

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และการเตรียมสารเคมี

รายการวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และการเตรียมสารต่างๆ

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1.1 วัสดุอุปกรณ์

- ปีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ
- Hot plate และ magnetic stirrer
- ขวดเก็บ media ขนาด 1,000, 500 และ 100 มล.
- ขวดเลี้ยงเซลล์ขนาด 10 และ 15 มล.
- หลอดสูญญากาศ (vacuum tube) ขนาด 10 มล. ที่เคลือบด้วยเฮปาริน (heparin)
- กระบอกฉีดยา (syring) และเข็มฉีดยาขนาดต่าง ๆ
- Automicropipette, micropipette tips และ pipette ขนาดต่าง ๆ
- โถสำหรับย้อมสี (staining jar)
- เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge)
- เครื่องกรองสาร และ Millipore membrane filter ขนาด 0.2 ไมโครลิตร
- เครื่องชั่งแบบละเอียด (balance)
- โถดูดความชื้น
- ตู้เย็น
- เครื่อง suction
- อ่างน้ำอุ่น (water bath)
- หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave)
- เครื่อง vortex mixture
- ตู้เพาะเลี้ยง (incubator)
- ตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow cabinet)
- กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงพร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพ

1.2 สารเคมี

- อาหารเลี้ยงเซลล์ RPMI 1640
- โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)
- Fetal calf serum (FCS)
- ยาปฏิชีวนะ Penicillin-Streptomycin
- ไฟโตฮีมาแมกกลูตินิน (phytohemagglutinin, PHA)

- โคลชิซิน (colchicine)
- กรดอะเซติกเข้มข้น (glacial acetic acid)
- ไทมิดีน (thymidine)
- เมทานอล (methanal)
- เอทานอล 95 และ 70 เปอร์เซ็นต์ (ethanol 95% และ 70%)
- สีย้อมจิมซ่า (Giemsa's stain)
- โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3)
- โซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (NaHPO_4)
- โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)
- กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- เมทโทเทร็กซ์เสท (methotrexate)
- เอนไซม์ทริปซิน (trypsin)
- HBSS powder

2. การเตรียมอาหารและสารเคมี

2.1 การเตรียม stock media

อาหารเพาะเลี้ยงโครโมโซม (chromosome media) ชนิด RPMI 1640

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. RPMI 1640 powder
2. NaHCO_3 crystal
3. 1 N HCl
4. 1 N NaOH
5. น้ำกลั่น (water injection)

วิธีเตรียม

1. ละลายผง RPMI 1640 1 ชองใน erlenmeyer flask ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 500 มล. ล้างผง RPMI 1640 ที่ติดอยู่ในชองจนหมดผงของ RPMI 1640 เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 มล. เขย่าจนละลายเข้ากันดี

2. ชั่ง NaHCO_3 2.0 กรัม ละลายผลึก NaHCO_3 ในสารละลาย RPMI 1640 เขย่าจนผลึก NaHCO_3 ละลายหมด

3. ปรับ pH โดยใช้ 1 N, HCl และ 1 N, NaOH ให้ได้ pH 6.8-6.9
4. ทำให้ปลอดเชื้อ (sterile) โดยใช้ millipore membrane filter ขนาด 0.2 ไมครอน
5. แบ่งใส่ขวด ขวดละ 100 มล. (aseptic technique) เก็บไว้ที่ 2-8 องศาเซลเซียส

2.2 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (working media)

เตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ 100 มล. ประกอบด้วย

1. RPMI 1640 solution 80 มล.
2. Fetal calf serum 20 มล.
3. Penicillin/Streptomycin 1-2 มล.
4. Mitogen 1-2 มล.

2.3 การเตรียม hypotonic solution

การเตรียมสาร Hypotonic solution 0.075 M HCl

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. KCl crystal
2. น้ำกลั่น

วิธีเตรียม

ชั่งผลึก KCl 0.5588 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มล. เขย่าจนผลึกละลายหมด เก็บใส่ขวดไว้

ที่อุณหภูมิห้อง

หมายเหตุ : น้ำยานี้มีอายุการใช้งาน 1-2 สัปดาห์ ก่อนใช้ต้องนำไปบ่มที่อุณหภูมิ

37 องศาเซลเซียส

2.4 การเตรียม colchicine

- สูตรที่ 1 ชั่ง Colchicine 0.002 กรัม ละลายน้ำกลั่น 10 มล. ได้ความเข้มข้น 0.2 มก./มล.

- สูตรที่ 2 ชั่ง Colchicine 0.001 กรัม ละลายน้ำกลั่น 10 มล. ได้ความเข้มข้น 0.1 มก./มล.

Colchicine powder เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส

2.5 การเตรียม fixative

สารที่ใช้เตรียม

1. Glacial acetic acid
2. Absolute methanol

วิธีเตรียม

ใช้ glacial acetic acid 1 ส่วน ผสมกับ absolute methanol 3 ส่วน เก็บใส่ขวดแช่ในตู้เย็น
ควรทำการเตรียมใหม่ทุกครั้งที่จะใช้

2.6 การเตรียม Sorensen buffer

สารที่ใช้เตรียมการเตรียม

1. Stock solution A : ใช้ KH_2PO_4 9.1 กรัม ละลายน้ำกลั่น 1,000 มล.
2. Stock solution B : ใช้ NaHPO_4 9.5 กรัม ละลายน้ำกลั่น 1,000 มล.

วิธีเตรียม

ใช้ stock solution A ปริมาณ 50.8 มล. ผสมกับ stock solution B ปริมาณ 49.2 มล. จะได้
Sorensen buffer (pH 6.8) 100 มล.

2.7 การเตรียมสีย้อม Giemsa's

การเตรียมสีย้อม 10% (10% Giemsa's solution)

สีย้อม 10% เตรียมจาก Giemsa's stain ใช้ชนิด stock Giemsa's solution โดยดูดสี
จิมซ่าจาก stock Giemsa's solution มา 5 มล. ละลายใน Sorensen buffer 45 มล.

2.8 การเตรียม methotrexate

สารละลาย methotrexate (10^{-5} M) ใช้ MTX vial 5 มก./มล. (5×10^{-3} M)

1. เจือจาง 2 : 100 (10^{-4} M) โดยใช้ MTX 2.0 มล. ลงใน HBSS 98.0 มล.
2. เจือจาง 1 : 100 (10^{-5} M) ใช้สารละลาย MTX (10^{-4} M) 5.0 มล. ละลายใน

สารละลาย HBSS 45.0 มล.

2.9 การเตรียม phytohemagglutinin (PHA)

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. PHA powder
2. น้ำกลั่น

วิธีเตรียม

ละลายผง PHA ด้วยน้ำกลั่น 10 มล. เขย่าให้เข้ากันเก็บไว้ที่ 2-3 องศาเซลเซียส

2.10 สารละลาย thymidine (15 มก./มล.)**2.11 สารละลาย 1N HCl**

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. Conc. HCl
2. น้ำกลั่น

วิธีเตรียม (ปริมาตรที่เตรียม 500 มล.)

ใช้ Conc. HCl จำนวน 43.68 มล. ผสมกับน้ำกลั่น 456.32 โดยค่อย ๆ รินกรด HCl ใส่ลงในน้ำกลั่น การผสมสารละลายนั้นห้ามเทน้ำกลั่นลงในกรด HCl เป็นอันขาด แต่ให้เทกรด HCl ลงในน้ำกลั่น

2.12 สารละลาย 1 N NaOH

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. NaOH crystal
2. น้ำกลั่น

วิธีเตรียม (ปริมาตรที่เตรียม 500 มล.)

ชั่งผลึก NaOH 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 500 มล. เก็บใส่ขวดไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2.13 Hank's balance salt solution (HBSS)

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. HBSS powder
2. NaHCO₃ crystal
3. 1 N, HCl
4. 1 N, NaOH
5. น้ำกลั่น

วิธีเตรียม

1. ละลาย HBSS powder 1 ชองใน erlemmeyer flask ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 500 มล. ล้างผง HBSS ที่ติดอยู่ในชองออกให้หมด เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรครบ 1,000 มล. เขย่าให้ผงของ HBSS ละลายเข้ากันได้ดี

2. ชั่ง NaHCO₃ 0.35 กรัม ละลายผลึก NaHCO₃ ในสารละลาย HBSS เขย่าจนผลึก NaHCO₃ ละลายเข้ากันจนหมด

3. ปรับ pH โดยใช้ 1 N NaOH จนได้ pH 7.1-7.3

4. ทำให้ปลอดเชื้อโดยใช้ millipore membrane filtration ขนาด 0.2 ไมครอน

5. แบ่งใส่ขวด ขวดละ 100 มล. (aseptic technique) เก็บที่ 2-8 องศาเซลเซียส

2.14 การเตรียมสารละลาย banding trypsin

น้ำยาที่ใช้เตรียม

1. Bacto trypsin powder (Difco Lab)
2. 0.9% NaCl (normal saline)

3. น้ำกลั่น

วิธีเตรียม

1. Stock solution

ละลาย trypsin powder ด้วย sterile distilled water 10 มล. เขย่าจนผง trypsin ละลายจนหมด จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส เมื่อจะนำมาใช้ให้นำไปอุ่นในอ่างน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส

2. Working solution

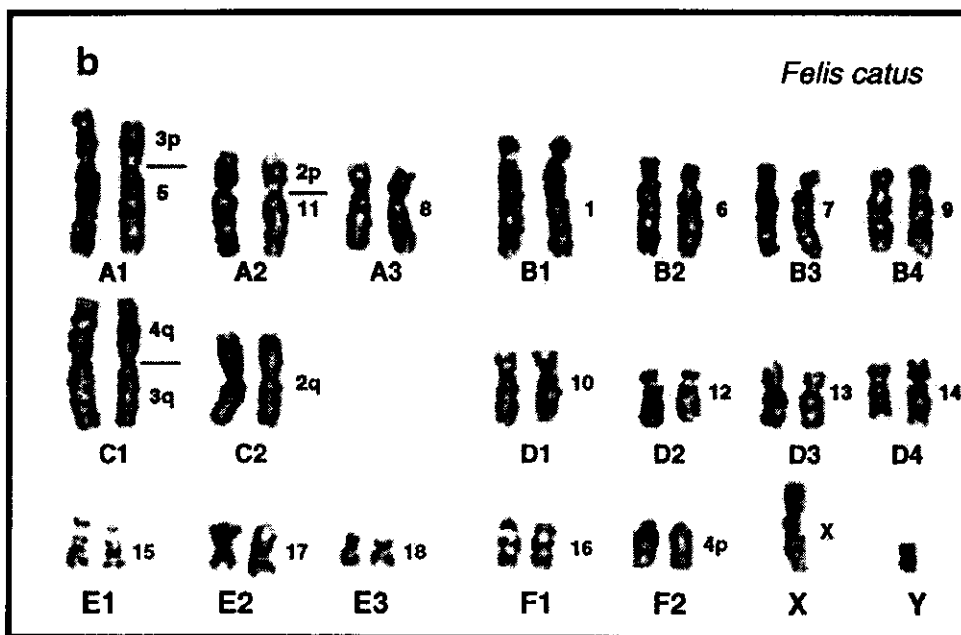
ใช้ Stock solution 1 มล. ผสมกับ 0.9% NaCl 19 มล. เขย่าจนสารละลายเข้ากันดี นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2-8 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ข.

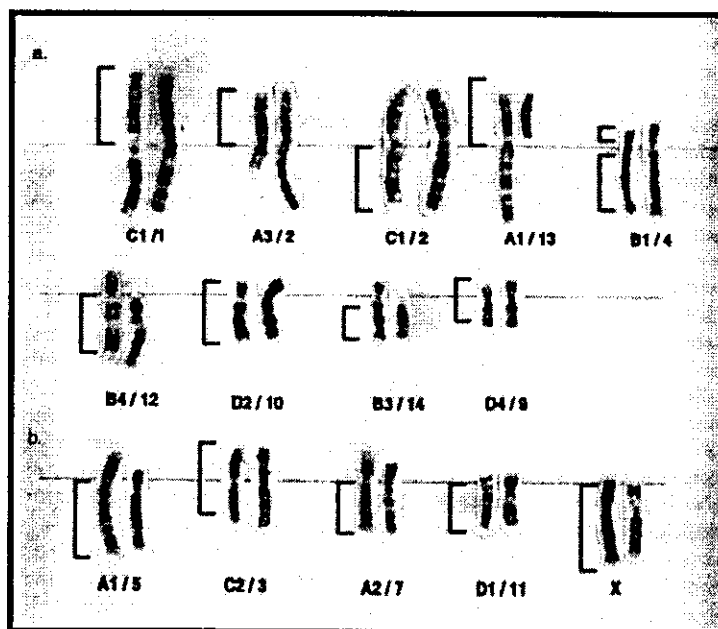
การไต่ถาม อดีโแกรม และแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของโครโมโซม

คาริโอไทป์ และแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของแมวบ้านกับกลุ่มเพียงพอน 6 ชนิด ในภาคผนวกนี้ นำมาจาก Nie et al. (2002) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับ คาริโอไทป์ของเสือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้

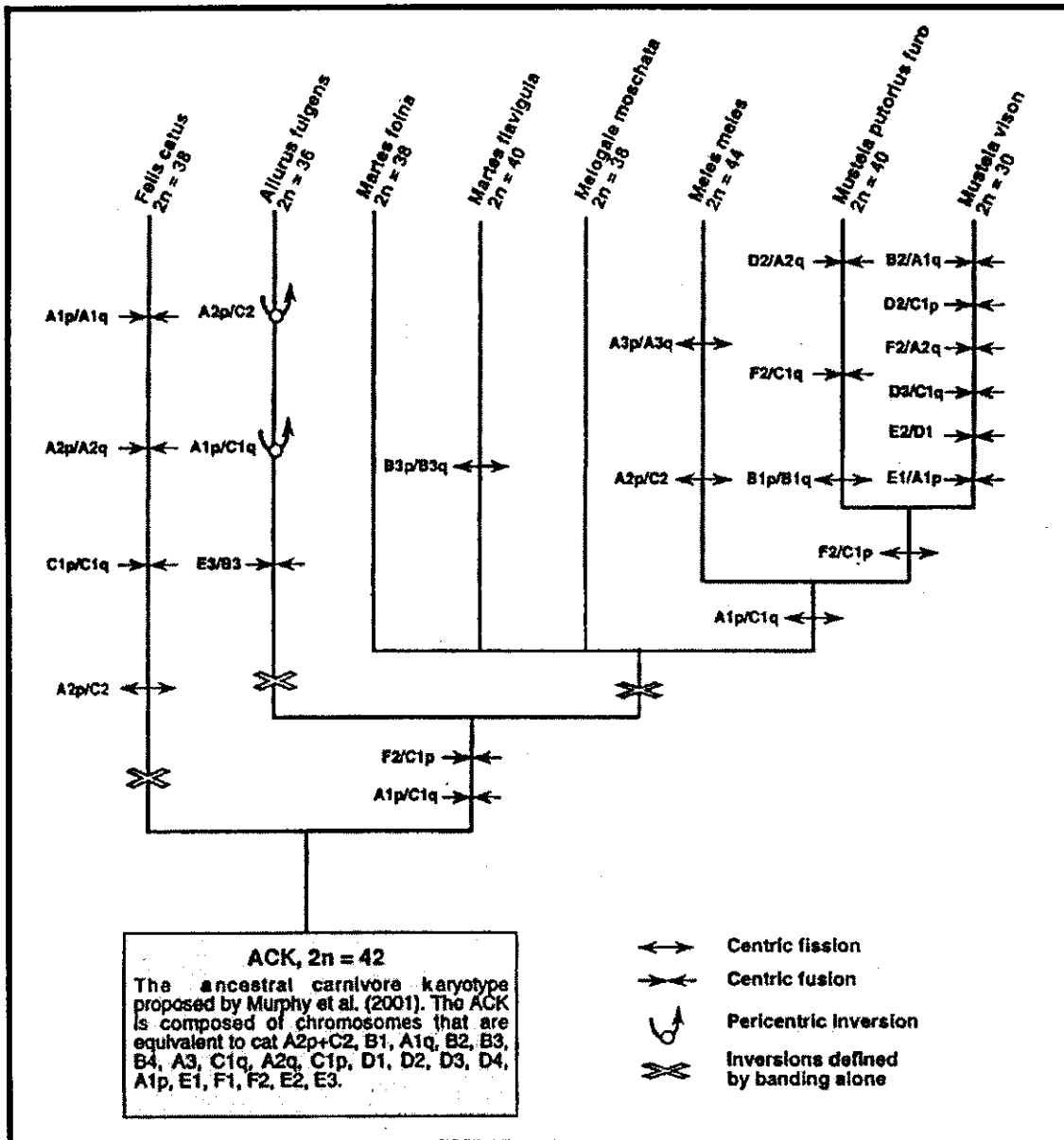
1. คาริโอไทป์ของแมวบ้าน 2n เท่ากับ 38 แท่ง



2. เปรียบเทียบแถบสีที่เหมือนกันของโครโมโซมแมวบ้าน กับโครโมโซมของมนุษย์ (ที่มา Lewis, 2005)



3. แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของแมวบ้านกับกลุ่มเพียงพอน 6 ชนิด



ภาคผนวก ค.

**ตารางการวัดค่าความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟส
ของเนื้อห้ 6 ชนิด ที่ศึกษาในครั้งนี้**

1 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสแมกควาเพศเมีย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.70	1.32	2.02	0.43	0.94	1.37	0.64	1.22	1.86
A2	0.55	1.10	1.65	0.38	0.75	1.13	0.53	0.87	1.40
A3	0.52	1.04	1.56	0.39	0.61	1.00	0.44	0.62	1.06
B1	0.43	1.44	1.87	0.41	0.95	1.36	0.39	1.04	1.43
B2	0.43	1.20	1.63	0.38	0.76	1.14	0.35	0.87	1.22
B3	0.41	1.03	1.44	0.34	0.63	0.97	0.38	0.76	1.14
B4	0.44	0.96	1.40	0.35	0.66	1.01	0.37	0.67	1.04
C1	0.98	1.01	1.99	0.70	0.73	1.43	0.75	0.76	1.51
C2	0.72	0.83	1.55	0.47	0.51	0.98	0.59	0.66	1.25
D1	0.45	0.75	1.20	0.37	0.46	0.83	0.36	0.59	0.95
D2	0.39	0.62	1.01	0.38	0.45	0.83	0.28	0.55	0.83
D3	0.27	0.62	0.89	0.32	0.44	0.76	0.34	0.47	0.81
D4	0.35	0.59	0.94	0.29	0.45	0.74	0.34	0.43	0.77
E1	0.42	0.54	0.96	0.31	0.34	0.65	0.34	0.37	0.71
E2	0.45	0.45	0.90	0.31	0.33	0.64	0.29	0.29	0.58
E3	0.34	0.34	0.68	0.29	0.34	0.63	0.35	0.35	0.70
E4	0.29	0.36	0.65	0.27	0.30	0.57	0.25	0.26	0.51
F1	0.00	1.00	1.00	0.00	0.66	0.66	0.00	0.68	0.68
X	0.57	0.88	1.45	0.46	0.56	1.02	0.46	0.56	1.02

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.79	1.29	2.08	0.71	1.35	2.06	0.60	1.20	1.80
A2	0.61	0.94	1.55	0.56	0.95	1.51	0.64	0.95	1.59
A3	0.52	0.69	1.21	0.53	0.77	1.30	0.56	0.72	1.28
B1	0.48	1.31	1.79	0.44	1.45	1.89	0.42	1.23	1.65
B2	0.38	1.08	1.46	0.39	1.07	1.46	0.41	1.16	1.57
B3	0.45	0.95	1.40	0.42	1.13	1.55	0.37	0.87	1.24
B4	0.42	0.94	1.36	0.44	0.95	1.39	0.41	0.99	1.40
C1	0.98	0.98	1.96	0.97	0.98	1.95	0.87	0.87	1.74
C2	0.68	0.73	1.41	0.64	0.74	1.38	0.67	0.71	1.38
D1	0.52	0.74	1.26	0.43	0.66	1.09	0.30	0.75	1.05
D2	0.38	0.73	1.11	0.35	0.53	0.88	0.38	0.56	0.94
D3	0.34	0.63	0.97	0.37	0.62	0.99	0.37	0.62	0.99
D4	0.44	0.56	1.00	0.48	0.48	0.96	0.28	0.49	0.77
E1	0.37	0.46	0.83	0.45	0.48	0.93	0.43	0.43	0.86
E2	0.37	0.37	0.74	0.28	0.43	0.71	0.34	0.41	0.75
E3	0.34	0.39	0.73	0.36	0.40	0.76	0.36	0.41	0.77
E4	0.31	0.39	0.70	0.35	0.35	0.70	0.29	0.29	0.58
F1	0.00	0.92	0.92	0.00	0.94	0.94	0.00	0.91	0.91
X	0.43	0.67	1.10	0.37	0.83	1.20	0.44	0.67	1.11

โครงโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.43	1.05	1.48	0.68	1.29	1.97	0.75	1.29	2.04
A2	0.42	0.87	1.29	0.55	0.87	1.42	0.54	0.99	1.53
A3	0.49	0.67	1.16	0.46	0.69	1.15	0.55	0.96	1.51
B1	0.34	1.11	1.45	0.47	1.28	1.75	0.39	1.43	1.82
B2	0.36	0.88	1.24	0.33	0.81	1.14	0.41	1.06	1.47
B3	0.32	0.76	1.08	0.34	0.86	1.20	0.33	1.05	1.38
B4	0.37	0.74	1.11	0.33	0.78	1.11	0.32	0.94	1.26
C1	0.82	0.87	1.69	0.84	0.86	1.70	0.88	0.94	1.82
C2	0.55	0.62	1.17	0.58	0.68	1.26	0.66	0.74	1.40
D1	0.38	0.57	0.95	0.33	0.62	0.95	0.35	0.68	1.03
D2	0.33	0.54	0.87	0.33	0.54	0.87	0.35	0.68	1.03
D3	0.26	0.43	0.69	0.39	0.58	0.97	0.39	0.58	0.97
D4	0.27	0.37	0.64	0.29	0.53	0.82	0.37	0.56	0.93
E1	0.52	0.53	1.05	0.34	0.38	0.72	0.44	0.36	0.80
E2	0.38	0.48	0.86	0.34	0.42	0.76	0.34	0.42	0.76
E3	0.33	0.36	0.69	0.28	0.32	0.60	0.31	0.42	0.73
E4	0.28	0.29	0.57	0.28	0.39	0.67	0.29	0.34	0.63
F1	0.00	0.75	0.75	0.00	0.81	0.81	0.00	0.90	0.90
X	0.43	0.63	1.06	0.35	0.68	1.03	0.53	0.75	1.28

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	Lt
A1	0.68	1.37	2.05
A2	0.43	0.85	1.28
A3	0.44	0.72	1.16
B1	0.31	1.13	1.44
B2	0.29	0.97	1.26
B3	0.28	0.90	1.18
B4	0.34	0.84	1.18
C1	0.88	1.03	1.91
C2	0.62	0.65	1.27
D1	0.32	0.64	0.96
D2	0.31	0.55	0.86
D3	0.26	0.48	0.74
D4	0.28	0.57	0.85
E1	0.35	0.41	0.76
E2	0.29	0.36	0.65
E3	0.28	0.34	0.62
E4	0.26	0.30	0.56
F1	0.00	0.86	0.86
X	0.40	0.68	1.08

2 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสแมกควาเพศผู้ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.83	1.58	2.41	0.84	1.62	2.46	0.82	1.44	2.26
A2	0.37	0.77	1.14	0.58	1.20	1.78	0.64	1.15	1.79
A3	0.43	0.69	1.12	0.61	1.08	1.69	0.52	1.06	1.58
B1	0.31	1.39	1.70	0.41	1.74	2.15	0.40	1.56	1.96
B2	0.40	0.96	1.36	0.46	1.37	1.83	0.38	1.07	1.45
B3	0.36	0.95	1.31	0.37	1.28	1.65	0.30	1.08	1.38
B4	0.33	0.63	0.96	0.41	1.18	1.59	0.28	0.97	1.25
C1	0.85	0.97	1.82	1.28	1.32	2.60	1.11	1.26	2.37
C2	0.62	0.79	1.41	0.75	0.89	1.64	0.58	0.70	1.28
D1	0.27	0.61	0.88	0.45	0.66	1.11	0.33	0.82	1.15
D2	0.26	0.61	0.87	0.35	0.68	1.03	0.40	0.66	1.06
D3	0.29	0.52	0.81	0.34	0.69	1.03	0.32	0.57	0.89
D4	0.26	0.46	0.72	0.41	1.12	1.53	0.31	0.52	0.83
E1	0.37	0.38	0.75	0.41	0.52	0.93	0.34	0.41	0.75
E2	0.32	0.32	0.64	0.37	0.39	0.76	0.33	0.46	0.79
E3	0.19	0.23	0.42	0.37	0.37	0.74	0.30	0.34	0.64
E4	0.20	0.22	0.42	0.33	0.38	0.71	0.26	0.28	0.54
F1	0.00	0.65	0.65	0.00	1.06	1.06	0.00	0.80	0.80
X	0.43	0.64	1.07	0.68	0.74	1.42	0.52	0.77	1.29
Y	0.17	0.19	0.36	0.18	0.32	0.50	0.18	0.27	0.45

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.90	1.64	2.54	0.98	1.83	2.81	0.72	1.25	1.97
A2	0.62	0.94	1.56	0.68	1.24	1.92	0.55	0.98	1.53
A3	0.69	1.16	1.85	0.68	0.97	1.65	0.32	0.98	1.30
B1	0.38	1.53	1.91	0.51	1.78	2.29	0.37	1.56	1.93
B2	0.48	1.29	1.77	0.46	1.24	1.70	0.40	1.08	1.48
B3	0.52	1.11	1.63	0.34	1.53	1.87	0.32	1.11	1.43
B4	0.39	1.20	1.59	0.41	1.00	1.41	0.42	0.98	1.40
C1	1.07	1.10	2.17	1.16	1.28	2.44	0.89	1.02	1.91
C2	0.74	0.78	1.52	0.91	1.04	1.95	0.67	0.81	1.48
D1	0.39	0.89	1.28	0.40	0.86	1.26	0.34	0.71	1.05
D2	0.31	0.66	0.97	0.30	0.80	1.10	0.28	0.60	0.88
D3	0.38	0.61	0.99	0.34	0.70	1.04	0.34	0.72	1.06
D4	0.47	0.70	1.17	0.20	0.68	0.88	0.32	0.68	1.00
E1	0.38	0.46	0.84	0.36	0.48	0.84	0.36	0.44	0.80
E2	0.42	0.46	0.88	0.35	0.38	0.73	0.31	0.32	0.63
E3	0.37	0.40	0.77	0.28	0.38	0.66	0.28	0.34	0.62
E4	0.34	0.37	0.71	0.28	0.38	0.66	0.24	0.30	0.54
F1	0.00	1.05	1.05	0.00	0.24	0.24	0.00	0.91	0.91
X	0.46	0.65	1.11	0.68	1.00	1.68	0.31	0.62	0.93
Y	0.26	0.30	0.56	0.18	0.30	0.48	0.12	0.21	0.33

โคร โม โชม คู่ที่	เขตที่ 7			เขตที่ 8			เขตที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.64	1.17	1.81	0.56	1.07	1.63	0.71	1.34	2.05
A2	0.41	0.74	1.15	0.44	0.68	1.12	0.56	0.91	1.47
A3	0.36	0.64	1.00	0.34	0.56	0.90	0.48	0.70	1.18
B1	0.36	1.14	1.50	0.33	1.08	1.41	0.40	1.32	1.72
B2	0.33	0.89	1.22	0.27	0.88	1.15	0.35	1.06	1.41
B3	0.32	0.86	1.18	0.28	0.71	0.99	0.34	0.91	1.25
B4	0.26	0.87	1.13	0.31	0.70	1.01	0.36	0.81	1.17
C1	0.80	0.84	1.64	0.56	0.68	1.24	0.90	0.99	1.89
C2	0.56	0.61	1.17	0.48	0.51	0.99	0.57	0.68	1.25
D1	0.31	0.58	0.89	0.22	0.48	0.70	0.40	0.68	1.08
D2	0.27	0.54	0.81	0.31	0.45	0.76	0.32	0.54	0.86
D3	0.27	0.48	0.75	0.27	0.44	0.71	0.36	0.49	0.85
D4	0.29	0.54	0.83	0.21	0.39	0.60	0.29	0.51	0.80
E1	0.30	0.36	0.66	0.26	0.31	0.57	0.26	0.34	0.60
E2	0.26	0.31	0.57	0.26	0.32	0.58	0.29	0.36	0.65
E3	0.29	0.31	0.60	0.27	0.30	0.57	0.32	0.34	0.66
E4	0.21	0.30	0.51	0.19	0.21	0.40	0.18	0.29	0.47
F1	0.00	0.74	0.74	0.00	0.64	0.64	0.00	0.91	0.91
X	0.46	0.64	1.10	0.23	0.64	0.87	0.42	0.68	1.10
Y	0.11	0.18	0.29	0.15	0.18	0.33	0.12	0.21	0.33

โคร โมไซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.54	1.00	1.54
A2	0.42	0.71	1.13
A3	0.36	0.65	1.01
B1	0.26	1.16	1.42
B2	0.26	0.80	1.06
B3	0.29	0.81	1.10
B4	0.26	0.73	0.99
C1	0.70	0.79	1.49
C2	0.50	0.51	1.01
D1	0.24	0.54	0.78
D2	0.26	0.49	0.75
D3	0.24	0.44	0.68
D4	0.22	0.38	0.60
E1	0.31	0.32	0.63
E2	0.23	0.26	0.49
E3	0.25	0.26	0.51
E4	0.16	0.18	0.34
F1	0.00	0.68	0.68
X	0.41	0.58	0.99
Y	0.13	0.18	0.31

3 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสเสียดาวเพศเมีย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.610	1.070	1.680	0.600	1.080	1.680	0.620	1.100	1.720
A2	0.410	0.780	1.190	0.420	0.780	1.200	0.405	0.760	1.165
A3	0.360	0.680	1.040	0.350	0.610	0.960	0.360	0.680	1.040
B1	0.320	1.210	1.530	0.310	1.160	1.470	0.310	1.200	1.510
B2	0.290	0.870	1.160	0.260	0.850	1.110	0.280	0.860	1.140
B3	0.280	0.810	1.090	0.230	0.790	1.020	0.280	0.800	1.080
B4	0.306	0.720	1.026	0.290	0.700	0.990	0.300	0.710	1.010
C1	0.760	0.780	1.540	0.750	0.780	1.530	0.750	0.760	1.510
C2	0.510	0.590	1.100	0.510	0.560	1.070	0.510	0.530	1.040
D1	0.300	0.550	0.850	0.310	0.540	0.850	0.310	0.570	0.880
D2	0.270	0.470	0.740	0.260	0.480	0.740	0.260	0.420	0.680
D3	0.250	0.470	0.720	0.240	0.450	0.690	0.240	0.430	0.670
D4	0.230	0.465	0.695	0.210	0.420	0.630	0.236	0.425	0.661
E1	0.360	0.410	0.770	0.350	0.400	0.750	0.370	0.420	0.790
E2	0.292	0.430	0.722	0.240	0.320	0.560	0.270	0.300	0.570
E3	0.280	0.320	0.600	0.220	0.300	0.520	0.250	0.300	0.550
F1	0.000	0.620	0.620	0.000	0.610	0.610	0.000	0.690	0.690
F2	0.000	0.540	0.540	0.000	0.520	0.520	0.000	0.530	0.530
X	0.250	0.390	0.640	0.240	0.380	0.620	0.270	0.395	0.665

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.630	1.110	1.740	0.710	1.100	1.810	0.680	1.050	1.730
A2	0.410	0.780	1.190	0.390	0.740	1.130	0.420	0.760	1.180
A3	0.360	0.670	1.030	0.380	0.690	1.070	0.350	0.630	0.980
B1	0.320	1.210	1.530	0.330	1.410	1.740	0.360	1.420	1.780
B2	0.290	0.870	1.160	0.320	0.890	1.210	0.290	0.810	1.100
B3	0.270	0.820	1.090	0.280	0.840	1.120	0.260	0.850	1.110
B4	0.310	0.750	1.060	0.340	0.810	1.150	0.330	0.750	1.080
C1	0.780	0.800	1.580	0.810	0.840	1.650	0.750	0.800	1.550
C2	0.520	0.540	1.060	0.610	0.630	1.240	0.580	0.600	1.180
D1	0.300	0.560	0.860	0.350	0.590	0.940	0.320	0.560	0.880
D2	0.270	0.480	0.750	0.290	0.470	0.760	0.260	0.500	0.760
D3	0.250	0.470	0.720	0.540	0.470	1.010	0.220	0.750	0.970
D4	0.240	0.467	0.707	0.360	0.420	0.780	0.340	0.410	0.750
E1	0.360	0.410	0.770	0.290	0.320	0.610	0.230	0.320	0.550
E2	0.280	0.320	0.600	0.230	0.310	0.540	0.210	0.300	0.510
E3	0.240	0.320	0.560	0.000	0.750	0.750	0.000	0.710	0.710
F1	0.000	0.710	0.710	0.000	0.590	0.590	0.000	0.590	0.590
F2	0.000	0.510	0.510	0.310	0.420	0.730	0.290	0.400	0.690
X	0.260	0.400	0.660	0.400	0.660	1.060	0.380	0.670	1.050

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.590	1.040	1.630	0.610	1.080	1.690	0.670	1.120	1.790
A2	0.410	0.750	1.160	0.390	0.750	1.140	0.450	0.810	1.260
A3	0.370	0.690	1.060	0.340	0.670	1.010	0.380	0.690	1.070
B1	0.290	1.310	1.600	0.320	1.240	1.560	0.330	1.220	1.550
B2	0.300	0.890	1.190	0.310	0.870	1.180	0.290	0.890	1.180
B3	0.250	0.810	1.060	0.260	0.800	1.060	0.260	0.810	1.070
B4	0.320	0.710	1.030	0.310	0.700	1.010	0.310	0.740	1.050
C1	0.680	0.700	1.380	0.650	0.680	1.330	0.740	0.780	1.520
C2	0.510	0.530	1.040	0.520	0.530	1.050	0.580	0.600	1.180
D1	0.310	0.580	0.890	0.300	0.560	0.860	0.320	0.590	0.910
D2	0.290	0.510	0.800	0.310	0.490	0.800	0.280	0.480	0.760
D3	0.280	0.470	0.750	0.230	0.470	0.700	0.260	0.470	0.730
D4	0.220	0.450	0.670	0.210	0.420	0.630	0.220	0.440	0.660
E1	0.380	0.430	0.810	0.350	0.420	0.770	0.370	0.420	0.790
E2	0.290	0.320	0.610	0.270	0.310	0.580	0.280	0.340	0.620
E3	0.230	0.320	0.550	0.200	0.320	0.520	0.230	0.330	0.560
F1	0.000	0.650	0.650	0.000	0.630	0.630	0.000	0.630	0.630
F2	0.000	0.520	0.520	0.000	0.510	0.510	0.000	0.510	0.510
X	0.250	0.410	0.660	0.260	0.390	0.650	0.230	0.390	0.620

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.650	1.090	1.740
A2	0.420	0.780	1.200
A3	0.370	0.680	1.050
B1	0.310	1.210	1.520
B2	0.270	0.810	1.080
B3	0.250	0.800	1.050
B4	0.320	0.720	1.040
C1	0.710	0.730	1.440
C2	0.560	0.580	1.140
D1	0.310	0.580	0.890
D2	0.260	0.470	0.730
D3	0.250	0.470	0.720
D4	0.210	0.430	0.640
E1	0.350	0.410	0.760
E2	0.260	0.310	0.570
E3	0.200	0.300	0.500
F1	0.000	0.630	0.630
F2	0.000	0.490	0.490
X	0.260	0.400	0.660

4 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสเดี่ยวเพศผู้ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.620	1.150	1.770	0.620	1.100	1.720	0.590	1.090	1.680
A2	0.430	0.789	1.219	0.380	0.750	1.130	0.400	0.750	1.150
A3	0.356	0.678	1.034	0.340	0.650	0.990	0.340	0.670	1.010
B1	0.312	1.230	1.542	0.300	1.200	1.500	0.290	1.130	1.420
B2	0.280	0.890	1.170	0.270	0.850	1.120	0.250	0.860	1.110
B3	0.260	0.800	1.060	0.250	0.800	1.050	0.260	0.780	1.040
B4	0.300	0.723	1.023	0.290	0.730	1.020	0.280	0.690	0.970
C1	0.780	0.785	1.565	0.750	0.780	1.530	0.730	0.740	1.470
C2	0.512	0.589	1.101	0.510	0.530	1.040	0.490	0.510	1.000
D1	0.287	0.546	0.833	0.260	0.520	0.780	0.290	0.550	0.840
D2	0.260	0.489	0.749	0.250	0.460	0.710	0.240	0.400	0.640
D3	0.245	0.487	0.732	0.230	0.450	0.680	0.220	0.420	0.640
D4	0.230	0.465	0.695	0.220	0.450	0.670	0.210	0.410	0.620
E1	0.350	0.410	0.760	0.340	0.390	0.730	0.350	0.400	0.750
E2	0.280	0.410	0.690	0.260	0.300	0.560	0.250	0.280	0.530
E3	0.260	0.310	0.570	0.220	0.300	0.520	0.240	0.280	0.520
F1	0.000	0.640	0.640	0.000	0.680	0.680	0.000	0.650	0.650
F2	0.000	0.590	0.590	0.000	0.490	0.490	0.000	0.510	0.510
X	0.260	0.380	0.640	0.240	0.390	0.630	0.250	0.395	0.645
Y	0.110	0.160	0.270	0.110	0.200	0.310	0.120	0.210	0.330

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.660	1.122	1.782	0.580	1.100	1.680	0.630	1.110	1.740
A2	0.430	0.820	1.250	0.420	0.780	1.200	0.410	0.770	1.180
A3	0.380	0.680	1.060	0.390	0.710	1.100	0.360	0.690	1.050
B1	0.370	1.200	1.570	0.310	1.320	1.630	0.341	1.250	1.591
B2	0.310	0.870	1.180	0.320	0.910	1.230	0.318	0.899	1.217
B3	0.290	0.850	1.140	0.230	0.812	1.042	0.280	0.830	1.110
B4	0.350	0.780	1.130	0.310	0.720	1.030	0.323	0.720	1.043
C1	0.810	0.860	1.670	0.700	0.723	1.423	0.670	0.700	1.370
C2	0.540	0.580	1.120	0.523	0.540	1.063	0.540	0.550	1.090
D1	0.340	0.590	0.930	0.320	0.590	0.910	0.312	0.578	0.890
D2	0.300	0.510	0.810	0.300	0.520	0.820	0.330	0.510	0.840
D3	0.280	0.490	0.770	0.290	0.490	0.780	0.250	0.490	0.740
D4	0.330	0.490	0.820	0.240	0.460	0.700	0.230	0.440	0.670
E1	0.350	0.460	0.810	0.386	0.440	0.826	0.360	0.431	0.791
E2	0.270	0.360	0.630	0.310	0.330	0.640	0.280	0.312	0.592
E3	0.280	0.300	0.580	0.240	0.330	0.570	0.220	0.340	0.560
F1	0.000	0.680	0.680	0.000	0.670	0.670	0.000	0.650	0.650
F2	0.000	0.587	0.587	0.000	0.540	0.540	0.000	0.543	0.543
X	0.235	0.420	0.655	0.260	0.430	0.690	0.280	0.390	0.670
Y	0.110	0.210	0.320	0.130	0.220	0.350	0.150	0.250	0.400

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.650	1.110	1.760	0.630	1.000	1.630	0.610	1.110	1.720
A2	0.430	0.790	1.220	0.400	0.760	1.160	0.420	0.770	1.190
A3	0.345	0.670	1.015	0.350	0.660	1.010	0.350	0.690	1.040
B1	0.312	0.120	0.432	0.290	1.010	1.300	0.310	1.132	1.442
B2	0.270	0.870	1.140	0.250	0.790	1.040	0.270	0.870	1.140
B3	0.240	0.790	1.030	0.230	0.780	1.010	0.275	0.785	1.060
B4	0.290	0.720	1.010	0.300	0.700	1.000	0.290	0.710	1.000
C1	0.720	0.760	1.480	0.680	0.695	1.375	0.740	0.760	1.500
C2	0.560	0.580	1.140	0.540	0.580	1.120	0.510	0.535	1.045
D1	0.300	0.570	0.870	0.290	0.560	0.850	0.310	0.570	0.880
D2	0.260	0.460	0.720	0.240	0.450	0.690	0.260	0.420	0.680
D3	0.240	0.450	0.690	0.230	0.450	0.680	0.240	0.440	0.680
D4	0.200	0.420	0.620	0.190	0.410	0.600	0.230	0.430	0.660
E1	0.350	0.400	0.750	0.330	0.390	0.720	0.360	0.420	0.780
E2	0.260	0.320	0.580	0.240	0.290	0.530	0.270	0.290	0.560
E3	0.210	0.310	0.520	0.180	0.280	0.460	0.250	0.290	0.540
F1	0.000	0.610	0.610	0.000	0.610	0.610	0.000	0.660	0.660
F2	0.000	0.490	0.490	0.000	0.470	0.470	0.000	0.545	0.545
X	0.200	0.370	0.570	0.240	0.380	0.620	0.265	0.410	0.675
Y	0.110	0.190	0.300	0.100	0.180	0.280	0.130	0.220	0.350

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.600	1.120	1.720
A2	0.400	0.790	1.190
A3	0.320	0.640	0.960
B1	0.310	1.105	1.415
B2	0.280	0.830	1.110
B3	0.230	0.800	1.030
B4	0.300	0.740	1.040
C1	0.750	0.770	1.520
C2	0.500	0.510	1.010
D1	0.300	0.520	0.820
D2	0.250	0.450	0.700
D3	0.230	0.430	0.660
D4	0.280	0.420	0.700
E1	0.300	0.400	0.700
E2	0.220	0.300	0.520
E3	0.220	0.250	0.470
F1	0.000	0.620	0.620
F2	0.000	0.525	0.525
X	0.190	0.340	0.530
Y	0.100	0.180	0.280

5 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสดีออยเมกเพตเมีย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	Li	LT	Ls	Li	LT	Ls	Li	LT
A1	0.720	1.260	1.980	0.720	1.180	1.900	0.740	1.440	2.180
A2	0.510	0.920	1.430	0.520	0.910	1.430	0.540	0.860	1.400
A3	0.420	0.820	1.240	0.470	0.750	1.220	0.400	0.720	1.120
B1	0.340	1.420	1.760	0.460	1.230	1.690	0.320	1.400	1.720
B2	0.210	1.180	1.390	0.420	1.000	1.420	0.310	1.100	1.410
B3	0.280	0.980	1.260	0.370	0.960	1.330	0.340	1.010	1.350
B4	0.270	0.980	1.250	0.300	0.760	1.060	0.180	0.900	1.080
C1	0.920	0.990	1.910	0.930	0.950	1.880	0.910	0.980	1.890
C2	0.610	0.800	1.410	0.620	0.660	1.280	0.680	0.700	1.380
D1	0.270	0.680	0.950	0.300	0.630	0.930	0.320	0.680	1.000
D2	0.260	0.670	0.930	0.300	0.570	0.870	0.360	0.580	0.940
D3	0.240	0.570	0.810	0.290	0.530	0.820	0.230	0.500	0.730
D4	0.220	0.530	0.750	0.310	0.510	0.820	0.260	0.480	0.740
E1	0.390	0.400	0.790	0.300	0.330	0.630	0.260	0.320	0.580
E2	0.290	0.310	0.600	0.290	0.310	0.600	0.290	0.310	0.600
E3	0.240	0.300	0.540	0.280	0.300	0.580	0.200	0.240	0.440
E4	0.160	0.230	0.390	0.270	0.280	0.550	0.180	0.260	0.440
F1	0.000	0.900	0.900	0.000	0.910	0.910	0.000	0.870	0.870
X	0.350	0.680	1.030	0.400	0.660	1.060	0.380	0.670	1.050

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.750	1.210	1.960	0.620	1.120	1.740	0.690	1.150	1.840
A2	0.550	0.940	1.490	0.490	0.780	1.270	0.500	0.880	1.380
A3	0.490	0.770	1.260	0.420	0.630	1.050	0.430	0.720	1.150
B1	0.480	1.260	1.740	0.390	1.180	1.570	0.420	1.210	1.630
B2	0.420	0.990	1.410	0.320	0.860	1.180	0.380	0.930	1.310
B3	0.390	0.950	1.340	0.320	0.840	1.160	0.340	0.850	1.190
B4	0.330	0.790	1.120	0.290	0.680	0.970	0.270	0.730	1.000
C1	0.910	0.950	1.860	0.830	0.840	1.670	0.890	0.940	1.830
C2	0.650	0.680	1.330	0.540	0.620	1.160	0.590	0.620	1.210
D1	0.330	0.650	0.980	0.220	0.500	0.720	0.270	0.590	0.860
D2	0.330	0.600	0.930	0.220	0.480	0.700	0.270	0.540	0.810
D3	0.310	0.550	0.860	0.250	0.430	0.680	0.250	0.490	0.740
D4	0.330	0.530	0.860	0.180	0.400	0.580	0.270	0.470	0.740
E1	0.330	0.360	0.690	0.310	0.380	0.690	0.270	0.300	0.570
E2	0.310	0.340	0.650	0.220	0.260	0.480	0.250	0.270	0.520
E3	0.300	0.320	0.620	0.190	0.240	0.430	0.240	0.260	0.500
E4	0.280	0.300	0.580	0.180	0.210	0.390	0.220	0.250	0.470
F1	0.000	0.930	0.930	0.000	0.810	0.810	0.000	0.840	0.840
X	0.420	0.690	1.110	0.380	0.580	0.960	0.360	0.630	0.990

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.630	1.070	1.700	0.790	1.260	2.050	0.680	1.160	1.840
A2	0.420	0.800	1.220	0.600	0.980	1.580	0.470	0.870	1.340
A3	0.380	0.650	1.030	0.380	0.820	1.200	0.430	0.710	1.140
B1	0.380	1.120	1.500	0.520	1.320	1.840	0.420	1.180	1.600
B2	0.330	0.820	1.150	0.420	1.030	1.450	0.390	0.950	1.340
B3	0.280	0.870	1.150	0.420	0.980	1.400	0.330	0.920	1.250
B4	0.220	0.680	0.900	0.350	0.860	1.210	0.270	0.720	0.990
C1	0.840	0.880	1.720	0.950	0.980	1.930	0.900	0.930	1.830
C2	0.520	0.580	1.100	0.670	0.730	1.400	0.580	0.640	1.220
D1	0.230	0.500	0.730	0.370	0.690	1.060	0.260	0.590	0.850
D2	0.230	0.490	0.720	0.360	0.640	1.000	0.270	0.530	0.800
D3	0.210	0.440	0.650	0.350	0.530	0.880	0.260	0.490	0.750
D4	0.230	0.410	0.640	0.370	0.570	0.940	0.280	0.470	0.750
E1	0.220	0.270	0.490	0.370	0.460	0.830	0.260	0.300	0.560
E2	0.210	0.220	0.430	0.340	0.370	0.710	0.260	0.280	0.540
E3	0.210	0.220	0.430	0.340	0.360	0.700	0.240	0.260	0.500
E4	0.190	0.200	0.390	0.320	0.350	0.670	0.230	0.240	0.470
F1	0.000	0.800	0.800	0.000	0.540	0.540	0.000	0.860	0.860
X	0.340	0.580	0.920	0.450	0.740	1.190	0.370	0.620	0.990

โคร โมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	LI	LT
A1	0.760	1.280	2.040
A2	0.570	0.960	1.530
A3	0.510	0.790	1.300
B1	0.500	1.280	1.780
B2	0.440	1.050	1.490
B3	0.410	0.960	1.370
B4	0.330	0.810	1.140
C1	0.980	1.000	1.980
C2	0.670	0.710	1.380
D1	0.350	0.670	1.020
D2	0.360	0.620	0.980
D3	0.330	0.570	0.900
D4	0.350	0.550	0.900
E1	0.350	0.380	0.730
E2	0.330	0.360	0.690
E3	0.320	0.340	0.660
E4	0.300	0.320	0.620
F1	0.000	0.960	0.960
X	0.440	0.720	1.160

6 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสเสื่อตายเมมเพศผู้ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.710	1.620	2.330	0.650	1.400	2.050	0.750	1.500	2.250
A2	0.640	0.980	1.620	0.550	0.960	1.510	0.450	1.000	1.450
A3	0.470	0.810	1.280	0.360	0.720	1.080	0.460	0.820	1.280
B1	0.380	1.220	1.600	0.240	1.160	1.400	0.340	1.260	1.600
B2	0.310	1.160	1.470	0.200	1.120	1.320	0.300	1.120	1.420
B3	0.290	1.010	1.300	0.240	0.870	1.110	0.340	0.970	1.310
B4	0.260	1.010	1.270	0.190	0.940	1.130	0.290	1.040	1.330
C1	0.890	1.020	1.910	0.890	0.910	1.800	0.990	1.010	2.000
C2	0.750	0.840	1.590	0.610	0.710	1.320	0.710	0.810	1.520
D1	0.320	0.710	1.030	0.280	0.550	0.830	0.310	0.680	0.990
D2	0.280	0.610	0.890	0.200	0.460	0.660	0.280	0.600	0.880
D3	0.280	0.540	0.820	0.180	0.410	0.590	0.260	0.510	0.770
D4	0.240	0.530	0.770	0.180	0.380	0.560	0.250	0.480	0.730
E1	0.330	0.420	0.750	0.170	0.230	0.400	0.270	0.330	0.600
E2	0.220	0.280	0.500	0.100	0.130	0.230	0.180	0.220	0.400
E3	0.210	0.220	0.430	0.110	0.120	0.230	0.200	0.210	0.410
E4	0.160	0.200	0.360	0.090	0.120	0.210	0.180	0.220	0.400
F1	0.000	0.980	0.980	0.000	0.720	0.720	0.000	0.890	0.890
X	0.390	0.800	1.190	0.280	0.650	0.930	0.350	0.740	1.090
Y	0.110	0.200	0.310	0.080	0.150	0.230	0.100	0.180	0.280

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.700	1.590	2.290	0.840	1.590	2.430	0.730	1.650	2.380
A2	0.650	1.050	1.700	0.540	1.090	1.630	0.710	1.110	1.820
A3	0.440	0.780	1.220	0.550	0.920	1.470	0.500	0.840	1.340
B1	0.350	1.190	1.540	0.440	1.360	1.800	0.410	1.250	1.660
B2	0.280	1.130	1.410	0.400	1.220	1.620	0.340	1.190	1.530
B3	0.260	0.980	1.240	0.440	1.070	1.510	0.320	1.040	1.360
B4	0.230	0.970	1.200	0.400	1.140	1.540	0.290	1.030	1.320
C1	0.860	0.990	1.850	1.100	1.110	2.210	0.920	1.050	1.970
C2	0.720	0.810	1.530	0.800	0.900	1.700	0.780	0.870	1.650
D1	0.310	0.680	0.990	0.410	0.780	1.190	0.350	0.740	1.090
D2	0.260	0.580	0.840	0.340	0.700	1.040	0.290	0.640	0.930
D3	0.250	0.520	0.770	0.360	0.610	0.970	0.310	0.580	0.890
D4	0.230	0.500	0.730	0.350	0.580	0.930	0.270	0.560	0.830
E1	0.300	0.390	0.690	0.370	0.430	0.800	0.360	0.450	0.810
E2	0.190	0.250	0.440	0.280	0.320	0.600	0.250	0.310	0.560
E3	0.180	0.190	0.370	0.300	0.310	0.610	0.240	0.250	0.490
E4	0.130	0.170	0.300	0.280	0.320	0.600	0.190	0.230	0.420
F1	0.000	0.950	0.950	0.000	0.990	0.990	0.000	1.010	1.010
X	0.360	0.770	1.130	0.450	0.840	1.290	0.420	0.820	1.240
Y	0.100	0.200	0.300	0.180	0.290	0.470	0.160	0.260	0.420

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.810	1.720	2.530	0.770	1.690	2.460	0.860	1.780	2.640
A2	0.780	1.180	1.960	0.740	1.160	1.900	0.820	1.230	2.050
A3	0.570	0.910	1.480	0.540	0.880	1.420	0.700	1.070	1.770
B1	0.480	1.320	1.800	0.460	1.300	1.760	0.520	1.360	1.880
B2	0.400	1.260	1.660	0.370	1.240	1.610	0.440	1.310	1.750
B3	0.400	1.120	1.520	0.360	1.080	1.440	0.430	1.170	1.600
B4	0.350	1.100	1.450	0.330	1.070	1.400	0.400	1.150	1.550
C1	0.970	1.090	2.060	0.960	1.080	2.040	1.000	1.120	2.120
C2	0.850	0.940	1.790	0.820	0.910	1.730	0.910	0.970	1.880
D1	0.420	0.800	1.220	0.390	0.780	1.170	0.460	0.830	1.290
D2	0.350	0.710	1.060	0.330	0.680	1.010	0.400	0.760	1.160
D3	0.380	0.620	1.000	0.350	0.630	0.980	0.430	0.670	1.100
D4	0.340	0.630	0.970	0.310	0.600	0.910	0.380	0.680	1.060
E1	0.430	0.490	0.920	0.400	0.490	0.890	0.480	0.540	1.020
E2	0.310	0.400	0.710	0.290	0.350	0.640	0.360	0.450	0.810
E3	0.300	0.320	0.620	0.280	0.290	0.570	0.340	0.370	0.710
E4	0.250	0.300	0.550	0.230	0.280	0.510	0.290	0.340	0.630
F1	0.000	1.010	1.010	0.000	0.990	0.990	0.000	1.050	1.050
X	0.480	0.900	1.380	0.420	0.810	1.230	0.520	0.980	1.500
Y	0.200	0.300	0.500	0.180	0.280	0.460	0.240	0.370	0.610

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.800	1.700	2.500
A2	0.760	1.200	1.960
A3	0.560	0.900	1.460
B1	0.490	1.320	1.810
B2	0.400	1.270	1.670
B3	0.390	1.110	1.500
B4	0.360	1.090	1.450
C1	0.990	1.110	2.100
C2	0.850	0.930	1.780
D1	0.420	0.820	1.240
D2	0.350	0.700	1.050
D3	0.370	0.650	1.020
D4	0.330	0.640	0.970
E1	0.430	0.520	0.950
E2	0.310	0.360	0.670
E3	0.310	0.330	0.640
E4	0.250	0.300	0.550
F1	0.000	0.990	0.990
X	0.440	0.820	1.260
Y	0.190	0.300	0.490

7 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสดีออร์ตาเยพเคเมีย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.52	0.79	1.31	0.61	1.08	1.69	0.46	0.77	1.23
A2	0.27	0.58	0.85	0.5	0.82	1.32	0.27	0.55	0.82
A3	0.31	0.51	0.82	0.34	0.53	0.87	0.23	0.52	0.75
B1	0.28	0.91	1.19	0.38	1.04	1.42	0.18	0.88	1.06
B2	0.25	0.67	0.92	0.35	0.85	1.2	0.31	0.75	1.06
B3	0.27	0.63	0.9	0.33	0.77	1.1	0.22	0.6	0.82
B4	0.22	0.53	0.75	0.31	0.74	1.05	0.21	0.49	0.7
C1	0.52	0.57	1.09	0.78	0.81	1.59	0.53	0.55	1.08
C2	0.46	0.48	0.94	0.5	0.62	1.12	0.49	0.51	1
D1	0.31	0.48	0.79	0.36	0.54	0.9	0.24	0.38	0.62
D2	0.24	0.47	0.71	0.3	0.46	0.76	0.28	0.43	0.71
D3	0.24	0.42	0.66	0.28	0.44	0.72	0.22	0.39	0.61
D4	0.21	0.34	0.55	0.24	0.42	0.66	0.22	0.34	0.56
E1	0.34	0.48	0.82	0.36	0.4	0.76	0.32	0.42	0.74
E2	0.29	0.3	0.59	0.31	0.32	0.63	0.2	0.24	0.44
E3	0.18	0.21	0.39	0.25	0.26	0.51	0.18	0.22	0.4
F1	0	0.61	0.61	0	0.64	0.64	0	0.58	0.58
F2	0	0.46	0.46	0	0.58	0.58	0	0.44	0.44
X	0.38	0.58	0.96	0.41	0.62	1.03	0.37	0.56	0.93

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.63	1.13	1.76	0.53	1.02	1.55	0.67	1.16	1.83
A2	0.56	0.88	1.44	0.51	0.99	1.5	0.6	0.93	1.53
A3	0.37	0.58	0.95	0.37	0.73	1.1	0.39	0.62	1.01
B1	0.41	1.08	1.49	0.31	1.02	1.33	0.44	1.12	1.56
B2	0.4	1.01	1.41	0.32	0.77	1.09	0.43	1.03	1.46
B3	0.41	0.98	1.39	0.31	0.73	1.04	0.42	0.98	1.4
B4	0.34	0.81	1.15	0.29	0.71	1	0.36	0.85	1.21
C1	0.8	0.85	1.65	0.63	0.67	1.3	0.82	0.89	1.71
C2	0.53	0.64	1.17	0.45	0.59	1.04	0.56	0.7	1.26
D1	0.39	0.59	0.98	0.35	0.53	0.88	0.43	0.65	1.08
D2	0.34	0.51	0.85	0.32	0.53	0.85	0.37	0.6	0.97
D3	0.32	0.49	0.81	0.33	0.51	0.84	0.36	0.58	0.94
D4	0.27	0.44	0.71	0.29	0.48	0.77	0.29	0.46	0.75
E1	0.38	0.42	0.8	0.37	0.46	0.83	0.4	0.45	0.85
E2	0.34	0.36	0.7	0.27	0.29	0.56	0.36	0.37	0.73
E3	0.28	0.3	0.58	0.21	0.22	0.43	0.3	0.33	0.63
F1	0	0.68	0.68	0	0.7	0.7	0	0.7	0.7
F2	0	0.54	0.54	0	0.61	0.61	0	0.56	0.56
X	0.43	0.66	1.09	0.44	0.67	1.11	0.45	0.69	1.14

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.51	0.99	1.5	0.61	1.07	1.68	0.61	1.02	1.63
A2	0.41	0.64	1.05	0.56	0.87	1.43	0.51	0.91	1.42
A3	0.38	0.64	1.02	0.32	0.57	0.89	0.48	0.72	1.2
B1	0.35	0.97	1.32	0.4	1.06	1.46	0.37	1.05	1.42
B2	0.34	0.85	1.19	0.38	0.97	1.35	0.33	0.83	1.16
B3	0.33	0.82	1.15	0.36	0.84	1.2	0.32	0.8	1.12
B4	0.32	0.78	1.1	0.3	0.76	1.06	0.31	0.73	1.04
C1	0.64	0.64	1.28	0.75	0.78	1.53	0.8	0.93	1.73
C2	0.44	0.53	0.97	0.51	0.66	1.17	0.55	0.69	1.24
D1	0.33	0.53	0.86	0.38	0.58	0.96	0.35	0.61	0.96
D2	0.33	0.5	0.83	0.32	0.48	0.8	0.36	0.58	0.94
D3	0.3	0.46	0.76	0.3	0.45	0.75	0.31	0.53	0.84
D4	0.29	0.45	0.74	0.28	0.43	0.71	0.26	0.51	0.77
E1	0.36	0.48	0.84	0.34	0.36	0.7	0.42	0.42	0.84
E2	0.26	0.32	0.58	0.26	0.28	0.54	0.28	0.29	0.57
E3	0.2	0.23	0.43	0.22	0.24	0.46	0.16	0.23	0.39
F1	0	0.71	0.71	0	0.61	0.61	0	0.68	0.68
F2	0	0.61	0.61	0	0.51	0.51	0	0.65	0.65
X	0.33	0.51	0.84	0.38	0.62	1	0.42	0.63	1.05

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.65	1.11	1.76
A2	0.61	0.92	1.53
A3	0.37	0.63	1
B1	0.43	1.1	1.53
B2	0.42	0.98	1.4
B3	0.4	0.94	1.34
B4	0.34	0.8	1.14
C1	0.79	0.82	1.61
C2	0.55	0.7	1.25
D1	0.41	0.63	1.04
D2	0.36	0.57	0.93
D3	0.34	0.51	0.85
D4	0.32	0.49	0.81
E1	0.38	0.4	0.78
E2	0.32	0.36	0.68
E3	0.26	0.28	0.54
F1	0	0.63	0.63
F2	0	0.59	0.59
X	0.42	0.66	1.08

8 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสเดี่ยวกระจายเพศผู้ จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.850	1.490	2.340	0.610	0.980	1.590	0.720	1.390	2.110
A2	0.530	1.030	1.560	0.410	0.620	1.030	0.470	0.930	1.400
A3	0.370	0.840	1.210	0.310	0.700	1.010	0.380	0.750	1.130
B1	0.370	1.490	1.860	0.260	1.070	1.330	0.360	1.420	1.780
B2	0.340	1.010	1.350	0.270	0.840	1.110	0.290	1.060	1.350
B3	0.280	1.040	1.320	0.310	0.750	1.060	0.290	1.010	1.300
B4	0.360	0.860	1.220	0.200	0.860	1.060	0.360	0.840	1.200
C1	0.880	0.990	1.870	0.760	0.760	1.520	0.810	0.910	1.720
C2	0.560	0.680	1.240	0.420	0.520	0.940	0.570	0.680	1.250
D1	0.240	0.550	0.790	0.320	0.620	0.940	0.250	0.640	0.890
D2	0.250	0.520	0.770	0.220	0.480	0.700	0.290	0.590	0.880
D3	0.220	0.540	0.760	0.210	0.410	0.620	0.230	0.360	0.590
D4	0.220	0.440	0.660	0.190	0.450	0.640	0.190	0.400	0.590
E1	0.420	0.460	0.880	0.260	0.300	0.560	0.440	0.440	0.880
E2	0.320	0.380	0.700	0.210	0.280	0.490	0.360	0.380	0.740
E3	0.300	0.340	0.640	0.120	0.160	0.280	0.180	0.210	0.390
F1	0.000	0.740	0.740	0.000	0.600	0.600	0.000	0.780	0.780
F2	0.000	0.680	0.680	0.000	0.410	0.410	0.000	0.470	0.470
X	0.390	0.690	1.080	0.400	0.620	1.020	0.350	0.630	0.980
Y	0.140	0.210	0.350	0.130	0.210	0.340	0.110	0.170	0.280

โคร โม โชม คู่ที่	เขตที่ 4			เขตที่ 5			เขตที่ 6		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.630	1.040	1.670	0.480	1.110	1.590	0.550	1.000	1.550
A2	0.390	0.690	1.080	0.360	0.760	1.120	0.340	0.750	1.090
A3	0.360	0.620	0.980	0.340	0.730	1.070	0.410	0.590	1.000
B1	0.280	1.020	1.300	0.240	1.020	1.260	0.320	0.970	1.290
B2	0.280	0.920	1.200	0.260	1.010	1.270	0.260	0.780	1.040
B3	0.270	0.730	1.000	0.150	1.020	1.170	0.240	0.780	1.020
B4	0.250	0.690	0.940	0.280	0.880	1.160	0.220	0.670	0.890
C1	0.710	0.820	1.530	0.760	0.820	1.580	0.580	0.700	1.280
C2	0.460	0.540	1.000	0.540	0.580	1.120	0.470	0.540	1.010
D1	0.210	0.480	0.690	0.420	0.640	1.060	0.260	0.540	0.800
D2	0.280	0.440	0.720	0.270	0.510	0.780	0.210	0.440	0.650
D3	0.190	0.480	0.670	0.290	0.450	0.740	0.210	0.440	0.650
D4	0.200	0.470	0.670	0.270	0.460	0.730	0.210	0.420	0.630
E1	0.300	0.370	0.670	0.420	0.530	0.950	0.160	0.450	0.610
E2	0.250	0.300	0.550	0.250	0.320	0.570	0.340	0.340	0.680
E3	0.160	0.220	0.380	0.180	0.240	0.420	0.250	0.280	0.530
F1	0.000	0.580	0.580	0.000	0.710	0.710	0.000	0.500	0.500
F2	0.000	0.490	0.490	0.000	0.560	0.560	0.000	0.490	0.490
X	0.310	0.540	0.850	0.320	0.680	1.000	0.280	0.500	0.780
Y	0.160	0.240	0.400	0.110	0.180	0.290	0.110	0.200	0.310

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.510	0.830	1.340	0.760	1.440	2.200	0.580	0.960	1.540
A2	0.320	0.740	1.060	0.540	0.950	1.490	0.440	0.720	1.160
A3	0.320	0.680	1.000	0.430	0.860	1.290	0.370	0.700	1.070
B1	0.280	1.010	1.290	0.330	1.660	1.990	0.300	0.990	1.290
B2	0.200	0.980	1.180	0.300	1.220	1.520	0.290	0.890	1.180
B3	0.180	0.900	1.080	0.300	1.040	1.340	0.300	0.860	1.160
B4	0.280	0.760	1.040	0.350	0.910	1.260	0.190	0.820	1.010
C1	0.640	0.680	1.320	0.980	1.010	1.990	0.750	0.750	1.500
C2	0.470	0.480	0.950	0.610	0.800	1.410	0.490	0.560	1.050
D1	0.280	0.480	0.760	0.340	0.690	1.030	0.360	0.580	0.940
D2	0.240	0.500	0.740	0.270	0.540	0.810	0.270	0.510	0.780
D3	0.210	0.490	0.700	0.240	0.550	0.790	0.270	0.440	0.710
D4	0.240	0.360	0.600	0.240	0.520	0.760	0.200	0.450	0.650
E1	0.310	0.340	0.650	0.420	0.440	0.860	0.380	0.460	0.840
E2	0.260	0.270	0.530	0.370	0.390	0.760	0.250	0.260	0.510
E3	0.190	0.190	0.380	0.160	0.280	0.440	0.180	0.240	0.420
F1	0.000	0.680	0.680	0.000	0.760	0.760	0.000	0.570	0.570
F2	0.000	0.480	0.480	0.000	0.620	0.620	0.000	0.530	0.530
X	0.300	0.620	0.920	0.400	0.680	1.080	0.380	0.630	1.010
Y	0.120	0.180	0.300	0.150	0.280	0.430	0.120	0.200	0.320

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	LI	LT
A1	0.740	1.360	2.100
A2	0.490	0.920	1.410
A3	0.470	0.840	1.310
B1	0.370	1.420	1.790
B2	0.310	1.110	1.420
B3	0.200	1.020	1.220
B4	0.320	0.810	1.130
C1	0.920	1.020	1.940
C2	0.570	0.770	1.340
D1	0.300	0.680	0.980
D2	0.280	0.620	0.900
D3	0.260	0.600	0.860
D4	0.280	0.530	0.810
E1	0.400	0.420	0.820
E2	0.280	0.340	0.620
E3	0.190	0.270	0.460
F1	0.000	0.700	0.700
F2	0.000	0.620	0.620
X	0.420	0.660	1.080
Y	0.180	0.280	0.460

9 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสเดี่ยวไฟเฟสเมีย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.640	1.200	1.840	0.690	1.130	1.820	0.800	1.250	2.050
A2	0.530	0.870	1.400	0.570	0.980	1.550	0.600	0.940	1.540
A3	0.360	0.700	1.060	0.420	0.670	1.090	0.500	0.820	1.320
B1	0.350	1.330	1.680	0.350	1.530	1.880	0.330	1.460	1.790
B2	0.300	0.930	1.230	0.350	1.130	1.480	0.300	1.160	1.460
B3	0.350	0.870	1.220	0.340	1.100	1.440	0.300	1.020	1.320
B4	0.250	0.830	1.080	0.250	1.000	1.250	0.360	1.000	1.360
C1	0.820	0.870	1.690	1.040	1.040	2.080	1.090	1.150	2.240
C2	0.620	0.640	1.260	0.650	0.720	1.370	0.700	0.890	1.590
D1	0.310	0.650	0.960	0.340	0.790	1.130	0.360	0.800	1.160
D2	0.280	0.560	0.840	0.280	0.630	0.910	0.340	0.700	1.040
D3	0.240	0.540	0.780	0.280	0.620	0.900	0.310	0.650	0.960
D4	0.220	0.490	0.710	0.250	0.530	0.780	0.260	0.580	0.840
E1	0.330	0.340	0.670	0.350	0.420	0.770	0.360	0.450	0.810
E2	0.250	0.330	0.580	0.280	0.350	0.630	0.310	0.360	0.670
E3	0.180	0.260	0.440	0.190	0.230	0.420	0.200	0.280	0.480
F1	0.000	0.690	0.690	0.000	0.730	0.730	0.000	0.760	0.760
F2	0.000	0.500	0.500	0.000	0.630	0.630	0.000	0.710	0.710
X	0.410	0.630	1.040	0.360	0.680	1.040	0.500	0.760	1.260

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.670	1.070	1.740	0.610	1.070	1.680	0.720	1.230	1.950
A2	0.380	0.830	1.210	0.480	0.820	1.300	0.480	0.820	1.300
A3	0.380	0.580	0.960	0.440	0.670	1.110	0.400	0.670	1.070
B1	0.300	1.250	1.550	0.380	1.040	1.420	0.420	1.260	1.680
B2	0.230	0.860	1.090	0.270	0.730	1.000	0.280	0.990	1.270
B3	0.300	0.750	1.050	0.210	0.710	0.920	0.260	0.870	1.130
B4	0.300	0.730	1.030	0.180	0.730	0.910	0.260	0.850	1.110
C1	0.600	0.720	1.320	0.720	0.780	1.500	0.830	0.930	1.760
C2	0.570	0.680	1.250	0.450	0.520	0.970	0.630	0.750	1.380
D1	0.350	0.530	0.880	0.260	0.580	0.840	0.330	0.730	1.060
D2	0.280	0.550	0.830	0.240	0.380	0.620	0.250	0.540	0.790
D3	0.190	0.430	0.620	0.200	0.380	0.580	0.260	0.520	0.780
D4	0.180	0.400	0.580	0.200	0.370	0.570	0.290	0.460	0.750
E1	0.290	0.320	0.610	0.320	0.380	0.700	0.400	0.430	0.830
E2	0.210	0.260	0.470	0.250	0.270	0.520	0.250	0.300	0.550
E3	0.180	0.240	0.420	0.180	0.200	0.380	0.190	0.210	0.400
F1	0.000	0.600	0.600	0.000	0.700	0.700	0.000	0.750	0.750
F2	0.000	0.570	0.570	0.000	0.610	0.610	0.000	0.600	0.600
X	0.320	0.650	0.970	0.320	0.520	0.840	0.440	0.660	1.100

โคร โม โชม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.600	1.000	1.600	0.770	1.500	2.270	0.500	0.760	1.260
A2	0.400	0.640	1.040	0.600	0.980	1.580	0.370	0.570	0.940
A3	0.400	0.620	1.020	0.460	0.740	1.200	0.270	0.500	0.770
B1	0.370	1.000	1.370	0.350	1.600	1.950	0.310	0.800	1.110
B2	0.270	0.800	1.070	0.300	1.200	1.500	0.220	0.640	0.860
B3	0.220	0.660	0.880	0.400	1.100	1.500	0.180	0.620	0.800
B4	0.210	0.610	0.820	0.360	0.970	1.330	0.240	0.560	0.800
C1	0.600	0.600	1.200	1.020	1.060	2.080	0.500	0.640	1.140
C2	0.490	0.490	0.980	0.740	0.770	1.510	0.410	0.450	0.860
D1	0.280	0.540	0.820	0.370	0.850	1.220	0.200	0.400	0.600
D2	0.220	0.390	0.610	0.360	0.650	1.010	0.200	0.370	0.570
D3	0.190	0.410	0.600	0.330	0.560	0.890	0.220	0.340	0.560
D4	0.250	0.390	0.640	0.240	0.540	0.780	0.210	0.320	0.530
E1	0.320	0.320	0.640	0.350	0.400	0.750	0.310	0.420	0.730
E2	0.200	0.280	0.480	0.290	0.360	0.650	0.220	0.250	0.470
E3	0.160	0.180	0.340	0.190	0.230	0.420	0.170	0.230	0.400
F1	0.000	0.600	0.600	0.000	0.740	0.740	0.000	0.610	0.610
F2	0.000	0.540	0.540	0.000	0.720	0.720	0.000	0.530	0.530
X	0.320	0.480	0.800	0.420	0.820	1.240	0.270	0.480	0.750

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.650	1.110	1.760
A2	0.470	0.820	1.290
A3	0.290	0.660	0.950
B1	0.320	1.320	1.640
B2	0.250	0.920	1.170
B3	0.230	0.940	1.170
B4	0.330	0.780	1.110
C1	0.840	0.870	1.710
C2	0.580	0.600	1.180
D1	0.300	0.630	0.930
D2	0.270	0.540	0.810
D3	0.250	0.540	0.790
D4	0.200	0.450	0.650
E1	0.280	0.320	0.600
E2	0.250	0.300	0.550
E3	0.180	0.210	0.390
F1	0.000	0.720	0.720
F2	0.000	0.620	0.620
X	0.330	0.540	0.870

10 ตารางค่าการวัดความยาวโครโมโซมระยะเมทาเฟสเสื่อปลาเทศเมีย จำนวน 10 เซลล์

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 1			เซลล์ที่ 2			เซลล์ที่ 3		
	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT	Ls	LI	LT
A1	0.560	1.120	1.680	0.730	1.280	2.010	0.620	1.180	1.800
A2	0.460	0.840	1.300	0.650	1.030	1.680	0.510	0.920	1.430
A3	0.400	0.650	1.050	0.610	0.920	1.530	0.470	0.730	1.200
B1	0.310	1.200	1.510	0.520	1.400	1.920	0.370	1.260	1.630
B2	0.220	0.890	1.110	0.430	1.100	1.530	0.270	0.950	1.220
B3	0.270	0.830	1.100	0.420	1.040	1.460	0.330	0.890	1.220
B4	0.280	0.800	1.080	0.410	1.010	1.420	0.310	0.860	1.170
C1	0.790	0.860	1.650	0.980	1.010	1.990	0.850	0.870	1.720
C2	0.560	0.600	1.160	0.790	0.830	1.620	0.660	0.690	1.350
D1	0.290	0.600	0.890	0.500	0.820	1.320	0.350	0.670	1.020
D2	0.210	0.470	0.680	0.460	0.720	1.180	0.330	0.560	0.890
D3	0.220	0.460	0.680	0.450	0.700	1.150	0.300	0.540	0.840
D4	0.210	0.470	0.680	0.410	0.660	1.070	0.280	0.510	0.790
E1	0.320	0.340	0.660	0.520	0.550	1.070	0.380	0.440	0.820
E2	0.190	0.260	0.450	0.410	0.470	0.880	0.270	0.320	0.590
E3	0.200	0.240	0.440	0.400	0.420	0.820	0.250	0.300	0.550
E4	0.150	0.190	0.340	0.320	0.380	0.700	0.210	0.230	0.440
F1	0.000	0.680	0.680	0.000	0.910	0.910	0.000	0.750	0.750
X	0.410	0.630	1.040	0.560	0.840	1.400	0.460	0.700	1.160

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 4			เซลล์ที่ 5			เซลล์ที่ 6		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.770	1.320	2.090	0.620	1.150	1.770	0.650	1.140	1.790
A2	0.680	1.070	1.750	0.480	0.890	1.370	0.500	0.870	1.370
A3	0.620	0.950	1.570	0.460	0.710	1.170	0.470	0.720	1.190
B1	0.560	1.440	2.000	0.350	1.240	1.590	0.370	1.280	1.650
B2	0.470	1.130	1.600	0.260	0.930	1.190	0.290	0.950	1.240
B3	0.450	1.090	1.540	0.310	0.870	1.180	0.320	0.870	1.190
B4	0.430	1.050	1.480	0.290	0.840	1.130	0.310	0.850	1.160
C1	1.010	1.040	2.050	0.820	0.870	1.690	0.840	0.890	1.730
C2	0.820	0.860	1.680	0.640	0.670	1.310	0.620	0.660	1.280
D1	0.550	0.880	1.430	0.330	0.640	0.970	0.340	0.660	1.000
D2	0.500	0.760	1.260	0.320	0.560	0.880	0.260	0.530	0.790
D3	0.490	0.750	1.240	0.310	0.530	0.840	0.260	0.520	0.780
D4	0.440	0.690	1.130	0.260	0.470	0.730	0.250	0.520	0.770
E1	0.540	0.600	1.140	0.350	0.400	0.750	0.370	0.390	0.760
E2	0.450	0.510	0.960	0.240	0.300	0.540	0.240	0.290	0.530
E3	0.440	0.480	0.920	0.230	0.280	0.510	0.250	0.260	0.510
E4	0.360	0.420	0.780	0.190	0.210	0.400	0.200	0.230	0.430
F1	0.000	0.950	0.950	0.000	0.710	0.710	0.000	0.730	0.730
X	0.530	0.850	1.380	0.440	0.680	1.120	0.420	0.650	1.070

โคร โม โซม คู่ที่	เซลล์ที่ 7			เซลล์ที่ 8			เซลล์ที่ 9		
	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT	Ls	Ll	LT
A1	0.630	1.170	1.800	0.740	1.240	1.980	0.540	1.110	1.650
A2	0.540	0.930	1.470	0.590	0.980	1.570	0.430	0.850	1.280
A3	0.500	0.770	1.270	0.530	0.810	1.340	0.380	0.630	1.010
B1	0.400	1.280	1.680	0.360	1.380	1.740	0.300	1.180	1.480
B2	0.330	0.990	1.320	0.280	1.040	1.320	0.200	0.850	1.050
B3	0.360	0.940	1.300	0.400	0.970	1.370	0.250	0.810	1.060
B4	0.340	0.900	1.240	0.400	0.950	1.350	0.250	0.790	1.040
C1	0.880	0.940	1.820	0.940	0.990	1.930	0.750	0.750	1.500
C2	0.690	0.740	1.430	0.730	0.770	1.500	0.540	0.580	1.120
D1	0.390	0.700	1.090	0.450	0.760	1.210	0.260	0.570	0.830
D2	0.370	0.610	0.980	0.350	0.640	0.990	0.190	0.510	0.700
D3	0.340	0.590	0.930	0.360	0.630	0.990	0.200	0.480	0.680
D4	0.320	0.550	0.870	0.350	0.620	0.970	0.180	0.430	0.610
E1	0.420	0.450	0.870	0.460	0.490	0.950	0.290	0.320	0.610
E2	0.320	0.360	0.680	0.340	0.400	0.740	0.170	0.220	0.390
E3	0.300	0.340	0.640	0.350	0.370	0.720	0.180	0.200	0.380
E4	0.250	0.280	0.530	0.300	0.330	0.630	0.130	0.170	0.300
F1	0.000	0.800	0.800	0.000	0.840	0.840	0.000	0.620	0.620
X	0.470	0.720	1.190	0.500	0.760	1.260	0.380	0.590	0.970

โครโมโซม คู่ที่	เซลล์ที่ 10		
	Ls	Ll	LT
A1	0.800	1.310	2.110
A2	0.650	1.040	1.690
A3	0.600	0.910	1.510
B1	0.420	1.440	1.860
B2	0.350	1.100	1.450
B3	0.440	1.030	1.470
B4	0.400	1.010	1.410
C1	1.040	1.070	2.110
C2	0.810	0.880	1.690
D1	0.510	0.830	1.340
D2	0.400	0.700	1.100
D3	0.420	0.680	1.100
D4	0.400	0.660	1.060
E1	0.520	0.560	1.080
E2	0.400	0.440	0.840
E3	0.410	0.420	0.830
E4	0.350	0.370	0.720
F1	0.000	0.930	0.930
X	0.560	0.860	1.420

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลการเผยแพร่วิทยานิพนธ์

A Study on Karyotype of the Asian Leopard Cat, *Prionailurus bengalensis* (Carnivora, Felidae) by Conventional Staining, G-banding and High-resolution Technique

Puntivar Keawmad, Alongkoad Tanomtong* and Sumpars Khunsook

Genetics Program, Department of Biology, Faculty of Science, Khon Kaen University,
Muang, Khon Kaen, 40002, Thailand

Received January 9, 2007; accepted January 31, 2007

Summary A karyotypic study of the Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) in Thailand has been made. Blood samples were taken from 2 males and 2 females. After the standard whole blood lymphocyte culture in the presence of colchicine, the metaphase spreads were performed on microscopic slides and air-dried. Conventional staining, G-banding and high-resolution techniques were applied to stain the chromosomes. The results showed that $2n$ of the Asian leopard cat was 38, and the fundamental number (NF) was 74 in male and female. There are 6 autosome types: A type has 4 large and 2 medium submetacentric chromosomes, B type has 6 large and 2 medium acrocentric chromosomes, C type has 4 large metacentric chromosomes, D type has 8 small submetacentric chromosomes, E type has 8 small metacentric chromosomes and F type are 2 small telocentric chromosomes. A pair of the short arm of chromosome E1 (chromosome pairs 14) showed a clearly observable satellite chromosomes. The X chromosome was medium submetacentric chromosome and the Y chromosome was the smallest metacentric chromosome. From the G-banding and high-resolution techniques, the number of bands and locations in the Asian leopard cat was 183 and 236 respectively, and each chromosome pair could be clearly differentiated. We found that chromosomes A1, A2, A3, B3, B4, C1, C2, D3, D4, E1, E3, F1 and X chromosome patterns were according to the domestic cat (*Felis catus*) chromosomes. Chromosomes B1, B2, D2 and E2 are similar to those of the domestic cat. These results show the evolutionary relationship between the Asian leopard cat and the domestic cat. The karyotype formula for the male and female Asian leopard cat is as follows:

$$2n (38) = L_4^m + L_4^{sm} + L_6^s + M_2^{sm} + M_2^s + S_8^m + S_8^{sm} + S_1^2 + \text{Sex-chromosome}$$

Key words Karyotype, Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), Conventional staining.

Over the world, animals in the family Felidae are separated into 18 genera and 36 species. Six genera and 9 species are found in Thailand (Wilson and Cole 2000). These are marbled cat (*Pardofelis marmorata* Martin 1837), fishing cat (*Prionailurus viverrinus* Bennett 1833), Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis* Kerr 1792), flat-headed cat (*Prionailurus planiceps* Vigors and Horsfield 1872), jungle cat (*Felis chaus* Guldenstaedt 1776), Asiatic golden cat (*Catopuma temminckii* Vigors and Horsfield 1827), clouded leopard (*Neofelis nebulosa* Griffith 1821), leopard (*Panthera pardus* Linnaeus 1758) and tiger (*Panthera tigris* Linnaeus 1758) (Lekagul and McNeely 1977, 1988).

The Asian leopard cat is a small wild cat that is found in Southeast Asia. On average it is as large as a domestic cat, but there are considerable regional differences. The fur is also quite variable; it is yellow in the southern populations, but silver-grey in the northern ones. The chest and the lower part of the head are white. The Asian leopard cat bears black markings, that may be dependent on the subspecies spots or rosettes. It is a nocturnal animal and usually eats rodents, birds, fish,

* Corresponding author, e-mail: tanomtong@hotmail.com

reptiles and small mammals. It is usually a solitary animal except for during the mating season. It has litters of 2 to 4 kittens and the gestation period can vary from 65 to 70 d. The habitat of this cat is forests and rainforests both in low and mountainous areas, and usually not arid areas. It lives close to watercourses and may be found at heights of up to 3000 m. The Asian leopard cat can climb trees skillfully. It is also able to swim, but will seldom do so. (Lekagul and McNeely 1977, 1988).

Although karyotypic studies of the family Felidae have been reported (Makino and Tateishi 1952, Thuline and Norby 1961, Hsu 1962, Hsu *et al.* 1963a, 1963b, Hsu and Rearden 1965, Ohno *et al.* 1962, Matano 1963, Chu *et al.* 1964, Benirschke and Low 1966, Leyhausen and Tonkin 1968, Sutton 1968, Hard 1968, Wurster and Benirschke 1967, 1968a, 1968b, Wurster 1969, Milosevic *et al.* 1972, Wurster-Hill 1973, Wurster-Hill and Meritt 1974, Yang *et al.* 2000, Nie *et al.* 2002), there are few reports of the cytogenetics of the family Felidae in this species in Thailand. Animals in this family are conserved animals and are at risk. In this study, lymphocyte culture, conventional staining, G-banding and high-resolution technique were used to compare the results with the previous studies. In the future, basic knowledge about family Felidae and their cytogenetics will be applied for research and to protect them from extinction.

Materials and methods

Blood samples from the jugular vein were collected from 2 males and 2 females of the Asian leopard cat, which were kept in Nakhon Ratchasima Zoo, Nakhon Ratchasima province and Songkhla Zoo, Songkhla province, Thailand, using aseptic technique. The samples were kept in 10 ml vacuum tubes containing heparin to prevent blood clotting and they were cooled on ice until arriving at the laboratory.

Cell preparation

The lymphocytes were cultured using the whole blood microculture technique adapted from Rooney (2001) and Kampiranont (2003).

Cell culture: The RPMI 1640 medium was prepared with 2% PHA (phytohemagglutinin) as a mitogen and kept in blood culture bottles of 5 ml each. A blood sample of 0.5 ml was dropped into a medium bottle and well mixed. The culture bottle was loosely capped, incubated at 37°C under 5% carbon dioxide environment and regularly shaken in the morning and evening. When reaching harvest time at the 72nd hour of incubation, colchicine was introduced and well mixed followed by further incubation for 30 min.

Cell harvest: The blood sample mixture was centrifuged at 1,200 rpm for 10 min and the supernatant was discarded. 10 ml of hypotonic solution (0.075 M KCl) was applied to the pellet and the mixture was incubated for 30 min. KCl was discarded with the supernatant after centrifugation again at 1,200 rpm for 10 min. Cells were fixed by fresh cool fixative (methanol:glacial acetic acid=3:1) gradually added up to 8 ml before centrifuging again at 1,200 rpm for 10 min and the supernatant discarded. The fixation was repeated until the supernatant was clear and the pellet was mixed with 1 ml fixative. The mixture was dropped onto a clean and cold slide using micropipette followed by the air-dry technique. The materials or slide was conventionally stained with 20% stock Giemsa's solution for 30 min.

G-banding method

The G-banding technique was adapted from Kampiranont (2003). The slide was well dried and then soaked in working trypsin (0.025% trypsin EDTA) at 37°C before the termination of trypsin activity by washing the slide with 10% fetal calf serum (FCS) or phosphate buffer. FCS was washed out by 50% methanol and finally materials or the slide was stained with 10% Giemsa's solution for

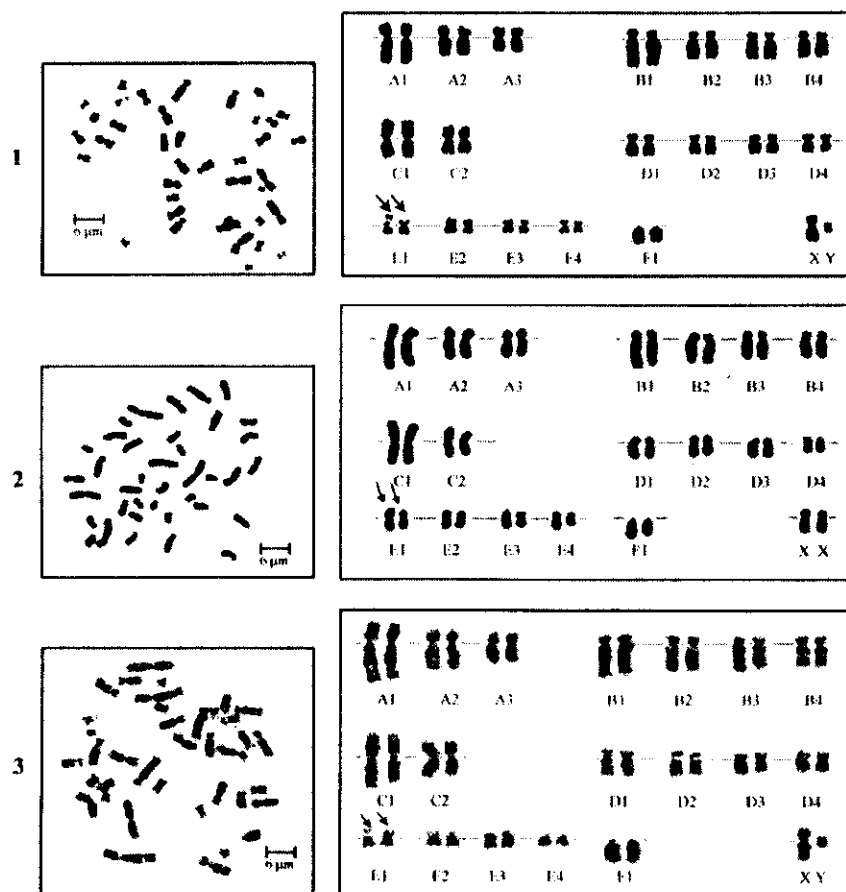


Fig. 1-3. Metaphase chromosome and karyotype of a male Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) $2n$ (diploid)=38, by conventional staining, showing satellite chromosomes (arrows).

30 min.

High-resolution staining method

After the lymphocytes were cultured for 72 h, 0.05 ml of 10^{-5} M methotrexate was applied into the cultured lymphocytes to induce synchronization. The mixture was incubated again for 17 h before the methotrexate was discarded with the supernatant by centrifugation at 2,800 rpm. The pellet was mixed with 5 ml of the RPMI 1640 medium and centrifuged at 2,800 rpm. The supernatant was discarded before the cultured cells were released by adding 0.2 ml thymidine and incubating for 5 h and 15 min. The cells were harvested at the exact time and stained using the G-banding procedure.

Chromosomal checks, karyotyping and idiograming

Chromosomal checks were performed on mitotic metaphase cells under a light microscope. Twenty cells each of male and female with clearly observable and well-spread chromosomes were selected and photographed. The length short arm chromosome (Ls) and the length long arm chro-

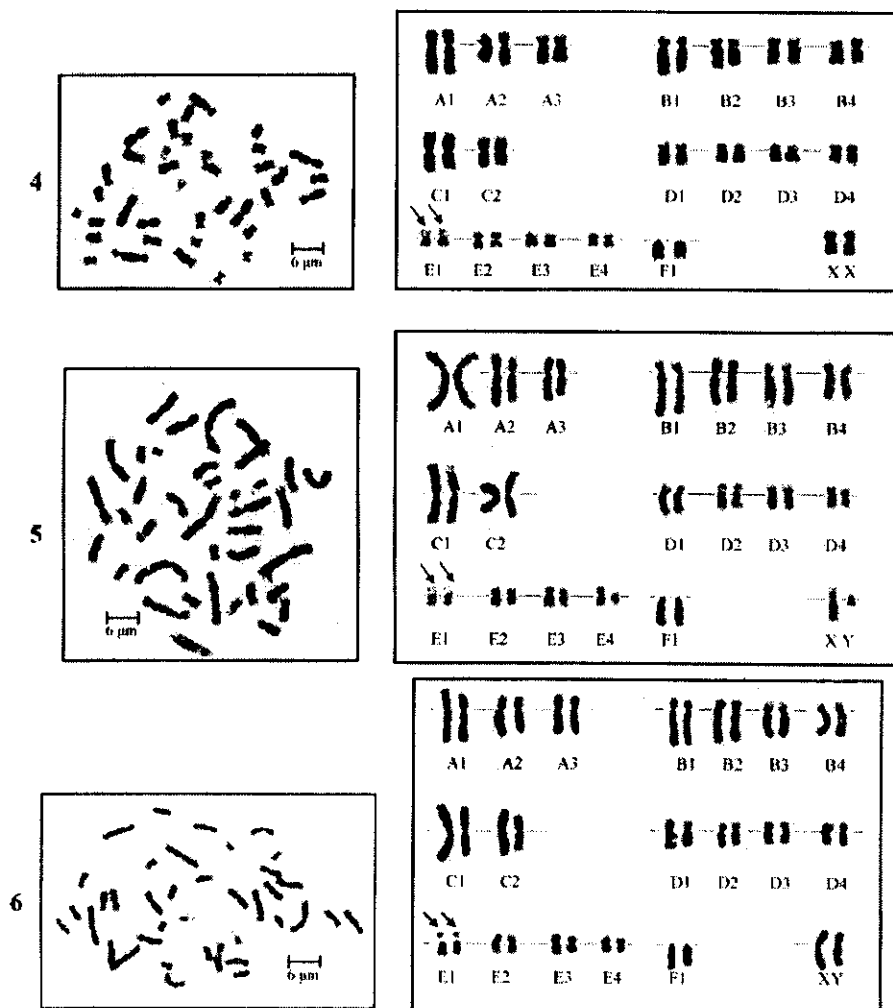


Fig. 4-6. Metaphase chromosome and karyotype of a female Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) $2n$ (diploid) = 38, by G-banding, showing satellite chromosomes (arrows).

mosome (L₁) were measured to calculate the total length arm chromosome (LT, $LT=L_s+L_1$). The relative length (RL), the centromeric index (CI) and standard deviation (SD) of RL, CI were also computed to classify the types of chromosomes according to Chaiyasut (1989). All parameters were used in karyotyping and idiogramming according to Hsu and Rearden (1965).

Results

Karyotypic study of the Asian leopard cat using lymphocyte culture revealed that the chromosome number is $2n$ (diploid) = 38, and the fundamental number (NF) is 74 in male and female. The autosomes of the Asian leopard cat composed of 6 types: A type had 4 large submetacentric, 2 medium submetacentric chromosomes, B type had 6 large acrocentric, 2 medium acrocentric chro-

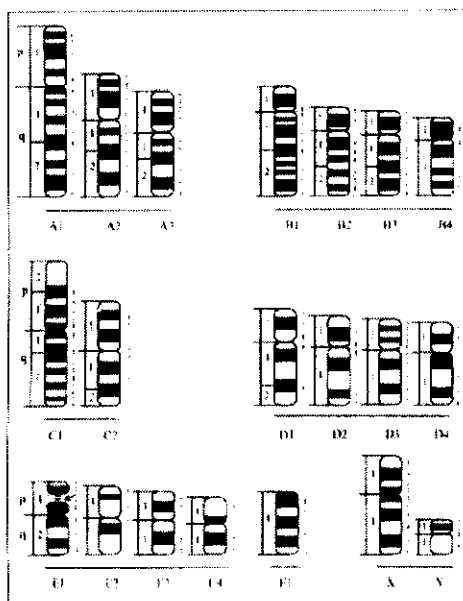


Fig. 7. Idiogram of the Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) $2n$ (diploid)=38, by G-banding, showing satellite chromosome (arrow).

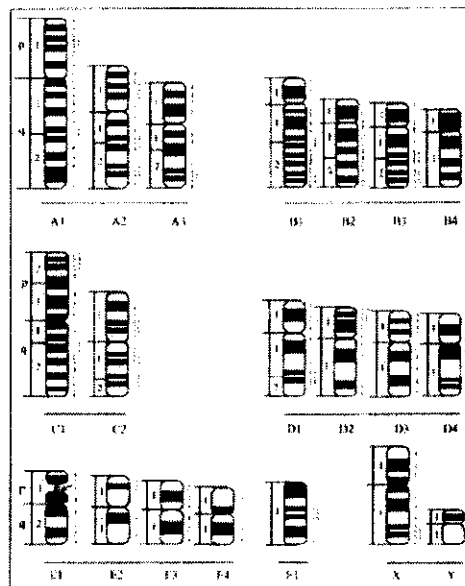


Fig. 8. Idiogram of the Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) $2n$ (diploid)=38, by high-resolution technique, showing satellite chromosome (arrow).

chromosomes, C type had 4 large metacentric chromosomes, D type had 8 small submetacentric chromosomes, E type had 8 small metacentric chromosomes and F type had 2 small telocentric chromosomes. In addition, a pair of the short arm of chromosome E1 (chromosome pairs 14) showed a clearly observable satellite chromosomes. The X-chromosome was medium submetacentric chromosome and the Y chromosome was the smallest metacentric chromosome (Figs. 1–6).

The important chromosome marker of the Asian leopard cat is the asymmetrical karyotype, in which all 4 types of chromosomes are found (metacentric, submetacentric, telocentric and acrocentric). The largest and smallest chromosomes show large size difference (approximately 5.2 fold). The largest chromosome is submetacentric chromosome, while the second largest chromosome is acrocentric chromosome and the Y chromosome is the smallest metacentric chromosome (Figs. 1–6). The G-banding revealed that the number of G-bands on one set of haploid chromosomes, which includes autosomes, X and Y chromosomes, is 183 bands for the Asian leopard cat. The number of bands in one set of prometaphase haploid chromosomes from the high-resolution method is 236 bands (Figs. 7, 8).

Comparison of chromosome banding pattern between the Asian leopard cat and the domestic cat (*Felis catus*) revealed that 13 chromosome pairs show the same pattern (pairs A1, A2, A3, B3, B4, C1, C2, D3, D4, E1, E3, F1 and X chromosome) and 4 chromosome pairs share similarities (pairs B1, B2, D2 and E2) (Fig. 9). This indicates that there is an evolutionary relationship between the Asian leopard cat and the domestic cat. The data of the chromosomal checks on mitotic metaphase cells of the Asian leopard cat are shown in Tables 1 and 2. Fig. 7 shows the idiogram for the Asian leopard cat from the G-band staining, while Fig. 8 shows the idiogram from the high-resolution banding with landmarks, bands and sub-bands. The karyotype formula for the Asian leopard cat are as follows:

Table 1. Mean of length, short arm chromosome (Ls); length, long arm chromosome (Ll); length, total arm chromosome (LT); relative length (RL); centromeric index (CI) and standard deviation (SD) of RL from metaphase chromosome of 10 cells in male Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*) $2n=38$

Chromosome pairs	Ls	Ll	LT	CI±SD	RL±SD	Size of Chromosome	Type of Chromosome
A1	0.760	1.432	2.192	0.648±0.023	0.049±0.004	sm	L
A2	0.390	0.964	1.354	0.638±0.028	0.034±0.003	sm	L
A3	0.455	0.845	1.300	0.638±0.047	0.029±0.003	sm	M
B1	0.375	1.462	1.837	0.789±0.023	0.041±0.002	a	L
B2	0.375	1.114	1.489	0.750±0.025	0.033±0.002	a	L
B3	0.335	1.056	1.391	0.755±0.038	0.031±0.002	a	L
B4	0.335	0.957	1.292	0.732±0.034	0.029±0.003	a	M
C1	0.835	1.040	1.875	0.525±0.014	0.044±0.003	m	L
C2	0.620	0.752	1.372	0.533±0.018	0.031±0.003	m	L
D1	0.285	0.674	0.959	0.662±0.057	0.023±0.003	sm	S
D2	0.255	0.628	0.883	0.667±0.043	0.021±0.002	sm	S
D3	0.285	0.592	0.877	0.648±0.040	0.020±0.002	sm	S
D4	0.270	0.589	0.859	0.663±0.044	0.020±0.003	sm	S
E1	0.350	0.405	0.755	0.537±0.038	0.017±0.002	m	S
E2	0.320	0.370	0.690	0.542±0.028	0.015±0.001	m	S
E3	0.220	0.341	0.561	0.537±0.025	0.014±0.002	m	S
E4	0.215	0.303	0.518	0.536±0.034	0.013±0.002	m	S
F1	0.000	0.841	0.841	1.000±0.000	0.019±0.004	t	S
X	0.460	0.696	1.156	0.609±0.057	0.026±0.003	sm	M
Y	0.160	0.234	0.394	0.595±0.044	0.009±0.001	m	S

Remark: L=large chromosome (LT>1.320), M=medium chromosome (LT=1.027-1.320), S=small chromosome (LT<1.027), m=metacentric chromosome, sm=submetacentric chromosome, a=acrocentric chromosome, t=telocentric chromosome.

$$2n(38) = L_1^m + L_4^{sm} + L_6^a + M_2^{sm} + M_2^a + S_8^m + S_8^{sm} + S_7^t + \text{Sex-chromosome}$$

Discussion

Karyotypic study of the Asian leopard cat using lymphocyte culture revealed that the chromosome number is $2n=38$. This result agrees with the previous studies by Makino and Tateishi (1952) indicating that a member of the Asian leopard cat family has $2n=38$. This corresponds to $2n$ for the members of the family Felidae according to reports in puma (*Felis concolor*), Canadian lynx (*F. lynx*), snow leopard (*Uncia uncia*), jaguarundi (*F. jaguarundi*), cheetah (*Acinonyx jubatus jubatus*), serval (*F. serval*), fishing cat (*F. viverrina*), Bob cat (*Lynx rufus*), marbled cat (*F. marmorata*), European wild cat (*F. silvestris*), black footed cat (*F. nigripes*), leopard (*Panthera pardus*), tiger (*P. tigris*), domestic cat (*F. catus*) and ocelot (*F. pardalis*) (Makino and Tateishi 1952, Thuline and Norby 1961, Hsu 1962, Hsu et al. 1963a, 1963b, Hsu and Rearden 1965, Ohno et al. 1962, Matano 1963, Chu et al. 1964, Benirschke and Low 1966, Leyhausen and Tonkin 1968, Sutton 1968, Hard 1968, Wurster and Benirschke 1967, 1968a, 1968b, Wurster 1969, Milosevic et al. 1972, Wurster-Hill 1973, Wurster-Hill and Meritt 1974). However this number differs from the chromosome number of Geoffroy's (*F. geoffroyi*) and Marguay (*F. wiedi*) which is $2n=36$ (Hsu 1962, Hsu et al. 1963).

The autosomes of the Asian leopard cat can be separated to 6 types: A type had 4 large submetacentric and 2 medium submetacentric chromosomes, B type had 6 large acrocentric and 2 medium acrocentric chromosomes, C type had 4 large metacentric chromosomes, D type had 8

Table 2. Mean of length, short arm chromosome (Ls); length, long arm chromosome (Ll); length, total arm chromosome (LT); relative length (RL); centromeric index (CI) and standard deviation (SD) of RL, from metaphase chromosome of 10 cells in female Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*)
2n = 38

Chromosome pairs	Ls	Ll	LT	CI±SD	RL±SD	Size of Chromosome	Type of Chromosome
A1	0.760	1.432	2.192	0.648±0.023	0.049±0.004	sm	L
A1	0.716	1.338	2.054	0.651±0.022	0.045±0.004	sm	L
A2	0.536	0.936	1.472	0.636±0.026	0.032±0.002	sm	L
A3	0.481	0.802	1.283	0.625±0.044	0.028±0.002	sm	M
B1	0.398	1.364	1.761	0.774±0.029	0.039±0.002	a	L
B2	0.372	1.054	1.426	0.739±0.028	0.031±0.002	a	L
B3	0.354	0.988	1.342	0.737±0.0410	0.030±0.001	a	L
B4	0.359	0.907	1.266	0.716±0.037	0.028±0.002	a	M
C1	0.907	0.984	1.891	0.520±0.013	0.042±0.003	m	L
C2	0.643	0.719	1.362	0.528±0.015	0.030±0.002	m	L
D1	0.355	0.662	1.017	0.651±0.051	0.022±0.002	sm	S
D2	0.331	0.599	0.930	0.644±0.047	0.020±0.001	sm	S
D3	0.331	0.570	0.900	0.633±0.040	0.020±0.001	sm	S
D4	0.317	0.549	0.866	0.634±0.053	0.019±0.002	sm	S
E1	0.375	0.418	0.792	0.527±0.036	0.017±0.002	m	S
E2	0.327	0.383	0.710	0.539±0.035	0.016±0.002	m	S
E3	0.308	0.354	0.662	0.535±0.023	0.015±0.001	m	S
E4	0.273	0.313	0.586	0.535±0.029	0.013±0.001	m	S
F1	0.000	0.855	0.855	1.000±0.00	0.019±0.003	t	S
X	0.448	0.681	1.129	0.603±0.043	0.025±0.007	sm	M
Y	0.160	0.234	0.394	0.594±0.044	0.009±0.001	m	S

Remark: L=large chromosome (LT>1.320), M=medium chromosome (LT=1.027–1.320), S=small chromosome (LT<1.027), m=metacentric chromosome, sm=submetacentric chromosome, a=acrocentric chromosome, t=telocentric chromosome.

small submetacentric chromosomes, E type had 8 small metacentric chromosomes and F type had 2 small telocentric chromosomes. This result agrees with the previous studies by Makino and Tateishi (1952) indicating that a member of the Asian leopard cat family had 6 types of autosome: A type had 6 submetacentric chromosomes, B type had 8 acrocentric chromosomes, C type had 4 metacentric chromosomes, D type had 8 submetacentric chromosomes, E type had 8 metacentric chromosomes and F type had 2 telocentric chromosomes. The comparison of the Asian leopard cat chromosomes with the domestic cat revealed that there is a difference in chromosomes of E and F type. The Asian leopard cat had 4 and 1 pairs of chromosomes whereas the domestic cat had 3 and 2 pairs of chromosomes, respectively.

The fundamental number (NF) of the Asian leopard cat is 74 in male and female. For the sex chromosomes, the X-chromosome was medium submetacentric chromosome and Y chromosome was the smallest metacentric chromosome. This result was different from Makino and Tateishi (1952) who reported that the X and Y chromosomes of the Asian leopard cat were submetacentric chromosomes. The comparison of the Asian leopard cat X and Y chromosomes to the domestic cat indicated that X chromosome was the medium submetacentric and Y chromosome was the smallest subtelo-centric (Thuline and Norby 1961, Ohno *et al.* 1962, Matano 1963, Chu *et al.* 1964, Hsu and Rearden 1965). The comparison of the Asian leopard cat X and Y chromosomes to animals in family Felidae in Thailand namely, leopard (*Panthera pardus*) and clouded leopard (*Pardofelis nebulosa*) found that X and Y chromosomes were submetacentric in every species (Fig. 10).

From this study, the Asian leopard cat had the chromosome marker at the short arm of chro-

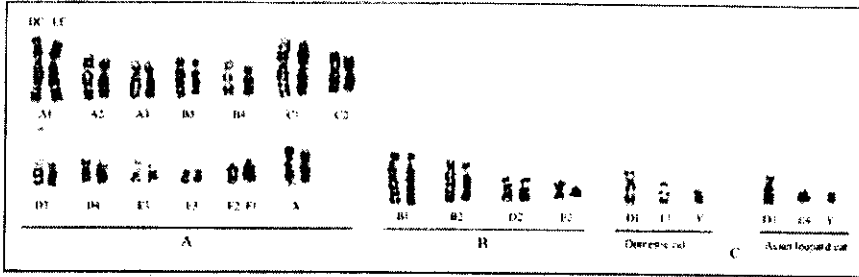


Fig. 9. A comparison of the chromosome of animal species in the family Felidae in Thailand, between domestic cat, *Felis catus* (DC, left) (Nie *et al.* 2002) and Asian leopard cat, *Prionailurus bengalensis* (LC, right) in this study, show the same (A), similar (B) and different (C) by G-banding patterns.

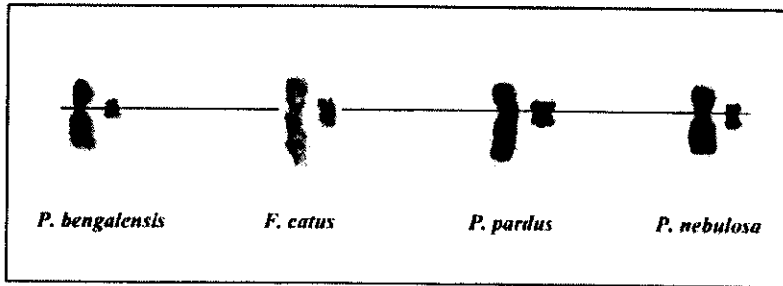


Fig. 10. A comparison of the sex-chromosome of animal species in the family Felidae in Thailand: Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), domestic cat (*Felis catus*), leopard (*Panthera pardus*) and clouded leopard (*Pardofelis nebulosa*).

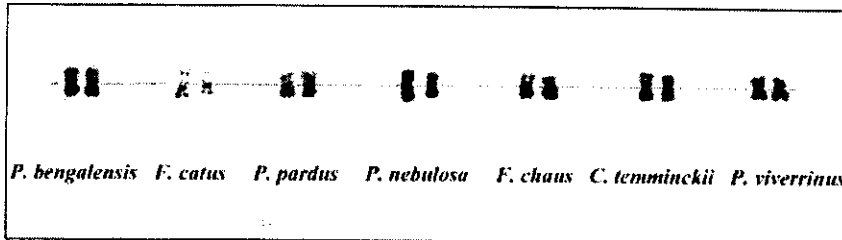


Fig. 11. A comparison of the satellite chromosome (nucleolar organizer regions, NOR) of animal species in the family Felidae in Thailand: Asian leopard cat (*Prionailurus bengalensis*), domestic cat (*Felis catus*), leopard (*Panthera pardus*), clouded leopard (*Pardofelis nebulosa*), jungle cat (*Felis chaus*), Asian golden cat (*Catopuma temminckii*) and fishing cat (*Prionailurus viverrinus*).

mosomes E1 (chromosome pairs 14) that was a satellite chromosomes with nucleolar organizer regions, NOR. This result agrees with previous reports about the chromosomes E1 of animals in the family Felidae having a satellite chromosomes (Makino and Tateishi 1952, Thuline and Norby 1961, Hsu 1962, Hsu *et al.* 1963a, 1963b, Hsu and Rearden 1965, Ohno *et al.* 1962, Matano 1963, Chu *et al.* 1964, Benirschke and Low 1966, Leyhausen and Tonkin 1968, Sutton 1968, Hard 1968, Wurster and Benirschke 1967, 1968a, 1968b, Wurster 1969, Milosevic *et al.* 1972, Wurster-Hill 1973, Wurster-Hill and Meritt 1974) (Fig. 11).

The G-banding revealed that the number of G-bands on 1 set of haploid chromosomes, which includes autosomes, X and Y chromosomes, is 183 bands for the Asian leopard cat. The number of bands in 1 set of prometaphase haploid chromosomes from the high-resolution method is 236 bands. Comparing with the study in a domestic cat by Yang *et al.* (2000), there are 317 bands on 1 set of the metaphase haploid chromosomes. A recent study showed a lower number of bands compared to previous studies because only clearly observable bands of the chromosomes were counted.

Comparison of chromosome banding pattern between the Asian leopard cat and the domestic cat (Nie *et al.* 2002) revealed that 13 chromosome pairs show the same pattern (pairs A1, A2, A3, B3, B4, C1, C2, D3, D4, E1, E3, F1 and X chromosome) and 4 pairs share similarities (pairs B1, B2, D2 and E2). This indicates that there is evolutionary relationship between the Asian leopard cat and the domestic cat. For further studies, more information about genetic differences is needed which may be accomplished by using molecular biology or molecular genetics.

Acknowledgement

The financial support from The Zoological Park Organization Under the Royal Patronage of H.M. The King is gratefully acknowledged. We also thank Mr. Sopon Dumnui, Director of the Organization and Dr. Sumat Kamolnaranath, chief of the Educational Division, for valuable help. We would like to thank the Directors of the Nakhon Ratchasima Zoo and Songkhla Zoo for the blood samples. Thanks to the authorities and officers of these zoos for good cooperation.

References

- Benirschke, K. and Low, R. J. 1966. Chromosome studies of four carnivores. *Mammalian Chromosome Newsletter* 21: 148-160.
- Chaiyasut, K. 1989. Cytogenetics and cytotaxonomy of the family Zephyranthes. Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
- Chu, E. H. Y., Thuline, H. C. and Norby, D. E. 1964. Triploid-diploid chimerism in a male tortoiseshell cat. *Cytogenetics* 3: 1-8.
- Hard, W. L. 1968. The karyotype of a male cheetah, *Acinonyx jubatus jubatus*. *Mamm. Chrom. Newsletter* 9: 16-25.
- Hsu, T. C. 1962. Two species of cats with 36 chromosomes. *Mamm. Chrom. Newsletter* 8: 4-10.
- , Rearden, H. H. and Luquette, G. F. 1963a. Karyological studies of nine species of Felidae. *American Naturalist* 97: 225-235.
- , Arrighi, E. E. and Luquette, G. F. 1963b. Karyological studies of nine species of Felidae. *American Naturalist* 97: 225-232.
- and Rearden, H. H. 1965. Further karyological studies on Felidae. *Chromosoma (Berl.)* 16: 365-371.
- Kampiranont, A. 2003. Cytogenetics. Department of Genetics, Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Lekagul, B. and McNeely, J. A. 1977. *Mammals of Thailand*. 1st ed. Kurusapha Ladprao Press: Bangkok, Thailand.
- and — 1988. *Mammals of Thailand*. 2nd ed. Sabakarn Bhaer: Bangkok, Thailand.
- Leyhausen, P. and Tonkin, B. A. 1968. Comment on the karyotypes of the leopard cat and fishing cat. *Mamm. Chrom. Newsletter* 9: 78-85.
- Makino, S. and Tateishi, S. 1952. A comparison of the chromosomes of the lion, Chinese leopard cat and house cat. *J. Morphology* 90: 93-99.
- Matano, Y. 1963. A study of the chromosome in the cat. *Japan J. Gene.* 38: 147-152.
- Milosevic, M., Zivkovic, S. and Isakovic, I. 1972. Hromozomske karakteristike nekih carnivora Iz Srbij. *Genetika (Beograd)* 4: 1-9.
- Nie, W., Wang, J., O'Brien, P. C. M., Fu, B. and Yang, T. 2002. The genome phylogeny of domestic cat, red panda and mustelid species revealed by comparative chromosome painting and G-banding. *Chrom. Res.* 10: 209-222.
- Ohno, S., Stenius, C., Weiler, C. P., Trujillo, J. M., Kaplan, W. D. and Kinoshita, R. 1962. Early meiosis of male germ cells in fetal testis of *Felis domestica*. *Exp. Cell Res.* 27: 401-410.
- Rooney, D. E. 2001. *Human Cytogenetics: Constitutional Analysis*. Oxford University Press: Oxford.
- Sutton, D. A. 1968. Karyotype of a female bobcat, *Lynx rufus californicus*. *Mamm. Chrom. Newsletter* 9: 249-254.
- Thuline, H. C. and Norby, D. E. 1961. Spontaneous occurrence of chromosome abnormality in cats. *Science* 134: 544-546.
- Wilson, D. E. and Cole, F. R. 2000. *Common names of mammals of the world*. Smithsonian Institution: United States of

America.

- Wurster, D. H. and Benirschke, K. 1967. Chromosome numbers in thirty species of Carnivora. *Mamm. Chrom. Newsletter* 8: 195-216.
- and — 1968a. Comparative cytogenetic studies in the order Carnivora. *Chromosoma* 24: 336-382.
- and — 1968b. Karyotype of four more species of cats. *Mamm. Chrom. Newsletter* 9: 236-245.
- 1969. Cytogenetic and phylogenetic studies in Canivora. *In: Comparative Mammalian Cytogenetics* Benirschke, K., ed., Springer-Verlag, N.Y.
- Wurster-Hill, D.H. 1973. Chromosome of eight species from five families of Carnivora. *J. Mammalian* 54: 763-782.
- and Meritt, D. A., Jr. 1974. The G-band chromosomes of the marbled cat, *Felis marmorata*. *Mamm. Chrom. Newsletter* 15: 14-19.
- Yang, F., Graphodatsky, A. S., O'Brien, P. C. M., Colabella, A., Solanky, N., Squire, M., Sargan, D. R. and Ferguson-Smith, M. A. 2000. Reciprocal chromosome painting illuminates the history of genome evolution of the domestic cat, dog and human. *Chrom. Res.* 8: 393-404.
-