BRT 543039

การโอไท่ปของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี

นางสาวอภิรดี ศรีภูมิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0742-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี

นางสาวอภิรดี ศรีภูมิ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0742-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

KARYOTYPES OF SOME SPECIES IN THE FAMILY VIVERRIDAE

Miss Apiradee Sriphoom

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Genetics

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-17-0742-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี
โดย	นางสาวอภิรดี ศรีภูมิ
สาขาวิชา	พันธุศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์พรรณี ชิโนรักษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... รองคณบดีฝ่ายบริหาร

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์ การเที่ยง) รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุมิตรา คงชื่นสิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์พรรณี ชิโนรักษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(อาจารย์เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรวุฒิ จุฬาลักษณานุกูล)

..... กรรมการ

(นายสัตวแพทย์สมชาย โชติอภิสิทธิ์กุล)

BRT 543039

นางสาวอภิรดี ศรีภูมิ : คาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี. (KARYOTYPES OF SOME SPECIES IN THE FAMILY VIVERRIDAE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.พรรณี ชิโนรักษ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : อ.เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์. 99 หน้า. ISBN 974-17-0742-8

การศึกษาคาริโอไทป์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวของสัตว์บางชนิดใน วงศ์ วิเวอร์ริดี พบว่าในวงศ์ย่อย Paradoxurinae ได้แก่ อีเห็นเครือ (*Paguma larvata* (Smith) 1827) อีเห็นข้างลายหรือธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus* (Pallas) 1777) หมีขอ หรือบินตุรง (*Arctictis binturong* (Raffles) 1821) และอีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata* (Gray) 1832) มีโครโมโซมคอมพลีเมนท์ 2n = 44 42 42 และ 40 ตามลำดับ เป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก ซับเทโลเซนตริกและเทโลเซนตริก เท่ากับ 7 11 10 16 , 5 13 10 14 , 5 13 6 18 และ 9 11 6 14 แท่ง ตามลำดับ และในวงศ์ย่อย Viverrinae ได้แก่ ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila* Blyth 1862) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha* Linnaeus 1758) และ ชะมดเช็ด (*Viverricula indica* Desmarest 1817) มีโครโมโซมคอมพลีเมนท์ 2n = 38 38 และ 36 ตามลำดับ เป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก ซับเทโลเซนตริกและเทโลเซนตริก เท่ากับ 10 13 10 5 , 10 12 12 4 และ 10 13 10 3 แท่ง ตามลำดับ พบว่าสัตว์ที่ศึกษาทุกชนิดดังกล่าวมี satellite marker chromosome และเมื่อศึกษาการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของสัตว์ในวงศ์นี้ทั้ง 7 ชนิดพบว่า รูปแบบของแถบสีในโครโมโซมแต่ละแท่งแตกต่างกันทั้งจำนวนและตำแหน่งของแถบสี

ภาควิชา	พฤกษศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	พันธุศาสตร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2544	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172530323 : MAJOR GENETICS

KEY WORD : VIVERRIDAE / CARNIVORA / KARYOTYPE / CHROMOSOME BANDING

APIRADEE SRIPHOOM : KARYOTYPES OF SOME SPECIES IN THE FAMILY VIVERRIDA. THESIS ADVISOR : ASSOC.PROF. PANNEE CHINORAK, THESIS COADVISOR : RUENGWIT BUNJONGRAT. 99 pp. ISBN 974-17-0742-8

Karyotypic studies of some animal species in the family Viverridae were conducted using the lymphocyte culture technique. It was found that the masked palm civet [*Paguma larvata* (Smith) 1827], the common palm civet [*Paradoxurus hermaphroditus* (Pallas) 1777], the binturong [*Arctictis binturong* (Raffles) 1821], and three-striped palm civet [*Arctogalidia trivirgata* (Gray) 1832], which are in the subfamily Paradoxurinae, had chromosome complements of 2n = 44, 42, 42 and 40, respectively. In each animal, the numbers of metacentric, submetacentric, subtelocentric and telocentric chromosome were 7-11-10-16, 5-13-10-14, 5-13-6-18 and 9-11-6-14, respectively. Animals from the subfamily Viverrinae, namely the large-spotted civet [*Viverra megaspila* Blyth 1862], the large Indian civet [*Viverra zibetha* Linnaeus 1758] and the small Indian civet [*Viverricula indica* Desmarest 1817] were found to have chromosome complements of 2n = 38, 38 and 36, respectively, and numbers of metacentric, submetacentric, subtelocentric and telocentric chromosome of 10-13-10-5, 10-12-12-4 and 10-13-10-3, respectively. In all species studied, satellite marker chromosomes were consistently detected. Besides the conventional stain, G – banding techniques are also developed. It was found that there are differences in numbers and locations of G – band in each species.

Department	Botany	Student's signature... Apiradee Sriphoom
Field of study	Genetics	Advisor's signature... Pannee Chinorak
Academic year	2001	Co-advisor's signature... Ruengwit Bunjongrat

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีจากการได้รับความกรุณาและความช่วยหลือของหลายท่านดังนี้

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พรรณี ชิโนรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อคิดเห็นและความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาและอุปสรรคต่างๆของงานวิจัยให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สุมิตรา คงชื่นสิน รองศาสตราจารย์ ดร. วรวุฒิ จุฬา-ลักษณานุกูล และนายสัตวแพทย์สมชาย โชติอภิสิทธิ์กุล ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์

กราบขอบพระคุณผู้อำนวยการองค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างสัตว์ในการศึกษาครั้งนี้ และกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ นายสัตวแพทย์ เจ้าหน้าที่และพนักงานทุกท่านประจำสวนสัตว์ดุสิต สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์เชียงใหม่และสวนสัตว์สงขลา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่างเลือดสัตว์ที่ศึกษาในครั้งนี้

กราบขอบคุณศาสตราจารย์ ดร.สุดา เกียรติกำจรวงศ์ หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการอัดขยายภาพโครโมโซม

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์วิวัฒน์ ชวนะนิกุล หัวหน้าภาควิชาสัตวบาล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สพ.ญ.ดร.ดวงสมร สุวัฒฑน คณะสัตวแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการโครโมโซมในการทำวิจัย และให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

กราบขอบพระคุณ ดร. ต่อศักดิ์ สีลานันท์ ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์และอาจารย์อลงกลด แทนออมทองที่ให้การสนับสนุนงบประสานงานในการทำวิทยานิพนธ์

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT 543039 จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดาและพี่ ๆ น้อง ๆ ที่สนับสนุนด้านการเงินและให้กำลังใจในการวิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายที่สุดกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพฤกาศาสตร์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแขนงนี้ให้ และขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านต่าง ๆ ในงานวิจัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ซ
สารบัญรูป..... ญ

บทที่

1. บทนำ..... 1
2. การตรวจเอกสาร..... 4
3. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา..... 12
4. ผลการศึกษา..... 18
5. วิจารณ์ผลการศึกษา..... 82
6. สรุปผลการศึกษา..... 90

รายการอ้างอิง..... 93
ภาคผนวก..... 96
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 99

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ชื่อ จำนวน เพศและแหล่งเก็บตัวอย่างสัตว์ที่ศึกษา..... 12
2. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของอีเห็นเครือ (2n = 44)..... 19
3. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของอีเห็นธรรมดาหรือข้างลาย(2n = 42)..... 28
4. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของหมีขอ(2n = 42)..... 37
5. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง(2n = 40)..... 46
6. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ของชะมดแผงสันหางดำ(2n = 38)..... 55
7. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ของชะมดแผงหางปล้อง(2n = 38)..... 64

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

8. ค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ของซะมดเซ็ด(2n = 36)..... 71

9. จำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซม ของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี ที่ศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับรายงานที่ผ่านมา..... 84

10. สรุปผลการศึกษาจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซมด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดา ของสัตว์บางชนิดในวงศ์วิเวอร์ริดี..... 90

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1. อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)..... 18
2. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของอีเห็นเครือเพศผู้..... 21
3. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของอีเห็นเครือเพศเมีย..... 22
4. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นเครือ..... 23
5. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นเครือเพศผู้..... 24
6. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นเครือเพศเมีย..... 25
7. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นเครือ..... 26
8. อีเห็นธรรมดาหรือข้างลาย (*Paradoxurus hermaphroditus*)..... 27
9. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของอีเห็นธรรมดาเพศผู้..... 30
10. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของอีเห็นธรรมดาเพศเมีย..... 31
11. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นธรรมดา..... 32
12. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นธรรมดาเพศผู้..... 33
13. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นธรรมดาเพศเมีย..... 34
14. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นธรรมดา..... 35
15. หมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong*)..... 36
16. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของหมีขอเพศผู้..... 39

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

17. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของหมีขอเพศเมีย..... 40
18. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของหมีขอ..... 41
19. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของหมีขอเพศผู้..... 42
20. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของหมีขอเพศเมีย..... 43
21. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของหมีขอ..... 44
22. อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*)..... 45
23. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศผู้..... 48
24. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศเมีย..... 49
25. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง..... 50
26. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศผู้..... 51
27. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศเมีย..... 52
28. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง..... 53
29. ชะมดแผงสันหางดำ(*Viverra megaspila*)..... 54
30. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของชะมดแผงสันหางดำเพศผู้..... 57
31. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของชะมดแผงสันหางดำเพศเมีย..... 58
32. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดแผงสันหางดำ..... 59

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

33. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของชะมดแผงสันหางดำเพศผู้..... 60
34. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของชะมดแผงสันหางดำเพศเมีย..... 61
35. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดแผงสันหางดำ..... 62
36. ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*)..... 63
37. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของชะมดแผงหางปล้องเพศเมีย..... 66
38. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดแผงหางปล้อง..... 67
39. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของชะมดแผงหางปล้องเพศเมีย..... 68
40. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดแผงหางปล้อง..... 69
41. ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)..... 70
42. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของชะมดเช็ดเพศผู้..... 73
43. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดา ของชะมดเช็ดเพศเมีย..... 74
44. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดเช็ด..... 75
45. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของชะมดเช็ดเพศผู้..... 76
46. โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของชะมดเช็ดเพศเมีย..... 77
47. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดเช็ด..... 78
48. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นและชะมดทั้ง 7 ชนิด เปรียบเทียบค่า RL..... 80
49. อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นและชะมดทั้ง 7 ชนิด เปรียบเทียบค่า RL..... 81

บทที่ 1

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต จึงก่อให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพสูง สัตว์ป่าเป็นส่วนหนึ่งของความหลากหลายที่มีความสำคัญในระบบนิเวศ นอกนั้นยังอำนวยประโยชน์นานาประการให้แก่มวลมนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจ ใช้เป็นอาหาร เป็นสมุนไพร ใช้ทดลองทางวิทยาศาสตร์และการแพทย์ ช่วยรักษาสมดุลในธรรมชาติ แต่ทว่าในทางกลับกันมนุษย์นำทรัพยากรสัตว์ป่ามาใช้อย่างขาดจิตสำนึก รวมถึงภัยคุกคามต่าง ๆ ซึ่งเป็นสาเหตุให้สัตว์ป่าของไทยหลายชนิดสูญพันธุ์ไปแล้ว และมีแนวโน้มที่ใกล้สูญพันธุ์อีกหลายชนิด ปัจจุบันพบว่าจำนวนประชากรของสัตว์ป่าเหล่านี้มีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว เช่นเดียวกับสัตว์ป่าในวงศ์ Viverridae ซึ่งจัดอยู่ในจำพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม อันดับ Carnivora ซึ่งมีรายงานพบทั่วโลก 34 ชนิด (species) ใน 20 สกุล (genus) จาก 6 วงศ์ย่อย (subfamily) และพบในประเทศไทยทั้งหมด 11 ชนิด ใน 9 สกุล จาก 3 วงศ์ย่อย ได้แก่ อีเห็นข้างลายหรือธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus* (Pallas) 1777) อีเห็นเครือ (*Paguma larvata* (Smith) 1827) อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata* (Gray) 1832) อีเห็นลายพาด (*Hemigalus derbyanus* (Gray) 1837) อีเห็นน้ำ (*Cynogale bennettii* Gray 1837) หมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong* (Raffles) 1821) ชะมดเช็ด (*Viverricula indica* (Desmarest) 1817) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha* Linnaeus 1758) ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila* Blyth 1862) ชะมดแปลงลายแถบ (*Prionodon linsang* (Hardwicke) 1821)และชะมดแปลงลายจุด (*Prionodon pardicolor* Hodgson 1842) (โอภาส ขอบเขตต์, 2518 ; ประทีป ด้วงแค, 2541 ; Lekagul and McNeely, 1977)

ปัจจุบันสัตว์วงศ์นี้ถูกจัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 จำนวน 8 ชนิด และในจำนวนนี้ถูกจัดให้เป็นสัตว์ป่าที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable ; VU) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ชะมดแผงสันหางดำ จัดเป็นสัตว์ป่าที่มีสภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered ; EN) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ชะมดแปลงลายจุด ชะมดแปลงลายแถบ อีเห็นลายพาด และจัดเป็นสัตว์ที่มีสภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (Critically Endangered ; CR) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ อีเห็นน้ำ ตามสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2540 (ประทีป ด้วงแค, 2541 ; สมชาย เลี้ยงพรพรรณ, 2540)

จากสถานภาพของสัตว์ป่าวงศ์นี้จะเห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากการคุกคามต่าง ๆ ของมนุษย์ หรือจากการทำลายพื้นที่ป่าไม้ทำให้สูญเสียที่อยู่ และแหล่งอาหารในธรรมชาติ และที่สำคัญยังขาดความรู้พื้นฐานที่จะนำไปใช้ในการจัดการให้เหมาะสมเพื่อประโยชน์ในการวางแนวทางการอนุรักษ์พันธุ์ต่อไป

การศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์ ปัจจุบันมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น เป็นศาสตร์หนึ่งที่ศึกษาลักษณะทางพันธุกรรม ว่าด้วยการศึกษาจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซมและคาริโอไทป์ ซึ่งช่วยในการจัดจำแนกสัตว์ บอกความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตได้ละเอียดยิ่งขึ้น โดยข้อมูลและความรู้พื้นฐานที่ได้มีความจำเป็นในการนำไปประยุกต์ใช้กับการอนุรักษ์พันธุ์ และการนำไปใช้ประโยชน์การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ และพันธุศาสตร์ของสัตว์ป่าต่อไป (อมรา คัมภิรานนท์, 2541 ; Sumner, 1990)

การศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์ในกลุ่มชะมดและอีเห็นในประเทศไทยที่ผ่านมาพบว่า ยังมีรายงานน้อยมาก มีเพียงอีเห็นเครือเท่านั้น ที่มีรายงานการศึกษาจำนวนโครโมโซม 2n = 44 ด้วยวิธีการย้อมแถบสีโครโมโซมแบบจี (อุษณา เล็กกัมพร, 2541) ส่วนชนิดอื่นที่พบในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการศึกษามาก่อน ทั้งที่สัตว์ส่วนใหญ่ในวงศ์นี้จัดเป็นสัตว์คุ้มครองของประเทศและมีสถานภาพเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ จึงจำเป็นที่จะศึกษาหาข้อมูลต่าง ๆ โดยเฉพาะข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์นี้ จากตัวอย่างสัตว์ในสวนสัตว์ภายใต้องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวแล้วย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา และแบบแถบสีจี เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานทางด้านพันธุกรรมของสัตว์ป่าวงศ์นี้นำไปประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์พันธุ์และศึกษาวิจัยด้านอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์

ศึกษาเปรียบเทียบจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซม และคาริโอไทป์ของสัตว์ป่าบางชนิดในวงศ์ Viverridae โดยใช้เทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (conventional stain) และแถบสีจี (G-band)

ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซม และคาริโอไทป์ของสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี 7 ชนิด จากตัวอย่างสัตว์ในสวนสัตว์ภายใต้องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวแล้วย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาและแบบแถบสีจี

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้

1. สามารถเปรียบเทียบจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซม และคาริโอไทป์ของสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดีทั้ง 7 ชนิด
2. ข้อมูลพื้นฐานทางพันธุกรรมที่ได้ นำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการและการอนุรักษ์พันธุ์ของสัตว์ป่าวงศ์นี้ต่อไป
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาวิจัยระดับสูงต่อไป

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สัตว์ในกลุ่มชะมดและอีเห็น จัดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม ในอันดับ Carnivora วงศ์ Viverridae มีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวางในป่าเขตร้อนตอนใต้โลกเก่า พบในยุโรปตอนใต้ แอฟริกา เอเชีย รวมถึง อินโดนีเซีย ฟิลลิปิน นอกจากนี้ยังแผ่กระจายไปถึงมาดากัสกา (Vaunhen,1972; Stains, 1984 ; McPhee, 2001) แต่ไม่พบสัตว์กลุ่มนี้เลยในเขตโลกใหม่ แม้กระทั่งซากดึกดำบรรพ์ (Lekagul and McNeely, 1977) สัตว์วงศ์นี้มีรายงานพบทั่วโลก 34 ชนิด (species) 20 สกุล (genus) 6 วงศ์ย่อย (subfamily) (McPhee, 2001) และมีรายงานพบในประเทศไทย 11 ชนิด ใน 9 สกุล จาก 3 วงศ์ย่อย (Lekagul and McNeely, 1977 ; McPhee, 2001; ประทีป ด้วงแค, 2541) ดังต่อไปนี้

1.วงศ์ย่อย Paradoxurinae ประกอบด้วย 4 ชนิด จาก 4 สกุล ได้แก่ หมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong*) อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*) อีเห็นข้างลายหรือธรรมดา (*Paradourus hermaphroditus*)

2.วงศ์ย่อย Viverrinae ประกอบด้วย 5 ชนิดจาก 3 สกุลได้แก่ สกุล *Prionodon* มี 2 ชนิด คือ ชะมดแปลงลายแถบ (*Prionodon linsang*)และชะมดแปลงลายจุด (*Prionodon pardicolor*) สกุล *Viverra* มี 2 ชนิดคือ ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*) และชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) สกุล *Viverricula* มี 1 ชนิด คือ ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)

3.วงศ์ย่อย Hemigalinae ประกอบด้วย 2 ชนิด จาก 2 สกุล ได้แก่ อีเห็นน้ำ (*Cynogale bennettii*) และอีเห็นลายพาด (*Hemigalus derbyanus*)

ลักษณะทั่วไปของสัตว์ในกลุ่มชะมดและอีเห็น

ลักษณะทั่วไปของสัตว์กลุ่มนี้มีลำตัวที่ยาว ใบหน้ายื่นยาว ขาเล็กสั้น และมีหางยาว มีต่อมกลิ่น สีขนตามลำตัวแปรผันไปในแต่ละชนิด ส่วนใหญ่มีสีน้ำตาล สีเทา และสีดำ บางชนิดมีรอยแต้มสีขาวเป็นแถบหรือเป็นจุดตามร่างกาย บางชนิดมีขนตั้งชันบนหลัง และบางชนิดมีสีขนเป็นปล้องรอบหาง (โอภาส ขอบเขตต์, 2518 ; กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2521 ; ประทีป ด้วงแค, 2541 ; Lekagul and McNeely, 1977 ; McPhee, 2001)

ชะมดและอีเห็นเป็นสัตว์ที่มีการพัฒนาต่อมกลิ่นที่ดี โดยต่อมกลิ่นจะปรากฏอยู่ใกล้บริเวณทวารหนัก แต่บางชนิดไม่มีหรืออาจมีแต่ขนาดเล็กมาก ได้แก่สกุล *Prionodon* และสกุล *Arctogalidia* เพศผู้ ต่อมกลิ่นนี้ทำหน้าที่ขับสารที่มีกลิ่นหอม เรียกว่า " civet" กลุ่มที่มีการพัฒนาต่อมกลิ่นได้ดี ได้แก่ สกุล *Viverricula* สกุล *Viverra* และสกุล *Civettictis* กลุ่มที่มีการพัฒนารองลงมาได้แก่ วงศ์ย่อย Paradoxurinae และกลุ่มที่พัฒนาได้น้อยที่สุดคือ วงศ์ย่อย Hemigalinae ประโยชน์ของสารที่ปล่อยออกจากต่อมกลิ่นก็เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารและป้องกันตัว และมีการนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมของน้ำหอมและส่วนผสมของยา (McPhee, 2001 ; Vaunhan, 1972 ; Rettig and Divers, 1986)

สัตว์วงศ์นี้จัดเป็นสัตว์หากินกลางคืนโดยเริ่มออกหากินตั้งแต่เย็นไปจนถึงเช้าตรู่ หลังจากนั้นจะหาที่พักผ่อน อาหารที่กินมีหลากหลายชนิด มีทั้งพืช ผลไม้และสัตว์ขนาดเล็ก เช่น ไส้เดือน ไข่แมลง ตะขาบ กบ กิ้งก่า งู นก หนู เป็นต้น การเลือกที่หลับนอนอาศัย พบว่าอาศัยอยู่ได้ในถิ่นอาศัยหลายชนิด ทั้งป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์และป่าที่ถูกทำลาย บางชนิดอาจพบใกล้บริเวณที่อยู่อาศัยของมนุษย์ พวกอีเห็นมักอาศัยอยู่บนต้นไม้เนื่องจากมีความชำนาญและมีหางที่ยาวช่วยในการปีนป่าย แต่พวกชะมดมักมีหางสั้นจะอาศัยและหากินตามพื้นดินเป็นส่วนใหญ่ (กองอนุรักษ์สัตว์ป่า, 2521 ; ประทีป ด้วงแค, 2541)

<u>ความสำคัญของสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี</u>

ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นส่วนหนึ่งของความหลากหลายภายในระบบนิเวศ มีคุณประโยชน์นานับประการแก่มนุษย์และทรัพยากรธรรมชาติอื่น ๆ เช่น ใช้เป็นอาหาร ทำเครื่องประดับและเครื่องใช้ เป็นตัวควบคุมปริมาณสัตว์ด้วยกันเองหรือควบคุมศัตรูพืช ช่วยในการกระจายพันธุ์ไม้ ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ เป็นต้น (โอภาส ขอบเขตต์, 2535) แต่ในทางกลับกันมนุษย์กลับทำลายหรือใช้ทรัพยากรสัตว์ป่าไปอย่างฟุ่มเฟือยเป็นสาเหตุให้สัตว์ป่าท้องถิ่นของประเทศไทยหลายชนิดสูญพันธุ์ไปแล้ว เช่น สมัน และยังมีอีกหลายชนิดที่ใกล้สูญพันธุ์ ปัจจุบันมีสัตว์ป่าของประเทศถูกจัดให้เป็นสัตว์ป่าสงวนแล้ว 15 ชนิด และนอกจากนั้นยังจัดให้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองอีกหลายชนิดเช่นกัน

สัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี ปัจจุบันถูกจัดให้เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ชะมดแปลงลายแถบ ชะมดแปลงลายจุด อีเห็นลายพาด ชะมดแผงสันหางดำ ชะมดแผงหางปล้อง ชะมดเช็ด หมีขอ และ อีเห็นน้ำ และภายในจำนวนนี้ยังจัดให้มีสถานภาพของสัตว์ป่าตามสำนักนโยบายและสิ่งแวดล้อม 2540 โดยจัดสถาน

ภาพให้เป็นสัตว์ป่าที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (VU) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ชะมดแผงสันหางดำ จัดสถานภาพเป็นสัตว์ป่าที่ใกล้สูญพันธุ์ (EN) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ชะมดแปลงลายจุด ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด และจัดสถานภาพเป็นสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ยิ่ง (CR) จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ อีเห็นน้ำ ปัจจุบันในธรรมชาติพบว่าสัตว์ป่าวงศ์นี้มีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็วและมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ในอนาคต (ประทีป ด้วงแค, 2541)

<u>การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ (Cytogenetics)</u>

การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์ เป็นศาสตร์หนึ่งที่ศึกษาจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซม รวมถึงการศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์ โดยศึกษาจากโครโมโซมระยะเมตาเฟสภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งเป็นระยะที่โครโมโซมมีการหดตัวมากที่สุดทำให้มองเห็นแท่งของโครโมโซมชัดเจน โดยในสัตว์แต่ละชนิดจะมีชุดของโครโมโซมเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป ทั้งจำนวน และรูปร่าง (ดวงสมร สุวัฑฒน, 2542) การศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์นี้สามารถใช้จำแนกชนิดของสิ่งมีชีวิตได้ละเอียดยิ่งขึ้น ใช้ศึกษาความสัมพันธ์และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตได้ (อมรา คัมภิรานนท์, 2541 ; Sumner, 1990)

ในการศึกษาโครโมโซมแต่ละครั้งได้ทำการจำแนกรูปร่างของโครโมโซมระยะเมตาเฟสโดยอาศัยตำแหน่งของเซนโทรเมียร์ ดังนี้ (อมรา คัมภิรานนท์, 2541)

1. เมตาเซนตริกโครโมโซม (metacentric chromosome) โครโมโซมชนิดนี้จะมีตำแหน่งของเซนโทรเมียร์อยู่บริเวณกึ่งกลางหรือเกือบกลางของแท่งโครโมโซม ทำให้เกิดแขนทั้งสองข้างของโครโมโซมมีขนาดความยาวเท่า ๆ กันหรือใกล้เคียงกันมาก

2. ซับเมตาเซนตริกโครโมโซม (submetacentric chromosome) โครโมโซมชนิดนี้จะมีเซนโทรเมียร์อยู่ปลายด้านใดด้านหนึ่งของโครโมโซม ทำให้แขนทั้งสองข้างยาวไม่เท่ากัน เกิดเป็นแขนข้างสั้นและแขนข้างยาว

3. อโครเซนตริกโครโมโซม (acrocentric chromosome) โครโมโซมลักษณะนี้พบเซนโทรเมียร์อยู่ค่อนไปด้านใดด้านหนึ่งของปลายโครโมโซม หรือเกือบปลายสุดของโครโมโซม ทำให้แขนข้างสั้นของโครโมโซมมีความสั้นมากจนแทบไม่ปรากฏ

4. เทโลเซนตริกโครโมโซม (telocentric chromosome) เป็นโครโมโซมที่มีเซนโทรเมียร์อยู่ตอนปลายสุดของโครโมโซม ทำให้โครโมโซมแท่งนั้นมีแขนเพียงข้างเดียว

การย้อมสีโครโมโซม

โครโมโซมเป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยโครมาตินซึ่งจะติดสีย้อมที่เป็นเบส การย้อมสีของโครโมโซมนั้นสามารถทำได้หลายแบบ เช่น การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา(conventional stain) และการย้อมโครโมโซมแบบแถบสี (banding technique) การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสี นี้มีหลายแบบด้วยกัน เช่น การย้อมสีแบบ G-band , C-band , R-band และ Q-band เป็นต้น ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาการย้อมสีโครโมโซม 2 แบบ คือ

1.การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (conventional stain)

การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาเป็นการย้อมสีโครโมโซมโดยใช้สีที่สามารถย้อมติดกรดนิวคลีอิก เช่นสี orcein ,carmine และ Giemsa เป็นต้น โดยโครโมโซมจะติดสีเข้มตลอดทั้งแท่ง การย้อมสีแบบนี้จะสามารถบอกจำนวน และรูปร่างของโครโมโซมประจำสปีชีส์นั้น ๆ ได้ และอาจบอกลักษณะพิเศษบางอย่างของโครโมโซมได้ เช่น primary constriction, secondary constriction และ satellite การติดสีของโครโมโซมแบบธรรมดานี้บางครั้งพบว่าติดสีได้ไม่เท่ากัน เนื่องจากมีการยืดหดตัวได้ไม่เท่ากันในช่วงวัฏจักรของเซลล์ ระยะใดที่หดตัวมากก็ติดสีเข้มมาก แต่ถ้าหดตัวน้อยก็จะติดสีจาง อีกทั้งภายในแท่งโครโมโซมเดียวกันพบว่ายังติดสีได้ไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของโครโมโซมในส่วนที่เป็นเฮเทอโรโครมาติน (heterochromatin) และยูโครมาติน (euchromatin) ดังนั้นถ้าย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาด้วยสีที่เจือจางแล้วบางครั้งอาจพบว่าโครโมโซมเกิดการการติดสีเข้มและจางได้ (อมรา คัมภิรานนท์, 2541)

2. การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี (G-band)

การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีเป็นการเหนี่ยวนำให้เกิดแถบสีตามขวางเกิดสีเข้มและจางสลับกัน การเหนี่ยวนำโครโมโซมให้เกิดแถบสีจีนี้ อาจใช้สารเคมีต่างชนิดกัน เช่น trypsin หรือ urea เป็นต้น ส่วนของโครโมโซมที่ติดสีเข้มเป็นส่วนของเฮเทอโรโครมาติน และส่วนที่ติดสีจางเป็นส่วนของยูโครมาติน แถบสีที่เกิดขึ้นจะมีรูปแบบเฉพาะตัวบนโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดแตกต่างกันไป เทคนิคการย้อมแถบสีนี้นำมาช่วยในการจำแนกโครโมโซมที่เป็นคู่โฮโมโลกัส (homologous chromosome) ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยโครโมโซมที่เป็นคู่กันจะมีแถบสีที่เหมือนกัน

นอกจากนั้นยังบอกถึงความผิดปกติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะโครงสร้างของโครโมโซมได้ด้วย (อมรา คัมภิรานนท์, 2541 ; Sumner, 1990)

ความหมายของคาริโอไทป์

คาริโอไทป์ หมายถึง การศึกษารายละเอียดของโครโมโซมคอมพลีเมนท์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ที่ศึกษาทั้งจำนวนและรูปร่างของโครโมโซม (กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532) โดยการนำเอาโครโมโซมแต่ละแท่งจากเซลล์ในระยะเมตาเฟสหนึ่งเซลล์ มาเรียงเป็นคู่ของโฮโมโลกัส โดยส่วนใหญ่จะเรียงตามลำดับจากขนาดใหญ่ไปขนาดเล็ก การวางโครโมโซมจะวางให้แขนข้างสั้นตั้งขึ้นและนิยมวางโครโมโซมเพศไว้ที่มุมขวาสุดของภาพ (อมรา คัมภิรานนท์, 2541)

ความหมายของอิดิโอแกรม

อิดิโอแกรม หมายถึง การเขียนภาพโครโมโซมแต่ละแท่งแล้วนำมาจัดเรียงเป็นหมวดหมู่ โดยโครโมโซมเหล่านี้จะถูกวาดมาจากหลาย ๆ เซลล์เมตาเฟส ทั้งนี้เพื่อให้ภาพเขียนของโครโมโซมมีลักษณะถูกต้องได้สัดส่วนเหมือนของจริงมากที่สุด อิดิโอแกรมนี้นิยมมาใช้ในงานเปรียบเทียบโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตแต่ละสปีชีส์ เพื่อการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องวิวัฒนาการ (อมรา คัมภิรานนท์, 2541)

การศึกษาคาริโอไทป์ในชะมดและอีเห็น

จากการค้นคว้างานวิจัยทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์ ที่เกี่ยวกับสัตว์ในวงศ์ Viverridae พบว่ามีอยู่น้อยมาก สามารถรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

Ray–Chaudhuri และคณะ (1966) ศึกษาคาริโอไทป์ของอีเห็นข้างลายหรือธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus*) พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 42 ประกอบด้วยโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริก 4 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเทโลโซนตริก 7 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 3 คู่ และพบว่าโครโมโซมคู่ที่ 4 ชนิดเมตาเซนตริกมี secondary constriction บนแขนข้างหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบว่าโครโมโซมคู่ที่ 10 เป็น heteromorphic chromosome สำหรับโครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริก ส่วนโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดเล็กมาก

Wurster และ Benirschke (1968) ได้ศึกษาเปรียบเทียบเซลล์พันธุศาสตร์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในอันดับ Carnivora ซึ่งสัตว์ตัวอย่างในวงศ์ Viverridae ที่ใช้ศึกษาคือ

1. ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*) ศึกษาในเพศผู้และเพศเมีย พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 36 จำนวนของโครโมโซมพื้นฐาน (FN) = 64 มีออโตโซม 17 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก 13 คู่ ชนิดอโครเซนตริกและซับอโครเซนตริก 4 คู่ และออโตโซมคู่ที่เล็กที่สุดชนิดเมตาเซนตริกพบว่ามี satellites โครโมโซมเพศประกอบด้วยโครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่และโครโมโซม Y เป็นชนิดอโครเซนตริกขนาดเล็ก

2. ชะมดแปลงลายแถบ *(Prionodon linsang)* ศึกษาทั้งในเพศผู้และเพศเมีย พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 34 FN = 66 มีออโตโซม 16 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก 15 คู่ ชนิดอโครเซนตริก 1 คู่ และโครโมโซมคู่ที่เล็กที่สุดชนิดซับเมตาเซนตริกพบว่ามี satellites บนแขนข้างยาว โครโมโซมเพศประกอบด้วยโครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดกลาง และโครโมโซม Y เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดเล็ก

3. อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ศึกษาเฉพาะเพศผู้ พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2n=44 FN=68 มีออโตโซม 21 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก 11 คู่ ชนิดอโครเซนตริก 10 คู่ และออโตโซมคู่ที่เล็กที่สุดชนิดซับเมตาเซนตริกพบว่ามี satellites บนแขนข้างสั้น ส่วนโครโมโซมเพศพบว่า โครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดเล็ก

4. อีเห็นลายพาด (*Hemigalus derbyanus*) ศึกษาเฉพาะเพศผู้ พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n = 42 FN = 70 มีออโตโซม 20 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก 13 คู่ ชนิดอโครเซนตริกและซับอโครเซนตริก 7 คู่ และออโตโซมคู่ที่เล็กที่สุดชนิดซับเมตาเซนตริกพบว่ามี satellites บนแขนข้างสั้น ส่วนโครโมโซมเพศ พบว่า โครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดกลาง โครโมโซม Y เป็นชนิดอโครเซนตริกขนาดเล็ก

Wada และคณะ (1983) ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและนก ซึ่งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ใช้ศึกษาคือ อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) และ อีเห็นข้างลาย (*Paradoxurus hermaphroditus*) พบว่า จำนวนโครโมโซม 2n = 44 และ 2n = 42 ตามลำดับ

Wang และคณะ (1984) ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์อันดับ Carnivora จำนวน 3 ชนิด ตัวอย่างสัตว์ที่ใช้ศึกษาในวงศ์ Viverridae คือ อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) จากการศึกษาพบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 FN = 69 ในเพศผู้, FN = 68 ในเพศเมีย ออโตโซมมี 21 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดอโครเซนตริก 9 คู่ และออโตโซมคู่ที่เล็กที่สุดชนิดเมตาเซนตริกพบว่ามี satellites ส่วนโครโมโซมเพศ พบว่าโครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริก และโครโมโซม Y เป็นชนิดอโครเซนตริก

Harada และ Torii (1993) ศึกษาคาริโอไทป์ของ อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) โดยใช้เทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา การย้อมแถบสีแบบ C-banding และ G-banding พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 FN = 66 ออโตโซมมี 21 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก 4 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 8 คู่ ชนิดอะโครเซนตริกมีทั้งขนาดใหญ่และเล็ก 9 คู่ และออโตโซมคู่ที่ 4 มีขนาดเล็กที่สุดเป็นชนิดซับเมตาเซนตริกพบว่ามี satellites บนแขนสั้น โครโมโซมเพศพบว่า โครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดกลาง โครโมโซม Y เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดเล็ก จากเทคนิคการย้อมสีโครโมโซมแบบ C-banding พบว่าโครโมโซมทั้งหมดมีส่วนของเซนโทรเมียร์ขนาดเล็ก และแขนข้างสั้นของโครโมโซมคู่ที่ 7 ติดสีเข้ม แสดงให้เห็นว่าบริเวณนั้นประกอบด้วยเฮเทอโรโครมาตินเป็นส่วนมาก โครโมโซมคู่ที่ 1-3, 8, 9, 12, 15, 19 และ 20 พบว่าติดสีเข้มบริเวณเทโลเมียร์ (telomere) ทั้งแขนสั้นและแขนยาวของโครโมโซม

อุษณา เล็กกัมพร (2541) ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของ อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*) ทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยเทคนิคการย้อมสีแบบ G-banding พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 FN = 71 ในเพศผู้ และ FN = 72 ในเพศเมีย ออโตโซม 21 คู่ ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 5 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 8 คู่ และชนิดอโครเซนตริก 8 คู่ โครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริก ส่วนโครโมโซม Y เป็นชนิดอโครเซนตริก

จากข้อมูลที่รวบรวมไว้ทั้งหมดจะเห็นได้ว่าสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี ที่พบในประเทศไทยมีการศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์น้อยมาก อีกทั้งสัตว์บางชนิดในวงศ์นี้จัดสถานภาพเป็นสัตว์หายากและใกล้สูญพันธุ์ของประเทศ ดังนั้นจึงได้ทำการการศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์นี้ จากตัวอย่างสัตว์ในสวนสัตว์ภายใต้องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวแล้วย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา และแบบแถบสีจี เพื่อหาข้อมูลพื้นฐานทางด้านพันธุกรรมของสัตว์ป่าวงศ์นี้เพื่อนำไปใช้ในการอนุรักษ์พันธุ์และนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยด้านอื่นต่อไป

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการศึกษา

สัตว์ตัวอย่าง

สัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี ทั้งหมด 7 ชนิด จากสวนสัตว์ภายใต้องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงชื่อ จำนวน เพศ และแหล่งเก็บตัวอย่างสัตว์ที่ศึกษา

ชื่อสัตว์ตัวอย่าง	จำนวนตัวและเพศ	แหล่งเก็บตัวอย่าง
1. อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)	เพศเมีย 1 ตัว เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว เพศผู้ 2 ตัว	สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์ดุสิต สวนสัตว์สงขลา
2. อีเห็นธรรมดาหรือข้างลาย (*Paradoxurus hermaphroditus*)	เพศเมีย 1 ตัว เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว	สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์ดุสิต
3. หมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong*)	เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว เพศผู้1ตัว เพศเมีย 1 ตัว	สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์ดุสิต
4. อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*)	เพศผู้ 2 ตัว เพศเมีย 2 ตัว	สวนสัตว์ดุสิต
5. ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*)	เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว	สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์ดุสิต
6. ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*)	เพศเมีย 1 ตัว เพศเมีย 2 ตัว	สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์ดุสิต
7. ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)	เพศเมีย 1 ตัว เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว	สวนสัตว์เปิดเขาเขียว สวนสัตว์ดุสิต

วัสดุอุปกรณ์

1. เข็มฉีดยา เบอร์ 18 20 และ 21 นิ้ว
2. กระบอกฉีดยาขนาด 5 และ 10 มิลลิลิตร
3. ยาสลบสัตว์
4. หลอดเก็บตัวอย่างเลือดชนิดเคลือบสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (heparin)
5. ขวดเลี้ยงเลือด ขนาด 10 มิลลิลิตร
6. ตู้ incubator ชนิดที่มี CO_2
7. ตู้ปลอดเชื้อ
8. บีกเกอร์
9. กระบอกตวง
10. เครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง 1500 รอบต่อวินาที
11. เครื่องกรองสูญญากาศ
12. กระดาษกรอง
13. ซิลิกาเจล
14. สไลด์และกระจกปิดสไลด์
15. cropping jar
16. กล้องจุลทรรศน์ชนิดต่อกล้องถ่ายรูปกำลังขยาย 1000 เท่า
17. กล้องถ่ายรูป และฟิล์มขาวดำ Kodak technical pan film
18. กระดาษและน้ำยาอัดรูป
19. เครื่องอัดขยายรูป

สารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด RPMI 1640
2. fetal calf serum (FCS)
3. สารละลาย phytohaemagglutinin (PHA)
4. สารละลาย penicillin/streptomycin
5. สารละลาย glutamine
6. สารละลายโคลชิซิน (colchicine) ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
7. สารละลายโปแตสเซียมคลอไรด์ (KCl) ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์

8. สารละลาย fixative (methylalcohol : acetic acid; 3:1)
9. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มอล (1 N HCl)
10. เอธิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 70 เปอร์เซนต์
11. สารละลายทริปซิน (trypsin) 0.025 เปอร์เซนต์
12. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (sorensen phosphate buffer)
13. สารละลายสี Giemsa
14. น้ำกลั่น

ขั้นตอนดำเนินงานวิจัย

1. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเลือด

1.1 เก็บตัวอย่างเลือดสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี ทั้ง 7 ชนิด จากสวนสัตว์ภายใต้องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ดังตารางที่ 1

1.2 เจาะเลือดจากหลอดเลือดดำของสัตว์ตัวอย่าง ประมาณ 3-4 มิลลิลิตร ถ่ายไว้ในหลอดเก็บเลือดชนิดที่มีสารป้องกันเลือดแข็งตัว (heparin) เคลือบอยู่ แช่ในน้ำแข็งนำไปศึกษาในห้องปฏิบัติการโครโมโซมต่อไป

2. การศึกษาทางด้านเซลล์พันธุศาสตร์

2.1 การเตรียมโครโมโซมจากการเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวดัดแปลงตามวิธีการของ อมรา คัมภิรานนท์ (2541) ดังนี้

2.1.1. ตัวอย่างเลือดสัตว์ประมาณ 3-4 มิลลิลิตร ที่เก็บมาตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วดูดเอาเฉพาะชั้นเม็ดเลือดขาวประมาณ 1 มิลลิลิตร เติมลงในอาหารเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาว ประกอบด้วย สารละลายRPMI 1640 8 มิลลิลิตร FCS 1.5 มิลลิลิตร PHA 0.2 มิลลิลิตร สารละลาย penicillin/streptomycin จำนวน 0.1 มิลลิลิตร และสารละลาย glutamine 0.1 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน

2.1.2. นำไปเลี้ยงในตู้ incubator ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 5 % CO_2 เป็นเวลา 68-72 ชั่วโมง

2.1.3. เติมสารละลายโคลซิซิน 0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร 200 ไมโครลิตร แล้วเลี้ยงต่อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40-45 นาที

2.1.4. นำสารละลายไปปั่นที่ 1200 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วดูดเอาสารละลายส่วนใสทิ้ง

2.1.5. เติมสารละลายโพแตสเซียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ จำนวน 10 มิลลิลิตร แล้วอุ่นที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 15 นาที

2.1.6. นำสารละลายไปปั่นที่ 1200 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วดูดเอาสารละลายส่วนใสทิ้ง

2.1.7. เติมสารละลาย fixative ที่เตรียมใหม่และแช่เย็นทีละหยด และเขย่าตลอดเวลาจนครบ 10 มิลลิลิตร

2.1.8. นำสารละลายไปปั่นที่ 1200 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วดูดเอาสารละลายส่วนใสทิ้ง

2.1.9. ทำซ้ำขั้นที่ 2.1.7 และ 2.1.8 โดยเติม fixative 5 มิลลิลิตร อีกประมาณ 4 รอบ จนกระทั่งได้ตะกอนสีขาว

2.1.10.หยดสารละลายเซลล์ที่ได้ลงบนสไลด์ ทิ้งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำไปย้อมสีต่อไป

2.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (conventional stain)

นำสไลด์ที่หยดสารละลายเซลล์ไว้เป็นเวลา 1 วัน มาย้อมด้วยสารละลายสี Giemsa 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 - 20 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำประปาไหลผ่าน ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ตรวจดูเซลล์ระยะเมตาเฟสภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2.3 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี (G- Band)

นำสไลด์ที่หยดสารละลายเซลล์ไว้เป็นเวลา 9 -10 วัน มาแช่ในสารละลายทริปซิน 0.025 เปอร์เซ็นต์ ที่เตรียมใหม่ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที แล้วแช่ในสารละลาย FCS 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อหยุดการทำงานของทริปซิน ล้างน้ำกลั่นและเมทานอล 50% ตามลำดับ หลังจากนั้นนำไปย้อมด้วยสารละลายสี Giemsa 2.5 % เป็นเวลา 40-60 นาที ล้างออกด้วยน้ำประปาไหลผ่าน ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง ตรวจดูเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3. การวิเคราะห์โครโมโซม

3.1 หลังจากที่ตรวจดูเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้วทำการถ่ายรูปเซลล์ที่มีการกระจายตัวของโครโมโซมดี ในระยะเมตาเฟสจำนวน 20 เซลล์ ด้วยฟิล์มขาวดำ Kodak technical pan flim นำไปอัดขยายภาพแล้วนำภาพที่อัดขยายมาจับคู่โครโมโซมเพื่อจัดคาริโอไทป์ โดยการวัด

ความยาวแขนข้างสั้น (Ls) และแขนข้างยาว (LI) ของโครโมโซม แล้วนำมาคำนวณค่า relative length (RL) และ centromeric index (CI) ตามวิธีการของ Levan และคณะ (1964) ดังนี้

$$RL = \frac{\text{ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT)}}{\text{ความยาวของโครโมโซมทั้งหมด } (\Sigma LT)}$$

$$CI = \frac{\text{ความยาวแขนข้างสั้นของโครโมโซม (Ls)}}{\text{ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT)}} \times 100$$

ค่า RL จะช่วยในการจัดคู่โครโมโซม โดยโครโมโซมที่เป็นคู่กัน จะมีค่า RL เท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาก ส่วนค่า CI จะช่วยในการบอกชนิดของโครโมโซม ดังนี้

centromeric index	**ชนิดของโครโมโซม**
37.5 - 50.0	metacentric (m)
25.0 - 37.5	submetacentric (sm)
12.5 - 25.0	subtelocentric (st)
0.0 - 12.5	telocentric (t)

จัดจำแนกขนาดของโครโมโซม ตามวิธีการของ กันยารัตน์ ไชยสุต, 2532 ดังนี้

$$A = \frac{\text{ความยาวของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุด} + \text{ความยาวของโครโมโซมคู่ที่เล็กที่สุด}}{2}$$

$$B = \frac{\text{ความยาวของโครโมโซมคู่ที่ใหญ่ที่สุด}}{2}$$

โครโมโซมขนาดใหญ่ (L) มีค่ามากกว่าค่า A

โครโมโซมขนาดกลาง (M) มีค่าอยู่ระหว่างค่า A และค่า B

โครโมโซมขนาดเล็ก (S) มีค่าน้อยกว่าค่า B

3.2 คำนวณค่าต่างๆ แล้วจัดคาริโอไทป์โดยเรียงลำดับโครโมโซมตามชนิดของโครโมโซมจากชนิดเมตาเซนตริก (m) ซับเมตาเซนตริก (sm) ซับเทโลเซนตริก (st)และเทโลโซนตริก (t) ตามลำดับ และภายในชนิดเดียวกันก็เรียงจากขนาดใหญ่ที่สุดไปยังขนาดเล็กที่สุด และจัดโครโมโซมเพศไว้ท้ายสุด ตามวิธีการของ Ray-Chaudhuri และคณะ (1966)

3.3 สำหรับการจัดคู่ของโครโมโซมที่ได้จากการย้อมแถบสีแบบจีนั้นจะยึดรูปแบบของแถบสีเพื่อช่วยในการจัดคู่ของโครโมโซม ส่วนการเรียงลำดับจะยึดตามรูปแบบการจัดคาริโอไทป์ที่ได้จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

3.4 สรุปสูตรคาริโอไทป์ (karyotype formular) เปรียบเทียบคาริโอไทป์ของชะมดและอีเห็น ทั้ง 7 ชนิด โดยการเขียนอิดิโอแกรม (idiogram)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การศึกษาคาริโอไทป์ของอีเห็นและชะมด ทั้ง 7 ชนิด โดยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา และการย้อมแบบแถบสีแบบจี ได้ผลดังรายละเอียดดังนี้

1. อีเห็นเครือ (*Paguma larvata* (Smith) 1827) (รูปที่ 1)

1.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นเครือ เพศผู้และเพศเมีย พบว่า อีเห็นเครือมีจำนวนโครโมโซม 2n = 44 จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (FN) เท่ากับ 61 ในเพศผู้ และ 62 ในเพศเมีย ทำการหาค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 2 โครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 21 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 3 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 5 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 5 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 8 คู่ และโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างสั้น โครโมโซมเพศ ในเพศเมียเป็นแบบ XX และ ในเพศผู้เป็นแบบ XY โดยโครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดเล็ก และสามารถจัดคาริโอไทป์ของอีเห็นเครือเพศผู้และเพศเมีย แสดงไว้ดังรูปที่ 2 และ 3 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 4

รูปที่ 1 อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)

ตารางที่ 2 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของอีเห็นเครือ (2n = 44)

โครโมโซมคู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาดโครโมโซม	รูปร่างโครโมโซม
1	0.39	0.51	0.90	0.052 ± 0.0043	43.34 ± 2.22	L	m
2	0.34	0.44	0.78	0.045 ± 0.0023	43.31 ± 2.88	M	m
3	0.26	0.28	0.55	0.032 ± 0.0014	48.22 ± 1.54	S	m
4	0.32	0.73	1.05	0.061 ± 0.0017	30.61 ± 3.30	L	sm
5	0.28	0.70	0.98	0.057 ± 0.0019	28.81 ± 3.21	L	sm
6	0.26	0.66	0.93	0.054 ± 0.0018	28.23 ± 3.54	L	sm
7	0.22	0.45	0.67	0.039 ± 0.0012	32.37 ± 3.19	M	sm
8	0.13	0.30	0.43	0.025 ± 0.0012	30.52 ± 3.04	S	sm
9	0.31	0.96	1.27	0.074 ± 0.0038	24.41 ± 1.57	L	st
10	0.26	0.93	1.19	0.069 ± 0.0035	21.50 ± 1.13	L	st
11	0.23	0.83	1.06	0.061 ± 0.0024	21.58 ± 2.72	L	st
12	0.14	0.50	0.64	0.037 ± 0.0015	22.41 ± 2.24	M	st
13	0.11	0.45	0.55	0.032 ± 0.0011	19.10 ± 1.38	S	st
14	0.06	0.98	1.05	0.061 ± 0.0018	6.10 ± 2.58	L	t
15	0.06	0.71	0.77	0.045 ± 0.0025	7.97 ± 1.91	M	t
16	0.06	0.66	0.72	0.042 ± 0.0019	8.14 ± 1.86	M	t
17	0.05	0.58	0.63	0.036 ± 0.0011	7.52 ± 2.07	S	t
18	0.04	0.54	0.59	0.034 ± 0.0017	7.11 ± 3.12	S	t
19	0.04	0.51	0.55	0.032 ± 0.0009	6.60 ± 4.25	S	t
20	0.04	0.43	0.47	0.027 ± 0.0013	8.93 ± 4.05	S	t
21	0.02	0.33	0.35	0.020 ± 0.0012	6.25 ± 3.73	S	t
X	0.33	0.51	0.84	0.049 ± 0.0025	39.64 ± 2.34	L	m
Y	0.08	0.19	0.28	0.016 ± 0.0019	30.00 ± 3.55	S	sm

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.78

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.64 – 0.78

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.64

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

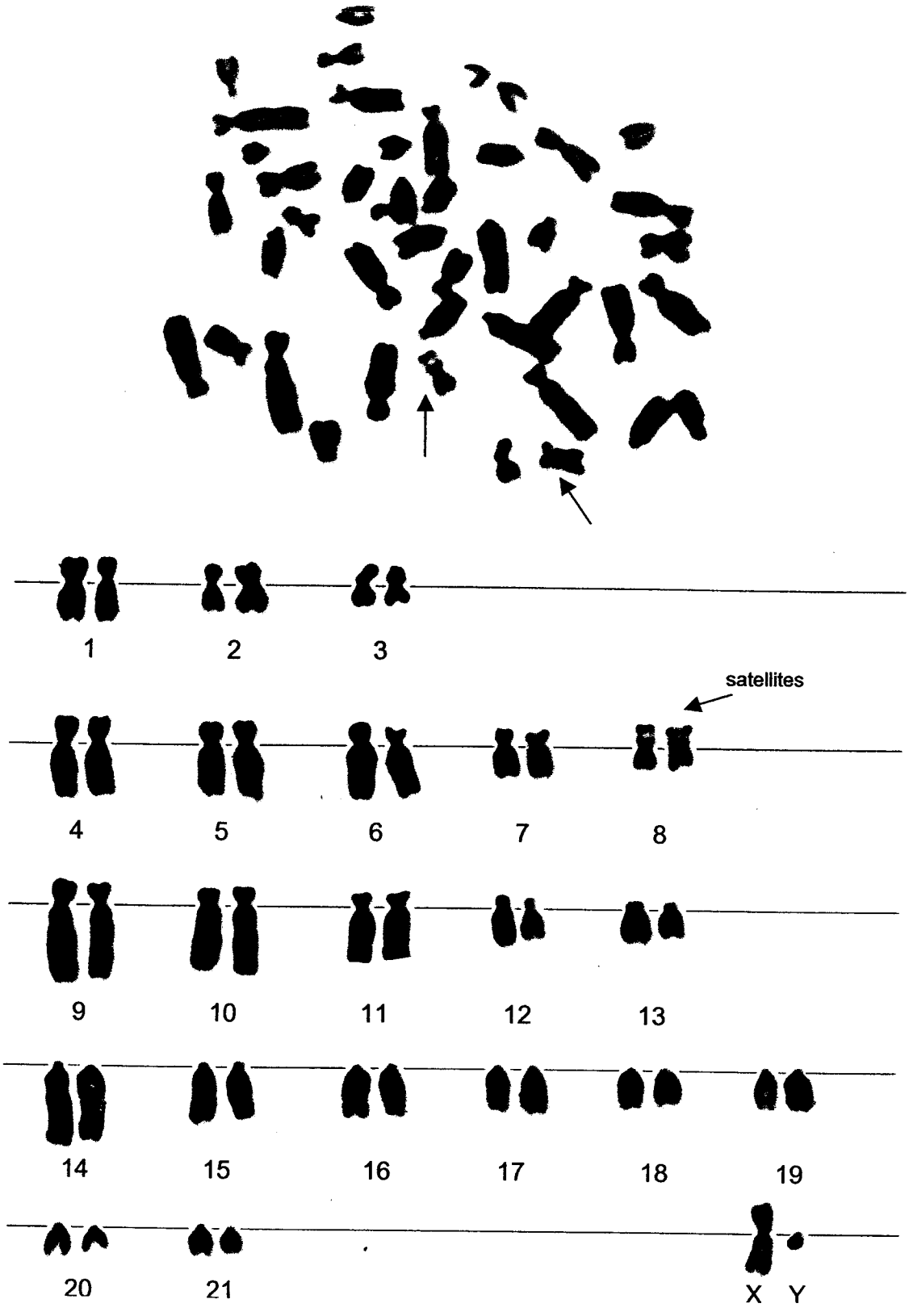
t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

จากตารางที่ 2 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของอีเห็นเครือได้ดังนี้

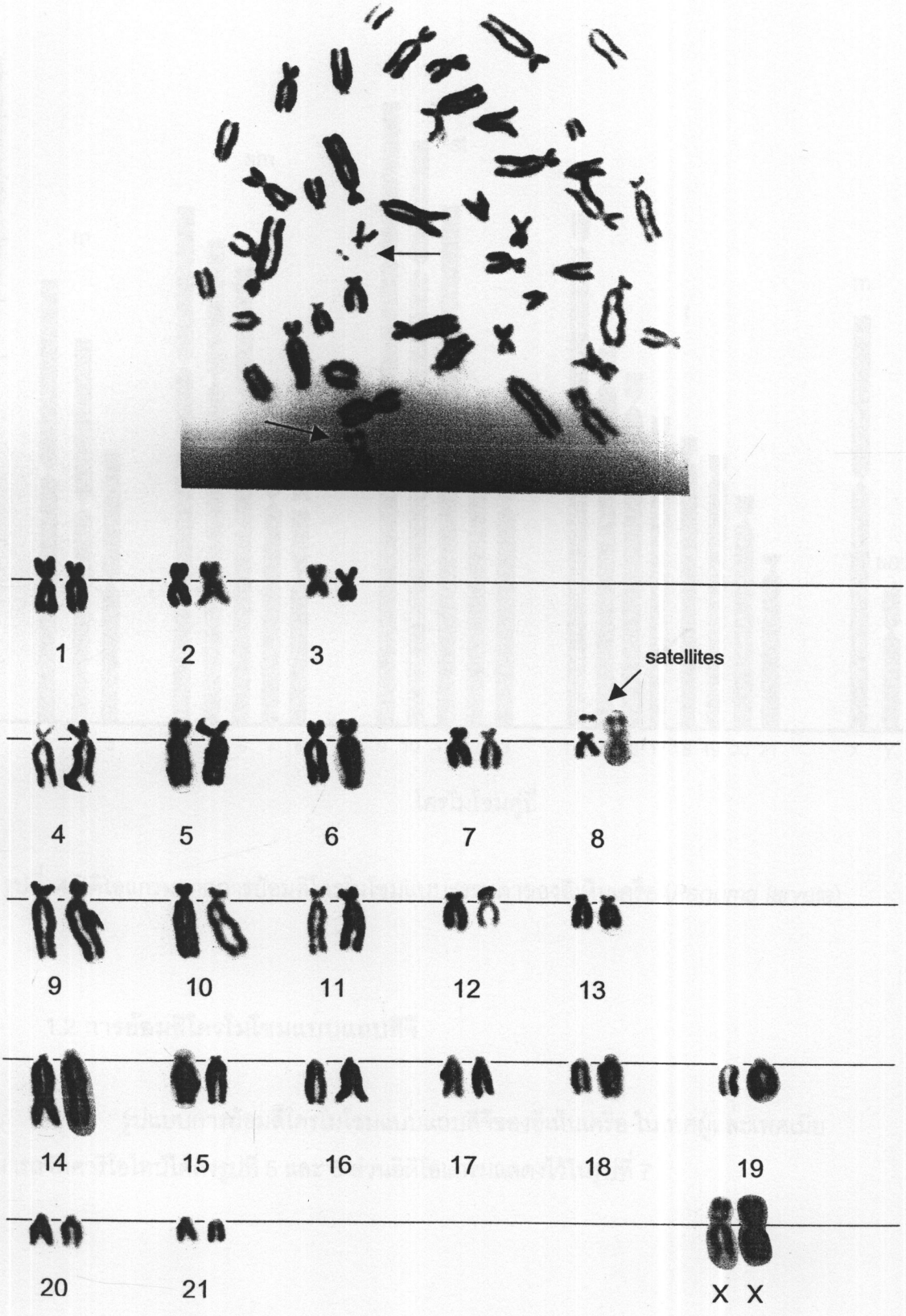
Paguma larvata (Smith) 1827

เพศผู้ $2n = 44$; $L^{m}_{3}+L^{sm}_{6}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{3}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$

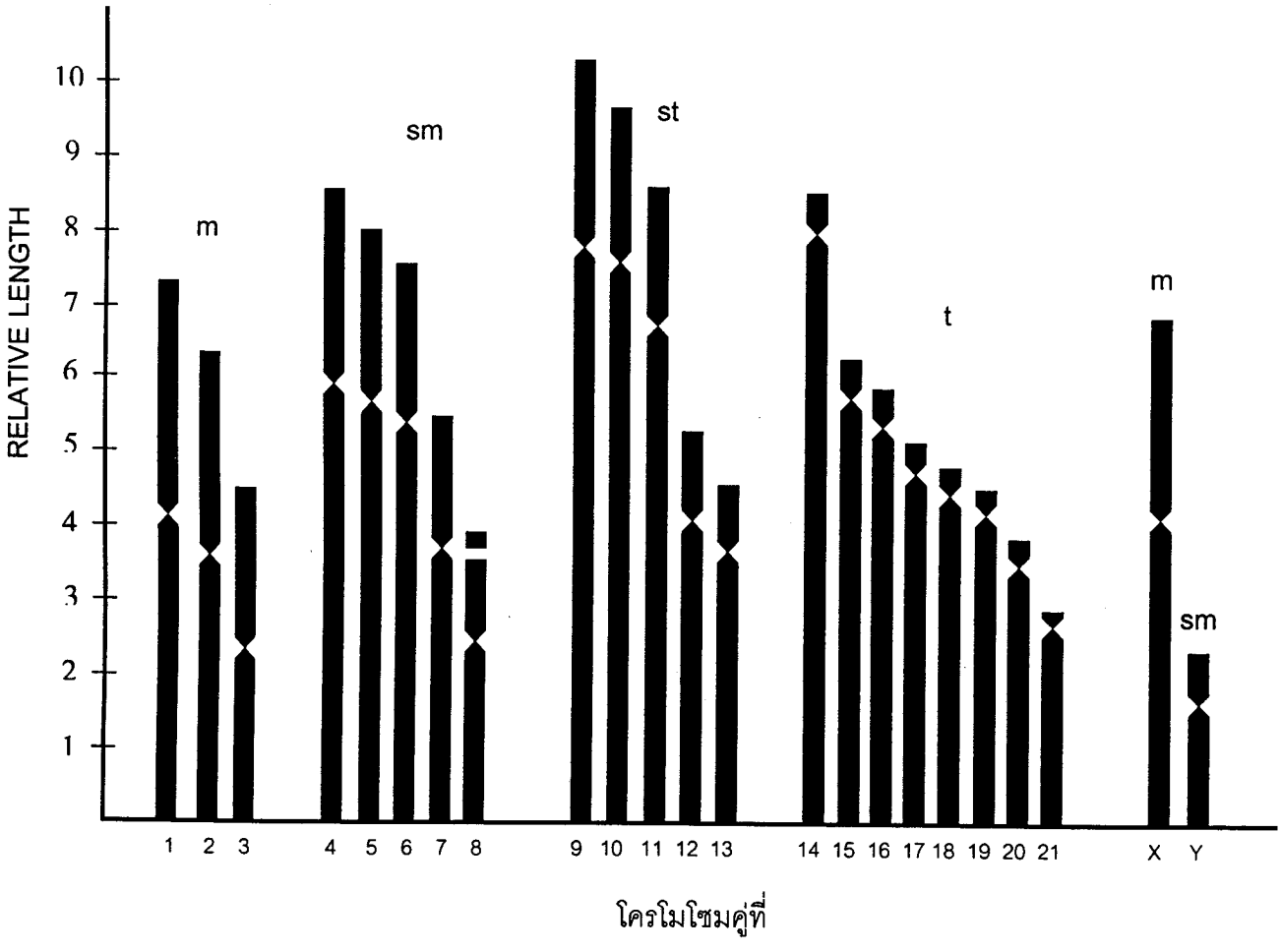
เพศเมีย $2n = 44$; $L^{m}_{4}+L^{sm}_{6}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{2}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$



รูปที่ 2 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบธรรมดา
ของอีเห็นเครือ เพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



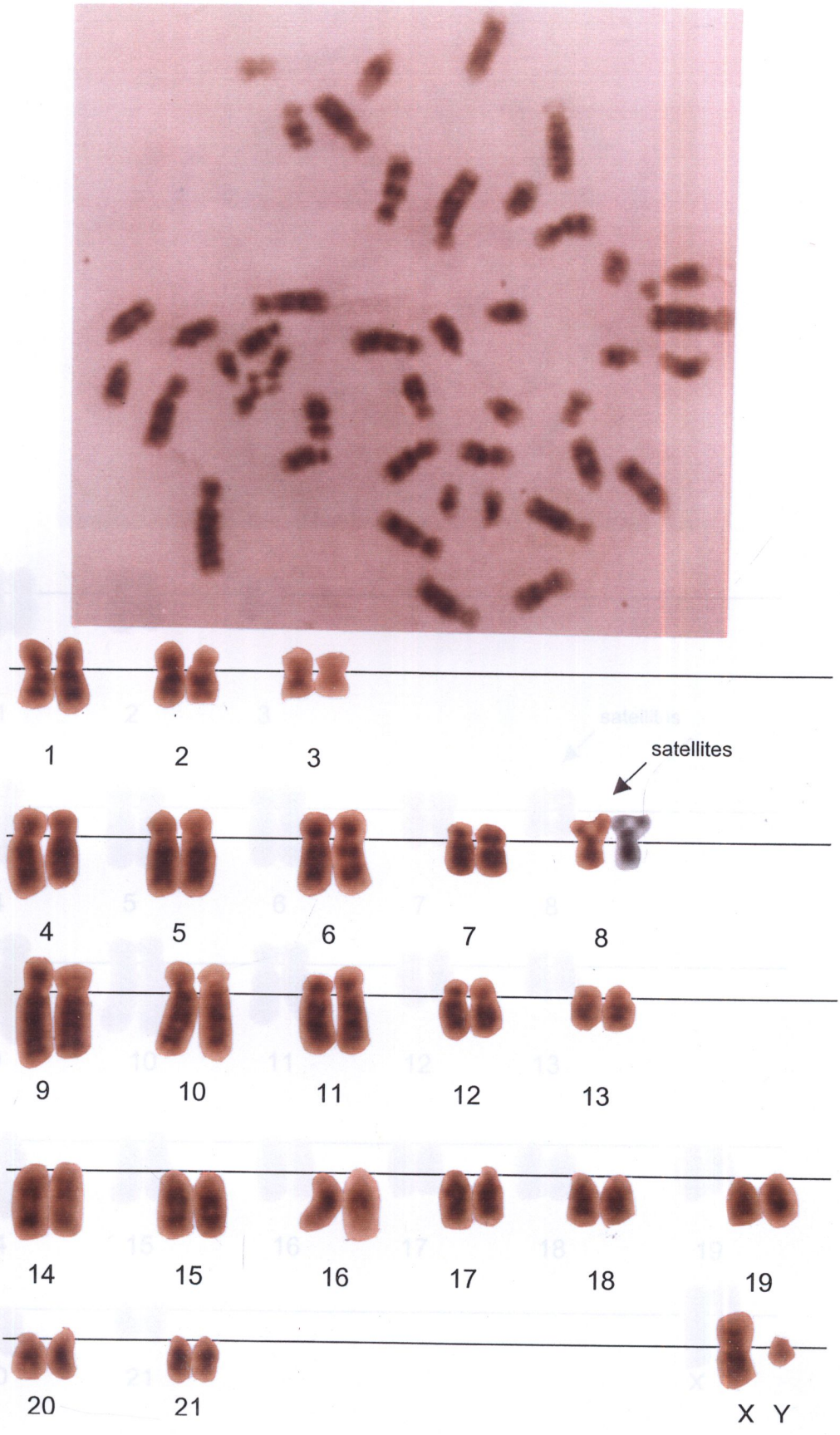
รูปที่ 3 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบธรรมดา
ของอีเห็นเครือเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



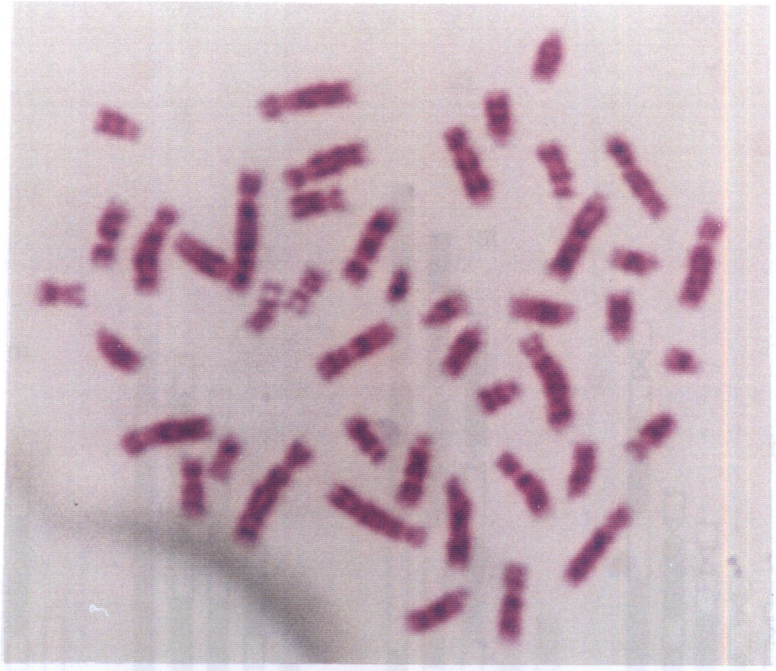
รูปที่ 4 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)

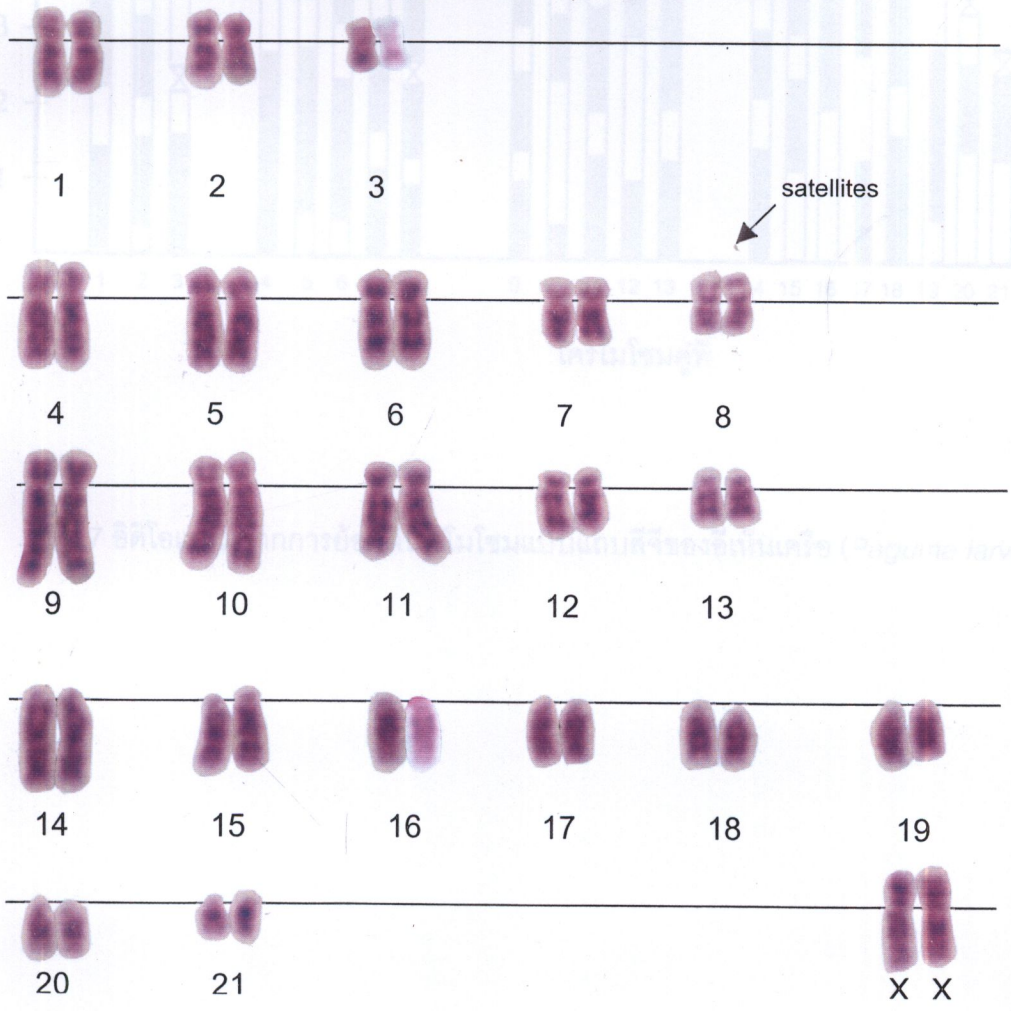
1.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นเครือ ในเพศผู้และเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 5 และ 6 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 7

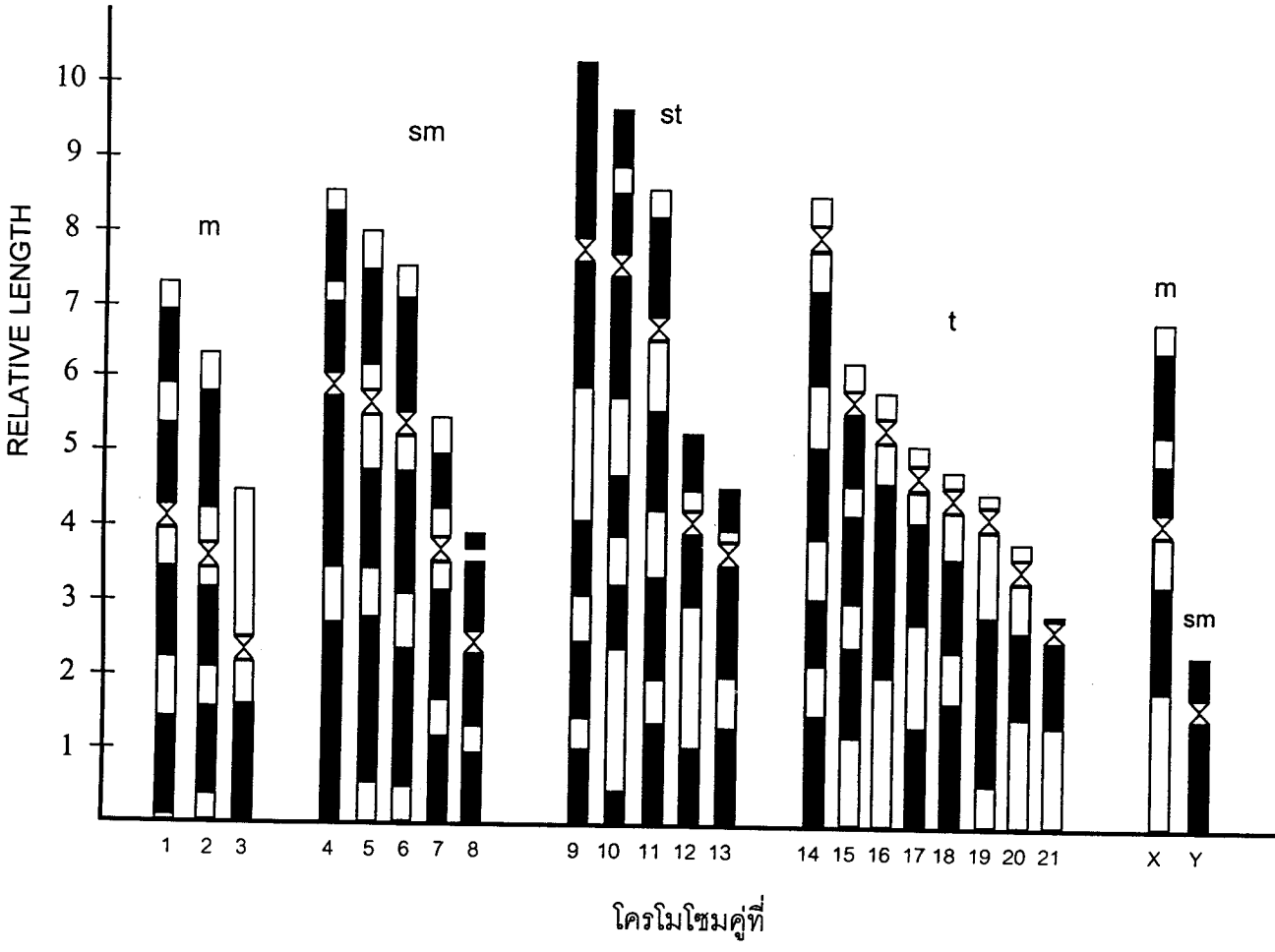


รูปที่ 5 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจีของอีเห็นเครือเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite





รูปที่ 6 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นเครือเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 7 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)

2. อีเห็นธรรมดาหรือข้างลาย (*Paradoxurus hermaphroditus* (Pallas) 1777) (รูปที่ 8)

2.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นธรรมดาหรือข้างลาย เพศผู้และเพศเมียพบจำนวนโครโมโซม 2n = 42 ค่า FN เท่ากับ 60 ในเพศผู้และเพศเมีย ทำการวัดค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 3 จำนวนโครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 20 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 2 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 5 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 7 คู่ และโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างสั้น โครโมโซมเพศ ในเพศเมียเป็นแบบ XX และในเพศผู้เป็นแบบ XY โดยโครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดเล็ก และสามารถจัดคาริโอไทป์ของอีเห็นธรรมดาเพศผู้และเพศเมียแสดงไว้ดังรูปที่ 9 และ 10 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 11

รูปที่ 8 อีเห็นธรรมดาหรือข้างลาย (*Paradoxurus hermaphroditus*)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของอีเห็นธรรมดา (2n = 42)

โครโมโซมคู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาดโครโมโซม	รูปร่างโครโมโซม
1	0.43	0.70	1.13	0.030 ± 0.0029	38.27 ± 2.22	L	m
2	0.28	0.32	0.60	0.016 ± 0.0009	46.88 ± 2.88	S	m
3	0.38	0.92	1.30	0.034 ± 0.0046	29.40 ± 1.54	L	sm
4	0.32	0.86	1.18	0.031 ± 0.0065	27.57 ± 1.57	L	sm
5	0.27	0.66	0.93	0.025 ± 0.0029	29.46 ± 3.30	M	sm
6	0.24	0.54	0.78	0.021 ± 0.0018	30.44 ± 3.21	S	sm
7	0.23	0.54	0.77	0.020 ± 0.0023	29.64 ± 3.54	S	sm
8	0.12	0.30	0.42	0.011 ± 0.0013	27.99 ± 3.19	S	sm
9	0.37	1.34	1.71	0.045 ± 0.0052	21.73 ± 3.04	L	st
10	0.27	0.97	1.23	0.033 ± 0.0017	21.62 ± 1.13	L	st
11	0.23	0.94	1.17	0.031 ± 0.0029	19.81 ± 2.72	L	st
12	0.14	0.60	0.74	0.020 ± 0.0024	18.92 ± 2.24	S	st
13	0.10	0.45	0.55	0.015 ± 0.0024	18.34 ± 1.38	S	st
14	0.12	1.26	1.38	0.037 ± 0.0055	8.44 ± 2.58	L	t
15	0.01	1.26	1.27	0.034 ± 0.0035	0.74 ± 1.91	L	t
16	0.04	0.90	0.94	0.025 ± 0.0046	4.33 ± 1.86	M	t
17	0.02	0.83	0.85	0.023 ± 0.0025	2.22 ± 2.07	M	t
18	0.00	0.68	0.68	0.018 ± 0.0019	0.00 ± 3.12	S	t
19	0.00	0.63	0.63	0.017 ± 0.0016	0.00 ± 4.25	S	t
20	0.00	0.54	0.54	0.014 ± 0.0027	0.00 ± 4.05	S	t
X	0.44	0.59	1.03	0.027 ± 0.0033	42.86 ± 3.73	L	m
Y	0.06	0.13	0.19	0.008 ± 0.0037	31.85 ± 3.73	S	sm

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.95

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.85 – 0.95

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.85

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

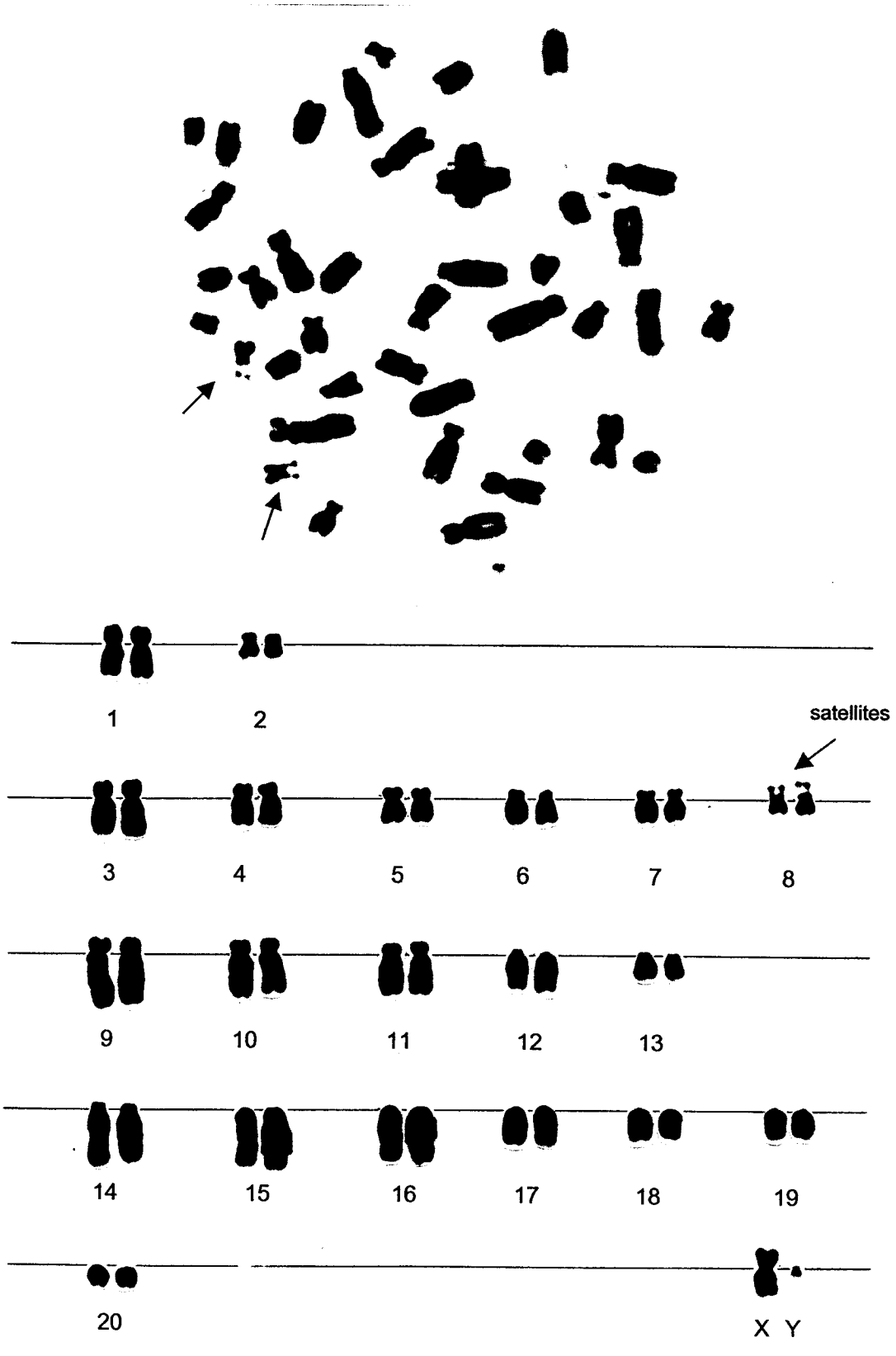
t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

จากตารางที่ 3 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของอีเห็นธรรมดาหรือข้างลายได้ดังนี้

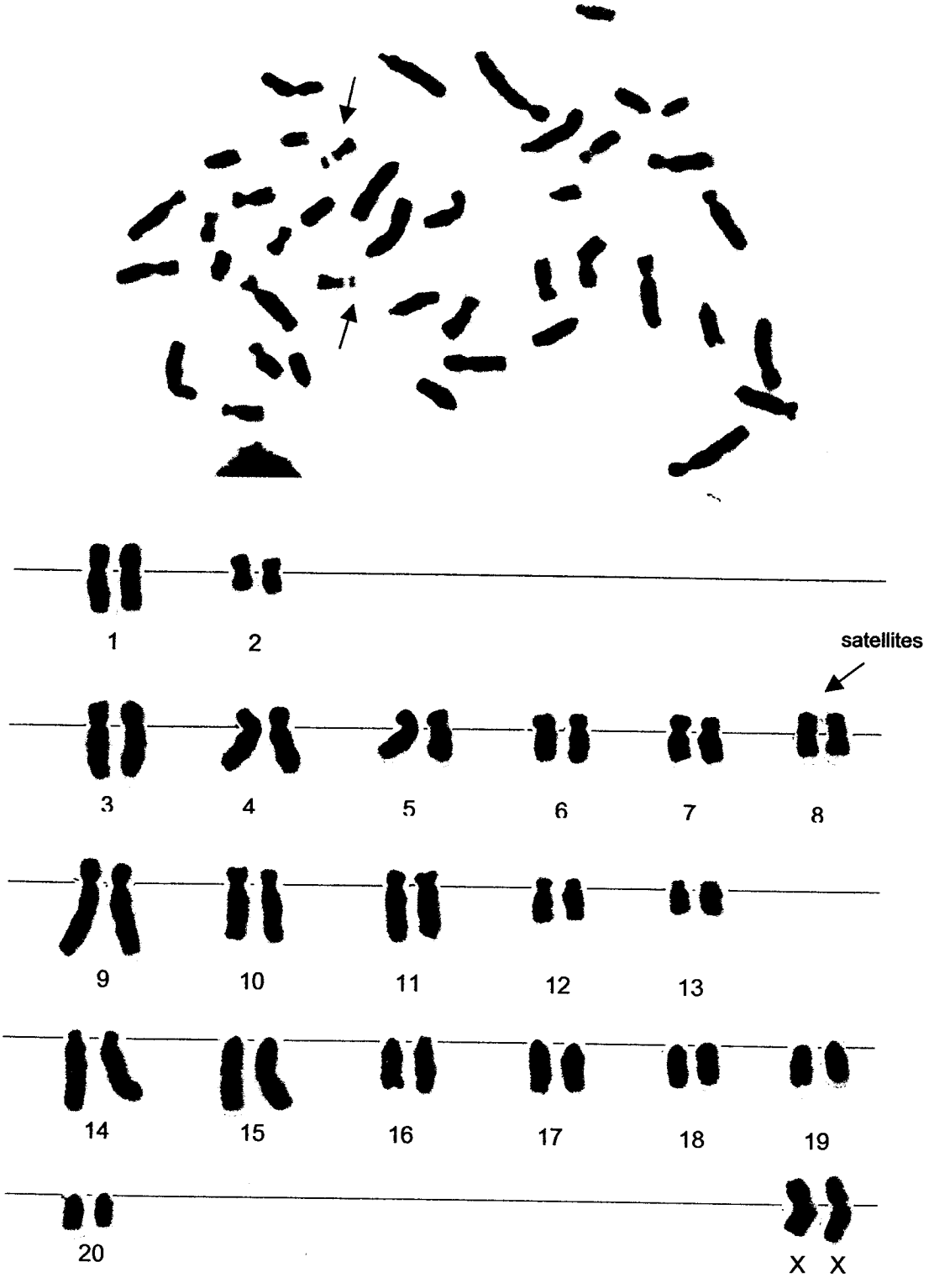
Paradoxurus hermaphroditus (Pallas) 1777

เพศผู้ $2n = 42$; $L^{m}_{3}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{7}+S^{st}_{4}+S^{t}_{6}$

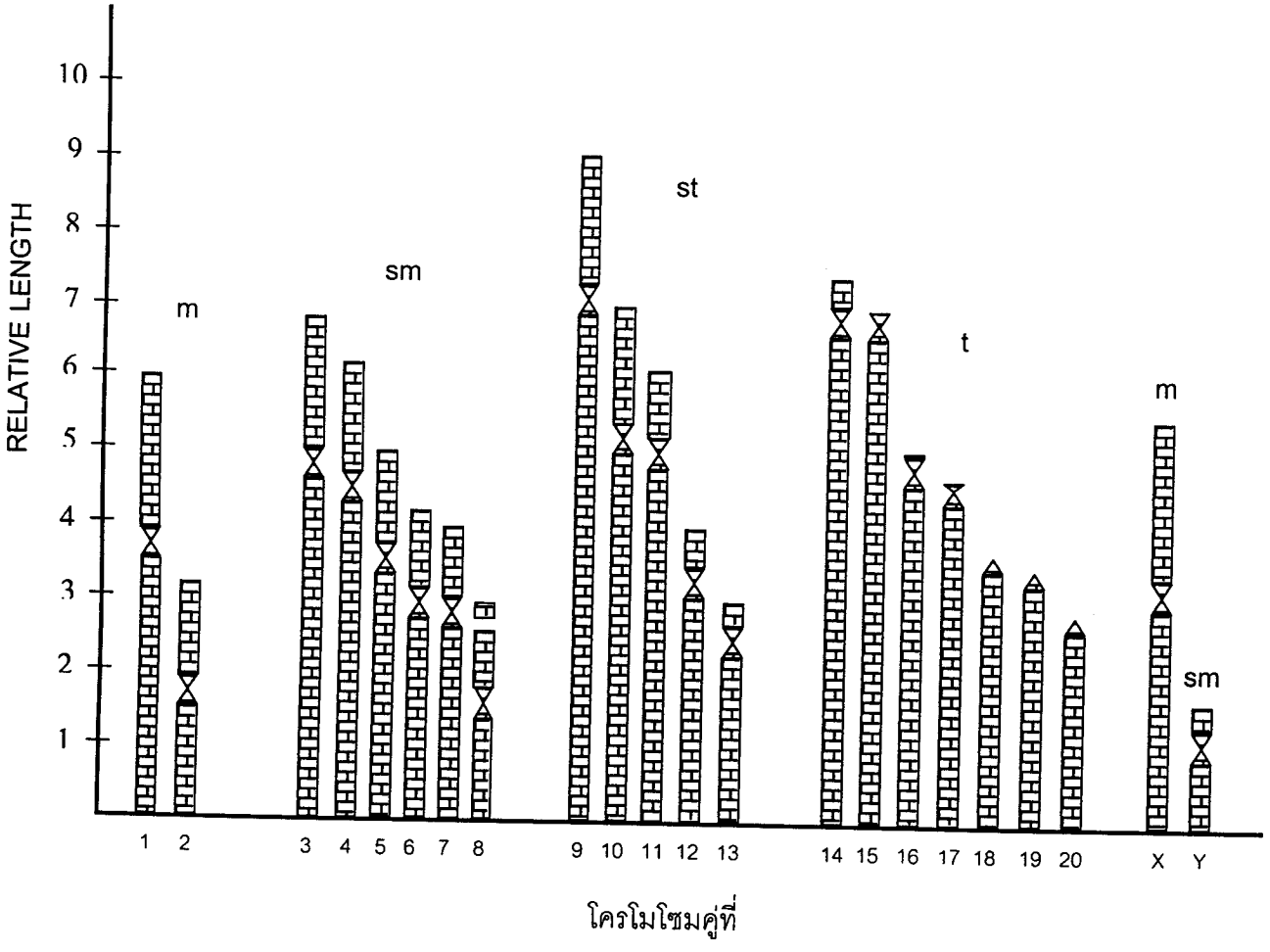
เพศเมีย $2n = 42$; $L^{m}_{4}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{6}+S^{st}_{4}+S^{t}_{6}$



รูปที่ 9 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของอีเห็นธรรมดาเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



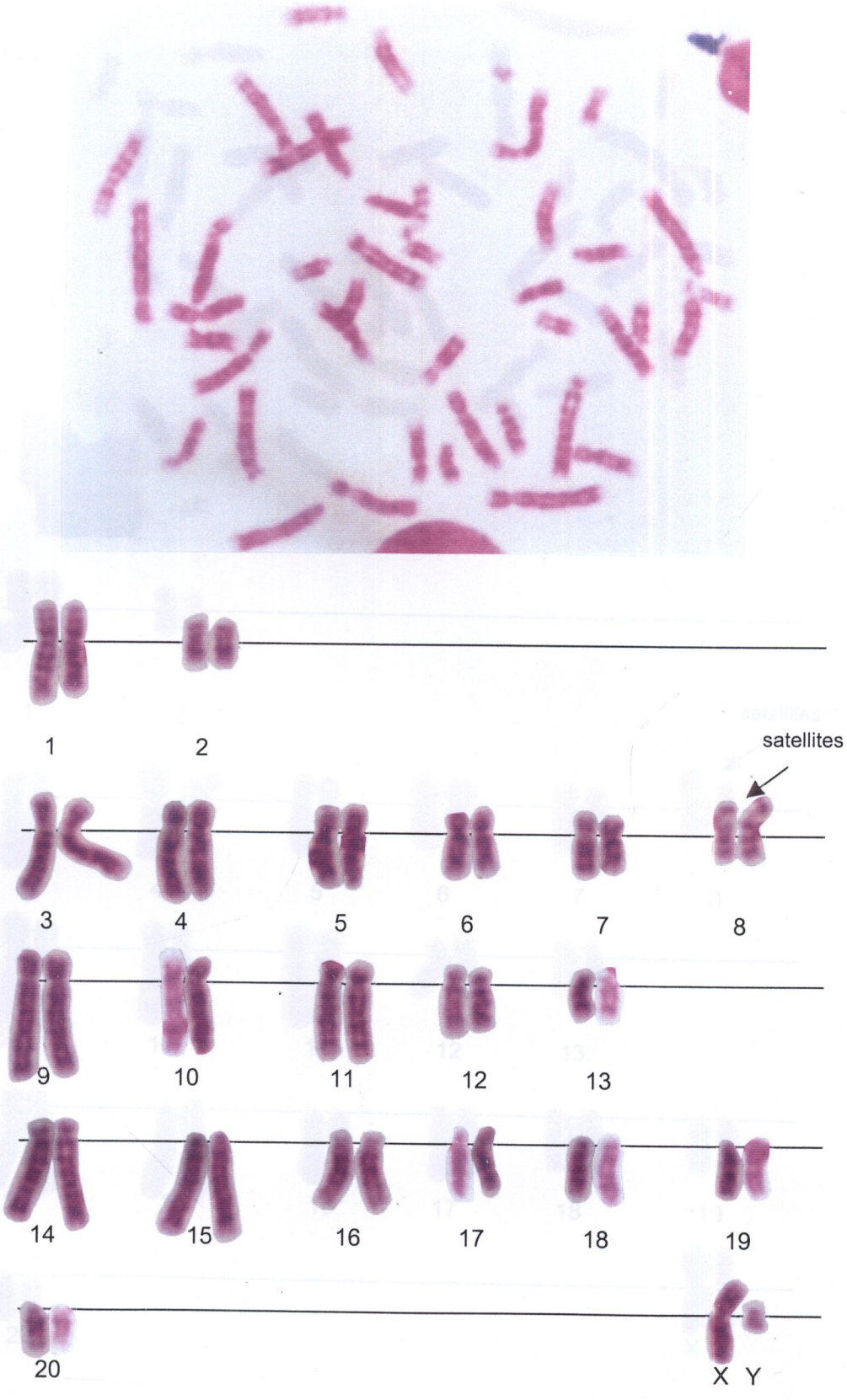
รูปที่ 10 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของอีเห็นธรรมดาเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



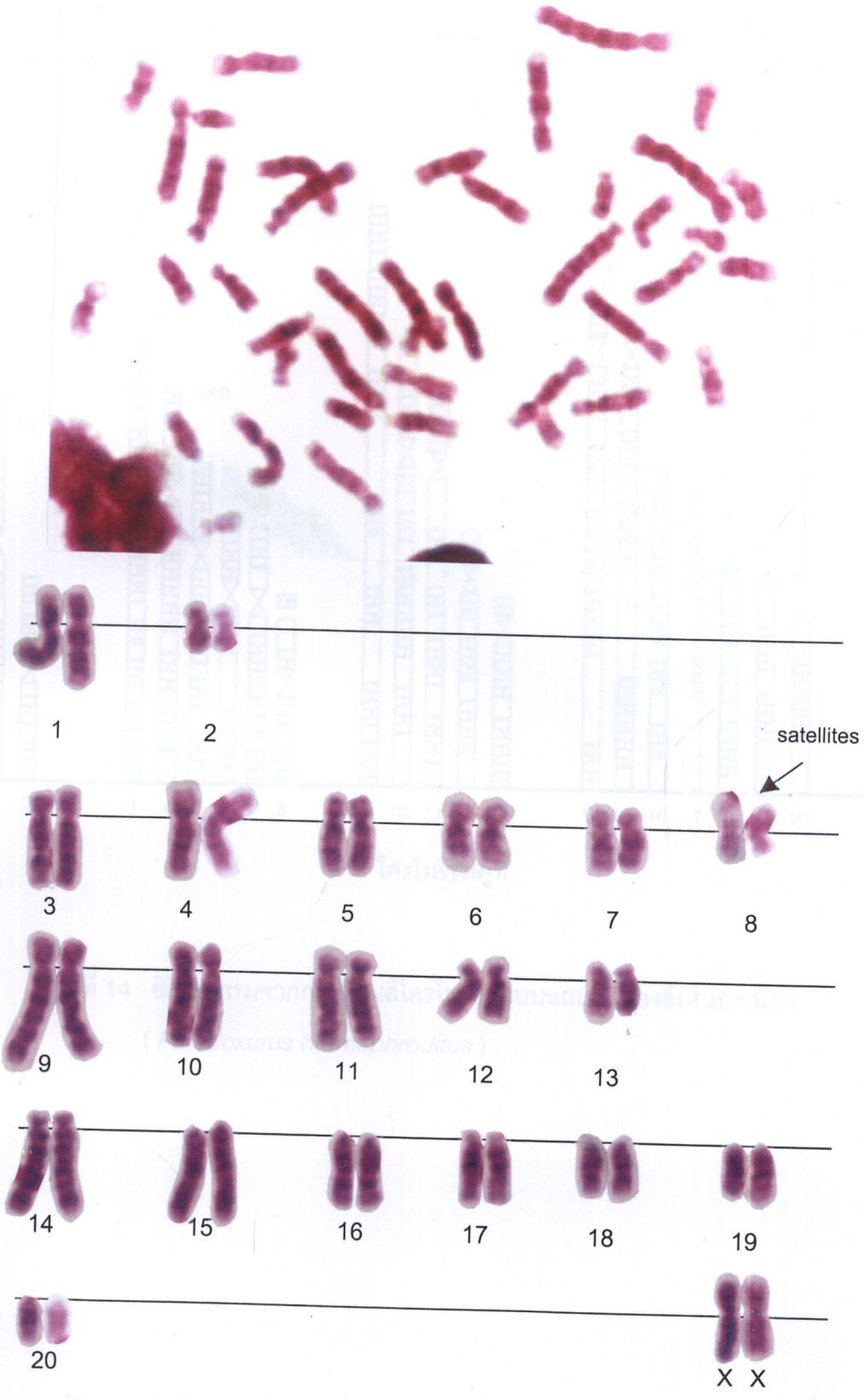
รูปที่ 11 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นธรรมดา
(*Paradoxurus hermaphroditus*)

2.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

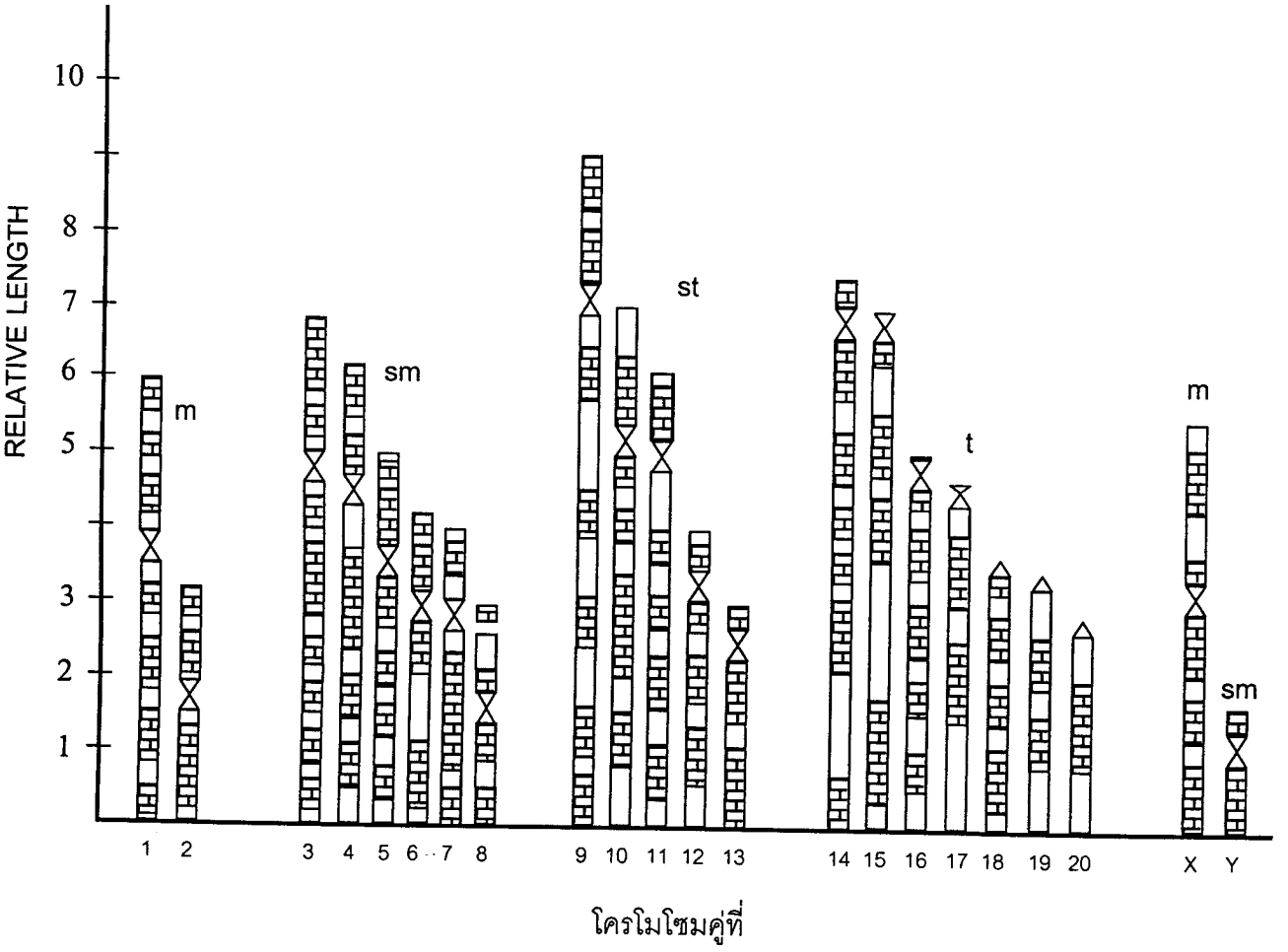
รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นธรรมดา ในเพศผู้และเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 12 และ 13 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 14



รูปที่ 12 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นธรรมดาเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 13 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นธรรมดาเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 14 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นธรรมดา

(*Paradoxurus hermaphroditus*)

3. หมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong* (Raffles) 1821) (รูปที่ 15)

3.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของหมีขอหรือบินตุรง เพศผู้และเพศเมีย พบจำนวนโครโมโซม 2n = 42 ค่า FN เท่ากับ 60 ในเพศผู้และเพศเมีย ทำการวัดค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 4 โครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 20 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 2 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 3 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 9 คู่ และโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างสั้น โครโมโซมเพศ ในเพศเมียเป็นแบบ XX และในเพศผู้เป็นแบบ XY โดยโครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดเล็ก และสามารถจัดคาริโอไทป์ของหมีขอเพศผู้และเพศเมีย แสดงไว้ดังรูปที่ 16 และ 17 ตามลำดับ ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 18

รูปที่ 15 หมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong*)

ตารางที่ 4 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของหมีขอ (2n = 42)

โครโมโซมคู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาดโครโมโซม	รูปร่างโครโมโซม
1	0.53	0.76	1.29	0.062 ± 0.0043	41.09 ± 2.22	L	m
2	0.22	0.31	0.53	0.025 ± 0.0023	41.51 ± 2.88	S	m
3	0.37	1.02	1.39	0.067 ± 0.0014	26.51 ± 1.54	L	sm
4	0.32	0.78	1.10	0.053 ± 0.0038	26.62 ± 1.57	L	sm
5	0.28	0.74	1.02	0.049 ± 0.0017	29,09 ± 3.30	M	sm
6	0.21	0.59	0.80	0.038 ± 0.0019	26.25 ± 3.21	S	sm
7	0.22	0.41	0.63	0.030 ± 0.0018	34.92 ± 3.54	S	sm
8	0.13	0.38	0.51	0.024 ± 0.0012	25.49 ± 3.19	S	sm
9	0.41	1.37	1.78	0.085 ± 0.0012	23.03 ± 3.04	L	st
10	0.22	1.08	1.30	0.062 ± 0.0035	16.54 ± 1.13	L	st
11	0.18	0.59	0.77	0.037 ± 0.0024	23.38 ± 2.72	S	st
12	0.00	1.48	1.48	0.071 ± 0.0015	0.00 ± 2.24	L	t
13	0.00	1.27	1.27	0.061 ± 0.0011	0.00 ± 1.38	L	t
14	0.00	1.16	1.16	0.056 ± 0.0018	0.00 ± 2.58	L	t
15	0.00	0.94	0.94	0.045 ± 0.0025	0.00 ± 1.91	M	t
16	0.00	0.82	0.82	0.039 ± 0.0019	0.00 ± 1.86	S	t
17	0.00	0.78	0.78	0.037 ± 0.0011	0.00 ± 2.07	S	t
18	0.00	0.63	0.63	0.030 ± 0.0017	0.00 ± 3.12	S	t
19	0.00	0.57	0.57	0.027 ± 0.0009	0.00 ± 4.25	S	t
20	0.00	0.49	0.49	0.023 ± 0.0013	0.00 ± 4.05	S	t
X	0.52	0.74	1.26	0.060 ± 0.0012	41.27 ± 3.73	L	m
Y	0.11	0.26	0.37	0.018 ± 0.0012	29.93± 3.73	S	sm

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 1.075

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.89-1.075

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.89

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

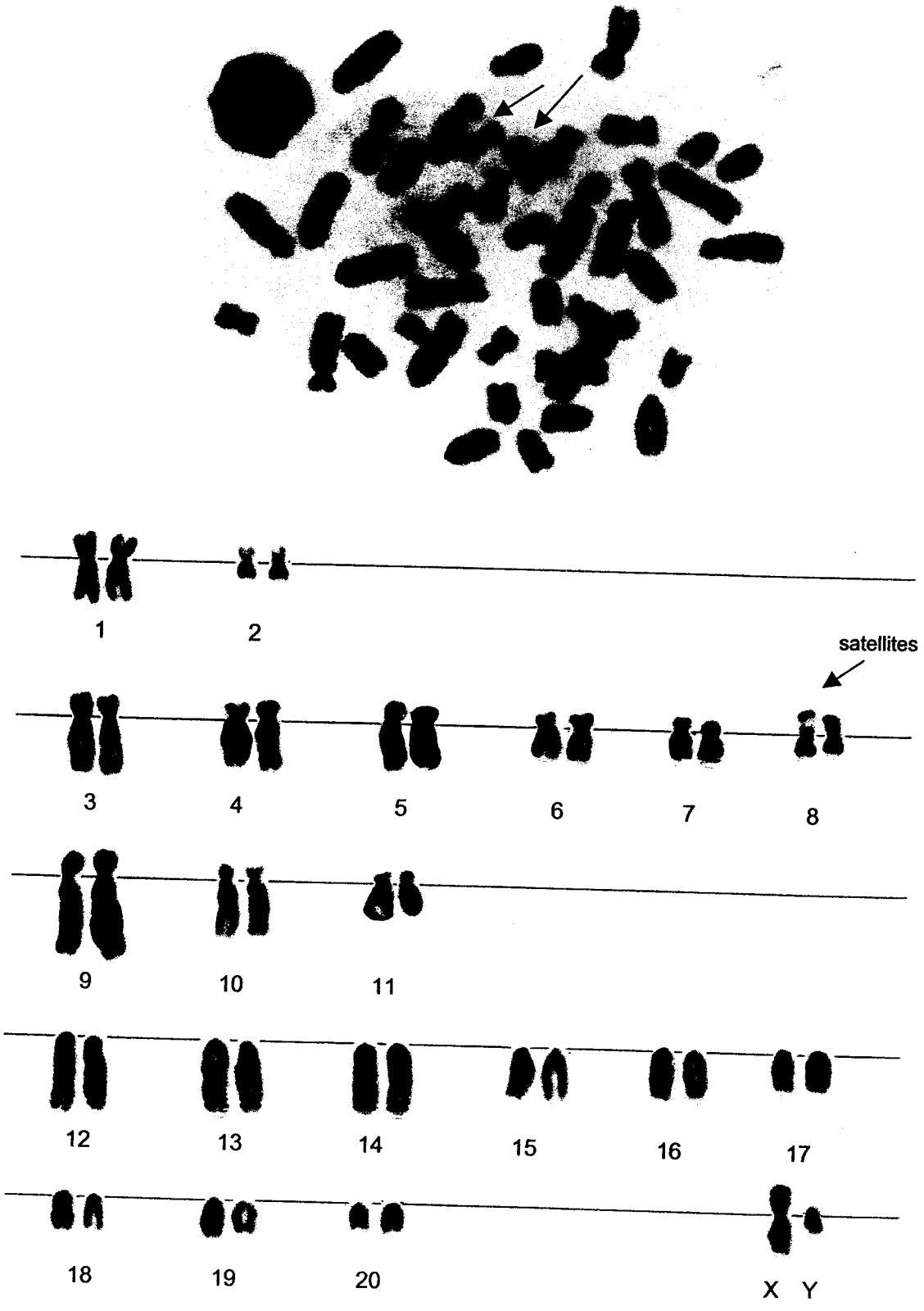
t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

จากตารางที่ 4 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของหมีขอหรือบินตุรงได้ดังนี้

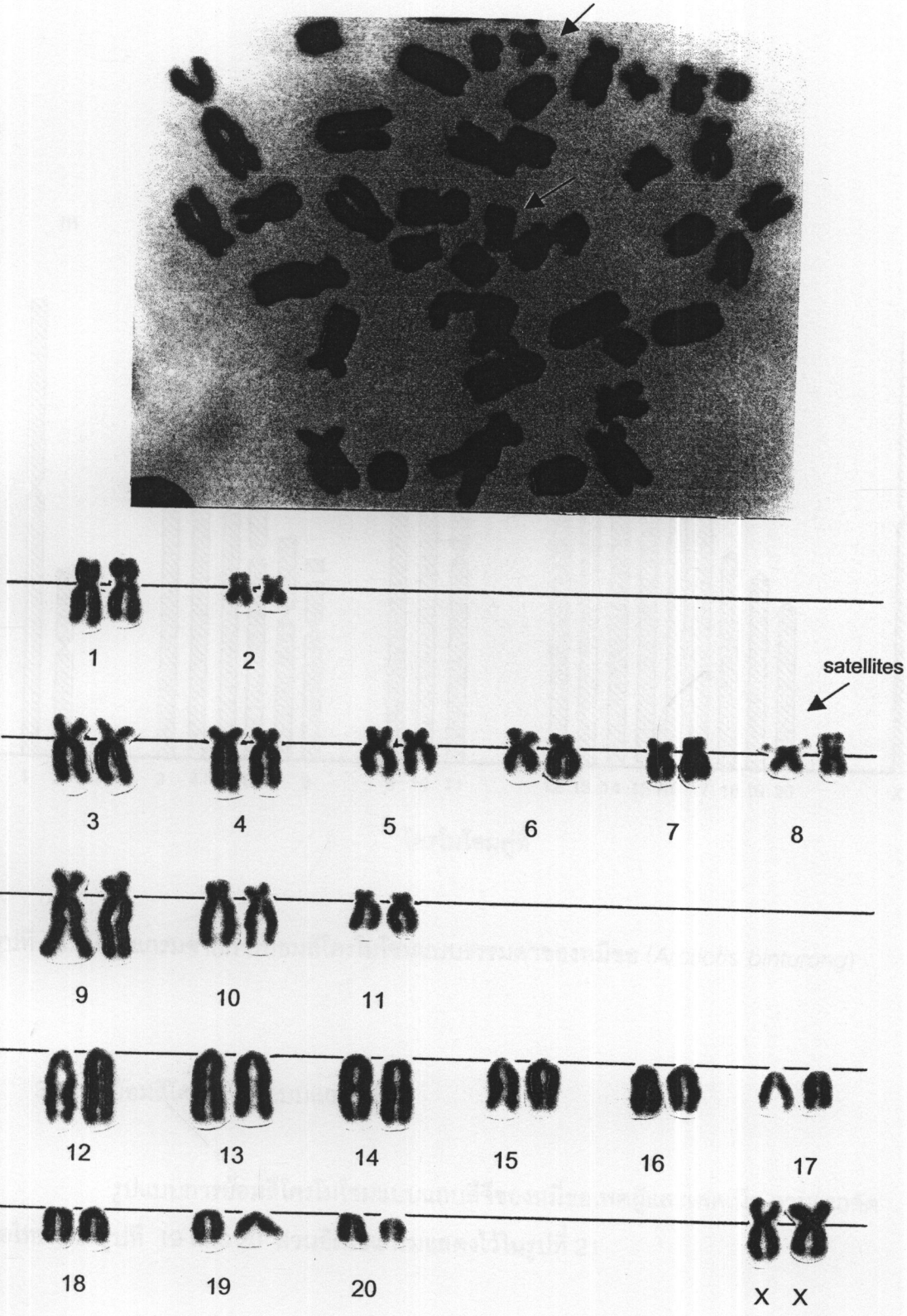
Arctictis binturong (Raffles) 1821

เพศผู้ $2n = 42$; $L^{m}_{3}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{4}+L^{t}_{6}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{7}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$

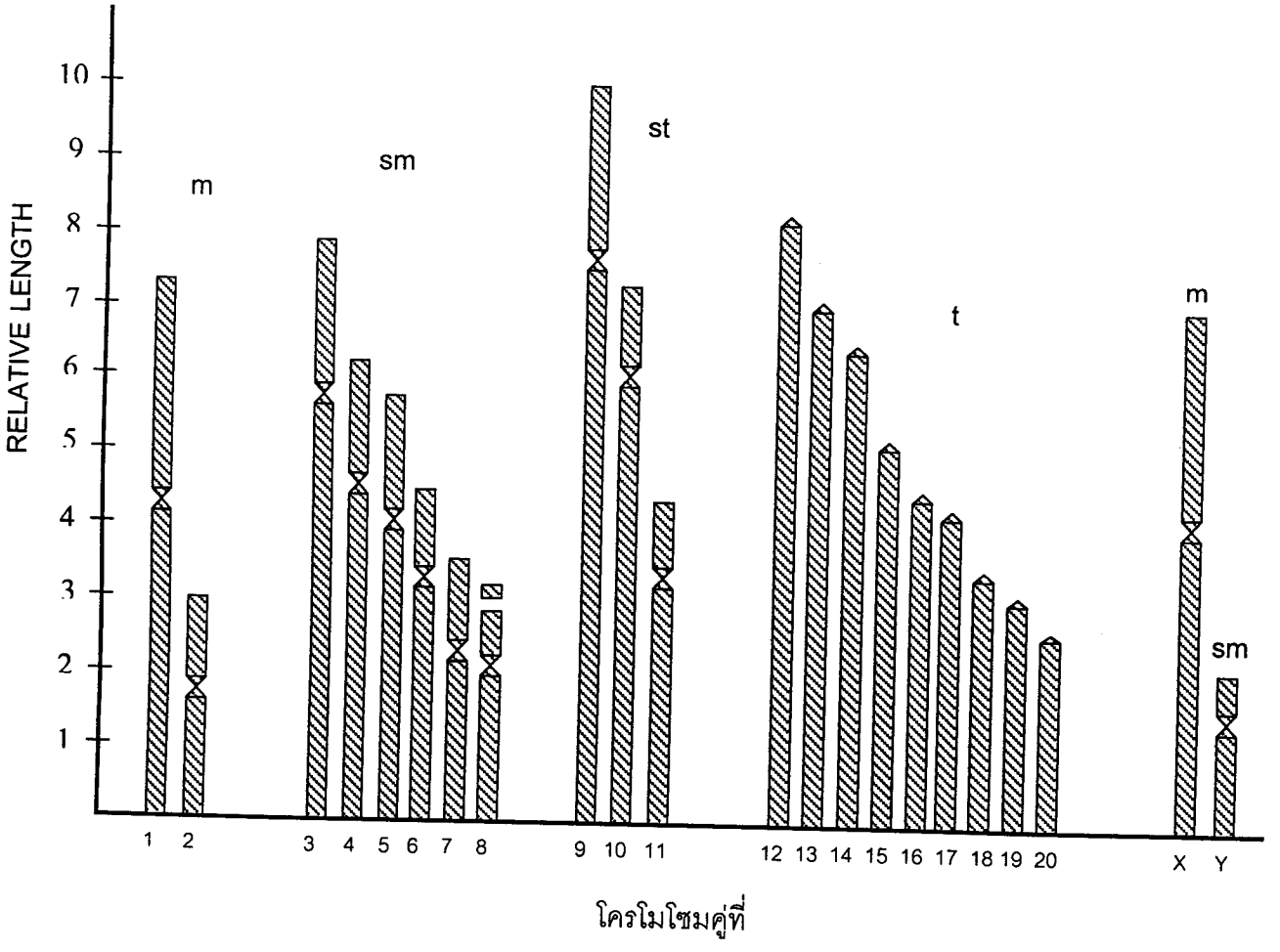
เพศเมีย $2n = 42$; $L^{m}_{4}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{4}+L^{t}_{6}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{6}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$



รูปที่ 16 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของหมีขอเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



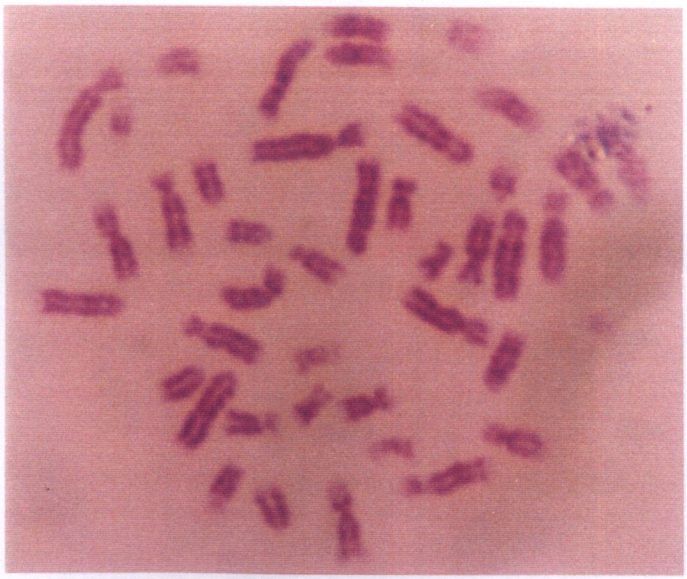
รูปที่ 17 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของหมีขอเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite

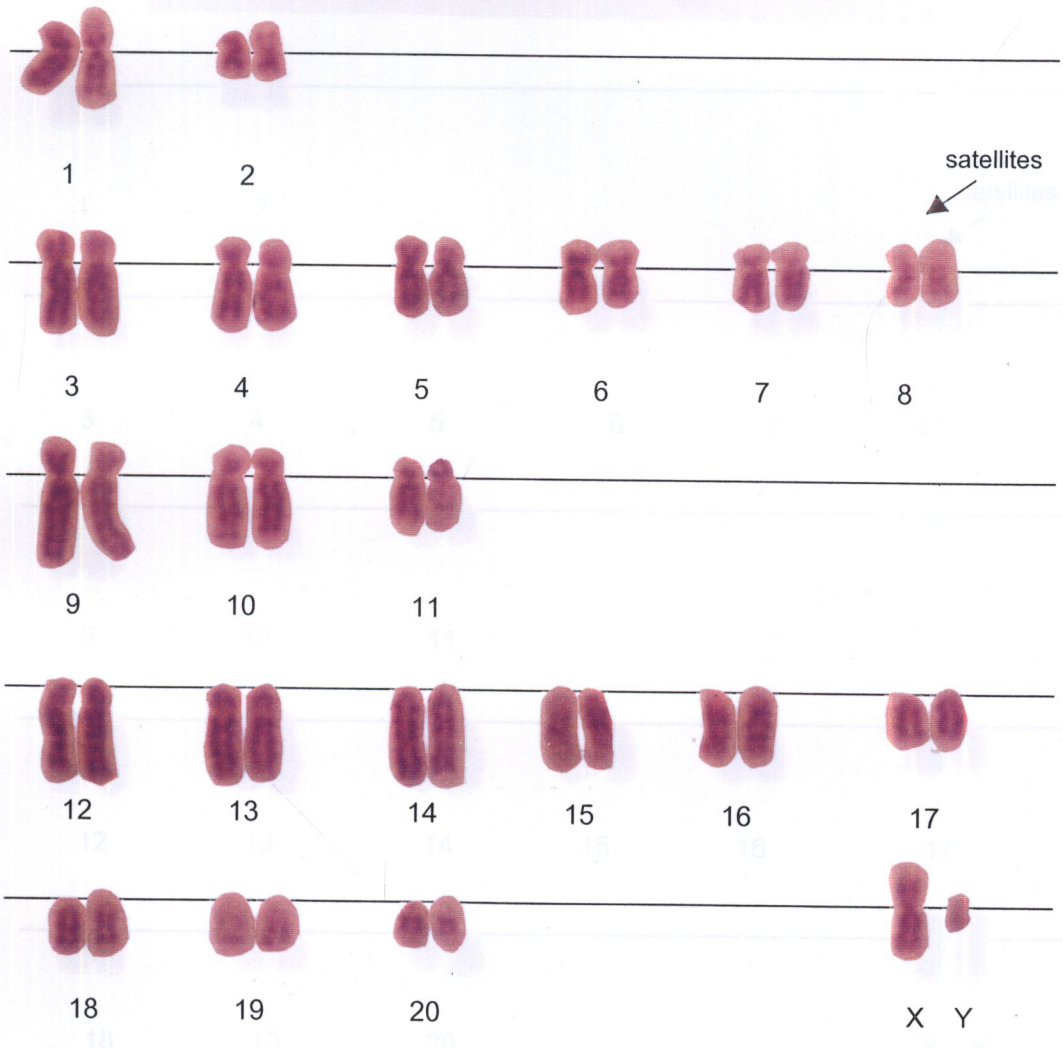


รูปที่ 18 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของหมีขอ (*Arctictis binturong*)

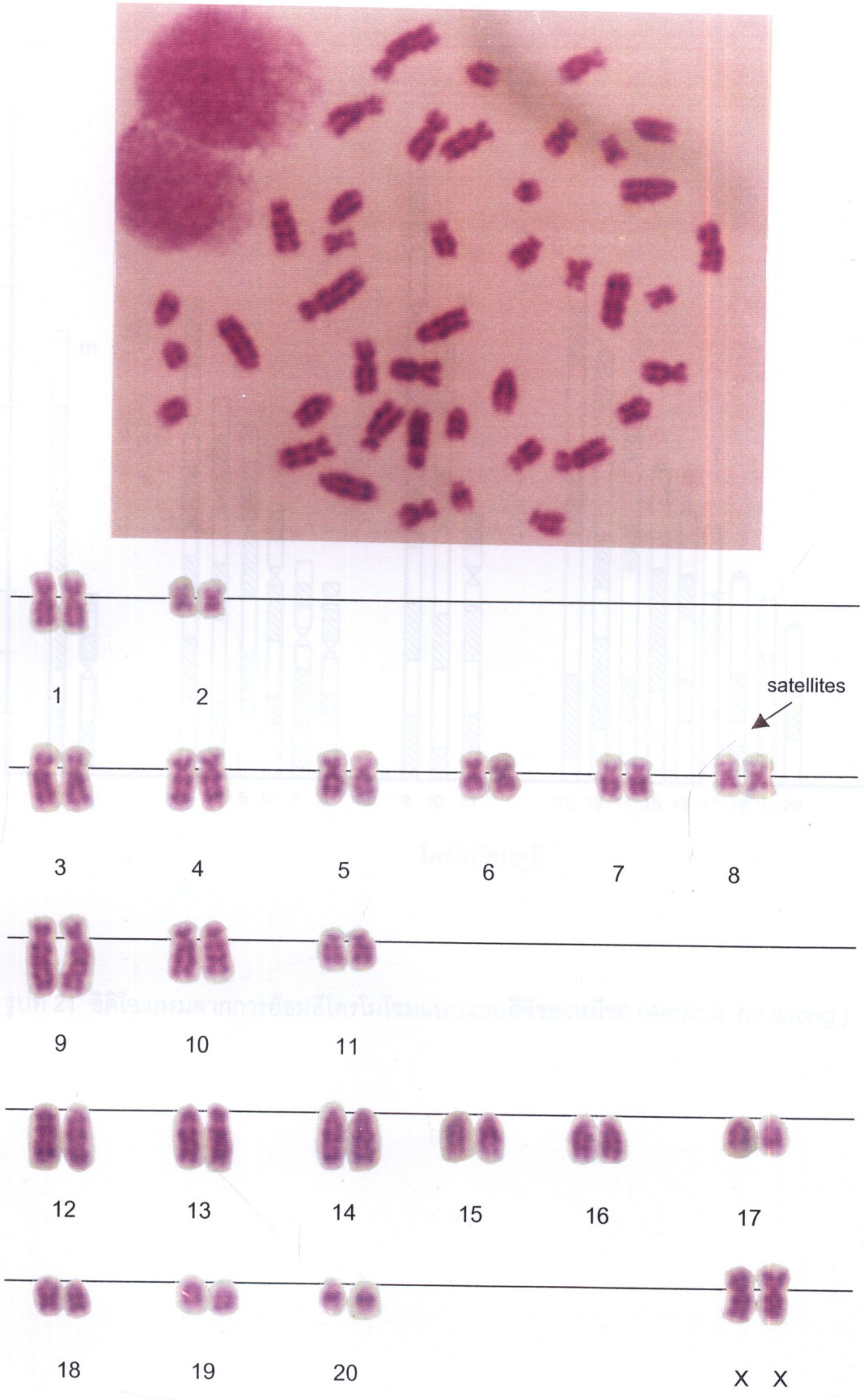
3.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของหมีขอเพศผู้และเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 19 และ 20 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 21

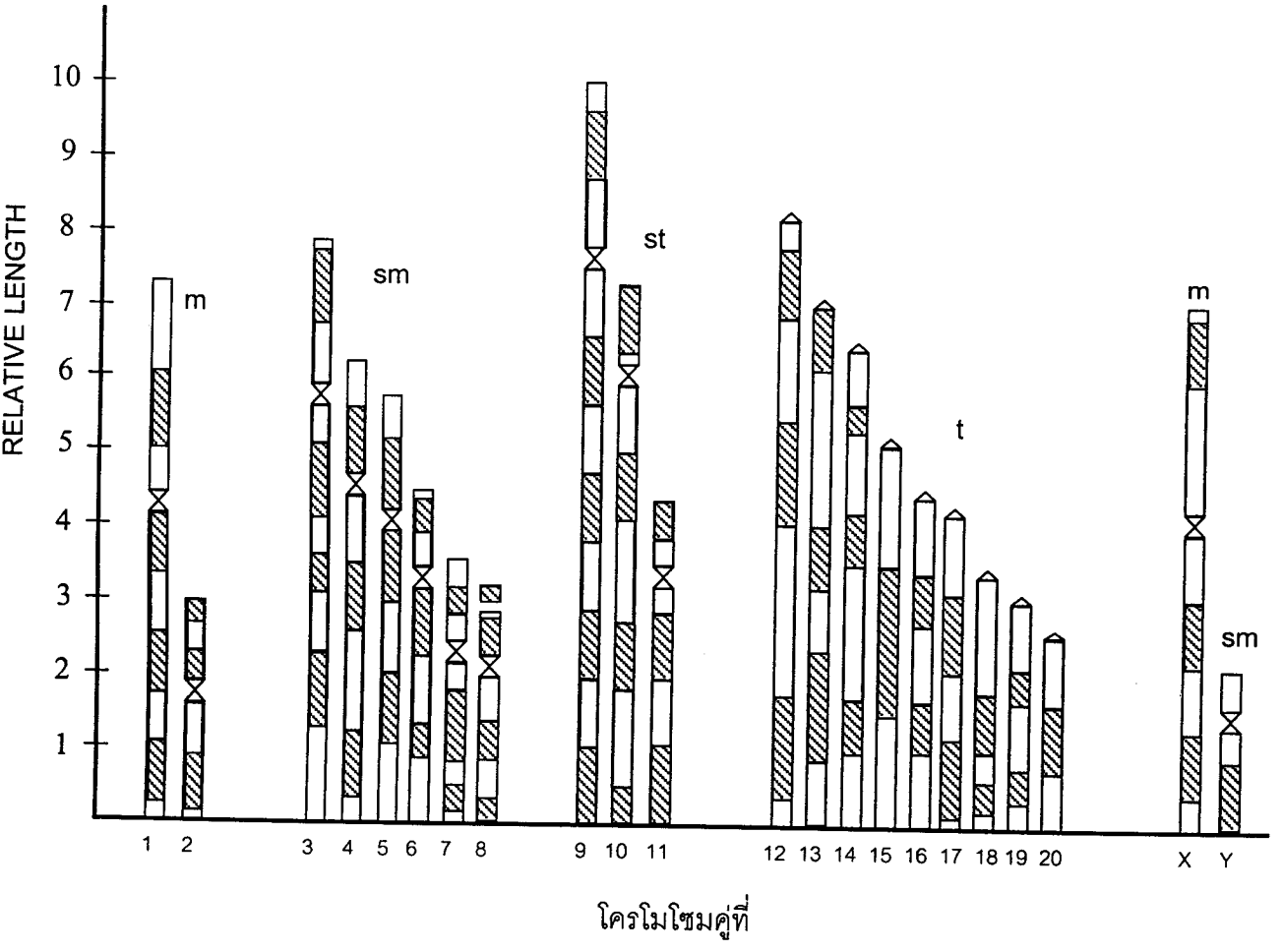




รูปที่ 19 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจีของหมีขอเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 20 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจีของหมีขอเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 21 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของหมีขอ (*Arctictis binturong*)

4. อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata* (Gray) 1832) (รูปที่ 22)

4.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศผู้และเพศเมีย พบจำนวนโครโมโซม 2n = 40 ค่า FN เท่ากับ 60 ในเพศผู้และเพศเมีย ทำการวัดค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 5 โครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 19 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 4 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 5 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 3 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 7 คู่ และโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างหนึ่ง โครโมโซมเพศ ในเพศเมียเป็นแบบ XX และในเพศผู้เป็นแบบ XY โดยโครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดเล็ก และสามารถจัดคาริโอไทป์ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศผู้และเพศเมียแสดงไว้ดังรูปที่ 23 และ 24 ตามลำดับ ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 25

รูปที่ 22 อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*)

ตารางที่ 5 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง (2n = 40)

โครโมโซมคู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาดโครโมโซม	รูปร่างโครโมโซม
1	0.54	0.57	1.11	0.031 ± 0.0006	48.56 ± 1.08	L	m
2	0.41	0.62	1.03	0.029 ± 0.0010	40.08 ± 0.72	L	m
3	0.25	0.27	0.52	0.015 ± 0.0016	47.94 ± 2.50	S	m
4	0.21	0.23	0.43	0.012 ± 0.0014	48.23 ± 1.38	S	m
5	0.33	0.82	1.15	0.032 ± 0.0005	28.93 ± 1.19	L	sm
6	0.30	0.77	1.06	0.030 ± 0.0007	27.78 ± 1.37	L	sm
7	0.26	0.58	0.84	0.023 ± 0.0016	31.33 ± 1.95	M	sm
8	0.29	0.50	0.79	0.021 ± 0.0017	36.71 ± 1.19	M	sm
9	0.21	0.49	0.70	0.020 ± 0.0005	30.22 ± 1.82	S	sm
10	0.35	1.17	1.52	0.042 ± 0.0004	22.84 ± 0.81	L	st
11	0.27	0.90	1.17	0.033 ± 0.0015	22.81 ± 0.69	L	st
12	0.25	0.83	1.08	0.030 ± 0.0018	23.29 ± 1.80	L	st
13	0.00	1.25	1.25	0.035 ± 0.0015	0.00 ± 0.00	L	t
14	0.00	1.15	1.15	0.032 ± 0.0016	0.00 ± 0.00	L	t
15	0.00	0.83	0.83	0.023 ± 0.0009	0.00 ± 0.00	M	t
16	0.00	0.76	0.76	0.021 ± 0.0015	0.00 ± 0.00	M	t
17	0.00	0.66	0.66	0.019 ± 0.0011	0.00 ± 0.00	S	t
18	0.00	0.55	0.55	0.016 ± 0.0012	0.00 ± 0.00	S	t
19	0.00	0.50	0.50	0.014 ± 0.0012	0.00 ± 0.00	S	t
X	0.40	0.59	0.99	0.028 ± 0.0012	40.50 ± 1.13	L	m
Y	0.05	0.15	0.20	0.006 ± 0.0009	28.12 ± 0.21	S	sm

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.86

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.76 – 0.86

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.76

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

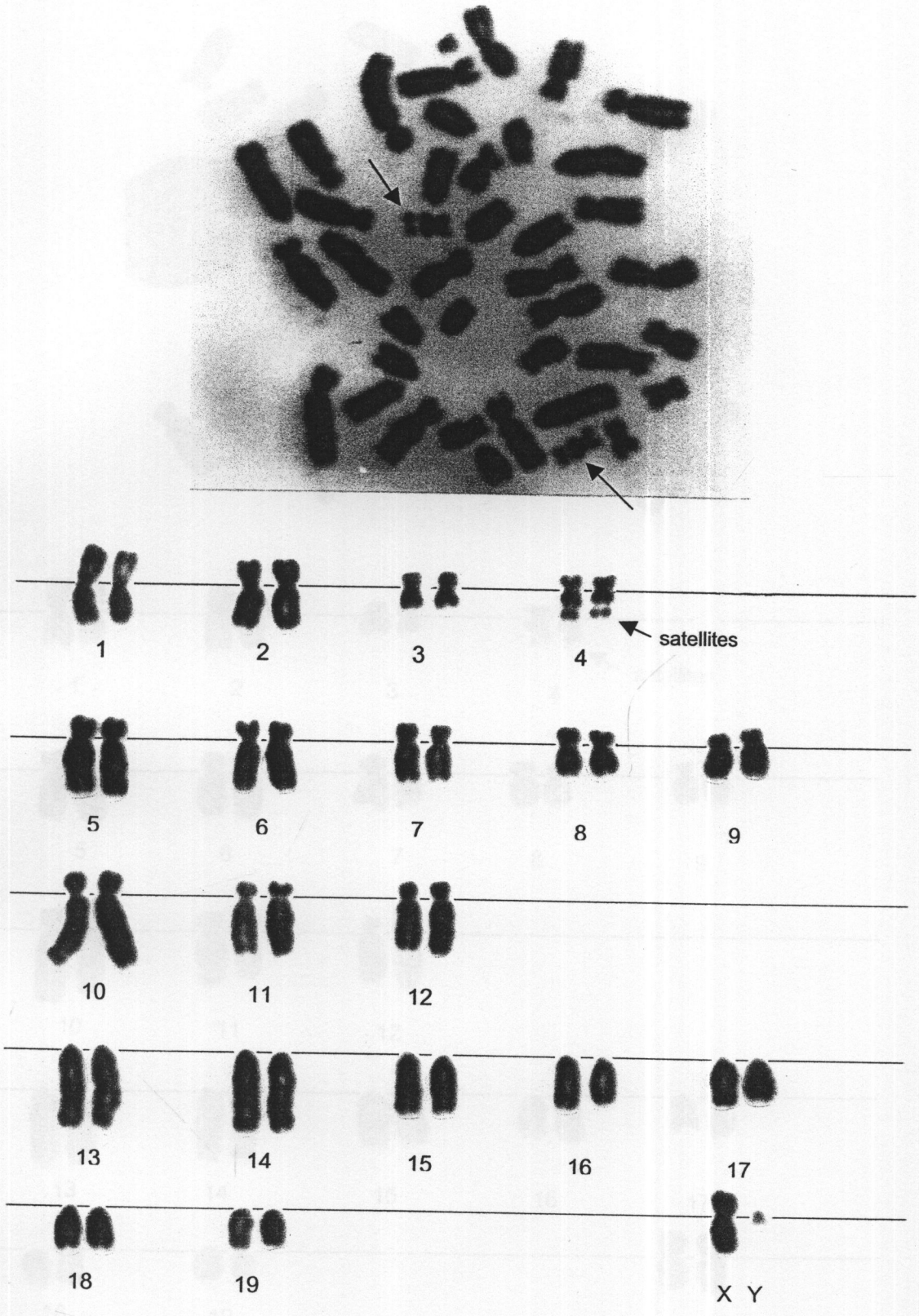
t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

จากตารางที่ 5 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างได้ดังนี้

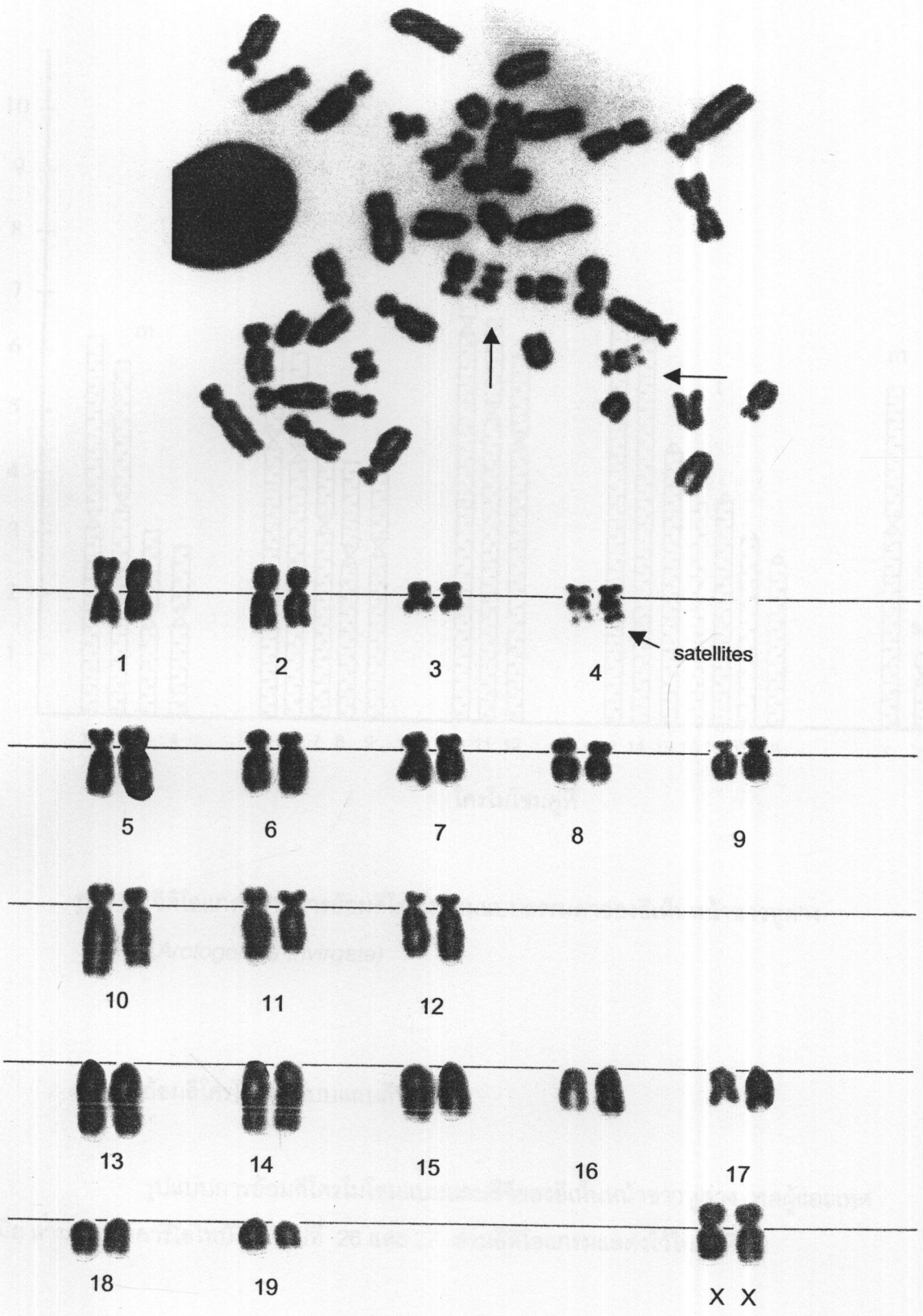
Arctogalidia trivirgata (Gray) 1832

เพศผู้ $2n = 40$; $L^{m}_{5}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{4}+M^{t}_{4}+S^{m}_{4}+S^{sm}_{3}+S^{t}_{6}$

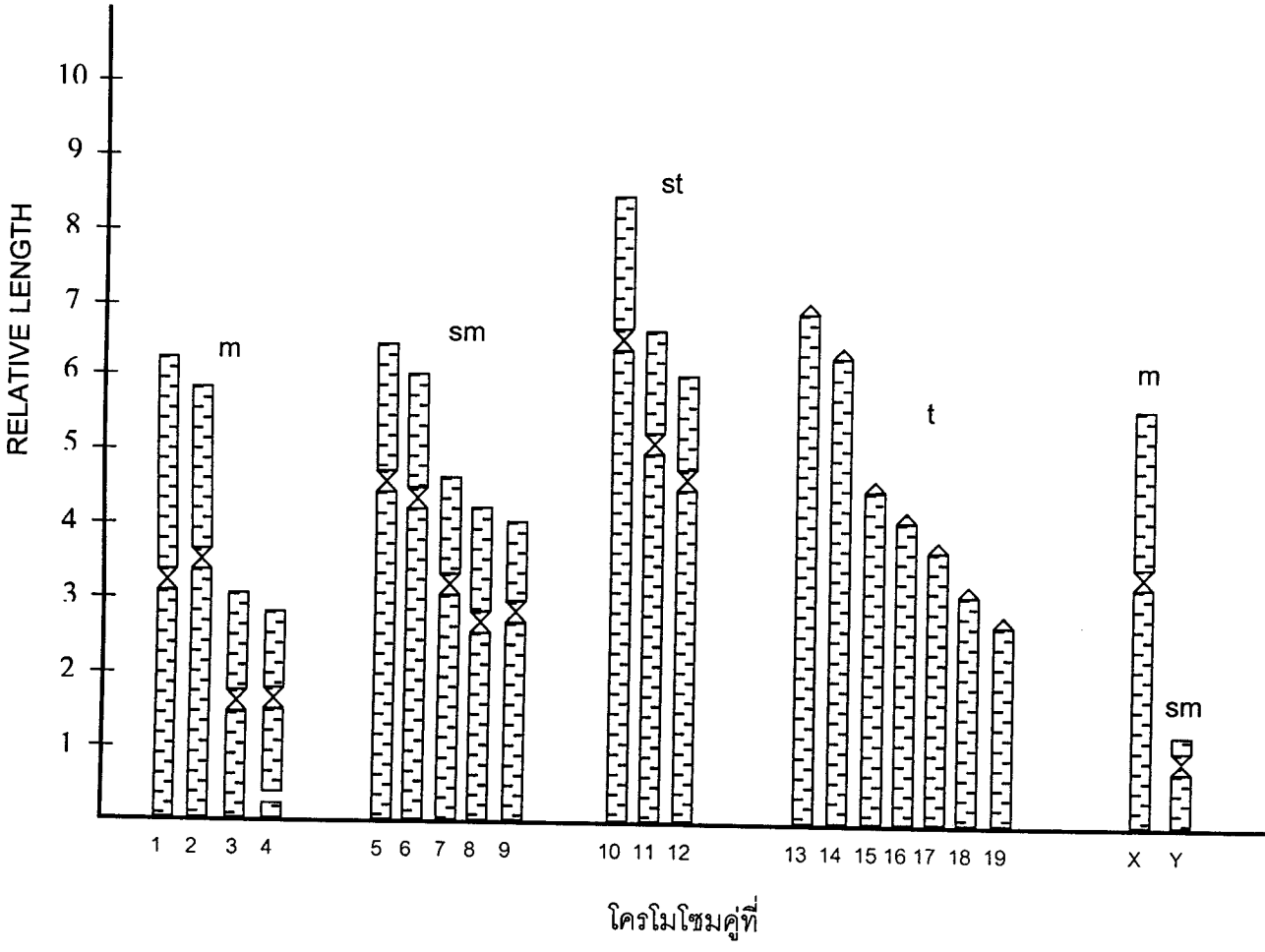
เพศเมีย $2n = 40$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{4}+M^{t}_{4}+S^{m}_{4}+S^{sm}_{2}+S^{t}_{6}$



รูปที่ 23 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของ
อีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,5000 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite



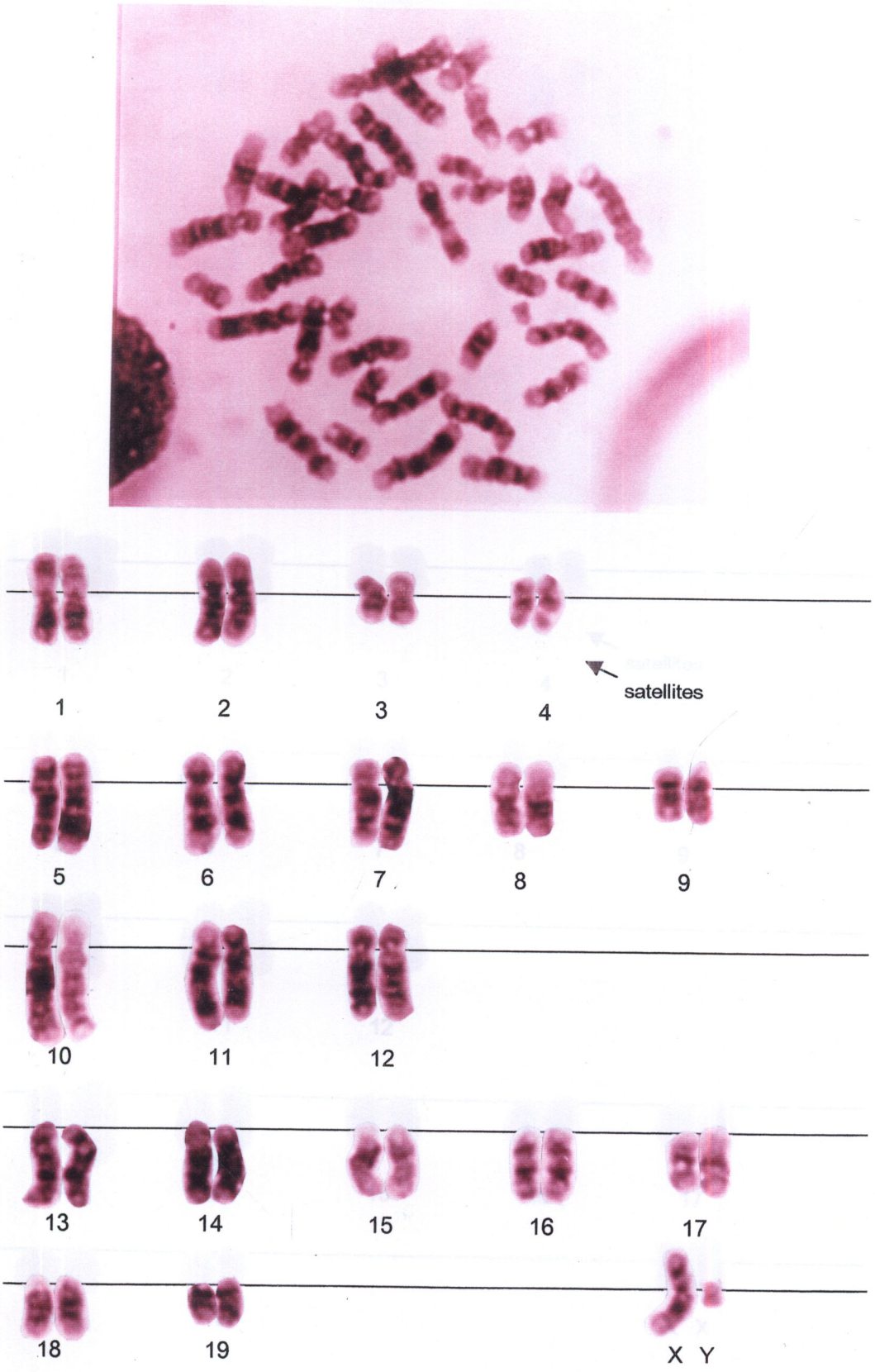
รูปที่ 24 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของ
อีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite



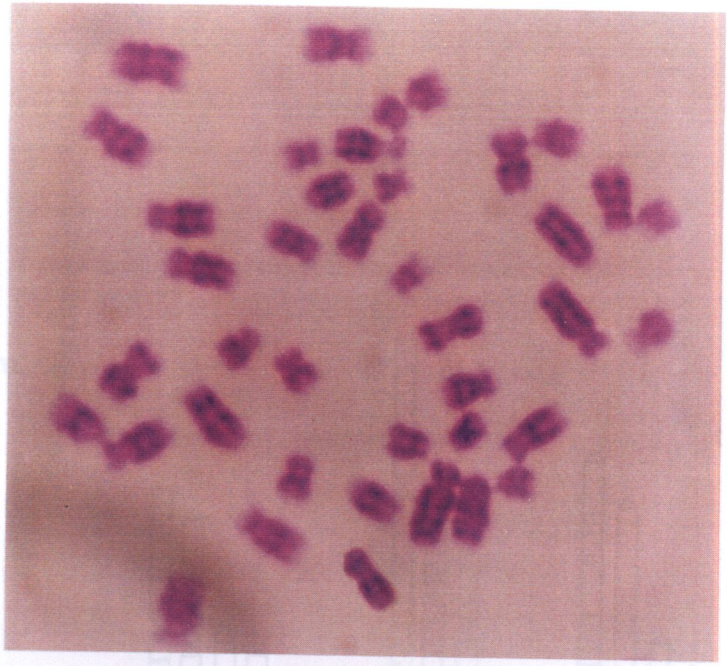
รูปที่ 25 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata)*

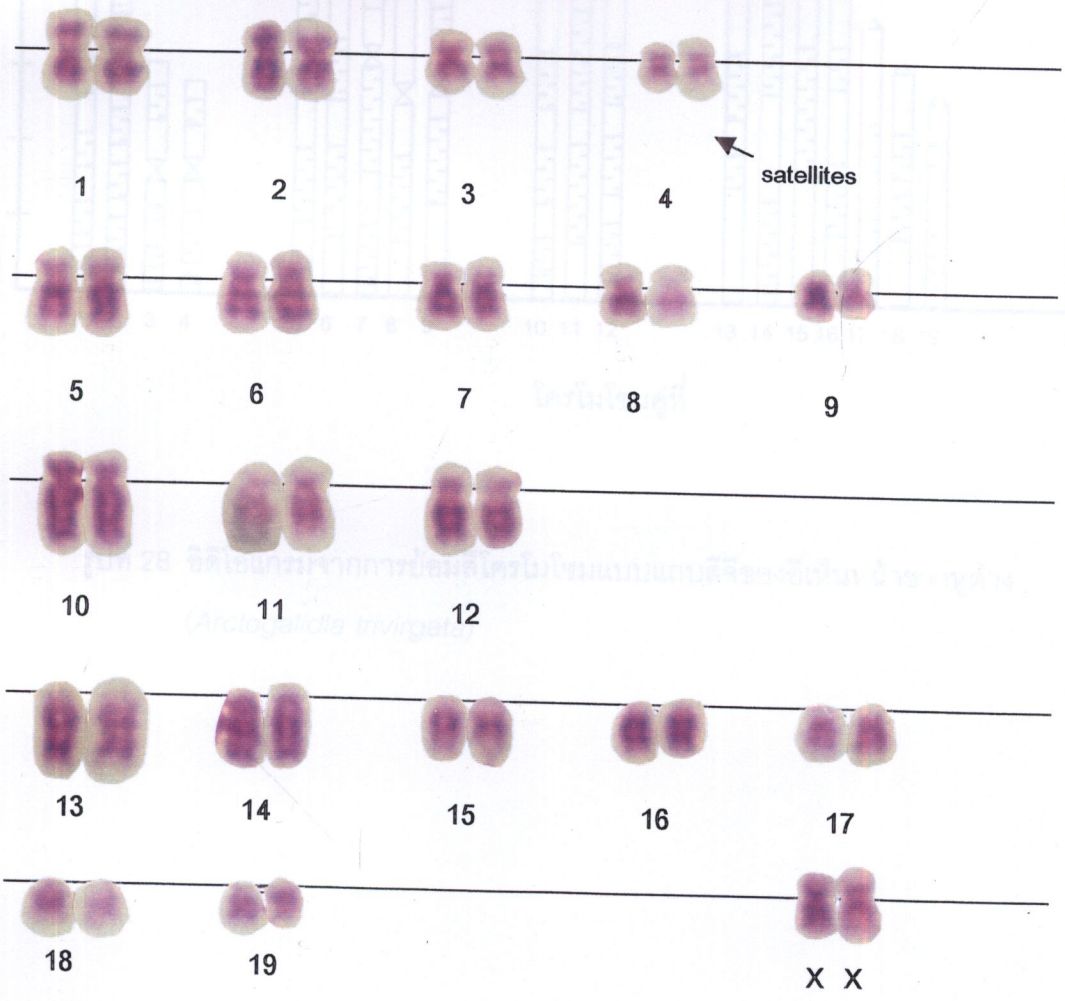
4.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง เพศผู้และเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 26 และ 27 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 28

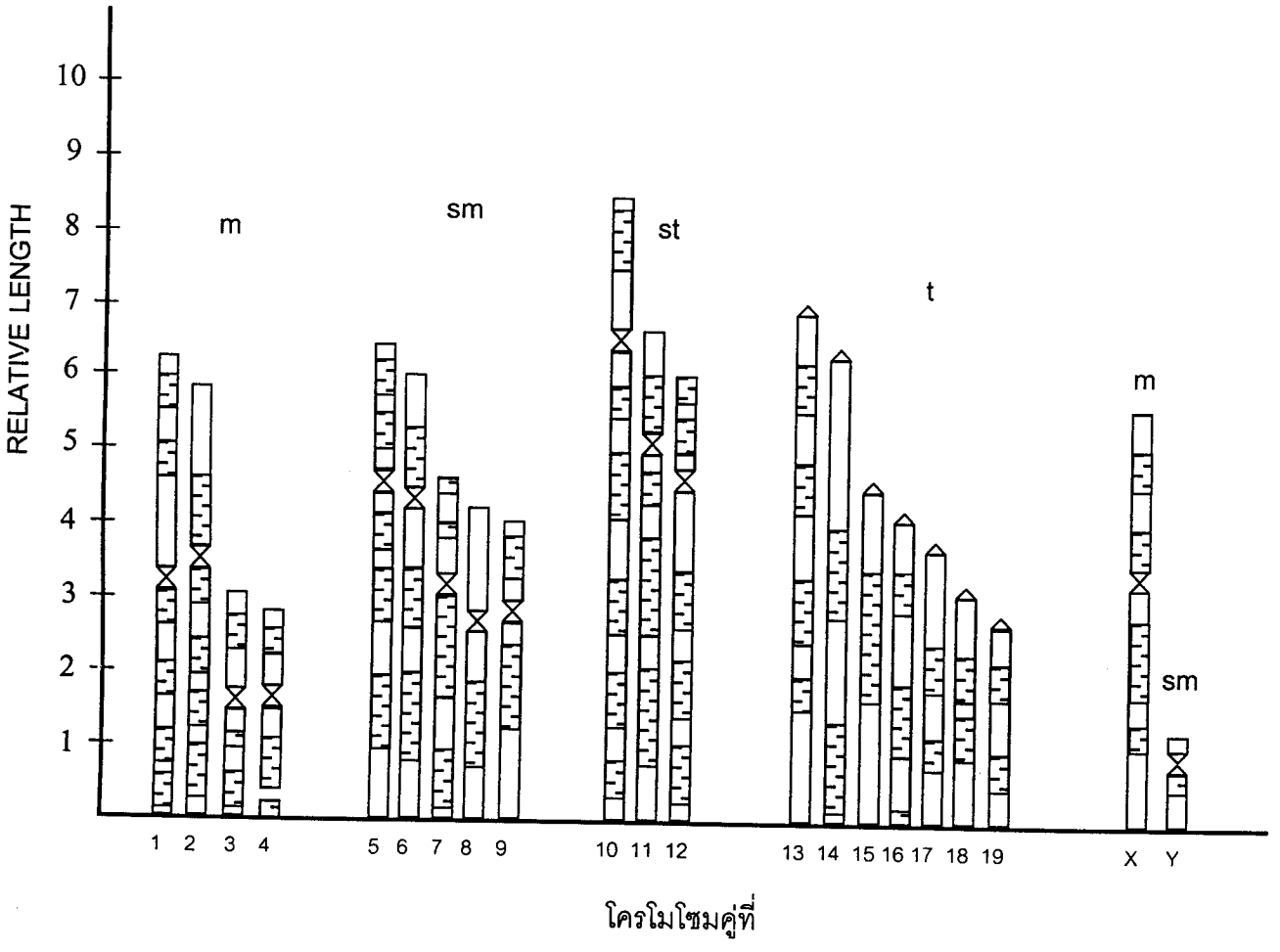


รูปที่ 26 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี
ของอีเห็นหน้าขาวหูด่างเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite





รูปที่ 27 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง เพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 28 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*)

5. ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila* Blyth 1862) (รูปที่ 29)

5.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดแผงสันหางดำ เพศผู้และเพศเมีย พบจำนวนโครโมโซม 2n = 38 ค่า FN เท่ากับ 61 ในเพศผู้และ 62 ในเพศเมีย ทำการวัดค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 6 โครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 18 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 5 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 5 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 2 คู่ และโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างยาว โครโมโซมเพศ ในเพศเมียเป็นแบบ XX และในเพศผู้เป็นแบบ XY โดยโครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดเทโลเซนตริกขนาดเล็ก และสามารถจัดคาริโอไทป์ของชะมดแผงสันหางดำเพศผู้และเพศเมีย แสดงไว้ดังรูปที่ 30 และ 31 ตามลำดับ ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 32

รูปที่ 29 ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*)

ตารางที่ 6 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของชะมดแผงสันหางดำ (2n = 38)

โครโมโซม คู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาด โครโมโซม	รูปร่าง โครโมโซม
1	0.52	0.65	1.17	0.039 ± 0.0017	44.38 ± 1.40	L	m
2	0.38	0.55	0.94	0.032 ± 0.0009	40.93 ± 1.86	L	m
3	0.35	0.50	0.86	0.029 ± 0.0014	41.34 ± 1.52	L	m
4	0.33	0.48	0.81	0.027 ± 0.0022	40.80 ± 2.14	L	m
5	0.27	0.29	0.56	0.019 ± 0.0009	48.68 ± 1.90	S	m
6	0.28	0.65	0.93	0.031 ± 0.0013	30.51 ± 2.16	L	sm
7	0.27	0.61	0.87	0.029 ± 0.0011	30.64 ± 3.04	L	sm
8	0.28	0.59	0.86	0.029 ± 0.0012	32.07 ± 1.88	L	sm
9	0.24	0.49	0.74	0.025 ± 0.0021	33.05 ± 2.56	M	sm
10	0.14	0.46	0.56	0.022 ± 0.0019	30.21 ± 1.91	S	sm
11	0.12	0.23	0.35	0.012 ± 0.0014	33.44 ± 1.89	S	sm
12	0.26	0.99	1.25	0.042 ± 0.0010	21.07 ± 1.15	L	st
13	0.22	0.78	1.00	0.034 ± 0.0019	21.92 ± 1.25	L	st
14	0.13	0.53	0.66	0.022 ± 0.0011	19.67 ± 1.55	M	st
15	0.10	0.41	0.50	0.017 ± 0.0024	18.90 ± 3.69	S	st
16	0.08	0.34	0.42	0.014 ± 0.0011	19.21 ± 2.54	S	st
17	0.00	0.91	0.91	0.031 ± 0.0012	0.00 ± 0.00	L	t
18	0.01	0.49	0.50	0.017 ± 0.0011	1.41 ± 3.38	S	t
X	0.25	0.69	0.95	0.032 ± 0.0008	26.66 ± 1.60	L	sm
Y	0.00	0.23	0.23	0.002 ± 0.0025	0.00 ± 0.00	S	t

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.74

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.625 – 0.74

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.625

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

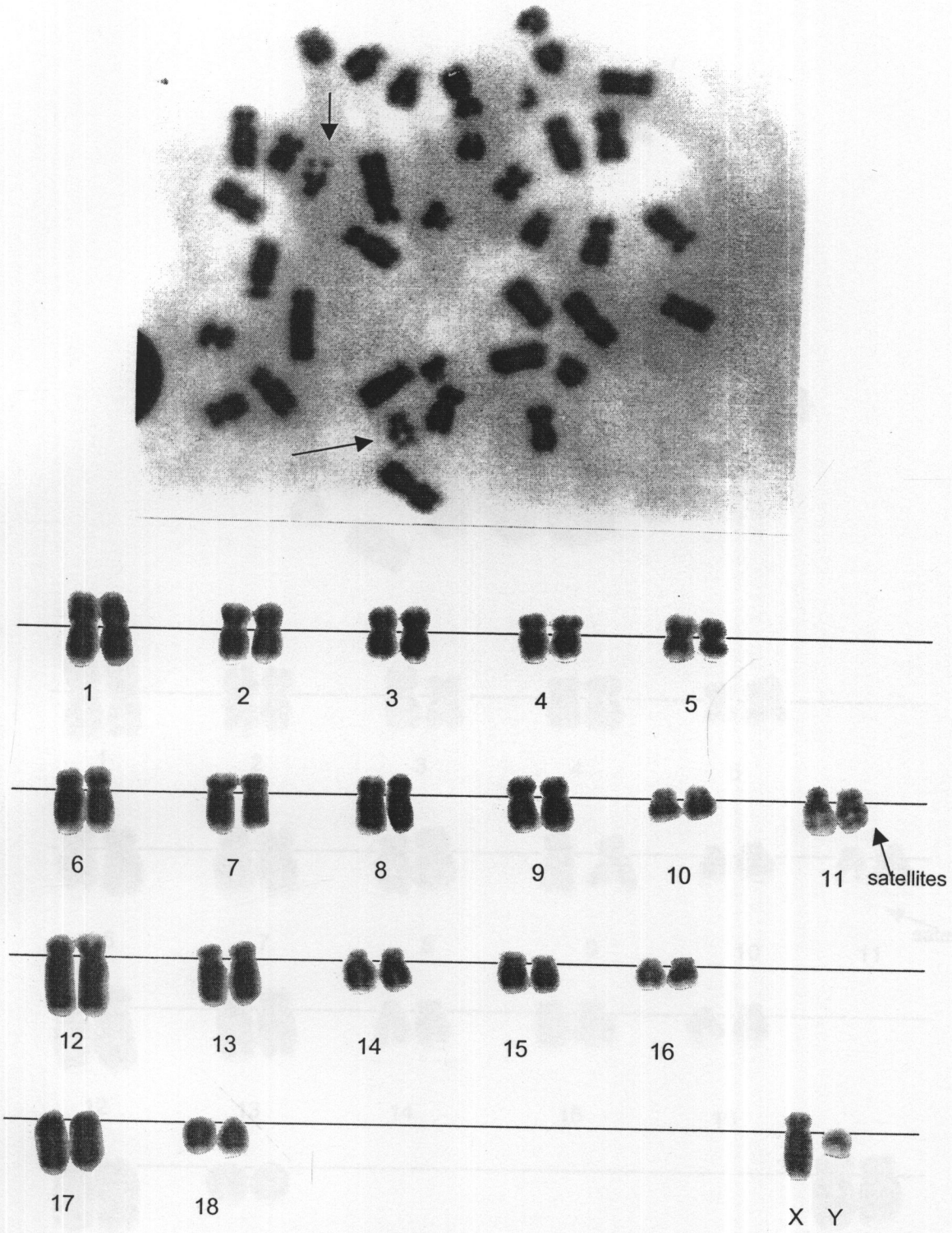
t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

จากตารางที่ 6 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของชะมดแผงสันหางดำได้ดังนี้

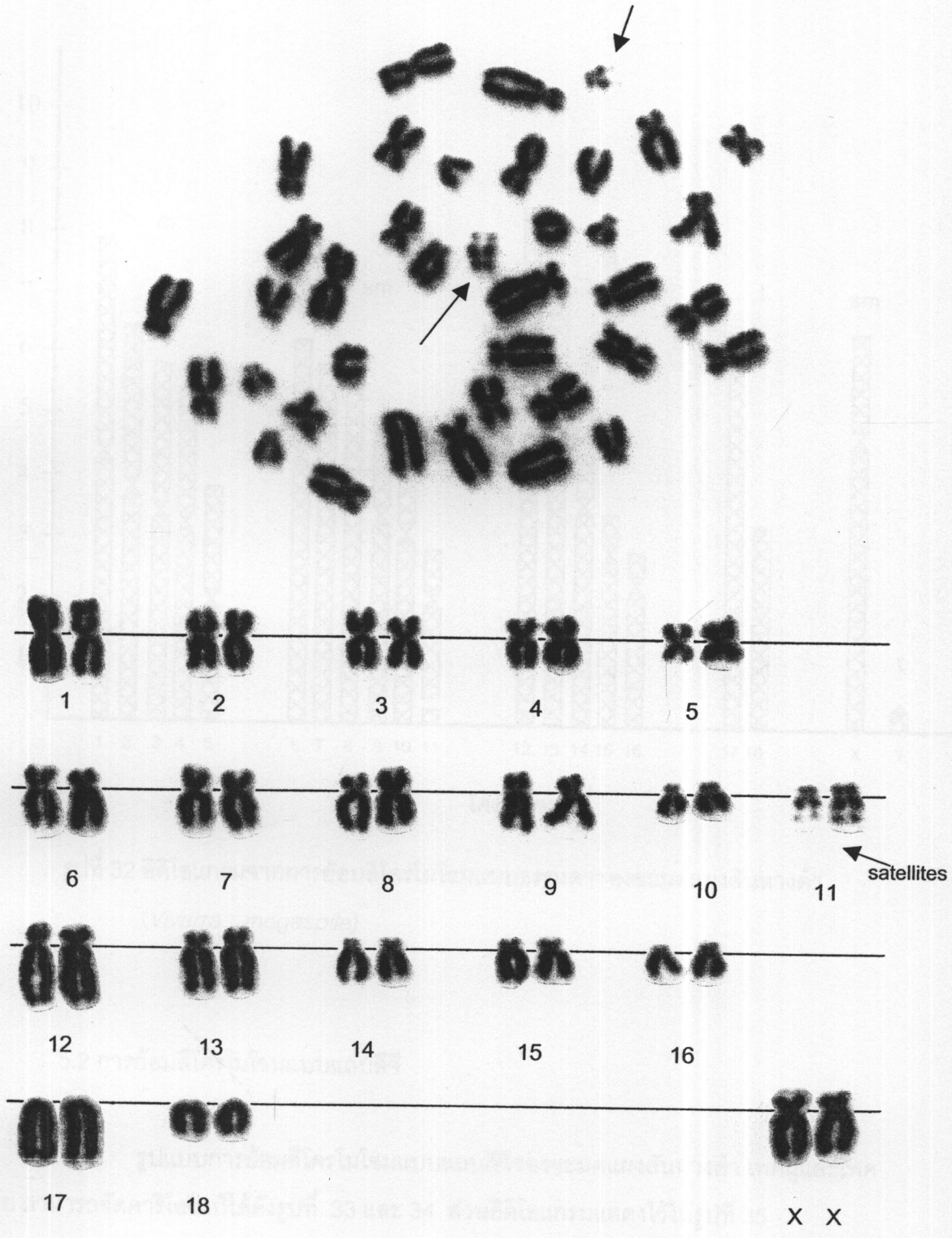
Viverra megaspila Blyth 1862

เพศผู้ $2n = 44$; $L^{m}_{8}+L^{sm}_{7}+L^{st}_{4}+L^{t}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{4}+S^{st}_{4}+S^{t}_{3}$

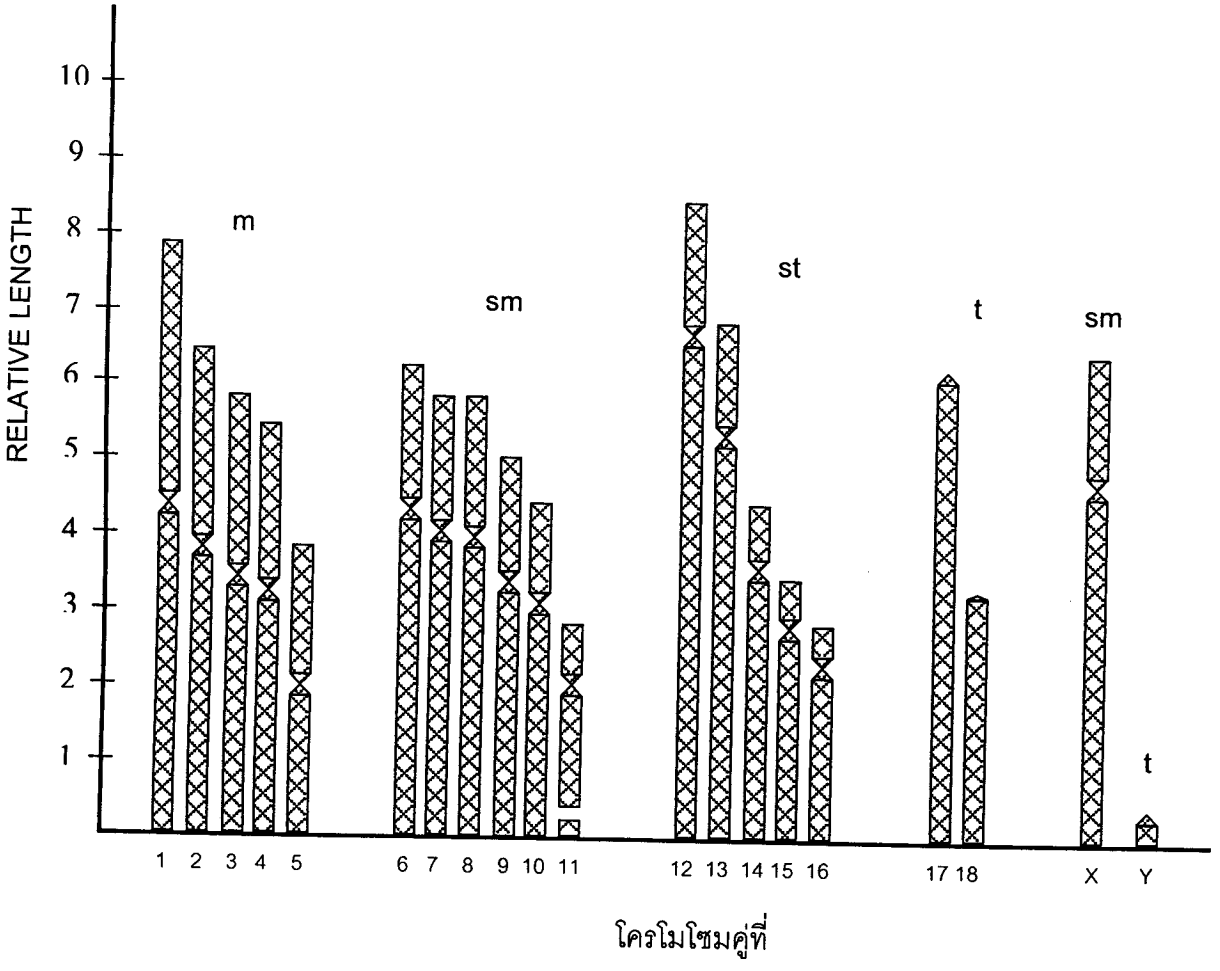
เพศเมีย $2n = 44$; $L^{m}_{8}+L^{sm}_{8}+L^{st}_{4}+L^{t}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{4}+S^{st}_{4}+S^{t}_{2}$



รูปที่ 30 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของ
ชะมดแผงสันหางดำเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



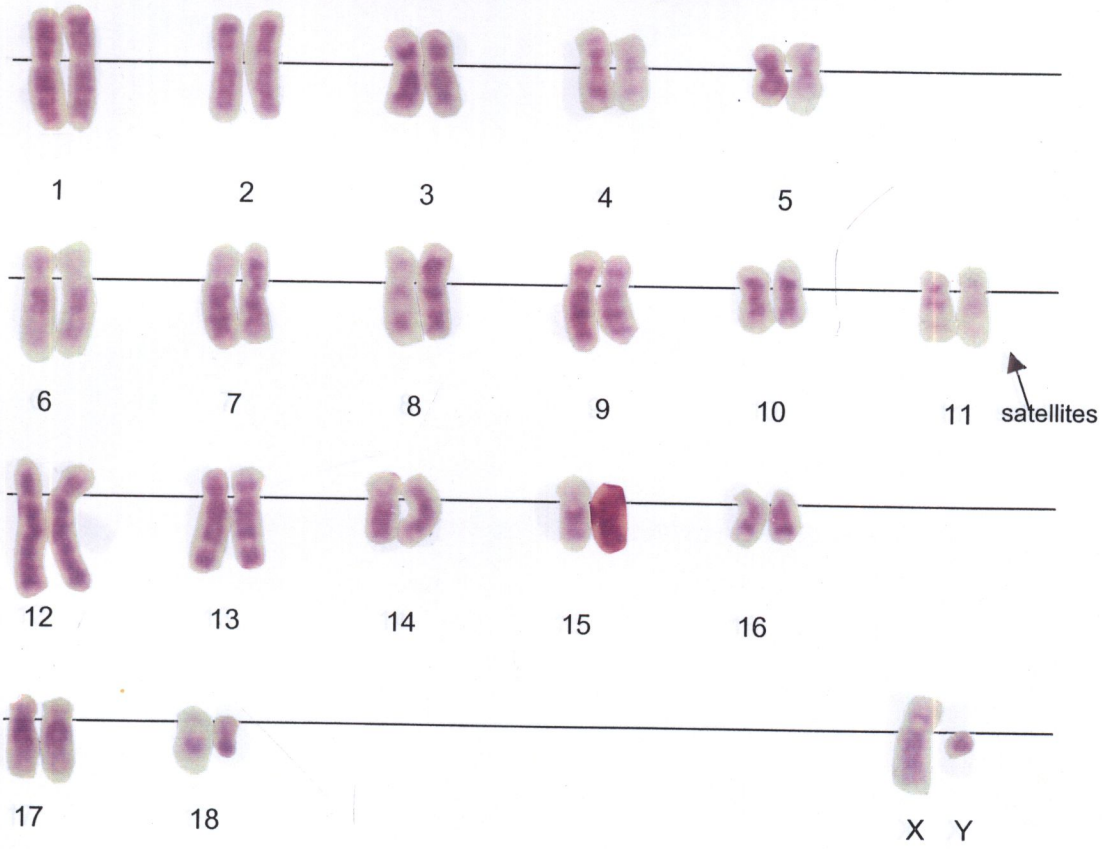
รูปที่ 31 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของ
ชะมดแผงสันหางดำเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 32 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*)

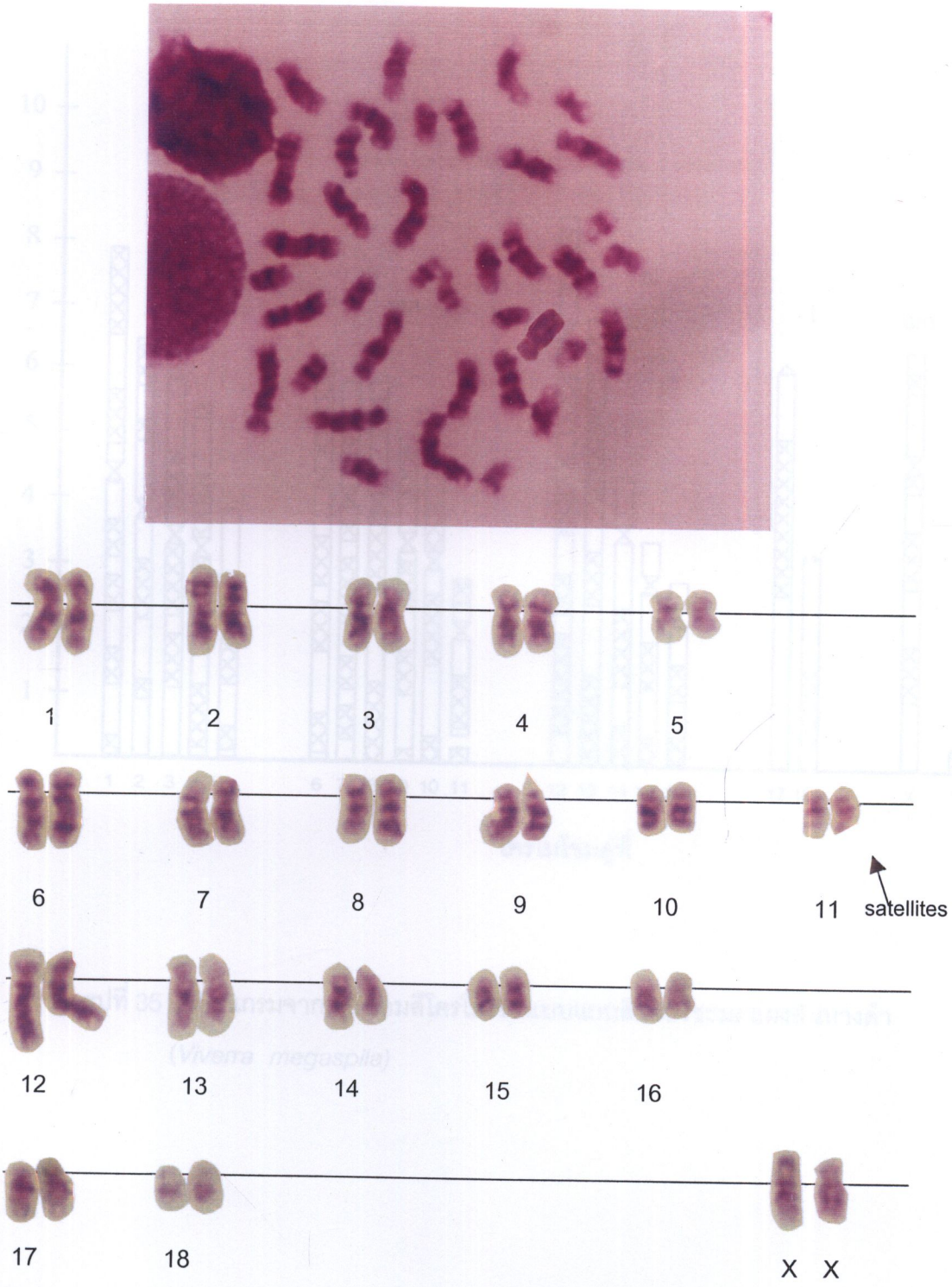
5.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดแผงสันหางดำ เพศผู้และเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 33 และ 34 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 35

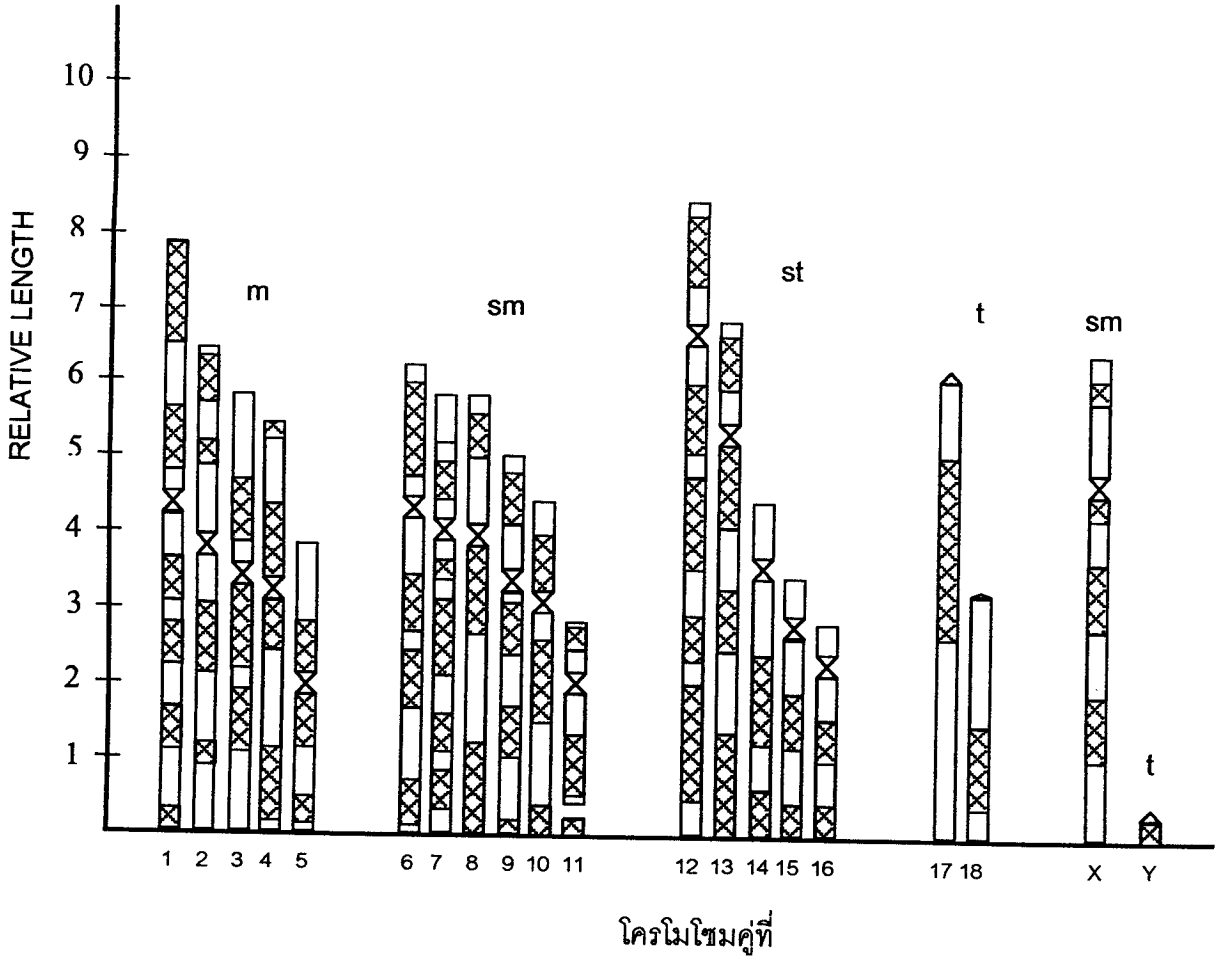


รูปที่ 3 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี
ของชะมดแผงสันหางดำเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,5000 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite

61



รูปที่ 34 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี ของชะมดแผงสันหางดำเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 35 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*)

6. ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha* Linnaeus 1758) (รูปที่ 36)

6.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดแผงหางปล้อง ศึกษาเฉพาะเพศเมียเท่านั้น เนื่องจากไม่มีเพศผู้ในสวนสัตว์เลย จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมพบ 2n = 38 ค่า FN เท่ากับ 60 ทำการวัดค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 7 โครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซม 19 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 5 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 6 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 2 คู่ และโครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างยาว ไม่สามารถกำหนดได้ว่าโครโมโซมคู่ใดเป็นโครโมโซมเพศเนื่องจากไม่มีคู่ของโครโมโซมที่แตกต่างกันให้เห็นชัดเจน สามารถจัดคาริโอไทป์ของชะมดแผงหางปล้องเพศเมีย โดยไม่สามารถบอกได้ว่าโครโมโซมคู่ใดเป็นโครโมโซมเพศแท่ง X แสดงไว้ดังรูปที่ 37 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 38

รูปที่ 36 ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*)

ตารางที่ 7 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของชะมดแผงหางปล้อง (2n = 38)

โครโมโซม คู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาด โครโมโซม	รูปร่าง โครโมโซม
1	0.61	0.83	1.44	0.040 ± 0.0026	42.41 ± 1.83	L	m
2	0.48	0.63	1.11	0.031 ± 0.0014	43.27 ± 3.07	L	m
3	0.43	0.58	1.01	0.028 ± 0.0013	43.19 ± 2.19	L	m
4	0.38	0.53	0.91	0.025 ± 0.0018	41.86 ± 1.80	M	m
5	0.33	0.38	0.71	0.019 ± 0.0005	46.84 ± 2.70	S	m
6	0.33	0.84	1.16	0.032 ± 0.0012	27.98 ± 2.18	L	sm
7	0.33	0.78	1.10	0.030 ± 0.0015	29.30 ± 3.49	L	sm
8	0.34	0.72	1.06	0.029 ± 0.0013	32.22 ± 1.43	L	sm
9	0.31	0.65	0.96	0.026 ± 0.0019	32.27 ± 1.73	M	sm
10	0.20	0.49	0.69	0.019 ± 0.0007	28.91 ± 1.74	S	sm
11	0.18	0.35	0.53	0.015 ± 0.0011	33.94 ± 1.36	S	sm
12	0.30	1.16	1.46	0.040 ± 0.0025	20.51 ± 2.87	L	st
13	0.25	0.97	1.22	0.034 ± 0.0014	20.55 ± 2.28	L	st
14	0.24	0.91	1.15	0.032 ± 0.0007	21.07 ± 1.98	L	st
15	0.16	0.67	0.83	0.023 ± 0.0019	19.44 ± 1.41	M	st
16	0.10	0.42	0.52	0.014 ± 0.0004	19.55 ± 2.68	S	st
17	0.10	0.37	0.47	0.013 ± 0.0017	23.93 ± 2.54	S	st
18	0.00	1.13	1.13	0.031 ± 0.0025	0.00 ± 0.00	L	t
19	0.00	0.59	0.59	0.016 ± 0.0020	0.00 ± 0.00	S	t

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.965

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.73 – 0.965

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.73

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

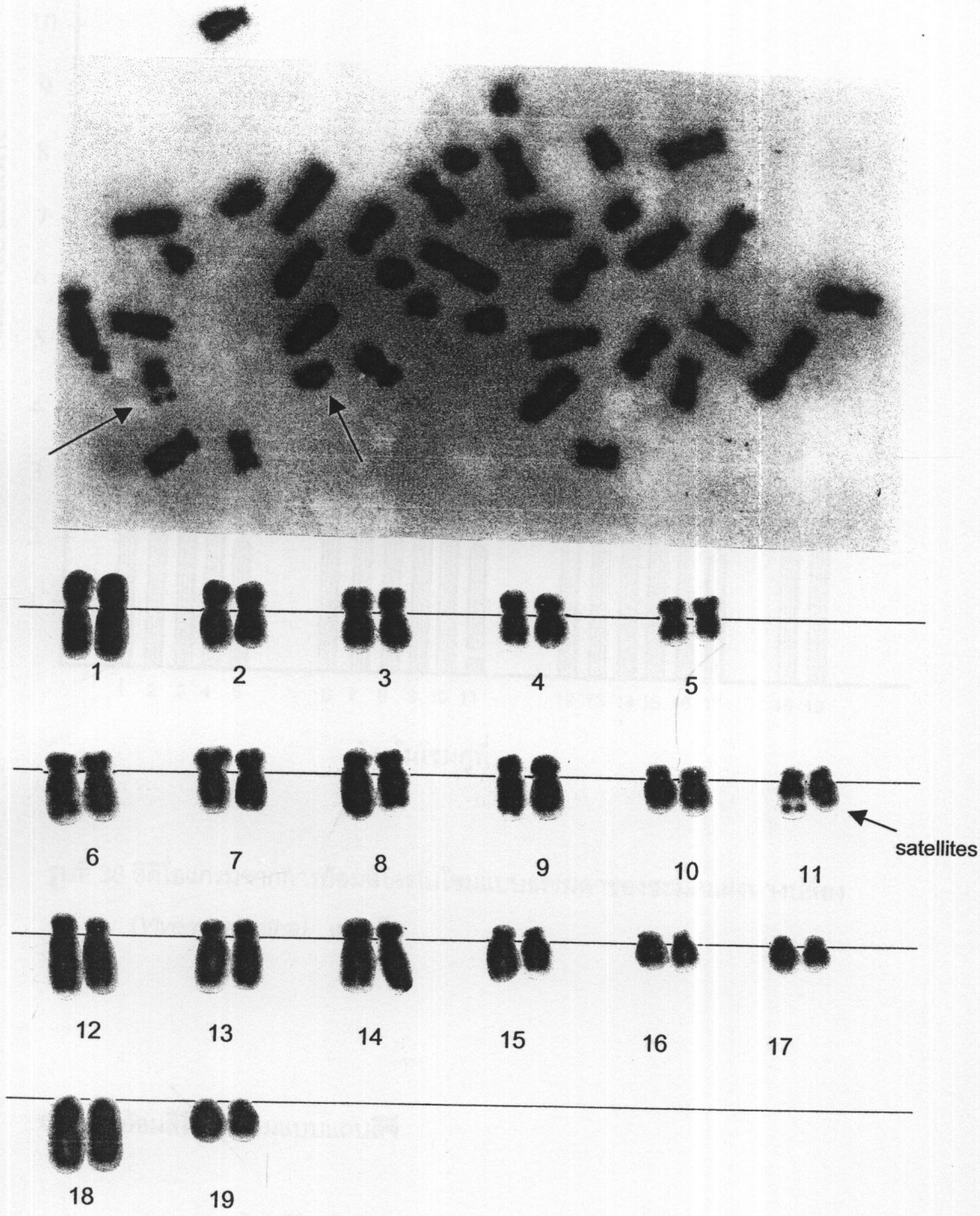
st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

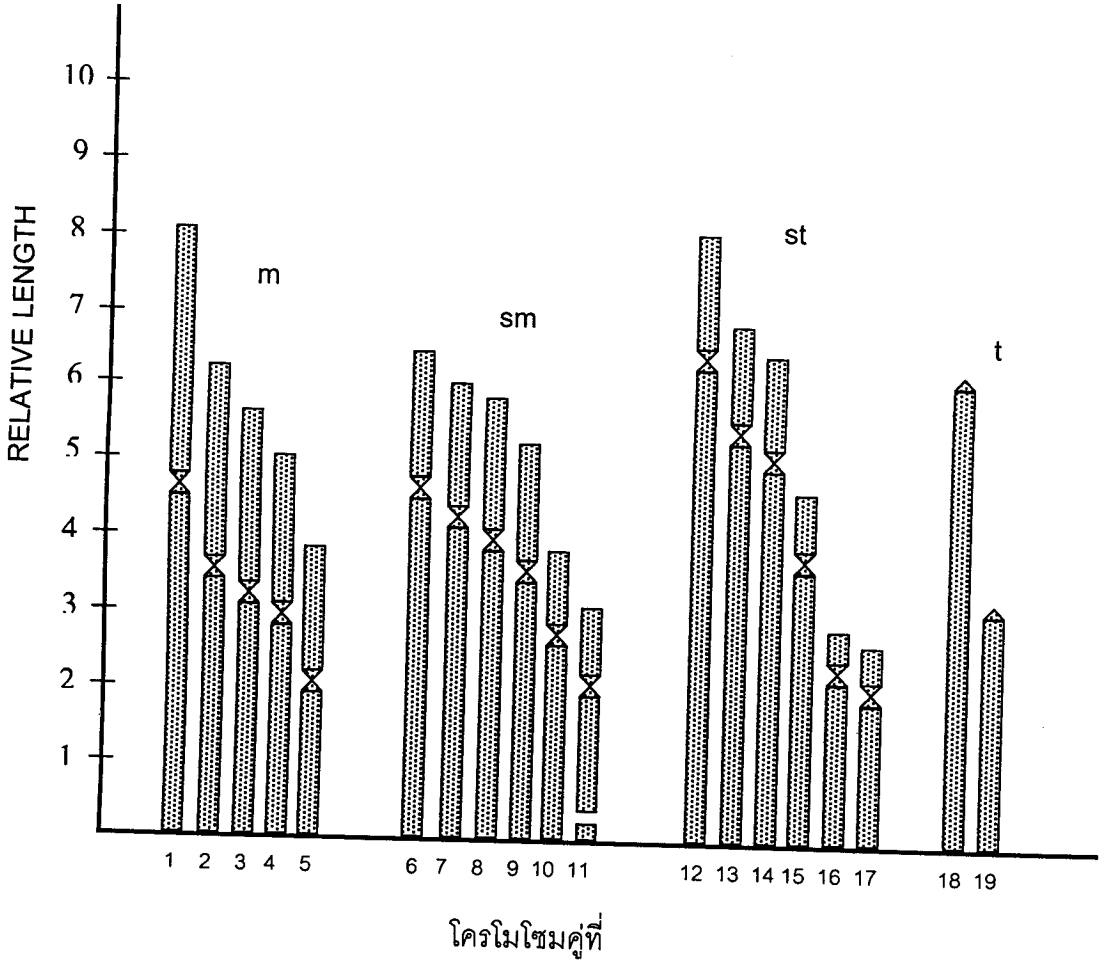
จากตารางที่ 7 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของชะมดแผงหางปล้องได้ดังนี้

Viverra zibetha Linnaeus 1758

เพศเมีย $2n = 38$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{6}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{4}+S^{st}_{4}+S^{t}_{2}$



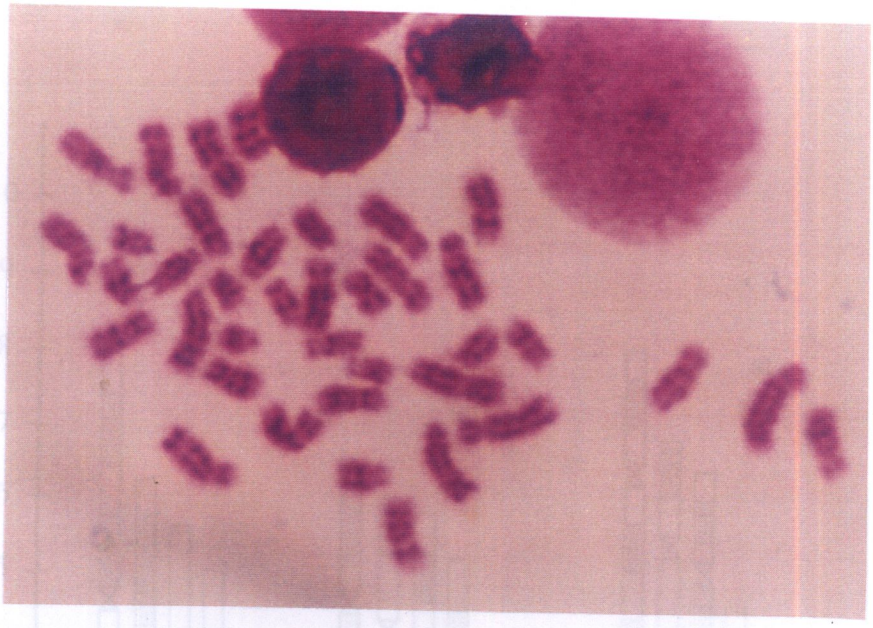
รูปที่ 37 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของ
ชะมดแผงหางปล้องเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite

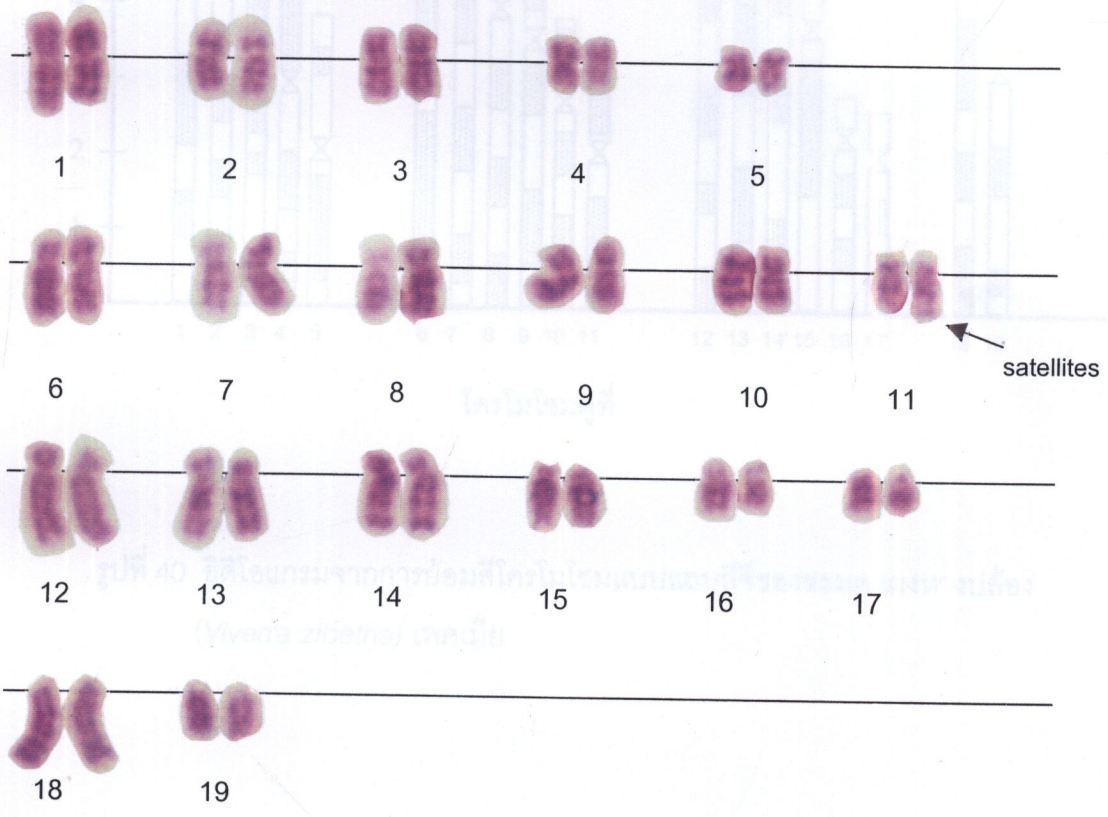


รูปที่ 38 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) เพศเมีย

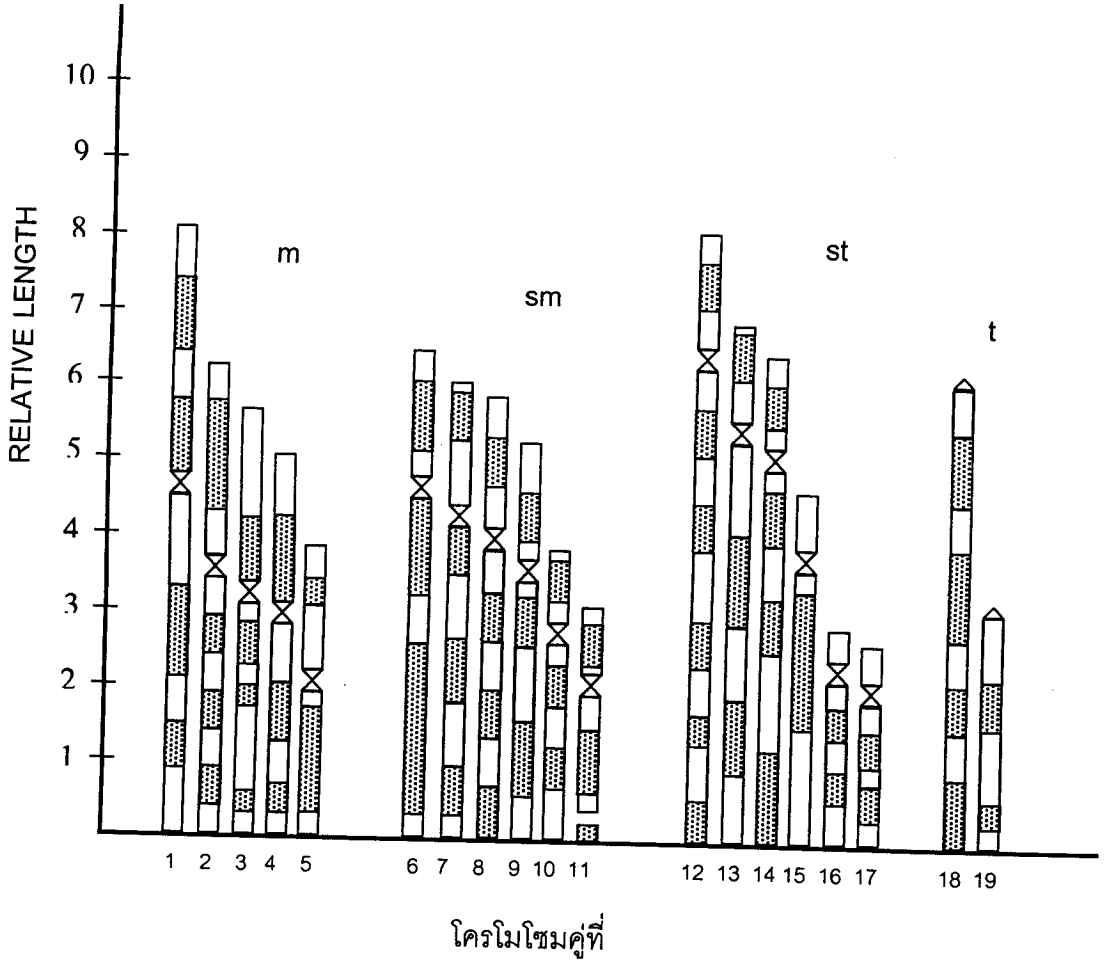
6.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดแผงหางปล้องเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 39 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 40





รูปที่ 39 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจี
ของชะมดแผงหางปล้องเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite



รูปที่ 40 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) เพศเมีย

7. ชะมดเช็ด (*Viverricula indica* (Desmarest) 1817) (รูปที่ 41)

7.1 การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดเช็ดเพศผู้และเพศเมีย พบจำนวนโครโมโซม 2n = 36 ค่า FN เท่ากับ 59 ในเพศผู้และ 60 ในเพศเมีย ทำการวัดค่า RL และ CI เฉลี่ย เพื่อจัดขนาดและรูปร่างของโครโมโซม ดังแสดงในตารางที่ 8 โครโมโซมทั้งหมดประกอบด้วยโครโมโซมร่างกาย 17 คู่ โดยเป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก 5 คู่ ชนิดซับเมตาเซนตริก 6 คู่ ชนิดซับเทโลเซนตริก 5 คู่ และชนิดเทโลเซนตริก 1 คู่ และโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างหนึ่ง โครโมโซมเพศ ในเพศเมียเป็นแบบ XX และในเพศผู้เป็นแบบ XY โดยโครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกขนาดใหญ่ และโครโมโซม Y เป็นชนิดเทโลเซนตริกขนาดใหญ่ และสามารถจัดคาริโอไทป์ของชะมดเช็ดเพศผู้และเพศเมีย แสดงไว้ดังรูปที่ 42 และ 43 ตามลำดับ ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ดังรูปที่ 44

รูปที่ 41 ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)

ตารางที่ 8 แสดงค่าความยาวเฉลี่ยของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) แขนโครโมโซมข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) ค่าเฉลี่ย centromeric index (CI) ค่าเฉลี่ยของ standard deviation (SD) ของ RL และ CI จาก 20 เซลล์ ของชะมดเช็ด (2n = 36)

โครโมโซม คู่ที่	Ls	LI	LT	RL ± SD	CI ± SD	ขนาด โครโมโซม	รูปร่าง โครโมโซม
1	0.47	0.64	1.12	0.036 ± 0.0015	42.29 ± 1.96	L	m
2	0.42	0.53	0.95	0.030 ± 0.0015	44.43 ± 2.34	L	m
3	0.36	0.53	0.89	0.029 ± 0.0015	40.44 ± 1.95	L	m
4	0.30	0.34	0.64	0.021 ± 0.0015	47.54 ± 2.20	M	m
5	0.20	0.20	0.40	0.013 ± 0.0015	50.00 ± 0.00	S	m
6	0.29	0.71	1.00	0.032 ± 0.0013	29.19 ± 2.49	L	sm
7	0.30	0.66	0.96	0.031 ± 0.0012	31.01 ± 2.57	L	sm
8	0.29	0.62	0.91	0.029 ± 0.0018	31.91 ± 2.46	L	sm
9	0.29	0.61	0.90	0.029 ± 0.0013	32.52 ± 2.83	L	sm
10	0.25	0.52	0.77	0.025 ± 0.0027	31.95 ± 3.05	M	sm
11	0.19	0.45	0.64	0.021 ± 0.0016	28.91 ± 2.52	M	sm
12	0.27	0.93	1.19	0.038 ± 0.0032	22.38 ± 1.20	L	st
13	0.22	0.77	0.99	0.032 ± 0.0023	22.07 ± 1.73	L	st
14	0.21	0.71	0.92	0.029 ± 0.0024	22.33 ± 2.38	L	st
15	0.13	0.56	0.69	0.022 ± 0.0012	19.28 ± 3.03	M	st
16	0.14	0.52	0..66	0.019 ± 0.0013	21.21 ± 2.68	M	st
17	0.04	0.94	0.98	0.031 ± 0.0016	4.12 ± 2.53	L	t
X	0.37	0.86	1.24	0.040 ± 0.0046	30.39 ± 3.19	L	sm
Y	0.05	0.71	0.76	0.024 ± 0.0028	6.23 ± 4.01	M	t

L คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.82

M คือ โครโมโซมขนาดกลาง มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.62 – 0.82

S คือ โครโมโซมขนาดเล็ก มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.62

m คือ โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

sm คือ โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก

st คือ โครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก

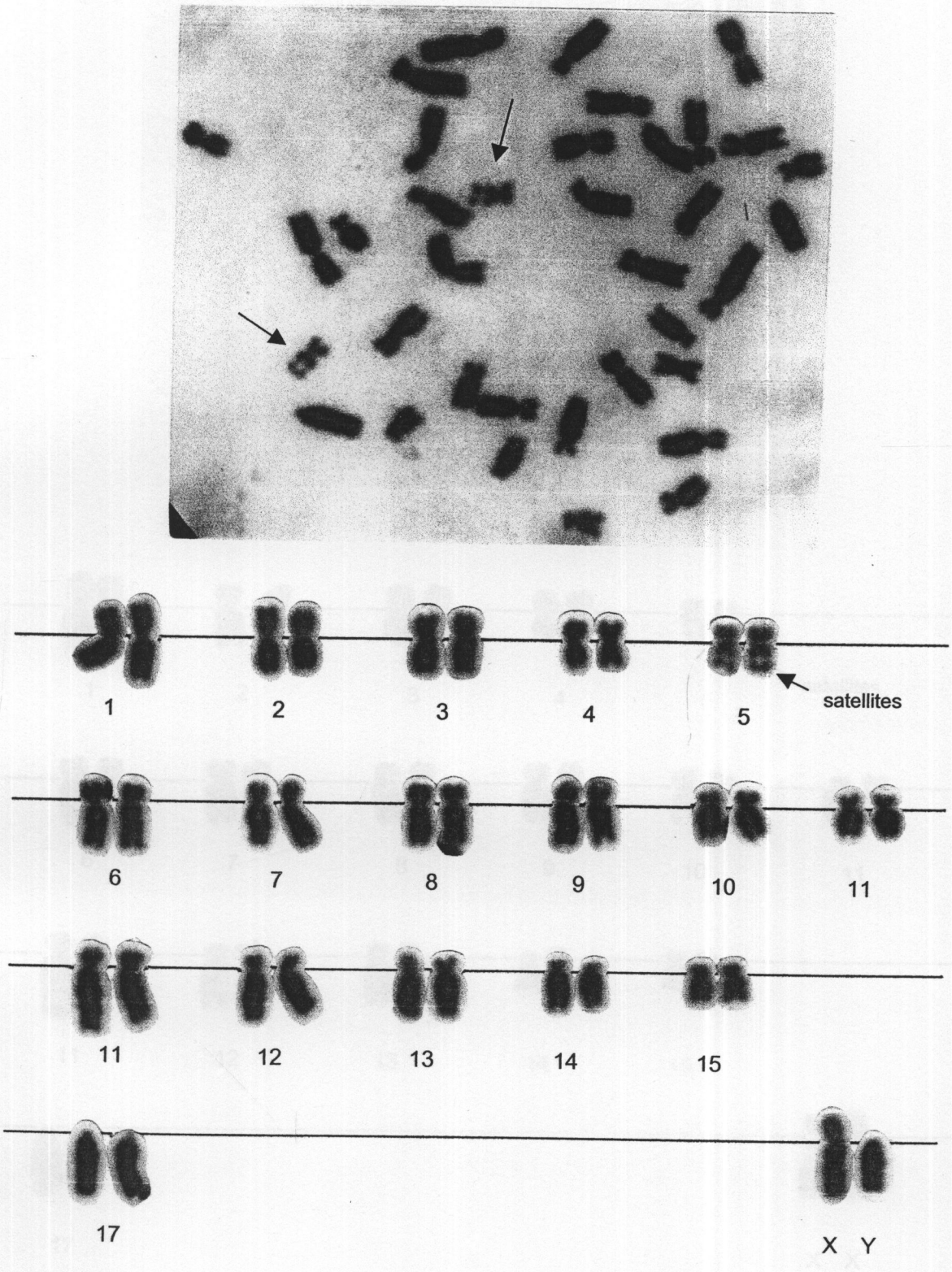
t คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก

จากตารางที่ 9 สามารถเขียนสูตรคาริโอไทป์ของชะมดเช็ดได้ดังนี้

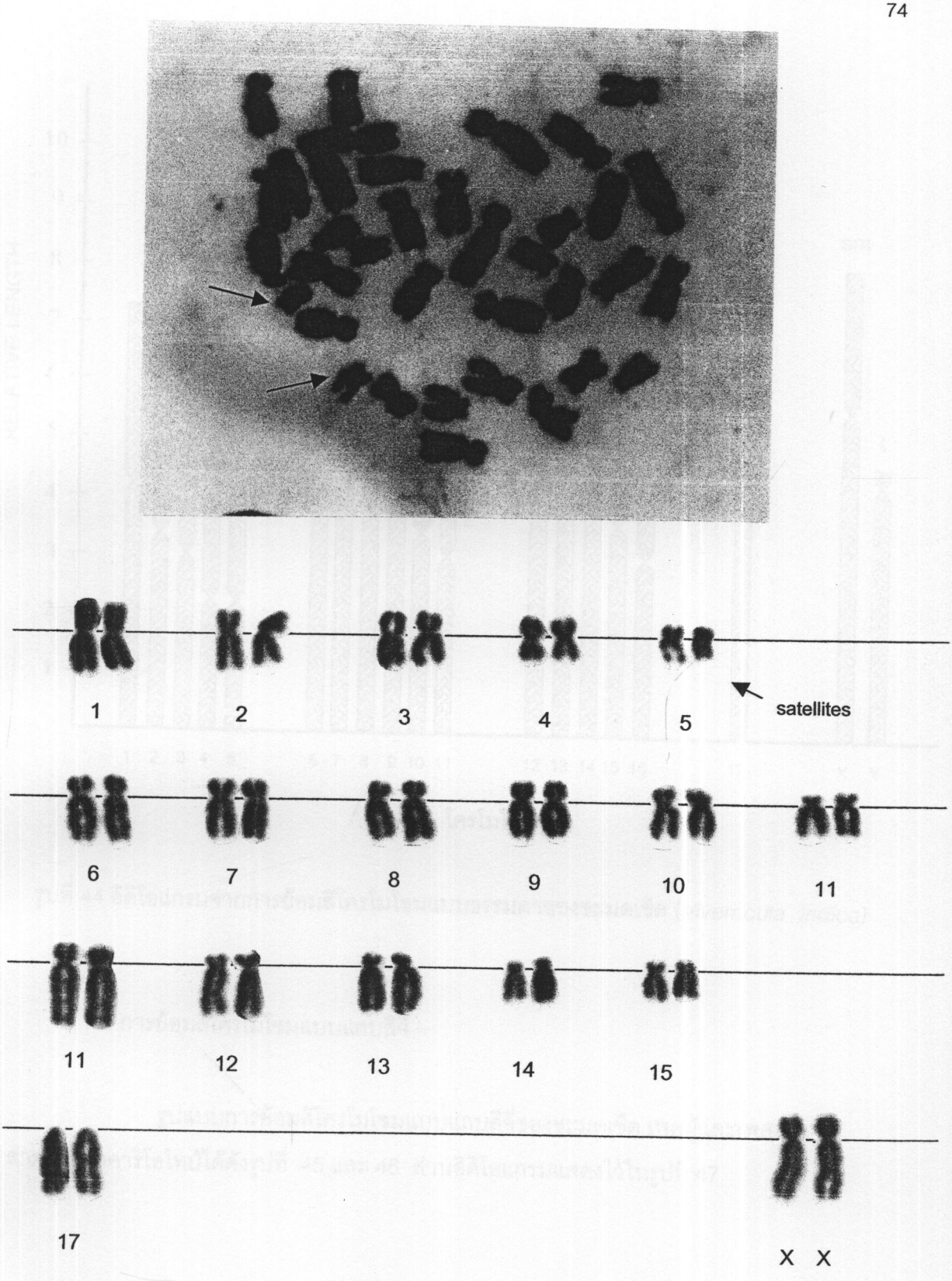
Viverricula indica (Desmarest) 1817

เพศผู้ $2n = 36$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{9}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{4}+M^{st}_{4}+M^{t}_{1}+S^{m}_{2}$

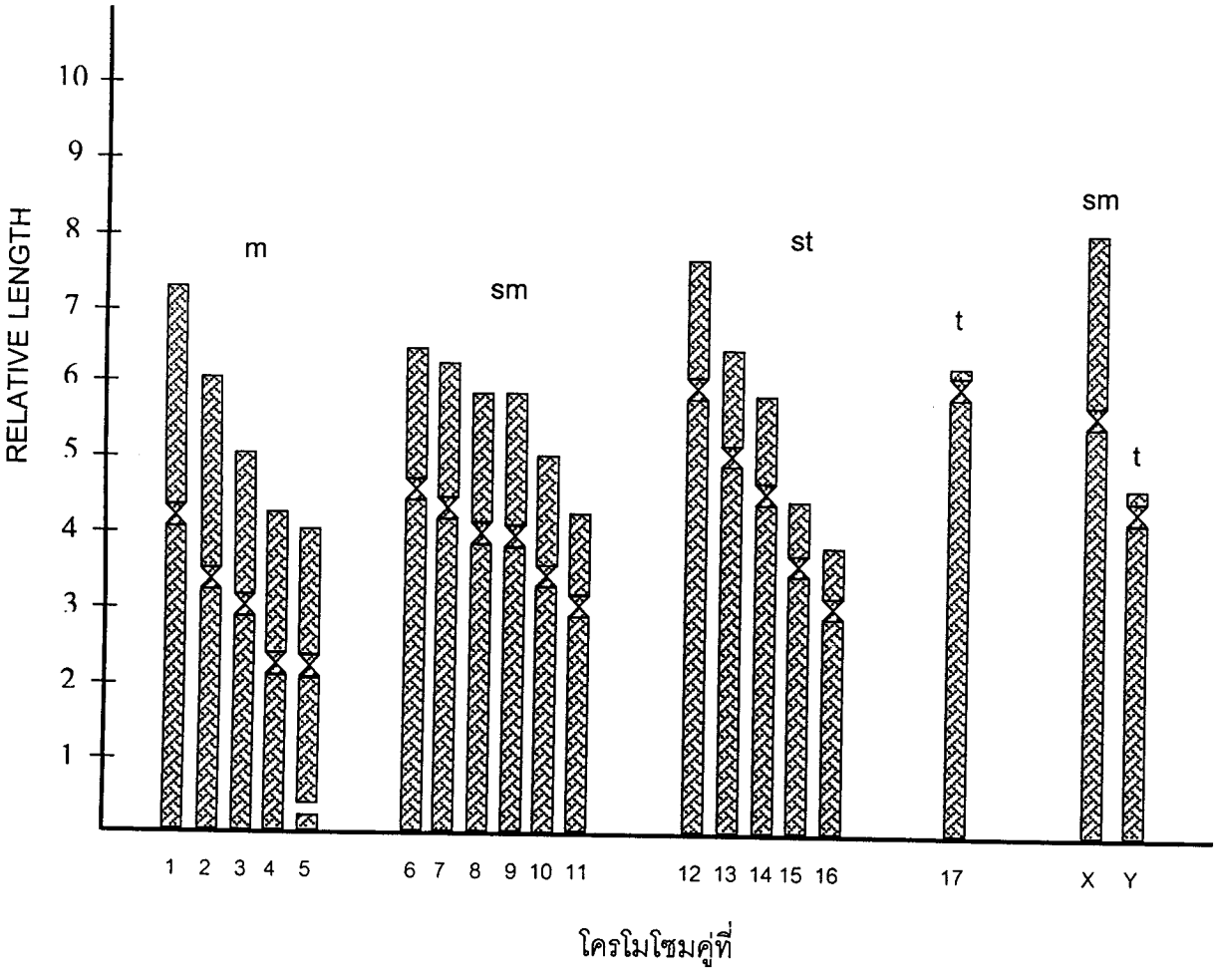
เพศเมีย $2n = 36$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{10}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{4}+M^{st}_{4}+S^{m}_{2}$



รูปที่ 42 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของชะมดเช็ด เพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite



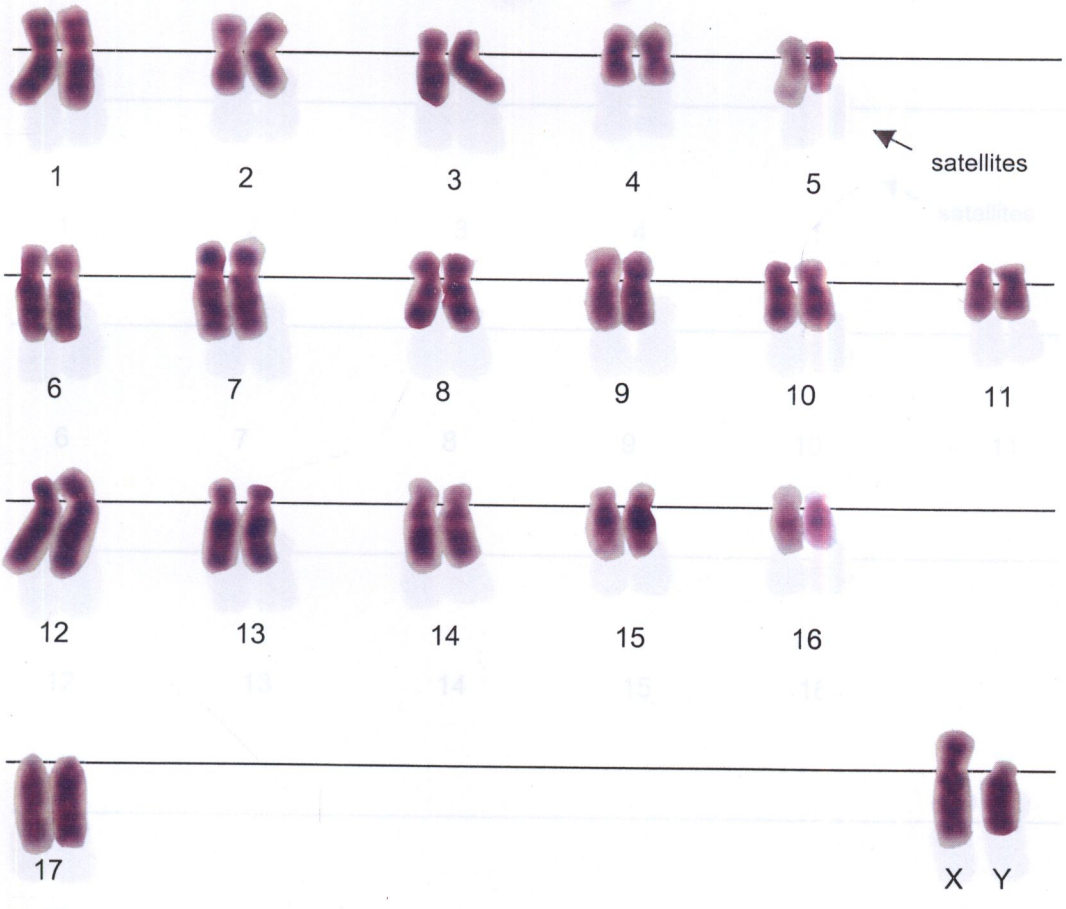
รูปที่ 43 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไทป์จากการย้อมสีแบบธรรมดาของชะมดเช็ดเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) ,ลูกศรชี้คือ satellite



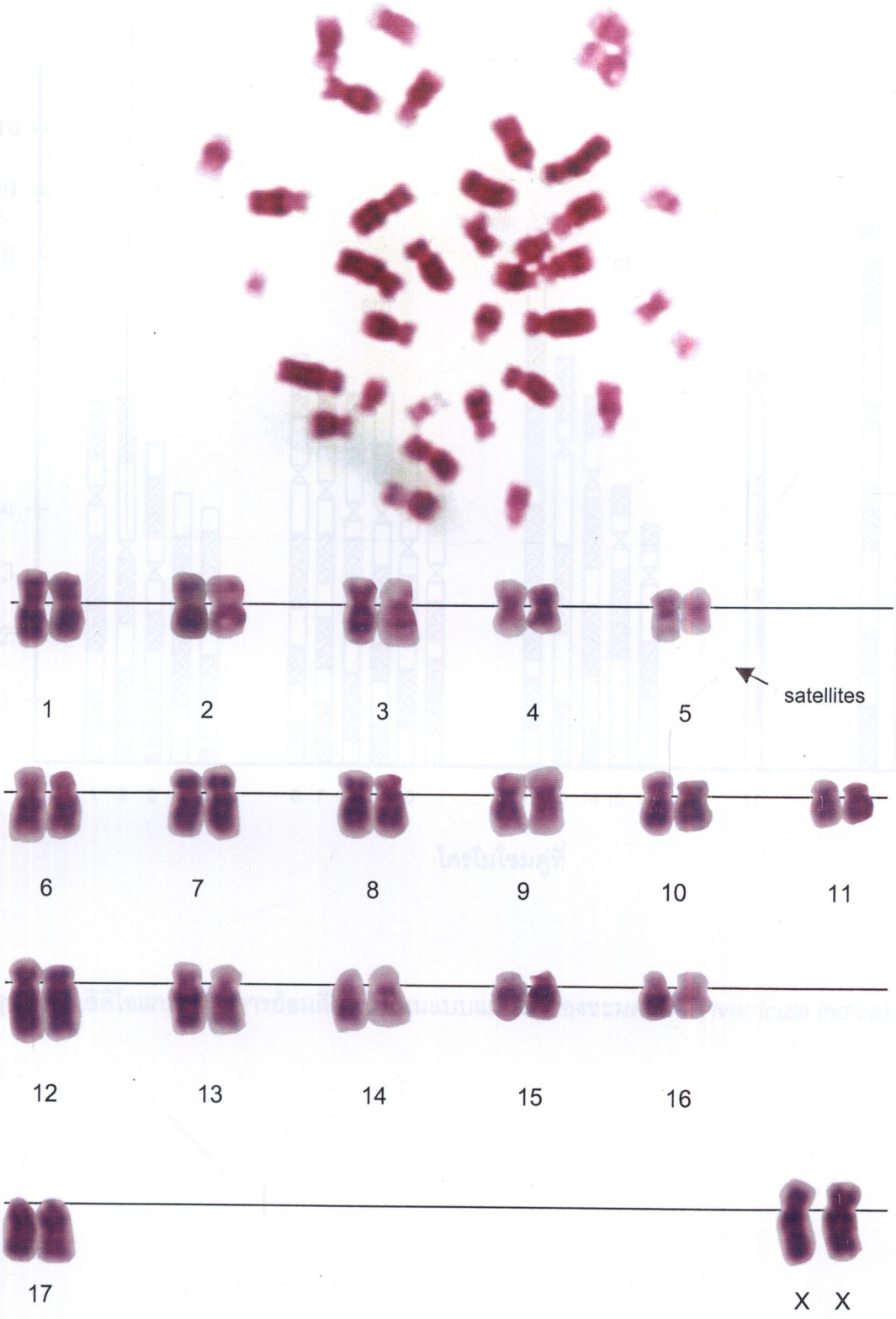
รูปที่ 44 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)

7.2 การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

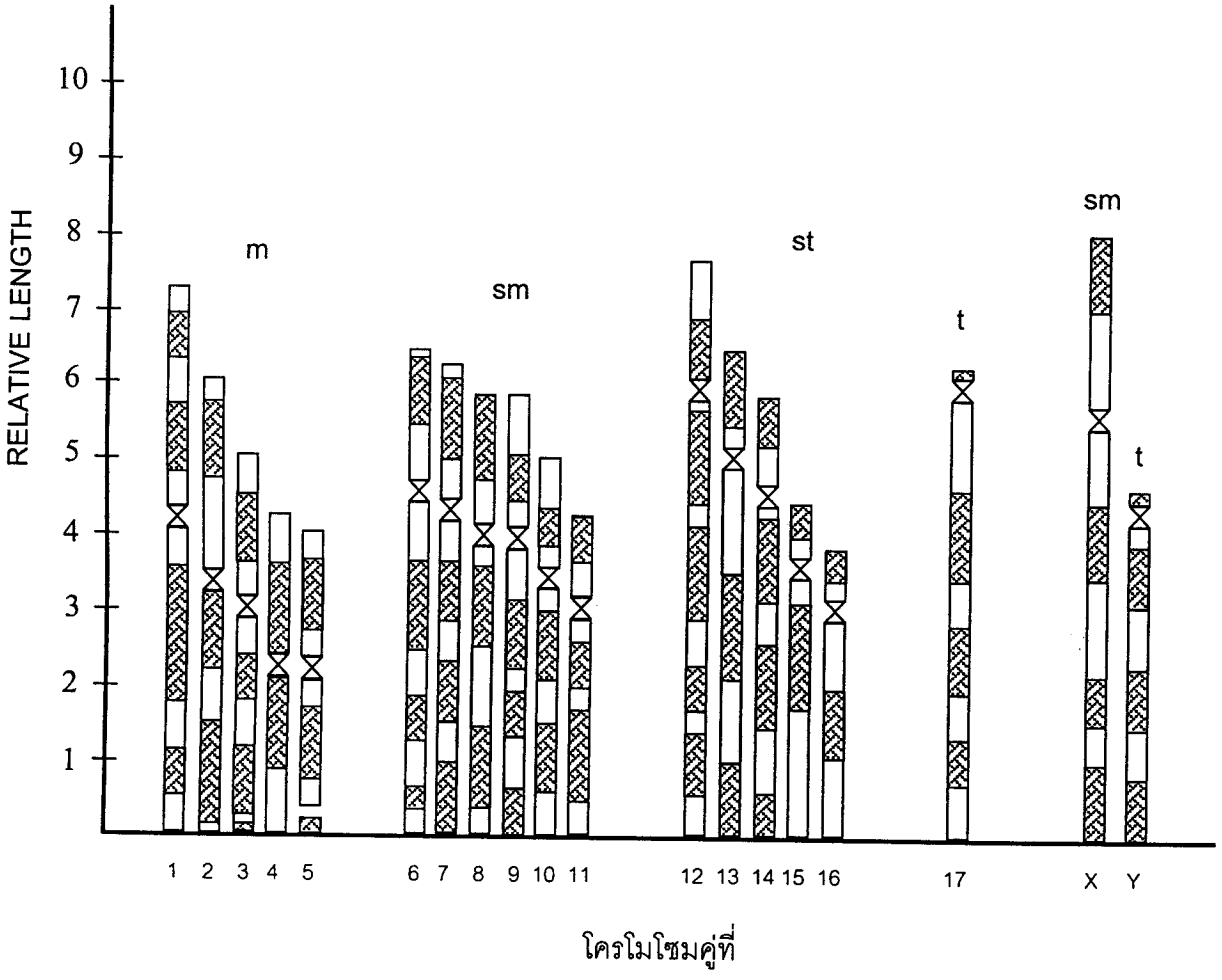
รูปแบบการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดเช็ด เพศผู้และเพศเมีย สามารถจัดคาริโอไทป์ได้ดังรูปที่ 45 และ 46 ส่วนอิดิโอแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 47



รูปที่ 45 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจีของชะมดเช็ดเพศผู้ (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้ คือ satellite



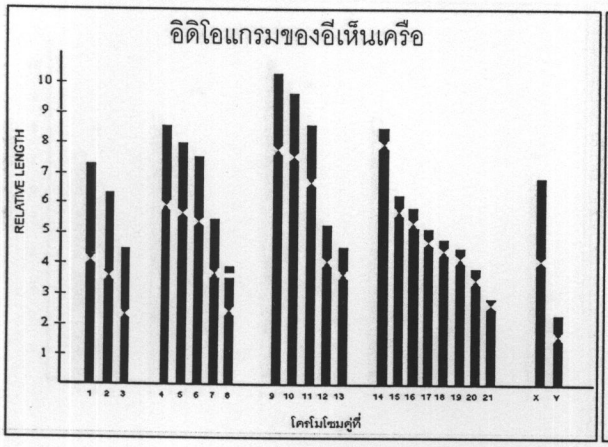
รูปที่ 46 โครโมโซมระยะเมตาเฟสและคาริโอไปท์จากการย้อมสีแบบแถบสีจีของชะมดเช็ดเพศเมีย (กำลังขยาย X 2,500 เท่า) , ลูกศรชี้คือ satellite

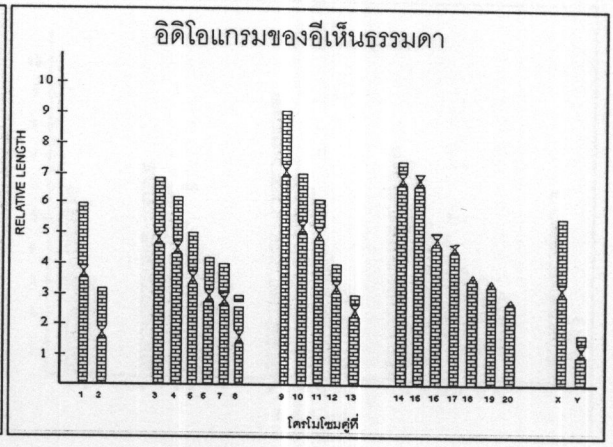


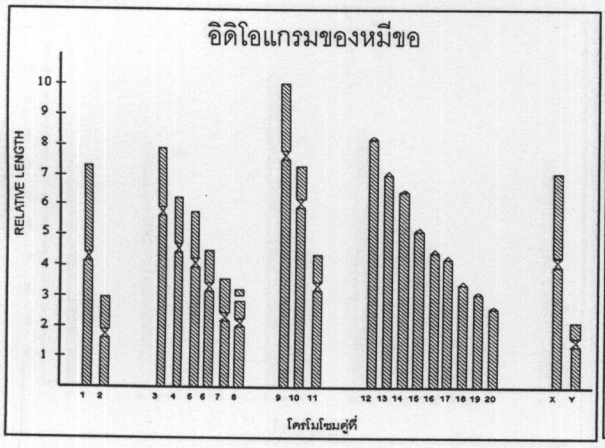
รูปที่ 47 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)

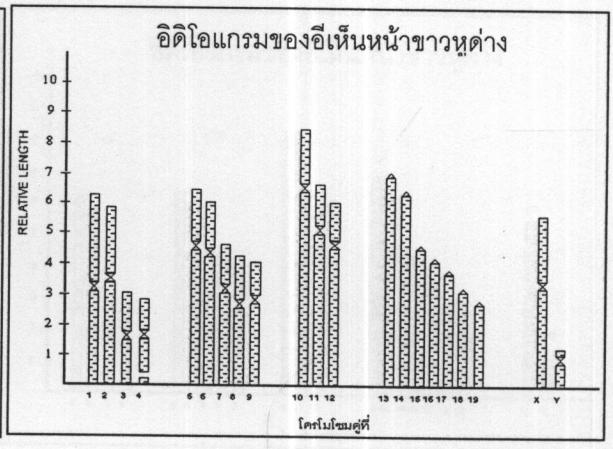
8. เปรียบเทียบคาริโอไทป์ของสัตว์แต่ละชนิดจากอิดิโอแกรมที่ย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาและแบบแถบสีจี

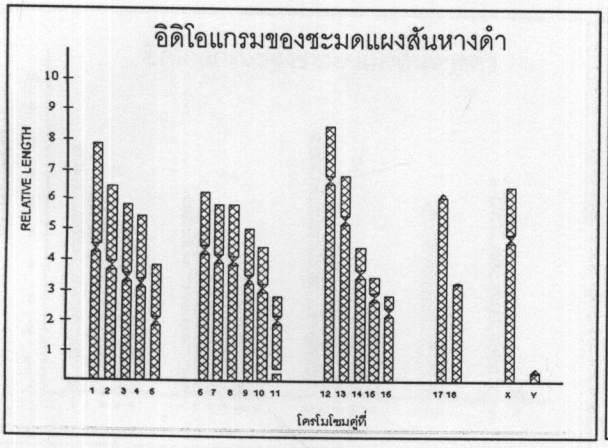
สามารถเปรียบเทียบคาริโอไทป์ของชะมดและอีเห็นทั้ง 7 ชนิดได้จากอิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาและแบบแถบสีจีของสัตว์แต่ละชนิดโดยเปรียบเทียบจากค่า relative length (RL) ดังแสดงในรูปที่ 48 และรูปที่ 49 ตามลำดับ

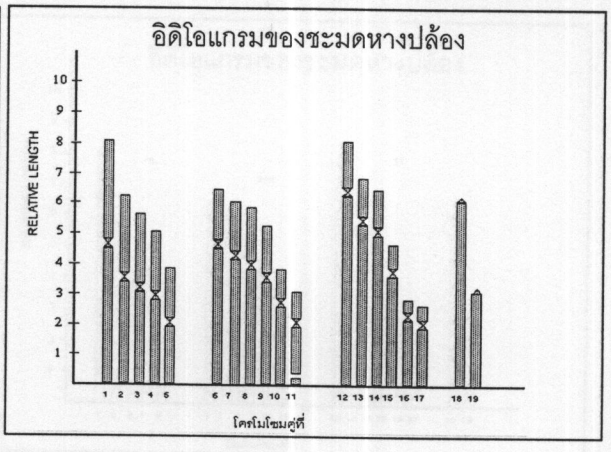


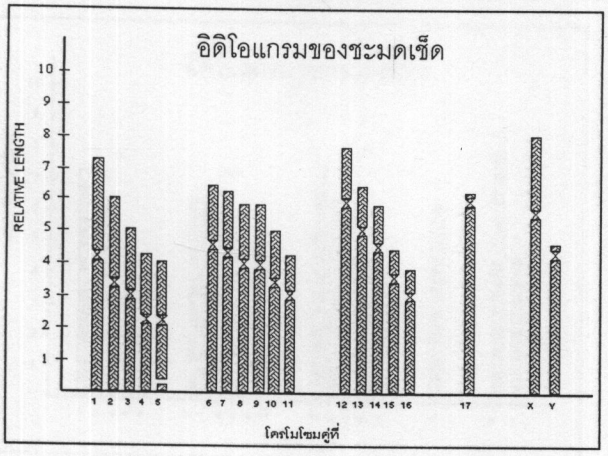




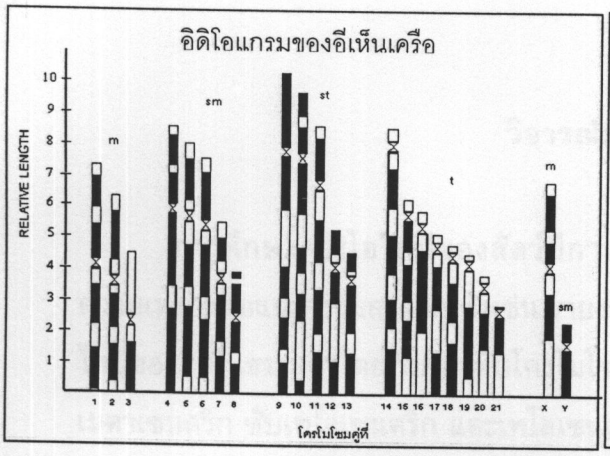


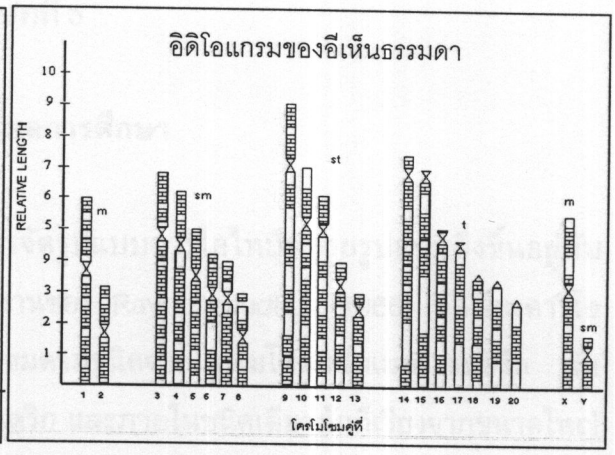


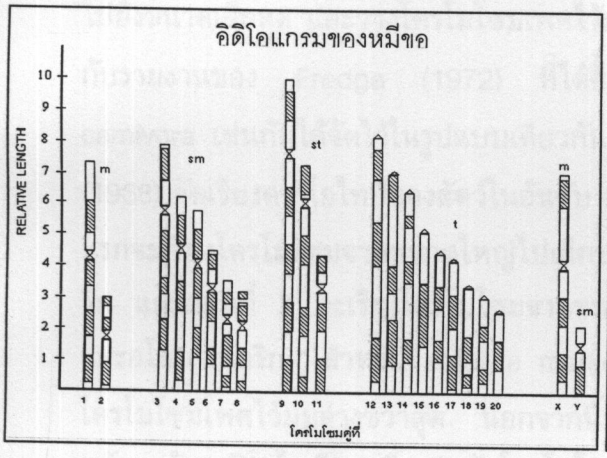


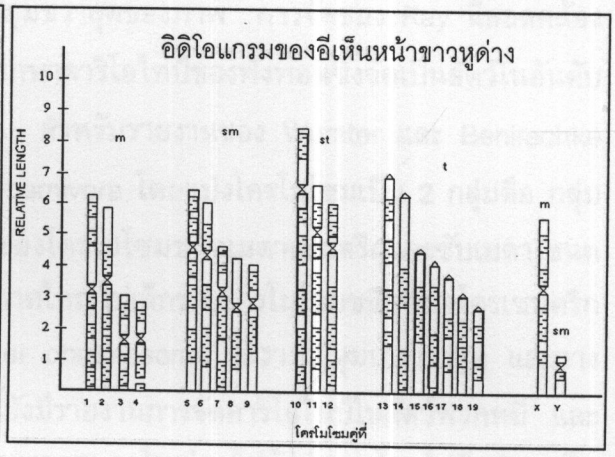


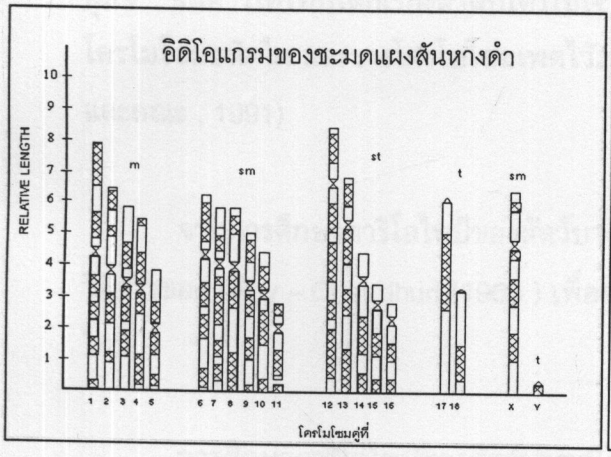
รูปที่ 48 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของอีเห็นและชะมดทั้ง 7 ชนิด เปรียบเทียบค่า RL

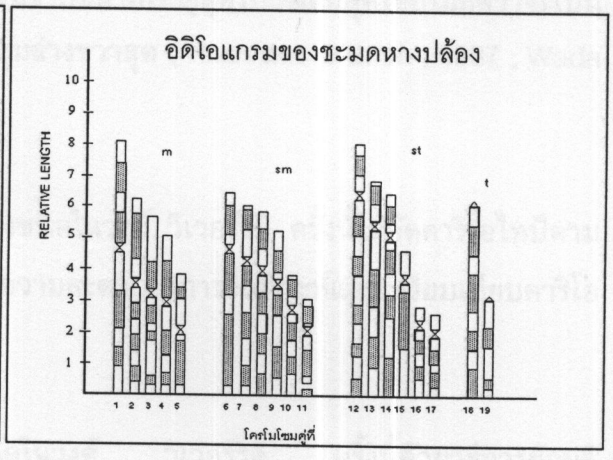


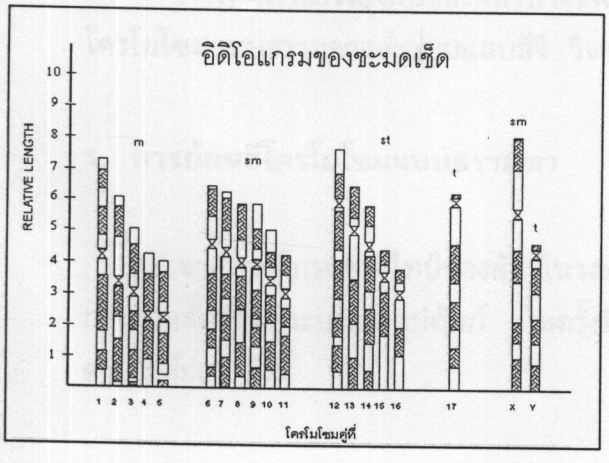












รูปที่ 49 อิดิโอแกรมจากการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีของอีเห็นและชะมดทั้ง 7 ชนิด เปรียบเทียบค่า RL

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์มีการจัดรูปแบบคาริโอไทป์หลายรูปแบบซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสะดวก ดังเช่น รายงานของ Ray - Chaudhuri (1966) จัดเรียงคาริโอไทป์ของอีเห็นธรรมดาโดยเรียงลำดับโครโมโซมตามชนิดจากโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก ซับเทโลเซนตริก และเทโลเซนตริก และภายในชนิดเดียวกันก็เรียงจากขนาดใหญ่ไปยังขนาดเล็กสุด และวางโครโมโซมเพศไว้มุมขวาสุดของภาพ การจัดของ Ray นี้สอดคล้องกับรายงานของ Fredga (1972) ที่ได้ศึกษาคาริโอไทป์ของพังพอนซึ่งจัดเป็นสัตว์ในอันดับ carnivora เช่นกันได้จัดไว้ในรูปแบบเดียวกัน สำหรับรายงานของ Wurster และ Benirschke (1968) จัดเรียงคาริโอไทป์ของสัตว์ในอันดับ carnivora โดยแบ่งโครโมโซมเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกจะเรียงโครโมโซมจากขนาดใหญ่ไปเล็กของโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก และกลุ่มที่ 2 จะเรียงโครโมโซมจากขนาดใหญ่ไปเล็กของโครโมโซมชนิดซับอโครเซนตริกและอโครเซนตริก สำหรับ satellite marker chromosome จะวางไว้มุมบนขวาสุด และวางโครโมโซมเพศไว้มุมล่างขวาสุด นอกจากนี้ยังมีรายงานการจัดคาริโอไทป์ในสัตว์พวกหมี และสุนัข จัดคาริโอไทป์โดยเรียงลำดับโครโมโซมจากขนาดใหญ่สุดไปยังเล็กสุดโดยไม่ยึดว่าจะเป็นโครโมโซมชนิดใด และวางโครโมโซมเพศไว้มุมล่างขวาสุด (Nash และ O'Brien , 1987 ; Wada และคณะ , 1991)

จากการศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี ครั้งนี้ได้จัดคาริโอไทป์ตามวิธีการของ Ray – Chaudhuri (1966) เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบคาริโอไทป์

การศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี ครั้งนี้ด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาและแบบแถบสีจี วิจารณ์ผลการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา

จากการศึกษาคาริไทป์ของสัตว์ในวงศ์วิเวอร์ริดี ทั้ง 7 ชนิด จากสวนสัตว์ภายใต้องค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในครั้งนี้พบจำนวนโครโมโซมของชะมดและอีเห็นแบ่งออกตามวงศ์ย่อย ดังนี้

1. วงศ์ย่อย Paradoxurinae ได้แก่ อีเห็นเครือ อีเห็นธรรมดา หมีขอ และอีเห็นหน้าขาวหูด่าง พบจำนวนโครโมโซม 2n = 44 42 42 และ 40 ตามลำดับ จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมนี้พบว่าอีเห็นเครือ อีเห็นธรรมดา และหมีขอ มีจำนวนโครโมโซมตรงกับรายงานที่ผ่านมา (Wurster และ Benirschke, 1967, 1968 ; Wada และคณะ, 1983 ; Wang และคณะ, 1984 ; Harada และ Torii, 1993 ; อุษณา เล็กกัมพร, 2541) ส่วนอีเห็นหน้าขาวหูด่าง ยังไม่พบว่ามีรายงานจำนวนโครโมโซมมาก่อน

2. วงศ์ย่อย Viverrinae ได้แก่ ชะมดแผงสันหางดำ ชะมดแผงหางปล้อง และชะมดเช็ด พบจำนวนโครโมโซม 2n = 38 38 และ 36 ตามลำดับ จากการศึกษาจำนวนโครโมโซมนี้พบว่าชะมดเช็ดมีจำนวนโครโมโซมตรงกับรายงานของ Wurster และ Benirschke (1968) ที่พบจำนวนโครโมโซม 2n = 36 ส่วนชะมดแผงสันหางดำและชะมดแผงหางปล้องยังไม่พบว่ามีรายงานการศึกษาจำนวนโครโมโซมมาก่อน

สำหรับการศึกษารูปร่างลักษณะของโครโมโซมของสัตว์แต่ละชนิด พบว่ามีความแตกต่างจากรายงานที่ผ่านมาดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซมของสัตว์บางชนิดในวงศ์ Viverridae ที่ศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับรายงานที่ผ่านมา

ชนิดสัตว์	2n	FN	ชนิดรูปร่างของโครโมโซม						อ้างอิง
			ร่างกาย				เพศ		
		FM/M	m	sm	st(a)	t	X	Y	
1.อีเห็นเครือ	44	61/62	6	10*p	10	16	m.	sm.	รายงานครั้งนี้
	44	-/68	22	*p	20		m.	sm.	Wurster และ Benirschke(1968)
	44	68/69	12*	12	18	-	sm.	a	Wang และคณะ (1984)
	44	66/66	8	*p	8	18	m	m	Harada และ Torii (1993)
	44	71/72	10	8	8	-	sm	a	อุษณา (2541)
2.อีเห็นธรรมดา	42	60/60	4	12*p	10	14	m	sm	รายงานครั้งนี้
	42	64/64	8*	12	14	6	sm	sm	Ray-Chaudhuri (1966)
3.หมีขอ	42	60/60	4	12*p	6	18	m	sm	รายงานครั้งนี้
	42	66/66	22	*p	18		m	m	Wurster และ Benirschke(1968)
4.ชะมดเช็ด	36	60/59	10*	12	10	2	m	t	รายงานครั้งนี้
	36	63/64	26*		8		sm	a	Wurster และ Benirschke(1968)

หมายเหตุ

m คือเมตาเซนตริกโครโมโซม, sm คือซับเมตาเซนตริกโครโมโซม,stคือซับเทโลเซนตริกโครโมโซม

t คือเทโลเซนตริกโครโมโซม , X คือโครโมโซม X , Y คือโครโมโซม Y

FN คือ จำนวนโครโมโซมพื้นฐาน , M คือ เพศผู้ , FM คือ เพศเมีย

* คือโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites

*p คือโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างสั้น

จากตารางที่ 9 พบว่ารูปร่างของโครโมโซมในสัตว์แต่ละชนิดแต่ละรายงานได้ผลการศึกษาเหมือนและแตกต่างกัน ดังนี้

1. อีเห็นเครือ จากการศึกษาของอุษณา เล็กกัมพร (2541) ได้รายงานรูปร่างของโครโมโซมไว้แตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ ทั้งที่เก็บตัวอย่างสัตว์จากสถานที่เดียวกัน แต่จากวิธีการศึกษาของอุษณานั้น ใช้วิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจีเท่านั้น ไม่ได้เสนอการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา ซึ่งอาจทำให้มองเห็นรูปร่างของโครโมโซมได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดานั้นจะย้อมสีติดโครโมโซมทั้งแท่งสามารถบอกจำนวนรูปร่างของโครโมโซมได้ชัดเจน อีกทั้งยังบอกลักษณะพิเศษบางอย่างของโครโมโซมได้เช่น primary costriction secondary constriction และ satellite (อมรา คัมภิรานนท์, 2541) ดังจะเห็นได้ว่ารายงานของอุษณาไม่พบ satellite บนโครโมโซมแท่งใดเลย ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Wurster และ Benirschke (1968) และ Harada และ Torii (1993) และจากการศึกษาครั้งนี้ ที่พบ setellite บนโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกบนแขนข้างสั้น ส่วน Wang และคณะ (1984) รายงานพบ satellite บนแขนข้างหนึ่งของโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก ในส่วนของโครโมโซมเพศของอีเห็นเครือพบว่าสอดคล้องกับรายงานของ Wurster และ Benirschke (1968)

2. อีเห็นธรรมดา จากการศึกษาครั้งนี้พบรูปร่างของโครโมโซมร่างกายเป็นชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก ซับเทโลเซนตริกและเทโลเซนตริก เท่ากับ 4 12 10 และ 14 แท่ง ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างไปจากรายงานของ Ray-Chaudhuri (1966) ที่รายงานไว้ว่าพบโครโมโซมทั้ง 4 ชนิดเท่ากับ 8 12 14 และ 6 แท่งตามลำดับ ส่วนโครโมโซม X ก็พบว่ามีรูปร่างของโครโมโซมแตกต่างกันโดยในการศึกษาครั้งนี้โครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริก แต่ Ray พบว่าเป็นชนิดซับเมตาเซนตริก มีเพียงโครโมโซม Y เท่านั้นที่รายงานตรงกันคือเป็นชนิดซับเมตาเซนตริก นอกจากนี้ยังพบว่ามี satellite บนโครโมโซมร่างกายเช่นกัน แต่พบบนโครโมโซมต่างชนิดกัน โดยการศึกษาครั้งนี้พบบนแขนข้างสั้นของโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุด แต่ Ray พบบนโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุด

3. หมีขอ จากการศึกษารูปร่างของโครโมโซมครั้งนี้พบว่าแตกต่างจากรายงานของ Wurster และ Benirschke (1968) ซึ่งได้รายงานว่าพบโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริกเท่ากับ 22 แท่ง ชนิดอโครเซนตริก เท่ากับ 18 แท่ง แต่การศึกษาครั้งนี้พบโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก ซับเทโลเซนตริก และเทโลเซนตริก เท่ากับ 4 12 6 และ 18 แท่ง ตามลำดับ สำหรับโครโมโซม Y ก็พบว่าแตกต่างกันคือ เป็นโครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริกในการศึกษาครั้งนี้ แต่ของ Wurster พบว่าเป็นชนิดเมตาเซนตริก นอกจากนี้ยังพบว่ามีที่รายงานตรงกันคือ satellite marker chromosome ที่พบบนแขนข้างสั้นของโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุด และโครโมโซมเพศ X รายงานเป็นชนิดเมตาเซนตริก

4.ชะมดเช็ด จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ารูปร่างของโครโมโซมทั้งโครโมโซมร่างกายและโครโมโซมเพศแตกต่างจากรายงานของ Wurster และ Benirschke (1968) ซึ่งครั้งนี้พบว่าโครโมโซมร่างกายเป็นชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก ซับเทโลเซนตริก และเทโลเซนตริก เท่ากับ 10 12 10 และ 2 แท่ง ตามลำดับ สำหรับโครโมโซมเพศ โครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกและโครโมโซม Y เป็นชนิดเทโลเซนตริก แต่ของ Wurster รายงานว่าพบโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกและซับเมตาเซนตริก เท่ากับ 26 แท่ง และ โครโมโซมชนิดอโครโซนตริกเท่ากับ 8 แท่ง ส่วนโครโมโซมเพศ X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริก และโครโมโซม Y เป็นชนิดอโครเซนตริก แต่ที่รายงานตรงกันคือ satellite marker chromosome ที่พบบนแขนข้างหนึ่งของโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุด

จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าในสัตว์ที่ศึกษาพบรูปร่างของโครโมโซมแตกต่างกันออกไปกับรายงานที่ผ่านมา อาจเป็นไปได้ว่าใช้เกณฑ์มาตรฐานในการจัดรูปร่างของโครโมโซมแตกต่างกัน ซึ่งรายงานที่ผ่านมาไม่ได้บอกวิธีการจัดรูปร่างของโครโมโซมไว้เลย สำหรับการศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์การจัดรูปร่างโครโมโซมตามวิธีการของ Levan และคณะ (1964) ที่ใช้ค่า centromeric index (CI) ซึ่งหาได้จากสัดส่วนระหว่างความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้นกับความยาวของแขนโครโมโซมทั้งแท่ง คูณด้วย 100 แล้วนำค่าที่ได้ มาจัดเป็นชนิดและรูปร่างของโครโมโซมดังนี้ ค่า CI ระหว่าง 0 –12.5 เป็นโครโมโซมชนิดเทโลเซนตริก ค่า CI ระหว่าง 12.5 – 25.0 เป็นโครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก ค่า CI ระหว่าง 25.0 – 37.5 เป็นโครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริก และ ค่า CI ระหว่าง 37.5 – 50.0 เป็นโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก

การศึกษาเปรียบคาริโอไทป์ของสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี ทั้งหมด 7 ชนิดนี้จากอิดิโอแกรม เมื่อเปรียบเทียบภายในวงศ์ย่อยพบว่าสัตว์ที่อยู่ในวงศ์ย่อย Paradoxurinae ทุกชนิดพบว่ามีรูปร่างของโครโมโซมเพศเหมือนกันคือ โครโมโซม X เป็นชนิดเมตาเซนตริกและโครโมโซม Y เป็นชนิดซับเมตาเซนตริก นอกจากนี้ยังพบว่าในอีเห็นเครือ อีเห็นธรรมดา และหมีขอพบ satellite บนแขนข้างสั้นของโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกเหมือนกัน แต่ในอีเห็นหน้าขาวหูด่างพบต่างออกไปคือพบบนโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริก สำหรับจำนวนโครโมโซม (2n) พบว่าสัตว์ในวงศ์ย่อยนี้มี2ชนิดที่มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคืออีเห็นธรรมดาและหมีขอซึ่งมีจำนวนโครโมโซม 2n = 42 เมื่อพิจารณารูปร่างของโครโมโซมในสัตว์ทั้ง 2 ชนิดนี้พบว่าแตกต่างกันที่จำนวนโครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริกและเทโลเซนตริกเท่านั้น โดยในอีเห็นธรรมดาพบโครโมโซมชนิดซับเทโลเซนตริก 10 แท่ง และเทโลเซนตริก 14 แท่ง ส่วนในหมีขอพบ 6 แท่งและ 18 แท่งตามลำดับ

สำหรับสัตว์ในวงศ์ย่อย Viverrinae สัตว์ที่ศึกษาอยู่ในสกุล *Viverra* มี 2 ชนิด คือ ชะมดแผงสันหางดำและ ชะมดแผงหางปล้อง ซึ่งมีลักษณะรูปร่างภายนอกคล้ายคลึงกันมาก จะต่างกันเพียงบริเวณข้อรอบปล้องหางเท่านั้น มีจำนวนโครโมโซมเท่ากันคือ 2n = 38 ซึ่งพบว่ายังไม่เคยมีรายงานการศึกษามาก่อน โดยยังพบว่ารูปร่างของโครโมโซมชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริกและเทโลเซนตริกมีจำนวนเท่ากันคือ 10 12 และ 4 แท่งตามลำดับ แตกต่างกันเพียงชนิดซับเทโลเซนตริกเท่านั้นที่ในชะมดแผงสันหางดำมีจำนวน 10 แท่ง ส่วนชะมดแผงหางปล้องมี 12 แท่ง ในส่วนของโครโมโซมเพศนั้นไม่สามารถเปรียบเทียบได้เนื่องจากชะมดแผงหางปล้องไม่มีตัวอย่างของเพศผู้เลยที่จะบอกได้ว่าโครโมโซมแท่งใดเป็นโครโมโซม X และโครโมโซม Y พบแต่ของชะมดแผงสันหางดำเท่านั้นที่โครโมโซม X เป็นชนิดซับเมตาเซนตริกและโครโมโซม Y เป็นชนิดเทโลเซนตริกขนาดเล็ก สำหรับสัตว์ในวงศ์ย่อยนี้อีกชนิดคือ ชะมดเช็ด พบจำนวนโครโมโซม 2n = 36 และเมื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปร่างของโครโมโซมกับ 2 ชนิดแรกพบว่ามีความใกล้เคียงกับชะมดแผงสันหางดำมากกว่าเพราะมีจำนวนโครโมโซมที่เท่ากันในชนิดเมตาเซนตริก ซับเมตาเซนตริก และซับเทโลเซนตริก แต่ต่างกันที่โครโมโซมชนิดเทโลเซนตริกเท่านั้นที่พบ 2 แท่งในชะมดเช็ด แต่พบ 4 แท่งในชะมดแผงสันหางดำ ส่วนโครโมโซมเพศนั้นพบว่าโครโมโซม X แตกต่างกัน แต่โครโมโซม Y เป็นชนิดเดียวกันคือเป็นชนิดเทโลเซนตริก จะต่างกันที่ในชะมดเช็ดจะพบว่ามีขนาดใหญ่มากกว่าในชะมดแผงสันหางดำ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบ satellite marker chromosome พบว่าชะมดแผงสันหางดำและชะมดแผงหางปล้อง มี satellite บนแขนข้างยาวของโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกเช่นกัน ซึ่งต่างจากชะมดเช็ดที่พบบนแขนข้างหนึ่งของโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกซึ่งเหมือนกับอีเห็นหน้าขาวหูด่างของวงศ์ย่อยแรก

2.การย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี

จากการศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์ในวงศ์ วิเวอร์ริดี 7 ชนิด โดยการย้อมสีโครโมโซมแบบแถบสีจี ดังรูปที่ 5, 6, 12, 13, 19, 20, 26, 27, 33, 34, 39, 45 และ 46 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าแถบสีจีมีความเหมือนกันและแตกต่างกันในโครโมโซมแต่ละแท่งของสัตว์แต่ละชนิด และเมื่อนำอิดิโอแกรมมาเปรียบเทียบโครโมโซมแต่ละแท่งของสัตว์แต่ละชนิด พบว่า อิดิโอแกรมของโครโมโซมในสัตว์วงศ์นี้บางชนิดมีจำนวนแถบสีเท่ากัน แต่ตำแหน่งของแถบสีไม่ตรงกัน ในขณะที่บางแท่งของโครโมโซมมีจำนวนแถบสีที่เท่ากันและตำแหน่งของแถบสีตรงกัน นอกจากนี้ยังพบว่าโครโมโซมบางแท่งมีจำนวนแถบสีที่แตกต่างกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่ 1 ของสัตว์ในวงศ์ย่อย Paradoxurinae พบว่าอีเห็นเครือมีแถบสี 4 แถบ อีเห็นธรรมดามี 7 แถบ หมีขอมี 4 แถบ และอีเห็นหน้าขาวหูด่างมี 6 แถบ ส่วนในวงศ์ย่อย Viverrinae พบว่าชะมดแผงสันหางดำมีแถบสี 6 แถบ ชะมดแผงหางปล้องมี 4 แถบ และชะมดเช็ดมี 4 แถบ จากการเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีนี้พบว่าอีเห็นเครือ หมีขอ ชะมดแผงหางปล้อง และชะมดเช็ด มีจำนวนแถบสีที่เท่ากันคือ 4 แถบ แต่พบว่าตำแหน่งของแถบสีมีตำแหน่งไม่ตรงกันเลย ส่วนชะมดแผงสันหางดำและชะมดแผงหางปล้องซึ่งจัดอยู่ในสกุลเดียวกันแต่พบว่าแถบสีจีไม่เท่ากันเป็น 6 และ 4 แถบ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 49

2. โครโมโซมชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีจีและตำแหน่งของแถบสีพบว่าในอีเห็นธรรมดาและหมีขอมีจำนวนของแถบสีที่เท่ากันคือ 3 แถบ และตำแหน่งของแถบสีก็ตรงกัน ส่วนโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ารูปแบบแถบสีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

3. โครโมโซมชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่ 7 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีจีและตำแหน่งของแถบสีพบว่าในอีเห็นเครือ อีเห็นธรรมดา และหมีขอ มีจำนวนของแถบสีที่เท่ากันคือ 3 แถบ และตำแหน่งของแถบสีก็ตรงกัน ส่วนโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ารูปแบบแถบสีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

4. โครโมโซมคู่ที่ 15 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีจีและตำแหน่งของแถบสีพบว่าโครโมโซมชนิดเทโลเซนตริกของหมีขอและอีเห็นหน้าขาวหูด่างมีจำนวนและตำแหน่งของแถบสีที่ตรงกัน ส่วนโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ารูปแบบแถบสีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

5. โครโมโซมคู่ที่ 18 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีจีและตำแหน่งของแถบสีพบว่าโครโมโซมชนิดเทโลเซนตริกของหมีขอและอีเห็นหน้าขาวหูด่างมีจำนวนและตำแหน่งของแถบสีที่ตรงกัน ส่วนโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ารูปแบบแถบสีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

6. โครโมโซมคู่ที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีจีและตำแหน่งของแถบสีพบว่าโครโมโซมชนิดเทโลเซนตริกของอีเห็นธรรมดา หมีขอ อีเห็นหน้าขาวหูด่างและชะมดแผงหางปล้อง มีจำนวนและตำแหน่งของแถบสีที่ตรงกัน ส่วนโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ารูปแบบแถบสีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

7. โครโมโซมคู่ที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบจำนวนของแถบสีจีและตำแหน่งของแถบสีพบว่าโครโมโซมชนิดเทโลเซนตริกของอีเห็นธรรมดา และหมีขอ มีจำนวนและตำแหน่งของแถบสีที่ตรงกัน ส่วนโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ารูปแบบแถบสีแตกต่างกันออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

8. โครโมโซมเพศแท่ง X ของสัตว์ในวงศ์ย่อย Paradoxurinae พบว่าอีเห็นเครือมีแถบสี 3 แถบ อีเห็นธรรมดามี 5 แถบ หมีขอมี 3 แถบและอีเห็นหน้าขาวหูด่างมี 4 แถบ ส่วนในวงศ์ย่อย Viverrinae พบว่าชะมดแผงสันหางดำมีแถบสี 4 แถบ ชะมดเช็ดมี 4 แถบ จะเห็นได้ว่าอีเห็นหน้าขาวหูด่าง ชะมดแผงสันหางดำ และชะมดเช็ดมีจำนวนของแถบสีเท่ากัน คือ 4 แถบ แต่พบว่ามีตำแหน่งของแถบสีแตกต่างกัน ส่วนอีเห็นเครือและหมีขอก็พบว่ามีจำนวนของแถบสีที่เท่ากันคือ 3 แถบสี แต่ตำแหน่งของแถบสีก็แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 49

9. โครโมโซมเพศแท่ง Y ของสัตว์วงศ์ย่อย Paradoxurinae พบว่าอีเห็นเครือ และอีเห็นธรรมดามีรูปแบบของแถบสีเหมือนกัน คือ แขนข้างสั้นและแขนข้างยาวของโครโมโซมติดสีตลอดยกเว้นบริเวณเซนโทรเมียร์ ส่วนของสัตว์ชนิดอื่นพบว่ามีจำนวนและตำแหน่งของแถบสีแตกต่างออกไป ดังแสดงในรูปที่ 49

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบแถบสีของโครโมโซมแท่งอื่น ๆ ในสัตว์แต่ละชนิดที่เหลือแล้วพบว่าได้ผลเช่นเดียวกัน ดังนั้นจากการศึกษาเปรียบเทียบแถบสีจีของโครโมโซมทำให้ทราบว่าสัตว์ในวงศ์นี้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูงทั้งภายใน subfamily เอง และ ระหว่าง subfamily ซึ่งความหลากหลายนี้น่าจะเป็นผลดีต่อการอยู่รอดในธรรมชาติต่อไป

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา

1. ศึกษาการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี พบว่ามีจำนวนและรูปร่างลักษณะของโครโมโซม ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สรุปผลการศึกษาจำนวน รูปร่างลักษณะของโครโมโซม ด้วยวิธีการย้อมสีแบบธรรมดาของสัตว์บางชนิดในวงศ์ วิเวอร์ริดี

ชนิดสัตว์	2n	FN	ชนิดรูปร่างของโครโมโซม					
			ร่างกาย				เพศ	
		FM/M	m	sm	st	t	X	Y
<u>วงศ์ย่อย Paradoxurinae</u>								
1.อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)	44	61/62	6	10^{*p}	10	16	m.	sm.
2.อีเห็นธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus*)	42	60/60	4	12^{*p}	10	14	m	sm
3.หมีขอ (*Arctictis binturong*)	42	60/60	4	12^{*p}	6	18	m	sm
4.อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*)	40	60/60	8*	10	6	14	m	sm
<u>วงศ์ย่อย Viverrinae</u>								
5.ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*)	38	62/61	10	12^{*q}	10	4	sm	t
6.ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*)	38	60/-	10	12^{*q}	12	4	-	-
7.ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)	36	60/59	10*	12	10	2	sm	t

หมายเหตุ

m คือเมตาเซนตริกโครโมโซม, sm คือซับเมตาเซนตริกโครโมโซม,
st คือซับเทโลเซนตริกโครโมโซม t คือเทโลเซนตริกโครโมโซม
X คือโครโมโซม X , Y คือโครโมโซม Y , M คือ เพศผู้ , FM คือ เพศเมีย
FN คือ ค่าโครโมโซมพื้นฐาน (Fundamental number)
* คือโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites
*p คือโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างสั้น
*q คือโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดพบ satellites บนแขนข้างยาว

จากการศึกษาคาริโอไทป์ของอีเห็นและชะมดทั้ง 7 ชนิด สามารถสรุปสูตรคาริโอไทป์ได้ดังต่อไปนี้

1. อีเห็นเครือ (*Paguma larvata*)

เพศผู้ $2n = 44$; $L^{m}_{3}+L^{sm}_{6}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{3}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$

เพศเมีย $2n = 44$; $L^{m}_{4}+L^{sm}_{6}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{2}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$

2. อีเห็นธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus*)

เพศผู้ $2n = 42$; $L^{m}_{3}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{7}+S^{st}_{4}+S^{t}_{6}$

เพศเมีย $2n = 42$; $L^{m}_{4}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{4}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{6}+S^{st}_{4}+S^{t}_{6}$

3. หมีขอ (*Arctictis binturong*)

เพศผู้ $2n = 42$; $L^{m}_{3}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{4}+L^{t}_{6}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{7}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$

เพศเมีย $2n = 42$; $L^{m}_{4}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{4}+L^{t}_{6}+M^{sm}_{2}+M^{t}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{6}+S^{st}_{2}+S^{t}_{10}$

4. อีเห็นหน้าขาวหูด่าง (*Arctogalidia trivirgata*)

เพศผู้ $2n = 40$; $L^{m}_{5}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{4}+M^{t}_{4}+S^{m}_{4}+S^{sm}_{3}+S^{t}_{6}$

เพศเมีย $2n = 40$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{4}+L^{st}_{6}+L^{t}_{4}+M^{sm}_{4}+M^{t}_{4}+S^{m}_{4}+S^{sm}_{2}+S^{t}_{6}$

5. ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*)

เพศผู้ $2n = 44$; $L^{m}_{8}+L^{sm}_{7}+L^{st}_{4}+L^{t}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{4}+S^{st}_{4}+S^{t}_{3}$

เพศเมีย $2n = 44$; $L^{m}_{8}+L^{sm}_{8}+L^{st}_{4}+L^{t}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{4}+S^{st}_{4}+S^{t}_{2}$

6. ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*)

เพศเมีย $2n = 38$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{6}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{2}+M^{st}_{2}+S^{m}_{2}+S^{sm}_{4}+S^{st}_{4}+S^{t}_{2}$

7. ชะมดเช็ด (*Viverricula indica*)

เพศผู้ $2n = 36$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{9}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{4}+M^{st}_{4}+M^{t}_{1}+S^{m}_{2}$

เพศเมีย $2n = 36$; $L^{m}_{6}+L^{sm}_{10}+L^{st}_{6}+L^{t}_{2}+M^{m}_{2}+M^{sm}_{4}+M^{st}_{4}+S^{m}_{2}$

2. ศึกษาเปรียบเทียบคาริโอไทป์ของสัตว์ทั้ง 7 ชนิดด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา พบว่ามีความหลากหลายทั้งจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมในสัตว์แต่ละชนิด แต่พบว่าสัตว์ที่ศึกษาทุกชนิดมี satellite marker chromosome โดยในวงศ์ย่อย Paradoxurinae พบ satellite บนแขนข้างสั้นของโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดในอีเห็นเครือ อีเห็นธรรมดา และหมีขอ ส่วนในอีเห็นหน้าขาวหูด่างพบบนโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุด สำหรับในวงศ์ย่อย Viverrinae พบ satellite บนแขนข้างยาวของโครโมโซมร่างกายชนิดซับเมตาเซนตริกคู่ที่เล็กที่สุดในชะมดแผงสันหางดำและชะมดแผงหางปล้อง ส่วนชะมดเช็ดนั้นจะพบบนโครโมโซมร่างกายชนิดเมตาเซนตริกซึ่งไปสอดคล้องกับอีเห็นหน้าขาวหูด่างของวงศ์ย่อยแรก

3. ศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของแถบสีจีของสัตว์ในวงศ์วิเวอร์ริดี พบว่ารูปแบบแถบสีของโครโมโซมแต่ละแท่งในสัตว์แต่ละชนิดมีความหลากหลายของแถบสีทั้งจำนวนและตำแหน่งของแถบสีบนโครโมโซม แม้มีจำนวนของแถบสีเท่ากันแต่ตำแหน่งของแถบสีแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าบางแท่งของโครโมโซมของสัตว์บางชนิดมีรูปแบบของแถบสีจีตรงกัน

4. การศึกษาคาริโอไทป์ของสัตว์ทั้ง 7 ชนิด ด้วยวิธีการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดานั้น พบว่ามีความหลากหลายเป็นอย่างมากทั้งจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมได้ผลสอดคล้องกับรูปแบบของแถบสีจี ซึ่งพบว่ามีความหลากหลายของรูปแบบของแถบสีเมื่อเปรียบเทียบของโครโมโซมแต่ละแท่งในระหว่างสัตว์แต่ละชนิด ความหลากหลายที่พบแสดงให้เห็นว่าสัตว์วงศ์นี้มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง ซึ่งน่าจะเป็นผลดีต่อการดำรงชีวิตในธรรมชาติต่อไป

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กองอนุรักษ์สัตว์ป่า. 2521. **สัตว์ป่าสงวนและสัตว์ป่าคุ้มครอง**. กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้. 360 หน้า.

กันยารัตน์ ไชยสุต. 2532. **เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *ZEPHYRANTHES***. ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดวงสมร สุวัฑฒน. 2542. Animal cytogenetic in the new millennium 2000. ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประทีป ด้วงแค. 2541. Wild mammals in Thailand. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 118 หน้า.

สมชาย เลี้ยงพรพรรณ. 2540. **การอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่าในประเทศไทย**. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ. 233 หน้า.

อุษณา เล็กกัมพร. 2541. **การศึกษาคาร์โอไทป์ของอีเห็นเครือ *(Paguma larvata)***. วิทยาปฏิบัติปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ สาขาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 20 หน้า.

อมรา คัมภิรานนท์. 2541. **พันธุศาสตร์ของเซลล์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 322 หน้า.

โอภาส ขอบเขตต์. 2518. **สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเมืองไทย**. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 163 หน้า.

โอภาส ขอบเขตต์. 2535. **ทรัพยากรสัตว์ป่า**. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. 449-459

ภาษาอังกฤษ

Fredga, K. 1972. Comparative chromosome studies in mongooses (Carnivora, Viverridae). **Hereditas**. 71 : 1-74.

Harada, M. and Torii, H. 1993. Karyotype study of the masked plam civet *Paguma larvata* in Japan (Viverridae). **Journal of the Mammalogical Society of Japan.** 18, 1 : 39 - 42.

Lekagul, B. and McNeely, J. A. 1977. **Mammals of Thailand.** Bangkok : Kurusapha Ladprao Press. 758 pp.

Levan, A., Fredga, K. and Sandberg, A. A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. **Hereditas.** 52 : 201 - 202.

McPhee. 2001. **Viverridae.** —iNet : http//www.press.jhu.edu/book/walkers_mammals_of_world/carnivora.viverridae.html.

Nash, W. G. and O'Brien, S. J. 1987. A comparative chromosome banding analysis of Ursidae and their relationship to other carnivores. **Cytogenet Cell Genet..** 45 : 206 - 212.

Ray-Chaudhuri, S. P., Ranjini, P. V. and Sharma, T. 1966. Somatic chromosome of the common palm civet, *Paadoxurus hermaphroditus* (Viverridae - Carnivora). **Experientia.** 22 , 11 : 740 - 741.

Rettig, T. and Divers, B. J. 1986. Viverridae. In M.E. Forvler (ed). **Zoo & Wild Animal Medicine.** Philadelphia : W.B. Saunders Company. 822 - 827.

Stains, H. J. 1984. Carnivores. In Anderson, S. and Jones, J. K. Jr (eds). **Orders and families of recent mammals of the world.** New York : John Wiley and Sons. 491-522.

Sumner, A. T. 1990. **Chromosome banding.** London : Uniwin Hyman. 434 pp.

Wada, M., Nakamura, A. and Yoshida, T. H. 1983. An easy technique to obtain the blood by the clew-cutting from small mammals and birds, and Karyotypes of some animals from blood cultures. **Kromosomu.** 58 , 112 : 971 - 976.

Wada, M. Y., Lim, Y. and Wurster-Hill, D. H. 1991. Banded karyotype of a wild-caught male Korean raccoon dog, *Nyctereutes procyonoides koreensis.* **Genome.** 34 : 302-306.

Wang, Z., Quan, G., Yie, Z. and Wang, S. 1984. Karyotype of three species of carnivora. **Acta Zoological Sinica.** 30 , 2 : 188 - 194.

Wurster, D. H. and Benirschke, K. 1967. Chromosome numbers in thirty species of carnivores, Mammal. **Chromosome Newsletter**. 8 : 195.

Wurster, D. H. and Benirschke, K. 1968. Comparative cytogenetic studies in the order carnivora. **Chromosoma**. 24 : 336 - 382.

Vaunhan, T. A. 1972. **Mammology**. Philedelphia : W.B. Saunders Company. 433 pp.

ภาคผนวก

วิธีการเตรียมสารเคมี

1. อาหารเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด RPMI 1640

   1.1 ละลายผง RPMI 1640 ในน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้ว 1000 มิลลิลิตร

   1.2 เติม $NaHCO_3$ 2 กรัม แล้วผสมให้เข้ากัน

   1.3 ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 6.8 – 6.9 โดยใช้ 1 N HCl และ 1 N NaOH

   1.4 ทำให้ปลอดเชื้อ (sterile) โดยใช้ millipore membrane filter ขนาด 0.2 ไมครอน แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 2 – 8 องศาเซลเซียส

2. อาหารเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวประกอบด้วย

2.1 สารละลาร RPMI 1640	80	มิลลิลิตร
2.2 fetal calf serum	20	มิลลิลิตร
2.3 phytohemaglutinin (PHA)	2	มิลลิลิตร
2.4 pennicillin-streptromycin	1	มิลลิลิตร
2.5 glutamine	1	มิลลิลิตร

ผสมให้เข้ากันโดยวิธีปลอดเชื้อ (aseptic technique) เก็บไว้ที่ – 20 องศาเซลเซียส

3. สารละลาร colchicine ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

   ชั่ง colchicine powder 0.002 กรัม ละลายในน้ำ 10 มิลลิลิตร

   เก็บไว้ที่ 2 – 8 องศาเซลเซียส

4. สาร hypotonic solution (0.075 M KCl)

   ชั่ง KCl 0.5588 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร

   เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (มีอายุการใช้งาน 1 – 2 สัปดาห์)

5. สารละลาย fixative

   ผสม glacial acetic acid 1 ส่วน กับ methanol 3 ส่วน ให้เข้ากันในขวดเย็น เตรียมใหม่และแช่เย็นในขณะที่ใช้ (ใช้ภายในวันเดียว)

6. สารละลาย sorensen phosphate buffer

solution A

ชั่ง KH_2PO_4 9.1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

solution B

ชั่ง Na_2HPO_4 9.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลตร

working solution (pH 6.8)

ผสม solution A 50.8 มิลลิลิตร กับ solution B 49.2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

7. สารละลายสี Giemsa 5%

ใช้สี Giemsa 2.5 มิลลิลิตร ผสมกับ sorensen phosphate buffer 47.5 มิลลิลิตร ใช้ภายในวันเดียว

8. สารละลาย 0.025 % trypsin / EDTA

working solution trypsin

สารละลาย 0.25 % trypsin / EDTA 5 มิลลิลิตร ละลายในน้ำกลั่น 45 มิลลิลิตร ใช้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (ใช้ภายในวันเดียว)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอภิรดี ศรีภูมิ เกิดวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 ที่อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาพันธุศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2541 ได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) เมื่อปี 2543