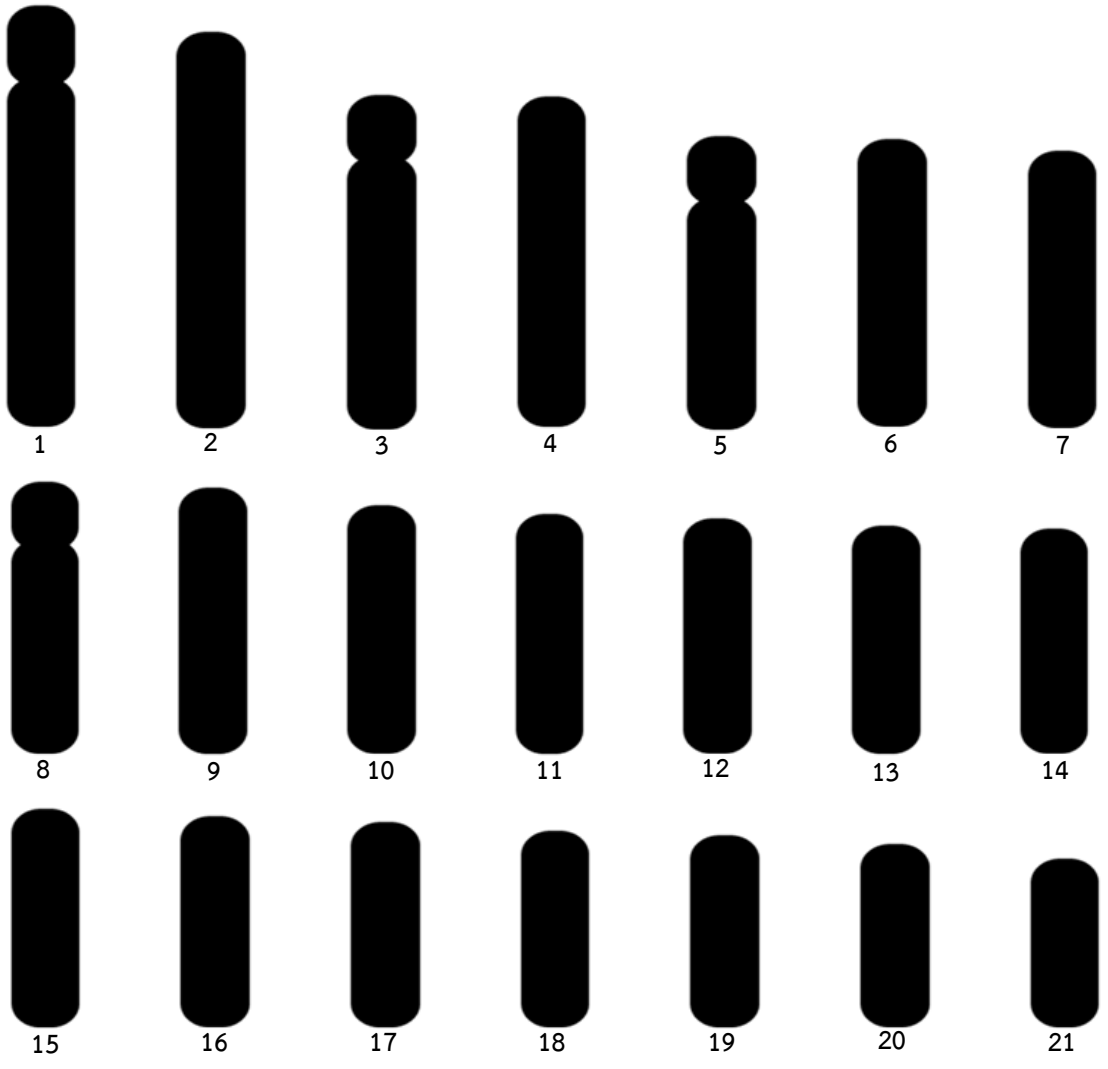
ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (length short; Ls) ความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (length long; Ll) ความยาวทั้งหมดของโครโมโซมแต่ละคู่ (length total; LT) ค่า relative length (RL) ค่า centromeric index (CI) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ขนาดของโครโมโซม และชนิดของโครโมโซมของปลากัดอีสาน (*Betta smaragdina*) จำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ (2*n*) เท่ากับ 42 แท่ง จำนวน 15 เซลล์

คู่ที่	Ls	Ll	LT	RL±SD	CI±SD	ขนาดโครโมโซม	ชนิดโครโมโซม
1	0.066	0.325	0.391	0.077±0.006	0.831±0.029	ใหญ่	อะโครเซนทริก
2	0.000	0.368	0.368	0.072±0.007	1.000±0.000	ใหญ่	เทโลเซนทริก
3	0.057	0.253	0.310	0.061±0.008	0.815±0.024	ใหญ่	อะโครเซนทริก
4	0.000	0.309	0.309	0.061±0.005	1.000±0.000	ใหญ่	เทโลเซนทริก
5	0.060	0.216	0.276	0.054±0.004	0.782±0.032	ใหญ่	อะโครเซนทริก
6	0.000	0.271	0.271	0.053±0.003	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
7	0.000	0.257	0.257	0.050±0.003	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
8	0.053	0.199	0.252	0.049±0.004	0.790±0.027	กลาง	อะโครเซนทริก
9	0.000	0.245	0.245	0.048±0.002	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
10	0.000	0.236	0.236	0.046±0.002	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
11	0.000	0.228	0.228	0.045±0.002	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
12	0.000	0.221	0.221	0.043±0.001	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
13	0.000	0.216	0.216	0.042±0.001	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
14	0.000	0.212	0.212	0.042±0.002	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
15	0.000	0.206	0.206	0.040±0.002	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
16	0.000	0.200	0.200	0.039±0.002	1.000±0.000	กลาง	เทโลเซนทริก
17	0.000	0.193	0.193	0.038±0.002	1.000±0.000	เล็ก	เทโลเซนทริก
18	0.000	0.186	0.186	0.036±0.003	1.000±0.000	เล็ก	เทโลเซนทริก
19	0.000	0.182	0.182	0.036±0.003	1.000±0.000	เล็ก	เทโลเซนทริก
20	0.000	0.174	0.174	0.034±0.002	1.000±0.000	เล็ก	เทโลเซนทริก
21	0.000	0.160	0.160	0.031±0.003	1.000±0.000	เล็ก	เทโลเซนทริก

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดอีสาน เปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาในวงศ์ Osphronemidae

รายงานวิจัย	ชนิดปลา	2*n*	NF	ชนิดโครโมโซม			
				m	sm	a	t
ธวัชและคณะ (2549)	ปลาแรดแม่น้ำโขง (*Osphronemus exodon*)	48	48	-	-	-	48
ธวัชและคณะ (2549)	ปลาแรดแดง (*O. laticlavius*)	48	50	-	2	-	46
วิเชียรและคณะ (2550)	ปลากัดหม้อ (*Betta splendens*)	42	54	4	8	-	30
วิเชียรและคณะ (2550)	ปลากัดจีน (*B. splendens*)	42	54	4	8	-	30
Donsakul et al. (2009)	ปลากัดกระบี่ (*B. simplex*)	44	52	4	4	-	36
Donsakul et al. (2009)	ปลากัดเขียว (*B. smaragdina*)	42	48	2	4	-	36
งานวิจัยครั้งนี้	ปลากัดอีสาน (*B. smaragdina*)	42	50	-	-	8	34

หมายเหตุ: 2*n* = จำนวนดิพลอยด์โครโมโซม, NF = จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน หรือจำนวนแขนโครโมโซม, m = โครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก, sm = ซับเมทาเซนทริก, a = อะโครโมเซนทริก และ t = โครโมโซมชนิดเทโลเซนทริก



รูปที่ 3 อิดิโอแกรมมาตรฐานของปลากัดอีสาน (*Betta smaragdina, 2n* = 42)

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดอีสาน เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาในวงศ์ Osphronemidae เดียวกันพบว่าจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แท่ง สอดคล้องกับปลากัดเขียว (*Betta smaragdina*) (Donsakul et al., 2009) ปลากัดหม้อ (*B. splendens*) และปลากัดจีน (*B. splendens*) (วิเชียรและคณะ, 2550) แต่แตกต่างกับปลากัดกระบี่ (*B. simplex*) (Donsakul et al., 2009) ปลาแรดแม่น้ำโขง (*Osphronemus exodon*) และปลาแรดแดง (*O. laticlavius*) (ธวัชและคณะ, 2549)

ปลากัดอีสานมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน หรือจำนวนแขนของโครโมโซมเท่ากับ 50 ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย สอดคล้องกับรายงานการศึกษาในปลาแรดแดง (ธวัชและคณะ, 2549) แต่แตกต่างกับปลากัดเขียว ปลากัดกระบี่ (Donsakul et al., 2009) ปลากัดหม้อ

ปลากัดจีน (วิเชียรและคณะ, 2550) และปลาแรดแม่น้ำโขง (ธวัช และคณะ, 2549)

คาริโอไทป์ของปลากัดอีสานประกอบด้วยโครโมโซมชนิดอะโครเซนทริก 8 แท่ง และเทโลเซนทริก 34 แท่ง ซึ่งแตกต่างกับปลากัดเขียว ปลากัดกระบี่ (Donsakul et al., 2009) ปลากัดหม้อ ปลากัดจีน (วิเชียรและคณะ, 2550) ปลาแรดแม่น้ำโขง และปลาแรดแดง (ธวัชและคณะ, 2549) (ตารางที่ 2)

จากผลการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลากัดอีสาน เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของปลาในวงศ์ Osphronemidae พบว่าปลาวงศ์เดียวกันแต่สกุลต่างกัน มีคาริโอไทป์ที่แตกต่างกันได้ หรือแม้แต่ปลาในวงศ์เดียวกันและอยู่ในสกุลเดียวกัน ก็มีคาริโอไทป์ที่แตกต่างกันได้เช่นเดียวกัน เช่น ปลากัดอีสาน และปลากัดเขียว (Donsakul et al., 2009) มีความแตกต่างกันทั้งจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน และลักษณะคาริโอไทป์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเกิดวิวัฒนาการของโครโมโซมและความแตกต่างของถิ่นที่อยู่อาศัย ตัวอย่างเช่น วิวัฒนาการโครโมโซมในวงศ์ปลาช่อน (Channidae) ที่พบแพร่กระจายในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ไทย อินเดีย จีน ปากีสถาน และแอฟริกา จำนวนทั้งหมด 29 ชนิด มีรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ไม่น้อยกว่า 12 ชนิด พบว่ามีความแตกต่างของคาริโอไทป์อย่างมาก คือมีโครโมโซมดิพลอยด์ตั้งแต่ 32 ถึง 112 แท่ง และพบว่าปลาช่อน (*Channa striata*) ที่พบในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และประเทศอินเดีย มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์แตกต่างกันเท่ากับ 44 42 และ 40 แท่ง ตามลำดับ (อลงกลด, 2553)

สรุปผลการศึกษา

เป็นรายงานแรกของการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ปลากัดอีสาน พบว่ามีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์เท่ากับ 42 แท่ง เช่นเดียวกับปลากัดเขียว ปลากัดหม้อ และปลากัดจีน มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 50 ทั้งในเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งแตกต่างจากปลากัดเขียว ปลากัดกระบี่ ปลากัดหม้อ และปลากัดจีน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาประมง คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์และวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง ขอขอบพระคุณ นายวีระยุทธ สุภิวงค์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และเอกสารประกอบสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กันยารัตน์ ไชยสุต. (2532). เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes*. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ:. หน้า 150-180.

ชวลิต วิทยานนท์. (2548). คู่มือปลาน้ำจืด. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์สารคดี. กรุงเทพฯ: หน้า 100-124.

ธนากร ฤทธิ์ไธสง. (2545). คู่มือการเพาะเลี้ยงและการคัดสายพันธุ์ปลากัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: เพ็ญบุญ,

ธวัช ดอนสกุล, วิเชียร มากตุ่น และอัจฉริยา รังษิรุจิ. (2549). คาริโอไทป์ของปลาแรด ปลาแรดแม่น้ำโขง และปลาแรดแดง. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ: 461-467.

นันทริกา ชันชื่อ วัชระ ศรจิตติ ชนินทร์ สุนทรารักษ์ จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ และ อัจฉริยา ไศละสูต. (2546). ข้อมูลพื้นฐานทางกายวิภาควิทยาและจุลกายวิภาควิทยาของปลากัดไทย (*Betta splendens*). วารสารการประมง 56(5): 469-474.

วิเชียร มากตุ่น อัจฉริยา รังษิรุจิ และ ธวัช ดอนสกุล. (2550). คาริโอไทป์ของปลากัดหม้อ ปลากัดจีน ปลากัดหัวโม่ง ปลากริมควาย และปลากระดี่หม้อที่พบในประเทศไทย. ใน: รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33. มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์, นครศรีธรรมราช. 1-3.

อลงกลด แทนออมทอง. (2554). พันธุศาสตร์เซลล์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 157-162.

Donsakul, T., Magtoon, W. and Rungsiruji, A. (2009). Karyotypes of five belontiid fishes (Family Belongtiidae): *Betta Smaragdina, S. simplex, B.* sp., *Trichopsis pumila* and *T. Schalleri.* In: The 35th Congress on Science and Technology of Thailand. Kasetsart University, Bangkok. 77-80.

Meejui, O., S. Sukmanomon and U. Na-Nakorn. (2005). Allozyme revealed substantial genetic diversity between hatchery stocks of Siamese fighting fish, *Betta splendens*, in the province of Nakompathom, Thailand. Aquaculture. 250: 110-119.

Wiwatchaisaet, Y. (2000). Improvement of Siamese fighting fish for export. Thai Fish. Gaz. 53: 169-179.

❑❑❑❑❑