

พันธุศาสตร์เซลล์ของชะมดเขียด (*Viverricular indica*) ในประเทศไทย

อลงกต แทนอมตอง^{a,*}, ณัฐพงษ์ ศรีสมุทร^a, อภิรดี ศรีภูมิ^b และเรืองวิทย์ บรรจงรัตน์^b

Cytogenetics of Small Indian Civet (*Viverricular indica*) in Thailand

Alongkoad Tanomtong^{a,*}, Nattapong Srisamoot^a, Apiradee Sriphoom^b and Rongvit Bunjonrat^b

^a คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

^b คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

^a Faculty of Science, Khon Khaen University, Khon Khaen 40002, Thailand.

^b Faculty of Science, Chulalongkorn University, Payathai, Bangkok 10330, Thailand.

* Corresponding author. E-mail address: Tanomtong@hotmail.com (T. Alongkoad)

Received 16 December 2004; accepted 2 August 2005

บทคัดย่อ

จำนวนโครโมโซมและลักษณะคาริโอไทป์ เป็นข้อมูลที่สำคัญในการประกอบการจัดจำแนกกลุ่มของสัตว์ป่า ในประเทศไทย มีรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของสัตว์ป่าน้อยมาก จึงควรที่จะต้องมีการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยอื่นๆ ต่อไป การศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของชะมดเขียด (*Viverricular indica*) ในประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนโครโมโซมและลักษณะคาริโอไทป์ ใช้ตัวอย่างสัตว์จากสวนสัตว์เปิดเขาเขียว และสวนสัตว์ดุสิต เตรียมโครโมโซมด้วยการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง เก็บเกี่ยวเซลล์ด้วยเทคนิค โคลชิซิน-ไฮโปโทนิก-ฟิกเชชั่น-แอร์ดรายอิง ย้อมด้วยสีจิมซาส์ ผลการศึกษาพบว่า ชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซม 2n (diploid) เท่ากับ 36 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 60 ในเพศเมีย และ 59 ในเพศผู้ โครโมโซมร่างกายประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง เมทาเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 4 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 4 แท่ง และเมทาเซนทริกขนาดเล็ก 2 แท่ง โครโมโซมคู่ที่ 17 จัดเป็นแซทเทลไลต์โครโมโซม โครโมโซมอีกคู่เป็นชนิดซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่มากที่สุด และโครโมโซมวายเป็นชนิดเทโลเซนทริกขนาดกลาง สรุปได้ว่าชะมดเขียดมีสูตรคาริโอไทป์ดังต่อไปนี้

$$2n (36) = L^m_6 + L^{sm}_8 + L^a_6 + L^t_2 + M^m_2 + M^{sm}_4 + M^a_4 + S^m_2 + \text{โครโมโซมเพศ}$$

คำสำคัญ: พันธุศาสตร์เซลล์, คาริโอไทป์, ชะมดเขียด

Abstract

Chromosome number and karyotype are important basic cytogenetic knowledge of wildlife animals. In Thailand, cytogenetic study of a wildlife rare animal, Small Indian Civet (*Viverricular indica*), has never been studied. This work therefore aims primarily to study chromosome number and karyotype of Small Indian Civet. This basic knowledge would lead to advance cytogenetic studies on this organism. Blood samples were taken from the species kept in Khoa Kheow Open Zoo and Dusit Zoo. After the standard whole blood lymphocyte culture in presence of colchicine, the metaphase spreads were performed on microscopic slides and air-dried. Conventional Giemsa's staining was applied to stain chromosomes. The results showed that the diploid numbers of small Indian civet were 2n=36, the fundamental number (NF) are 60 chromosomes in female and 59 in male. The types of autosome are 6 large metacentrics, 8 large submetacentrics, 6 large acrocentrics, 2 large telocentrics, 2 medium metacentrics, 4 medium submetacentrics, 4 medium acrocentrics and 2 small metacentrics. In addition, a pair of chromosome 17 with clearly observable satellite chromosome. X-chromosome is the largest submetacentric and Y chromosome is a medium telocentric chromosome. The karyotype formula for the Small Indian Civet is as follows:

$$2n (36) = L^m_6 + L^{sm}_8 + L^a_6 + L^t_2 + M^m_2 + M^{sm}_4 + M^a_4 + S^m_2 + \text{sex-chromosome}$$

Keywords: Cytogenetics, karyotype, Small Indian Civet (*Viverricular indica*)

บทนำ

ชะมดเช็ดสามารถที่จะจัดจำแนกอนุกรมวิธานได้ดังต่อไปนี้

อาณาจักร : สัตว์

ไฟลัม : สัตว์มีกระดูกสันหลัง

ชั้น : สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

อันดับ : สัตว์กินเนื้อ

วงศ์ : Viverridae

วงศ์ย่อย : Viverrinae

สกุล : Viverricular

ชนิด : *Viverricular indica*

วิลสันและโคล (Wilson and Cole, 2000) รายงานว่าสัตว์กินเนื้อทั่วโลกมีอยู่ 11 วงศ์ 23 วงศ์ย่อย 129 สกุล 271 ชนิด และ ฮิคแมนและโรเบิร์ต (Hickman and Robert, 1994) ยังรายงานว่าสัตว์ที่อยู่ในอันดับกินเนื้อที่มีอยู่ 11 วงศ์ ได้แก่ วงศ์สุนัข, วงศ์หมี, วงศ์แรคคูนและสัตว์ที่ใกล้เคียง, วงศ์อูเห็น ชะมด หมีขอ, วงศ์ไฮยีนา, วงศ์เสือ แมว, วงศ์พังพอน, วงศ์วิลลี่ แบดเจอร์ สะคัง นาก, วงศ์วอลรัส, วงศ์สิงโตทะเล และวงศ์แมวหน้า

สัตว์ในวงศ์เวรริดีทั่วโลกมีอยู่ทั้งสิ้น 6 วงศ์ย่อย 20 สกุล และ 38 ชนิด (Wilson and Cole, 2000) สำหรับในประเทศไทยพบทั้งหมด 3 วงศ์ย่อย 9 สกุล และ 11 ชนิด ได้แก่

1. วงศ์ย่อย Paradoxurinae ประกอบด้วยหมีขอหรือบินตุรง (*Arctictis binturong*) อีเห็นข้างลาย หรืออีเห็นธรรมดา (*Paradoxurus hermaphroditus*) อีเห็นเครือ (*Paguma lavata*) และอีเห็นหน้าขาวหูต่าง (*Arctogalidia trivirgata*)

2. วงศ์ย่อย Viverrinae ประกอบด้วยชะมดแปลงลายแถบ (*Prionodon linsang*) ชะมดแปลงลายจุด (*Prionodon pardicolor*) ชะมดแผงสันหางดำ (*Viverra megaspila*) ชะมดแผงหางปล้อง (*Viverra zibetha*) และชะมดเช็ด (*Viverricular indica*)

3. วงศ์ย่อย Hemigalinae ประกอบด้วยอีเห็นน้ำ (*Cynogale bennettii*) และอีเห็นลายลาด (*Hemigalus derbyanus*) (โอภาส ขอบเขตต์, 2541; Lekagul and McNeely, 1977, 1988; Wilson and Cole, 2000)

สัตว์ในวงศ์เวรริดีจัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 จำนวน 8 ชนิด และในจำนวนนี้ถูกจัดให้เป็นสัตว์ป่าที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์จำนวน 1 ชนิด ได้แก่ ชะมดแผงสันหางดำ จัดเป็นสัตว์ที่มีสภาพใกล้สูญพันธุ์จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ชะมดแปลงลายจุด ชะมดแปลงลายแถบ อีเห็นลายพาด และจัดเป็นสัตว์ที่มีสภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่งจำนวน 1 ชนิด ได้แก่ อีเห็นน้ำ (ประทีป, 2541; สมชาย, 2540)

เลกุลและแมคเนลลี (Lekagul and McNeely, 1977, 1988) รายงานว่าในประเทศไทยพบชะมดเช็ดได้ 2 ชนิดย่อย คือ *Viverricular malaccensis malaccensis* และ *V. m. thai* ลักษณะทั่วไป เป็นชะมดที่มีขนาดเล็ก มีถิ่นกำเนิดในศรีลังกา อินเดีย พม่า ไทย มาเลเซีย และเบอร์เนียว ชะมดเช็ดมีลักษณะที่คล้ายกับชะมดแผง แต่มีขนาดเล็กกว่า และตรงกลางหลังไม่มีขนตั้งชัน ลำตัวมีสีน้ำตาลจาง มีแถบขนาดเล็กสีดำคาดขวาง บริเวณลำคอ 2-3 แถบ บริเวณหลังมีแถบสีดำเป็นแนวยาวตลอดลำตัว 5 แถบ หัวบริเวณลำตัวเป็นจุดแต้มสีดำ หางเป็นปล้องดำสลับขาว ปลายหางสุดสีขาว มีน้ำมันจากต่อมในหัว ซึ่งชอบไปเช็ดตามเสาหรือต้นไม้กลิ่นหอม มนุษย์นำเอสารที่เช็ดไว้นี้มากลั่นเป็นน้ำหอม นอกจากนี้ยังสามารถผลิตสารที่มีกลิ่นเหม็นได้ด้วย ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำที่หลั่งออกมาจากต่อมที่อยู่ข้าง ๆ กัน ใช้สำหรับป้องกันไม่ให้ศัตรูทำอันตราย พบอาศัยในป่าและทุ่งหญ้า ออกหากินในเวลากลางคืนเพียงลำพัง หากินตามพื้นมากกว่าบนต้นไม้ กลางวันอาศัยหลบนอนในซอกหินหรือพุ่มไม้ อาหาร ได้แก่ หนู นก งู กิ้งก่า ลูกไม้ เป็นต้น ออกลูกครั้งละ 3-5 ตัว อายุยืนประมาณ 8-9 ปี

เวอร์สเตอร์และบีเนอร์สกี (Wurster and Benirschke, 1967, 1968) ได้รายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของชะมดเซีย พบว่า มีจำนวนโครโมโซม $2n$ (ดิพลอยด์) เท่ากับ 36 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (fundamental number) ในเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 64 โครโมโซมร่างกายประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก และซับเมทาเซนทริก 26 แท่ง ชนิดอะโครเซนทริก และซับอะโครเซนทริก 8 แท่ง โครโมโซมเพศพบว่า โครโมโซมเอ็กซ์เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ และโครโมโซมวายเป็นชนิดอะโครเซนทริกขนาดกลาง สามารถที่จะตรวจพบเครื่องหมายทางพันธุกรรม คือ พบโครโมโซมที่เป็นแซทเทลไลท์โครโมโซมจำนวน 2 แท่ง (1 คู่)

จากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัย พบว่ามีรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของชะมดเซียเพียง 2 รายงาน และยังพบว่ามีรายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ในสัตว์ที่อยู่ในวงศ์ชะมด อีเห็น และหมีขอ ดังต่อไปนี้ วงศ์ย่อย Viverrinae ได้แก่ small-spotted genet (*Genetta genetta*), African civet (*Civettictis civetta*), ชะมดแปลงลายแถบ วงศ์ย่อย Cryptoproctinae ได้แก่ Fossa (*Cryptoprocta ferox*) วงศ์ย่อย Hemigalinae ได้แก่ Hose's palm civet (*Diplogale hosei*), อีเห็นลายพาด วงศ์ย่อย Nandiniinae ได้แก่ African palm civet (*Nandinia binotata*) และวงศ์ย่อย Paradoxurinae ได้แก่ หมีขอ, อีเห็นข้างลาย, อีเห็นเครือ ดังรายงานการศึกษาของ เรย์-ชอคูริและคณะ (Ray-Chaudhuri et al., 1966); เวอร์สเตอร์และบีเนอร์สกี (Wurster and Benirschke, 1967, 1968); วาดาและคณะ (Wada et al., 1983); หวางและคณะ (Wang et al., 1984); มาซาชิและฮารุมิ (Masashi and Harumi, 1993)

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างเลือดที่ใช้ในการศึกษาได้จากชะมดเซียเพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว ที่เลี้ยงอยู่ในสวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี และสวนสัตว์ดุสิต กรุงเทพมหานคร ทำการเจาะเก็บเลือดโดยใช้เทคนิคปราศจากเชื้อจากเส้นเลือดดำบริเวณลำคอ เก็บในหลอดสุญญากาศขนาด 10 มิลลิลิตร ที่บรรจุสารเฮปารินเพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด การดำเนินการทดลองแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

การเตรียมเซลล์

ทำการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดที-ลิมโฟไซต์ ที่ดัดแปลงมาจากวิธีการในมนุษย์ของ อมรา (2540) ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวจากเลือดปริมาณน้อย ดังต่อไปนี้

การเพาะเลี้ยงเซลล์

ใช้อาหารเพาะเลี้ยงเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดอาร์พีเอ็มไอ 1640 ที่มีสารกระตุ้นการแบ่งเซลล์ คือ พีเอชเอ (ไฟโตฮีเมคกลูตินิน) ความเข้มข้น 2% ใช้เลือดชะมดเซียจำนวน 0.5 มิลลิลิตร หยดลงในขวดเลี้ยงเลือดที่มีอาหารเลี้ยงเลือดขาวละ 5 มิลลิลิตร บ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5% เมื่อครบเวลาเก็บเกี่ยวเซลล์ คือ ชั่วโมงที่ 72 ทำการหยดสารละลายโคลชิซิน แล้วนำไปบ่มในตู้บ่มต่ออีก 30 นาที

การเก็บเกี่ยวเซลล์

ทำการแยกตะกอนเม็ดเลือดออกจากอาหารเลี้ยงเลือด โดยนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 1,200 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วดูดส่วนใสทิ้ง จากนั้นทำให้เซลล์พองตัว โดยเติม 0.075 โมลาร์โปแตสเซียมคลอไรด์จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงในตะกอนเซลล์ แล้วบ่มต่อไปอีก 30 นาที แล้วทำการแยกเอาโปแตสเซียมคลอไรด์ออก โดยนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 1,200 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วดูดส่วนใสทิ้ง ทำการตรึงเซลล์โดยการเติมน้ำยาตรึงเซลล์ที่มีส่วนผสมของเมทานอล : กรดอะซิติกเข้มข้น อัตราส่วน 3 : 1 ทำการตรึงเซลล์ซ้ำอีก จนได้สารละลายที่ใส และมีตะกอนเซลล์ที่ก้นหลอด จากนั้นหยดสารละลายตะกอนเซลล์เม็ดเลือดขาวปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงบนสไลด์ ผึ่งสไลด์ให้แห้ง ย้อมสีโครโมโซมแบบดั้งเดิมด้วยสียิมซาล์ 10% เป็นเวลา 15 นาที ทำการล้างสีออกด้วยน้ำประปา ผึ่งสไลด์ให้แห้ง แล้วนำไปตรวจสอบโครโมโซมด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

การตรวจสอบโครโมโซม

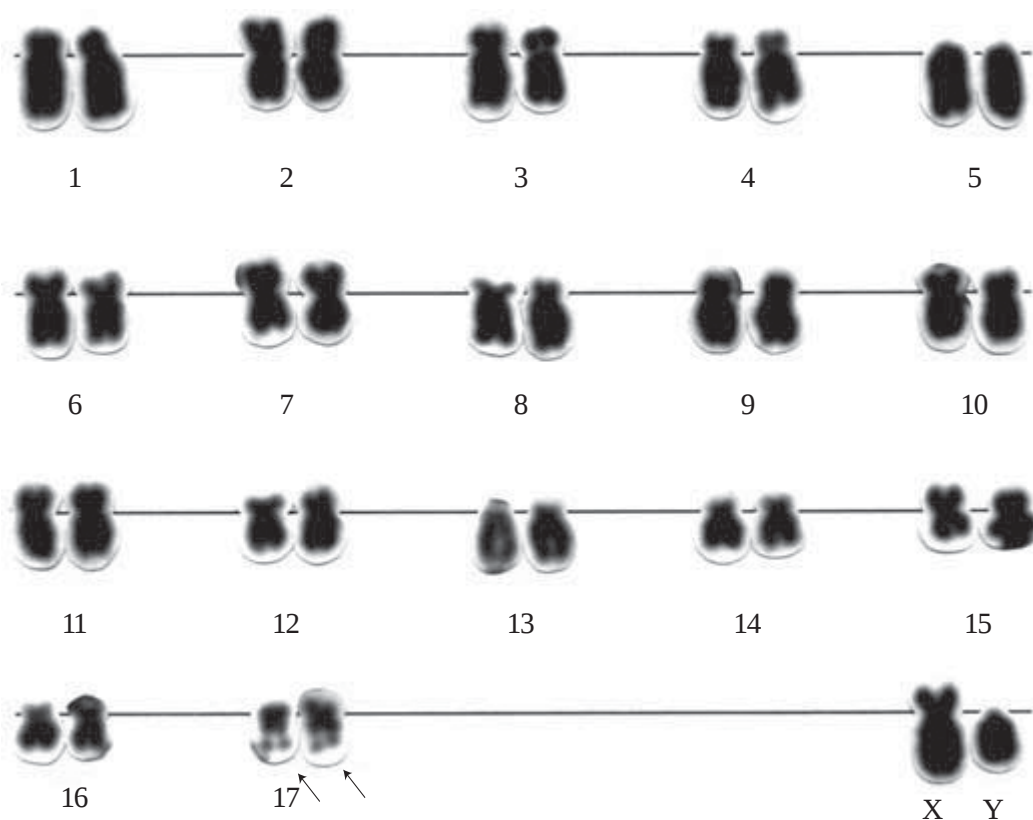
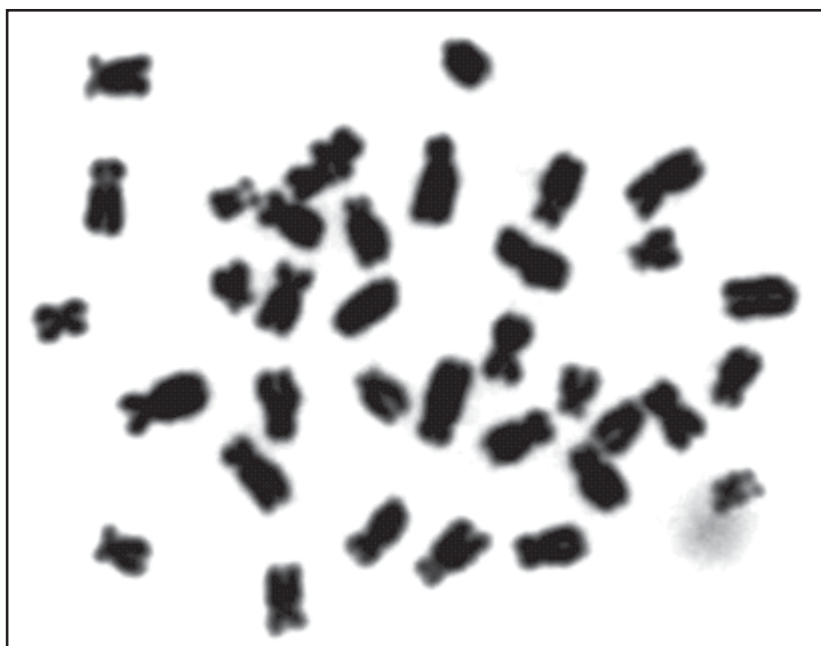
ทำการคัดเลือกเซลล์ที่มีการแบ่งเซลล์ระยะเมทาเฟส ที่มีโครโมโซมไม่สั้นหรือยาวเกินไปและมีการกระจายตัวของโครโมโซมไม่ซ้อนทับกัน ถ่ายภาพโครโมโซมระยะเมตาเฟสและเพสเมียเพสละ 20 เซลล์ ศึกษาโครโมโซมตามแบบของกันยารัตน์ (2532) โดยการหาความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (length long, LI) ข้างสั้น (length short, Ls) ทำการคำนวณหาความยาวของโครโมโซมแต่ละแท่ง (length total, LT) ค่า relative length (RL) และค่า centromeric index (CI) แล้วนำค่า LI, Ls, LT, RL และ CI ของโครโมโซมทั้ง 20 เซลล์ มาหาค่าเฉลี่ย (mean) นำค่า RL และ CI มาหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา

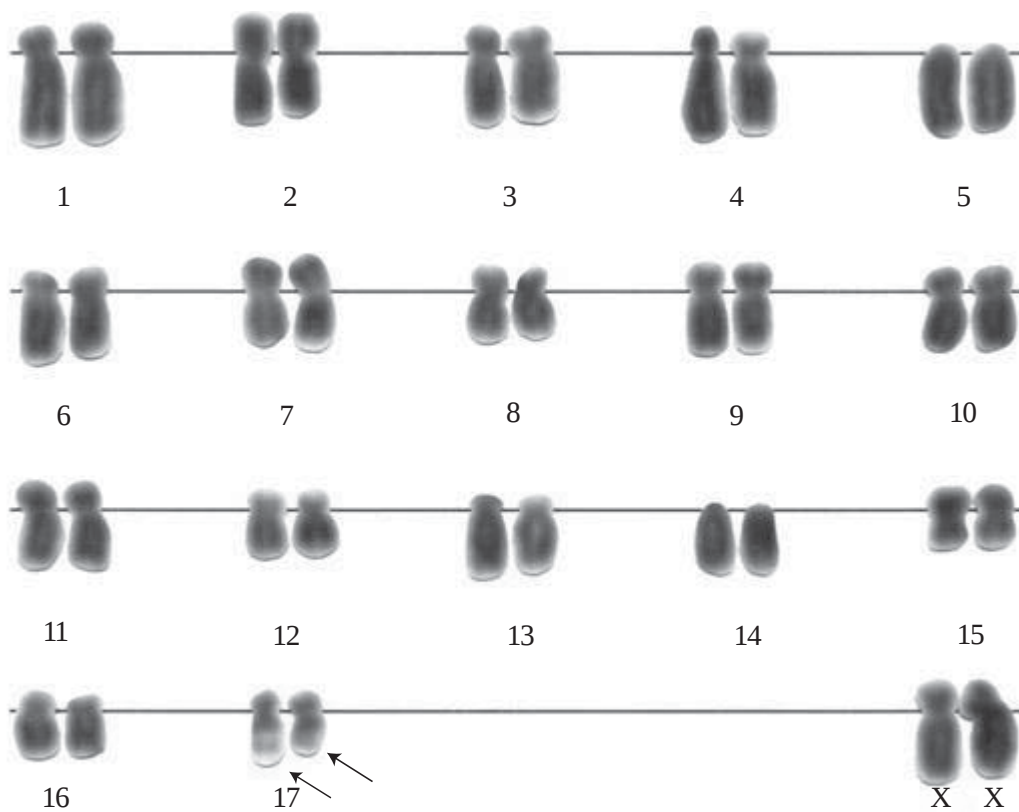
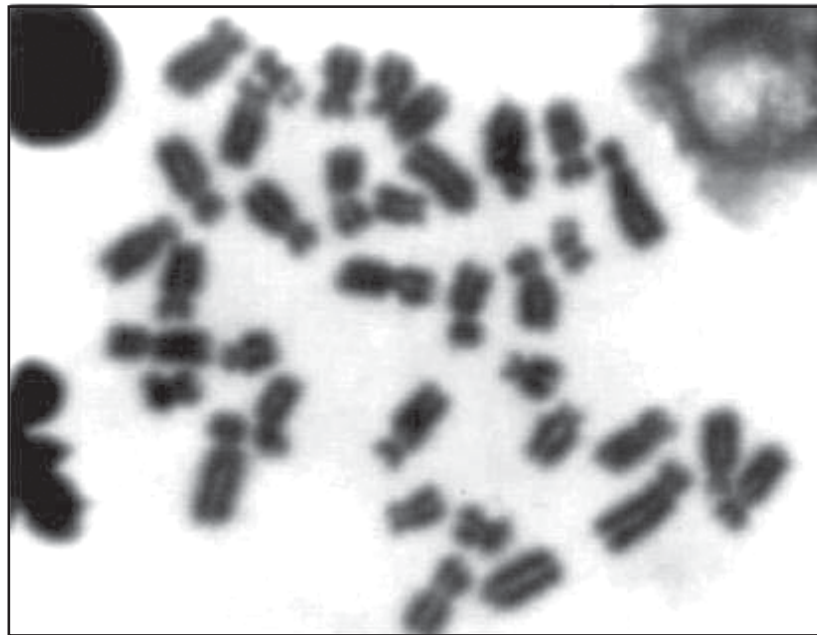
การศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของชะมดเขียด พบว่า ชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซม $2n$ (ดิพลอยด์) เท่ากับ 36 แท่ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ เวอร์สเตอร์และบีเนอร์สกี (1967, 1968) ที่ได้รายงานว่าชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซม $2n$ เท่ากับ 36 แท่ง และเมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมกับสัตว์ที่อยู่ในวงศ์เวอร์ริดี ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกันกับชะมดเขียด คือ Small-spotted Genet, African Civet, Fossa, Hose's Palm Civet, African Palm Civet, หมิ่นขอ, อีเห็นข้างลาย, อีเห็นเครือ, ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด พบว่ามีจำนวนโครโมโซม $2n$ เท่ากับ 52, 38, 42, 42, 38, 42, 42, 44, 34 และ 42 แท่ง ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสัตว์ในวงศ์เวอร์ริดีมีความหลากหลายของจำนวนโครโมโซม โดยจะมีจำนวนโครโมโซมอยู่ในช่วง 34-52 แท่ง และชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซมที่ไม่เท่ากับสัตว์ชนิดใดในวงศ์เวอร์ริดี (Ray-Chaudhuri et al., 1966; Wurster and Benirschke, 1967, 1968; Wada et al., 1983; Wang et al., 1984; Masashi and Harumi, 1993) ภาพโครโมโซมจากเซลล์ระยะเมทาเฟส และคริโอไทป์ของชะมดเขียดเพสผู้และเพสเมีย แสดงดังภาพที่ 1 และ 2

ค่าจำนวนโครโมโซมพื้นฐานนี้ แสดงถึงจำนวนแขนของโครโมโซมทั้งหมดในโครโมโซมดิพลอยด์ มีความสำคัญในการบ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมที่เกิดจากการกลาย และวิวัฒนาการของโครโมโซมสัตว์ในวงศ์ และสกุลเดียวกัน พบว่าชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 60 ในเพสเมีย และ 59 ในเพสผู้ ซึ่งแตกต่างจากรายงานการศึกษาของ เวอร์สเตอร์และบีเนอร์สกี (1967, 1968) ที่รายงานว่าชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 64 ทั้งในเพสผู้และเพสเมีย พบว่าแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้โครโมโซมคู่ที่ 5, 13 และโครโมโซม Y และเมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนโครโมโซมพื้นฐานกับสัตว์ที่อยู่ในวงศ์เวอร์ริดี ซึ่งเป็นวงศ์เดียวกันกับชะมดเขียด คือ Small-spotted Genet, African Civet, Fossa, Hose's Palm Civet, African Palm Civet, หมิ่นขอ, อีเห็นข้างลาย, อีเห็นเครือ, ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด พบว่ามีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 100, 72, 70, 66, 66, 66, 66, 68, 66 และ 70 ในเพสผู้และเพสเมียตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสัตว์ในวงศ์เวอร์ริดี มีความหลากหลายของจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน โดยจะมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานอยู่ในช่วง 66-100 และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าชะมดเขียดมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานที่ไม่เท่ากับสัตว์ที่อยู่ในวงศ์เวอร์ริดี ภาพอิดิโอแกรมของชะมดเขียด แสดงดังภาพที่ 3

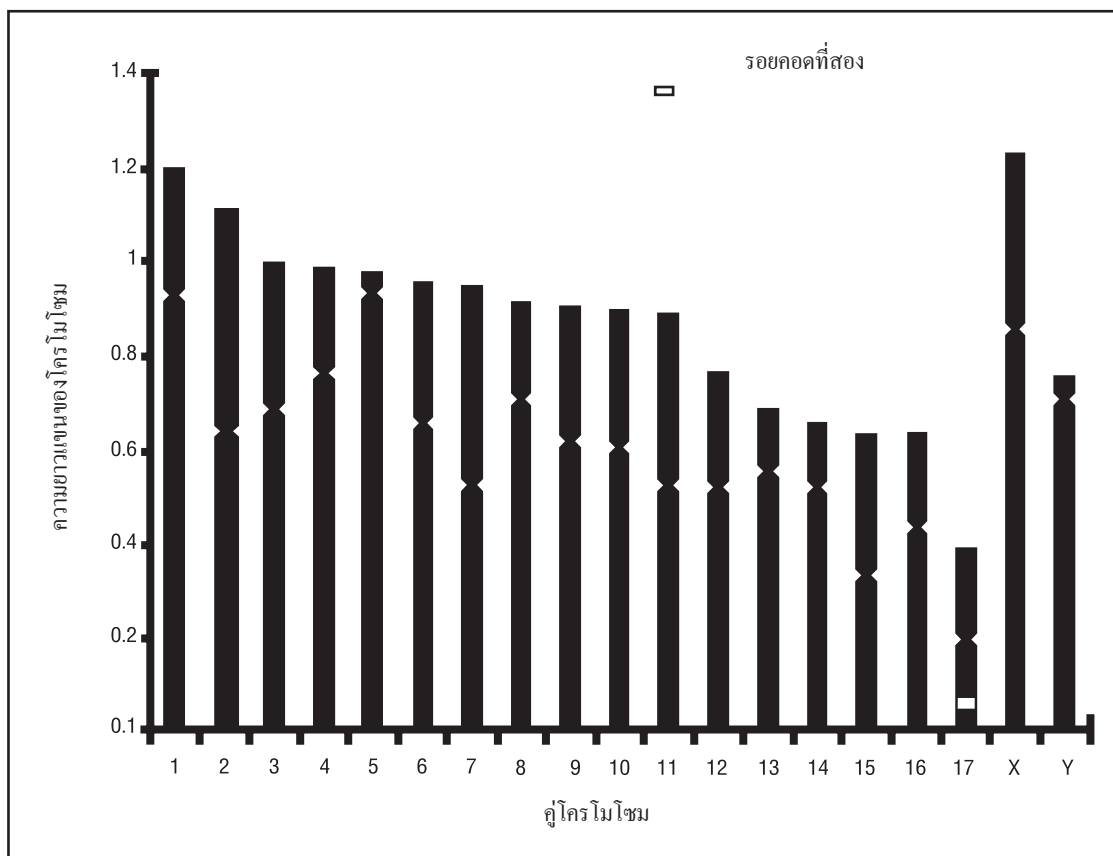
ชะมดเขียดมีโครโมโซมร่างกายที่ประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง เมทาเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 4 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 4 แท่ง และเมทาเซนทริกขนาดเล็ก 2 แท่ง จะเห็นได้ว่าชะมดเขียดมีโครโมโซมร่างกายทุกชนิด (เมทาเซนทริก ซับเมทาเซนทริก อะโครเซนทริก และเทโลเซนทริก) และทุกขนาด (ใหญ่ กลาง และเล็ก) ซึ่งแตกต่างจากรายงานการศึกษาของ เวอร์สเตอร์และบีเนอร์สกี (1967, 1968) ที่รายงานว่าชะมดเขียดมีโครโมโซมร่างกายชนิดเมทาเซนทริกและซับเมทาเซนทริก 26 แท่ง ชนิดอะโครเซนทริกและซับอะโครเซนทริก 8 แท่ง



ภาพที่ 1 โครโมโซมจากเซลล์ระยะเมทาเฟส และคาริโอไทป์ของชะมดเข็ด (*Viverricular indica*) เพศผู้ $2n$ (ดิพลอยด์) เท่ากับ 36 แท่ง
ลูกศรชี้แสดงแซเทไลต์โครโมโซม



ภาพที่ 2 โครโมโซมจากเซลล์ระยะเมทาเฟส และคาริโอไทป์ของชะมดเช็ด เพศเมีย 2n เท่ากับ 36 แถง ลูกศรชี้แสดงแซทเทลไลต์โครโมโซม



ภาพที่ 3 อิดิโอแกรมของชะมดเช็ด 2n เท่ากับ 36 แท่ง และโครโมโซมคู่ที่ 17 แสดงแซทเทิลไลท์โครโมโซม

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าชะมดเช็ดมีเครื่องหมายทางพันธุกรรม โดยพบว่าโครโมโซมคู่ที่ 17 (1 คู่) จัดเป็นแซทเทิลไลท์โครโมโซม (มีบริเวณของ nucleolar organizer region, NOR) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ เวอร์สเตอร์และบีเนอร์สกี (1967, 1968) ที่ได้รายงานว่าชะมดเช็ดมีโครโมโซมที่เป็นแซทเทิลไลท์โครโมโซมจำนวน 2 แท่ง (1 คู่) และเมื่อการทำการเปรียบเทียบกับสัตว์ที่อยู่ในวงศ์เวอริดี ได้แก่ African Civet, Fossa, Hose's Palm Civet, African Palm Civet, หมิ่นขอ, อีเห็นข้างลาย, อีเห็นเครือ, ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด พบว่ามีโครโมโซมที่เป็นแซทเทิลไลท์โครโมโซมจำนวน 2 แท่ง (1 คู่) ยกเว้น Small-Spotted Genet ที่มีแซทเทิลไลท์โครโมโซมจำนวน 4 แท่ง (2 คู่) จะเห็นได้ว่าสัตว์ในวงศ์เวอริดี ส่วนมากจะมีแซทเทิลไลท์โครโมโซมจำนวน 2 แท่ง (1 คู่)

จากการนำเซลล์ที่อยู่ในระยะเมทาเฟสของชะมดเช็ดเพศผู้และเพศเมียเพศละ 20 เซลล์ มาทำการวัดขนาดของโครโมโซมที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตร พบว่าโครโมโซมของชะมดเช็ดมีค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) ความยาวของแขนโครโมโซมข้างยาว (Ll) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) ค่า relative length (RL) ค่า centromeric index (CI) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของค่า RL และ CI ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความยาวของแขนโครโมโซมข้างสั้น (Ls) ข้างยาว (LI) ความยาวของโครโมโซมแต่ละคู่ (LT) เป็นเซนติเมตร ค่าเฉลี่ย relative length (RL) centromeric index (CI) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) ของค่า RL และ CI ของชะมดเขีต เพศผู้และเพศเมียเพศละ 20 เซลล์

โครโมโซมคู่ที่	Ls	LI	LT	RL±SD	CI±SD	ขนาดของโครโมโซม	รูปร่างของโครโมโซม
1	0.27	0.39	1.19	0.038±0.003	0.781±0.012	L	a
2	0.47	0.64	1.12	0.036±0.001	0.571±0.019	L	m
3	0.31	0.69	1.00	0.032±0.001	0.690±0.024	L	sm
4	0.22	0.77	0.99	0.032±0.002	0.777±0.017	L	a
5	0.04	0.94	0.98	0.031±0.001	0.959±0.025	L	t
6	0.30	0.66	0.96	0.031±0.001	0.687±0.025	L	sm
7	0.42	0.53	0.59	0.030±0.001	0.557±0.023	L	m
8	0.21	0.71	0.92	0.029±0.002	0.771±0.023	L	a
9	0.29	0.62	0.91	0.029±0.001	0.681±0.024	L	sm
10	0.29	0.61	0.90	0.029±0.001	0.677±0.028	L	sm
11	0.36	0.53	0.89	0.029±0.001	0.595±0.019	L	m
12	0.25	0.52	0.77	0.025±0.002	0.675±0.030	M	sm
13	0.13	0.56	0.69	0.022±0.001	0.811±0.881	M	a
14	0.14	0.52	0.66	0.021±0.001	0.787±0.026	M	a
15	0.30	0.34	0.64	0.020±0.001	0.531±0.022	M	m
16	0.20	0.44	0.64	0.020±0.001	0.687±0.025	M	sm
17	0.20	0.20	0.40	0.013±0.001	0.500±0.010	S	m
X	0.37	0.86	1.24	0.040±0.004	0.693±0.031	L	sm
Y	0.05	0.71	0.76	0.024±0.002	0.934±0.001	M	t

L	คือ โครโมโซมขนาดใหญ่ที่มีค่าเฉลี่ย LT มากกว่า 0.82 เซนติเมตร
M	คือ โครโมโซมขนาดกลางที่มีค่าเฉลี่ย LT อยู่ระหว่าง 0.62 ถึง 0.82 เซนติเมตร
S	คือ โครโมโซมขนาดเล็กที่มีค่าเฉลี่ย LT น้อยกว่า 0.62
m	คือ โครโมโซมชนิดเมทาเซนทริก
sm	คือ โครโมโซมชนิดซับเมทาเซนทริก
a	คือ โครโมโซมชนิดอะโครเซนทริก
t	คือ โครโมโซมชนิดเทโลเซนทริก

ชะมดเขีตมีโครโมโซมเอ็กซ์เป็นชนิดซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่มากที่สุด และโครโมโซมวายเป็นชนิดเทโลเซนทริกขนาดกลาง ซึ่งแตกต่างกับรายงานการศึกษาของ เวอร์สเตอร์และปีเนอร์สกี (1967, 1968) ที่รายงานว่าชะมดเขีตมีโครโมโซมเอ็กซ์เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ และโครโมโซมวายเป็นชนิดอะโครเซนทริกขนาดกลาง และเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์ที่อยู่ในวงศ์วิเวอริดี ได้แก่ Small-Spotted Genet, African Civet, Fossa, Hose's Palm Civet, African Palm Civet, หมีขอ, อีเห็นข้างลาย, อีเห็นเครือ, ชะมดแปลงลายแถบ และอีเห็นลายพาด พบว่ามีโครโมโซมเอ็กซ์เป็นชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่หรือกลาง และโครโมโซมวายเป็นชนิดเมทาเซนทริกหรืออะโครเซนทริกขนาดเล็กหรือกลาง

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้พบว่าชะมดเขีตมีสูตรคาริโอไทป์ ดังต่อไปนี้
สูตรคาริโอไทป์ชะมดเขีตเพศผู้ คือ

$$2n (36) = L^m_6 + L^{sm}_8 + L^a_6 + L^t_2 + M^m_2 + M^{sm}_4 + M^a_4 + S^m_2 + X + Y$$

$$\text{หรือ} \quad = L^m_6 + L^{sm}_9 + L^a_6 + L^t_2 + M^m_2 + M^{sm}_4 + M^a_4 + M^t_1 + S^m_2$$

สูตรคริโอไทป์เซมดเซตเพคเมีย คือ

$$2n (36) = L^m_6 + L^{sm}_8 + L^a_6 + L^t_2 + M^m_2 + M^{sm}_4 + M^a_4 + S^m_2 + X + X$$

$$\text{หรือ} \quad = L^m_6 + L^{sm}_{10} + L^a_6 + L^t_2 + M^m_2 + M^{sm}_4 + M^a_4 + S^m_2$$

สรุปผลการศึกษา

เซมดเซตมีจำนวนโครโมโซม $2n$ เท่ากับ 36 แท่ง มีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานเท่ากับ 60 ในเพคเมีย และ 59 ในเพคผู้ โครโมโซมร่างกายประกอบด้วยโครโมโซมชนิดเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ 8 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดใหญ่ 6 แท่ง เทโลเซนทริกขนาดใหญ่ 2 แท่ง เมทาเซนทริกขนาดกลาง 2 แท่ง ซับเมทาเซนทริกขนาดกลาง 4 แท่ง อะโครเซนทริกขนาดกลาง 4 แท่ง และเมทาเซนทริกขนาดเล็ก 2 แท่ง โครโมโซมคู่ที่ 17 จัดเป็นแซทเทิลไรต์โครโมโซม โครโมโซมเอ็กซ์เป็นชนิด ซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่มากที่สุด และโครโมโซมวายเป็นชนิดเทโลเซนทริกขนาดกลาง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณองค์การสวนสัตว์ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่ได้สนับสนุนเงินทุนสำหรับการศึกษา ในครั้งนี้ ขอขอบคุณท่านผู้อำนวยการองค์การสวนสัตว์ นายโสภณ ดำนัย ผู้อำนวยการสวนสัตว์เปิดเขาเขียว และผู้อำนวยการสวนสัตว์ดุสิต ที่ได้อนุญาตทำการเจาะเก็บตัวอย่างเลือดเซมดเซต ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และพนักงาน สวนสัตว์ทุกท่าน ที่ช่วยให้การศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กันยารัตน์ ไชยสุต. (2532). เซลล์พันธุศาสตร์และเซลล์อนุกรมวิธานของพืชสกุล *Zephyranthes*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประทีป ดั่งแคว. (2541). *Wild mammals in Thailand*. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. สมชาย เลี้ยงพรพรรณ. (2540). การอนุรักษ์ทรัพยากรสัตว์ป่าในประเทศไทย. สงขลา: ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- อมรา คัมภีรานนท์. (2540). พันธุศาสตร์ของเซลล์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โอภาส ขอบเขตต์. (2541). ทรัพยากรสัตว์ป่า: การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Hickman, C. P., & Roberts, L. S. (1994). *Biology of animals*. Dubuque, I. A.: Wm.C Brown Publishing.
- Lekagul, B., & McNeely, J. A. (1977). *Mammals of Thailand*. Bangkok, Thailand: Kurusapha Ladprao Press.
- Lekagul, B., & McNeely, J. A. (1988). *Mammals of Thailand* (2nd ed.). Bangkok, Thailand: Sahakarn Bhaet.
- Masashi, H., & Harumi, T. (1993). Karyotype study of the Masked palm civet *Paguma lavata* in Japan (Viverridae). *Journal of the Mammalogical Society of Japan*, 18, 39-42.
- Ray-Chaudhuri, S. P., Ranjini, P. V., & Sharma, T. (1966). Somatic chromosome of the common palm civet, *Paradoxurus hermaphroditus* (Viverridae-Carnivora). *Experientia*, 22, 740-741.
- Wada, M. Y., Nakamura, A., & Yoshida, T. H. (1983). An easy technique to obtain the blood by the clew-cutting from small mammals and bird, and karyotype of some animals from blood culture. *Kromosomu*, 58, 971-976.

- Wang, Z., Quan, G., Yie, Z., & Wang, S. (1984). Karyotype of three species of carnivora. *Acta Zoologica Sinica*, 30, 188-195.
- Wilson, D. E., & Cole, F. R. (2000). *Common names of mammals of the world*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution.
- Wurster, D. H., & Benirschke, K. (1967). Chromosome numbers in thirty species of carnivora, mammal. *Chromosoma Newsletter*, 8, 195-216.
- Wurster, D. H., & Benirschke, K. (1968). Comparative cytogenetic studies in the Order carnivora. *Chromosoma (Berl.)*, 24, 336-382.