ความหลากหลายและความสัมพันธ์ทางแคริโอไทป์ของค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทย

Karyotypic Diversities and Relationships of Fruit-Eating Bat in Thailand

ประวีรณ์ สุพรรณอ่วม[1] และ อลงกลด แทนออมทอง[2*]

บทคัดย่อ

ค้างคาวในประเทศไทยเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด มีจำนวนมากถึง 120 ชนิด จาก 310 ชนิด ค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทยมี 12 สกุล 20 ชนิด มีข้อมูลการศึกษาแคริโอไทป์เพียง 6 สกุล 9 ชนิด มีจำนวนโครโมโซมดิพลอยด์ 2*n*=26-40 แท่ง ดังนี้ ค้างคาวบัวฟันรี (*Rousettus leschenaultia*, 2*n*=36) ค้างคาวบัวฟันกลม (*R. amplexicaudatus*, 2*n*=36) ค้างคาวแม่ไก่ภาคกลาง (*Pteorpus lylei*, 2*n*=40) ค้างคาวแม่ไก่ป่าฝน (*P. vampyrus*, 2*n*=38) ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (*Cynopterus sphinx*, 2*n*=34) ค้างคาวขอบหูดำใต้ (*Megaerops ecaudatus*, 2*n*=26) ค้างคาวขอบหูดำเหนือ (*M. niphanae*, 2*n*=26) ค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*, 2*n*=36) และค้างคาวหน้ายาวใหญ่ (*Macroglossus sobrinus*, 2*n*=34) ความสัมพันธ์ทางแคริโอไทป์ของค้างคาวกินผลไม้เกิดจากการจัดเรียงตัวใหม่ของโครโมโซมแบบการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนแบบโรเบิร์ตโซเนียน การเชื่อมกันและการแตกหักของโครโมโซม

คำสำคัญ : ค้างคาวกินผลไม้, โครโมโซม, ประเทศไทย

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี อ.เมือง จ.อุบลราชธานี 34000

[2]กลุ่มวิจัยพิษปศุสัตว์ และสัตว์น้ำ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

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

Abstract

Bat is the most mammal species in Thailand, there are as many as 120 species of 300 species of total mammals. Fruit-eating bat have 12 genera and 20 species. Karyotype data of fruit-eating bat is only 6 genera and 9 species. The fruit-eating bats are diploid chromosome number 2*n*=26-40 including; *Rousettus leschenaultia* (2*n*=36), *R. amplexicaudatus* (2*n*=36), *Pteorpus lylei* (2*n*=40), *P. vampyrus* (2*n*=38), *Cynopterus sphinx* (2*n*=34), *Megaerops ecaudatus* (2*n*=26), *M. niphanae* (2*n*=26), *Eonycteris spelaea* (2*n*=36) and *Macroglossus sobrinus* (2*n*=34). The karyotypic relationship of fruit-eating bat is cause of chromosome rearrangements including Robertsonian translocation, fusion and fission.

Keywords: fruit-eating bat, chromosome, Thailand

บทนำ

สัตว์อันดับค้างคาว(Order Chiroptera) เป็น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีจำนวนชนิดมาก เป็นอันดับสองรองจากอันดับสัตว์ฟันแทะ (Order Rodentia) ในประเทศไทยค้างคาวเป็นสัตว์ที่พบจำนวนชนิดมากที่สุด โดยมีจำนวนมากถึง 120 ชนิด(Species) จากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด 310 ชนิด ค้างคาวเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมพวกเดียวที่สามารถบินได้อย่างแท้จริง ปีกค้างคาวเทียบได้กับขาหน้าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น เปลี่ยนหน้าที่ไปใช้ในการบิน มีแผ่นหนัง (Membrane) ที่ขึงเชื่อมระหว่างส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ค้างคาวอาศัยอยู่ในพื้นที่ต่างกัน ได้แก่ ถ้ำ โพรงไม้ โพรงดิน ใต้ใบไม้ กระบอกไม้ไผ่ หลืบ ซอกหิน หรือตามสิ่งก่อสร้างของมนุษย์ เช่น บ้านเรือน วัด ตึก สะพาน เป็นต้น ประโยชน์ของค้างคาว เช่น ช่วยควบคุมแมลง ช่วยผสมเกสรกระจายเมล็ดพืช และมูลใช้ทำปุ๋ย เป็นต้น (ประทีป ด้วงแค, 2550)

ในประเทศไทยค้างคาวแบ่งเป็นสองอันดับย่อย (Suborder) คือ อันดับย่อยค้างคาวกินแมลง (Microchiroptera) และค้างคาวกินผลไม้ (Megachiroptera) ซึ่งประกอบด้วยวงศ์ (Family) เดียว คือ ค้างคาวกินผลไม้ (Pteropodidae) ประกอบด้วย 12 สกุล (Genera) 20 ชนิด ได้แก่ สกุลค้างคาวบัว(*Rousettus*) จำนวน 2 ชนิด สกุลค้างคาวแม่ไก่ (*Pteropus*) จำนวน 4 ชนิด สกุลค้างคาวขอบหูขาว (*Cynopterus*) จำนวน 3 ชนิด สกุลค้างคาวขอบหูดำ (*Megaerops*) จำนวน 2 ชนิด สกุลค้างคาวหน้ายาว (*Macroglossus*) จำนวน 2 ชนิด สกุลค้างคาวดายัค (*Dyacopterus*) จำนวน 1 ชนิด สกุลค้างคาวปีกจุด (*Balionycteris*) จำนวน 1 ชนิด สกุลค้างคาวหัวดำ (*Chironax*) จำนวน 1 ชนิด สกุลค้างคาวจมูกสั้น (*Penthetor*) จำนวน 1 ชนิด สกุลค้างคาวดอย (*Sphaerias*) จำนวน 1 ชนิด สกุลค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris*) จำนวน 1 ชนิด และสกุลค้างคาวเทาแคระ (*Aethalops*) จำนวน 1 ชนิด

พันธุศาสตร์เซลล์

พันธุศาสตร์เซลล์ (Cytogenetics) เป็นการศึกษาโครโมโซม (Chromosome) ที่เป็นหน่วยโครงสร้างสำคัญในการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ในเซลล์ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีจำนวน รูปร่าง และชนิดของโครโมโซมที่มีความจำเพาะ เรียกว่า ลักษณะของแคริโอไทป์ (Karyotype) มีเทคนิคการศึกษาโครโมโซมหลายเทคนิค เช่น การย้อมสีแบบธรรมดา (Conventional staining) โครโมโซมจะติดสีตลอดแท่ง สามารถบอกจำนวนแท่ง จำนวนแขนหรือจำนวนโครโมโซมพื้นฐาน (Fundamental Number, NF) และชนิดโครโมโซม นอกจากนี้แล้ว ยังสามารถบอกรอยคอดที่สอง (Secondary constriction) ของโครโมโซมบางแท่งได้อีกด้วย การย้อมแถบสีแบบจี (G-banding)

ทำให้โครโมโซมติดแถบสีเข้มและจางสลับกัน ช่วยในการจับคู่โครโมโซมคู่เหมือนได้ แถบสีแบบนอร์ (NOR-banding) ทำให้โครโมโซมติดสีเข้มบริเวณนอร์ (NOR, Nucleolar Organizer Region) ได้ การย้อมแถบสีแบบซี (C-banding) จะติดสีบริเวณที่โครมาทินมีการหดตัวตลอดเวลา (Constitutive heterochromatin) ได้แก่ บริเวณเซนโทรเมียร์ (Centromere) ของโครโมโซม

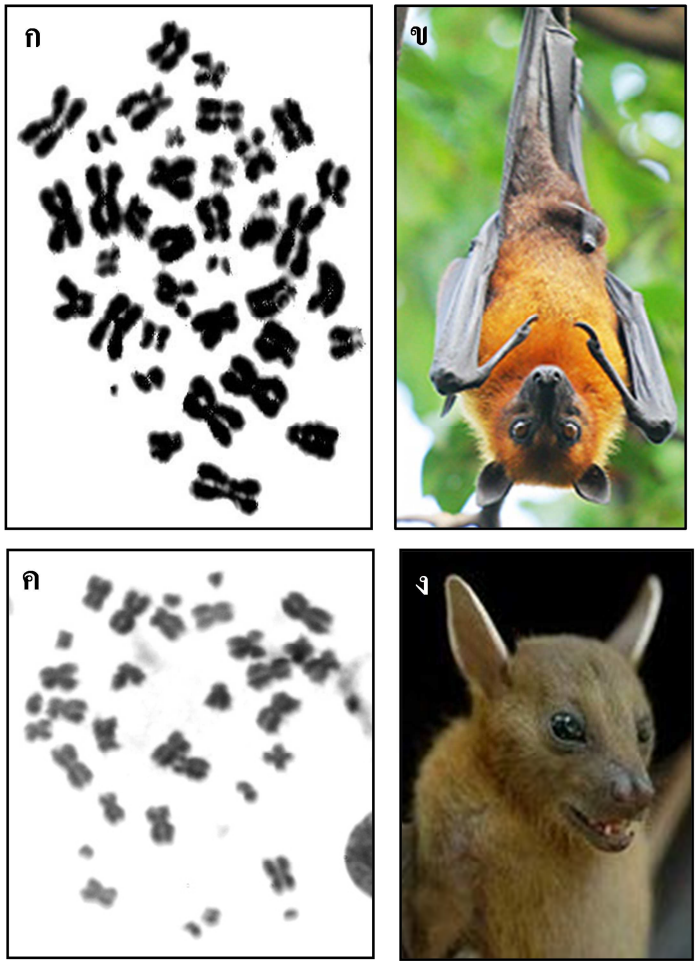
นอกจากนี้ ยังมีการย้อมสีบนโครโมโซมด้วยเทคนิคขั้นสูง เรียกว่า ฟลูออเรสเซนซ์ อินซิทู ไฮบริไดเซชัน (Fluorescence *In Situ* Hybridization หรือ FISH) เป็นเทคนิคที่ทำให้เกิดการเข้าคู่หรือไฮบริไดซ์ (Hybridize) ระหว่างโพรบ (Probe) ที่ติดฉลากด้วยสารเรืองแสง (Fluorophore) กับดีเอ็นเอเป้าหมาย การตรวจสอบอาจทำให้เห็นสีหลายสีบนแท่งโครโมโซมทำให้ดูเหมือนการระบายสีบนโครโมโซม จึงเรียกเทคนิค FISH อีกอย่างหนึ่งว่า “Chromosome painting” เทคนิคทางพันธุศาสตร์เซลล์มีประโยชน์ในการช่วยตรวจสอบความผิดปกติของโครโมโซม ช่วยจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตทางอนุกรมวิธานได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ช่วยในการปรับปรุงพันธุ์พืชและสัตว์ และในการเปรียบเทียบทางพันธุศาสตร์เซลล์ (Comparative cytogenetics) จะช่วยอธิบายวิวัฒนาการของโครโมโซมสิ่งมีชีวิตได้ (อมรา คัมภิรานนท์, 2546)

แคริโอไทป์ของค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทย

มีรายงานการศึกษาโครโมโซมของค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทยหลายรายงาน ได้แก่ Harada และคณะ (1982) ซึ่งเป็นรายงานครั้งแรกศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของค้างคาวกินผลไม้ 4 ชนิด ได้แก่ ค้างคาวบัวฟันรี (*Rousettus leschenaultia*; 2*n*=36, NF=72) ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (*Cynopterus sphinx*; 2*n*=34, NF=66) ค้างคาวขอบหูดำใต้ (*Megaerops ecaudatus*; 2*n*=26, NF=46) และค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*; 2*n*=36, NF=68) ค้างคาวทั้งสี่ชนิดพบรอยคอดที่สองบนโครโมโซมคู่ที่ 6, 6, 1 และ 6 ตามลำดับ โครโมโซมพบทั้งชนิดเมทาเซนทริก (Metacentric) ซับเมทาเซนทริก (Submetacentric) อะโครเซนทริก (Acrocentric) และเทโลเซนทริก (Telocentric)

ต่อมามีการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทยเพิ่มเติมโดย Hood และคณะ (1988) โดยศึกษาค้างคาว 6 ชนิด ได้แก่ ค้างคาวแม่ไก่ภาคกลาง (*Pteorpus lylei*; 2*n*=40, NF=80) ค้างคาวบัวฟันกลม (*Rousettus amplexicaudatus*; 2*n*=36, NF=72) ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (2*n*=34, NF=66) ค้างคาวขอบหูดำเหนือ (*M. niphanae*; 2*n*=26, NF=46) ค้างคาวเล็บกุด (2*n*=36, NF=66) และค้างคาวหน้ายาวใหญ่ (*Macroglossus sobrinus*; 2*n*=34, NF=60)

รายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของค้างคาวกินผลไม้ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 โดยปองสันต์ สรรพวานิชกิจ ได้ศึกษาแคริโอไทป์ของค้างคาวแม่ไก่ป่าฝน (*P. vampyrus*; 2*n*=38, NF=71/72) และประวีรณ์ สุพรรณอ่วม (2556) ศึกษาค้างคาวขอบหูขาวกลาง (2*n*=34, NF=63/64) นอกจากนี้ได้ศึกษาการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Meiotic cell division) จากอัณฑะ พบว่าค้างคาวขอบหูขาวกลางมี 17 ไบวาเลนท์ (Bivalent) โดยพบว่า รายงานที่ผ่านมาทั้งหมดเป็นการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดา (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างเมทาเฟสโครโมโซมของอันดับย่อยค้างคาวกินผลไม้ (Megachiroptera) ในประเทศไทย ก. แล ข. ค้างคาวแม่ไก่ภาคกลาง (*Pteorpus lylei*, 2*n*=38) ค. และ ง. ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (*Cynopterus sphinx*, 2*n*=34)

ตารางที่ 1

รายงานการศึกษาพันธุศาสตร์เซลล์ของค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทย

ชนิดค้างคาว	2*n*	NF	m	sm	a	t	X	Y	อ้างอิง
ค้างคาวแม่ไก่ป่าฝน (*Pteropus vampyrus*)	38	71/72	8	24	4	0	m	t	ปองสันต์ สรรพวานิชกิจ (2550)
ค้างคาวแม่ไก่ภาคกลาง (*P. lylei*)	40	80	32		6	0	sm	a	Hood et al. (1988)
ค้างคาวบัวฟันกลม (*Rousettus amplexicaudatus*)	36	72	-	-	-	-	sm	a	Hood et al. (1988)
ค้างคาวบัวฟันรี (*R. leschenaultia*)	36	72	24		10	0	sm	a	Harada et al. (1982)
ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (*Cynopterus sphinx*)	34	66	22		4	6	sm	a	Harada et al. (1982)
	34	66	-	-	-	-	sm	a	Hood et al. (1988)
	34	63/64	14	8	2	8	m	t	ประวีรณ์ สุพรรณอ่วม (2556)
ค้างคาวขอบหูดำใต้ (*Megaerops ecaudatus*)	26	46	10		10	6	-	-	Harada et al. (1982)
ค้างคาวขอบหูดำเหนือ (*M. niphanae*)	26	46	18		0	6	sm	a	Hood et al. (1988)
ค้างคาวเล็บกุด (*Eonycteris spelaea*)	36	68	24		10	0	sm	sm	Harada et al. (1982)
	36	66	-	-	-	-	sm	sm	Hood et al. (1988)
ค้างคาวหน้ายาวใหญ่ (*Macroglossus sobrinus*)	34	60	-	-	-	-	m	a	Hood et al. (1988)

หมายเหตุ: 2*n*=จำนวนโครโมโซมดิพลอยด์, NF=จำนวนแขนโครโมโซม, m=เมทาเซนทริก, sm=ซับเมทาเซนทริก, a=อะโครเซนทริก, t=เทโลเซนทริก, X=โครโมโซมเอ็กซ์, Y=โครโมโซมวาย และ – ไม่มีข้อมูล

ความสัมพันธ์ทางแคริโอไทป์ของค้างคาวกินผลไม้

รายงานจำนวนโครโมโซมของค้างคาวกินผลไม้ทั่วโลก โดย Hsu และ Benirschke (1973) และ O'Brien และคณะ (2006) จำนวน 11 สกุล 16 ชนิด พบว่ามีจำนวนโครโมโซม 2n=36, 38, 40 และ 48 ซึ่งมีทั้งการย้อมสีโครโมโซมแบบธรรมดาและแถบสีแบบจี การศึกษาวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ของแคริโอไทป์ของค้างคาวกินผลไม้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (CSP) ค้างคาวบัวฟันรี (RLE) และค้างคาวเล็บกุด (ESP) โดยใช้การย้อมแถบสีแบบจีร่วมกับเทคนิคฟลูออเรสเซนซ์อินซิทูไฮบริไดเซชันจากรายงานของ Volleth และคณะ (2002), Ao และคณะ (2007) และ Mao และคณะ (2007) ซึ่งใช้โพรบของค้างคาวกินแมลงชนิด Myotis myotis (MMY) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของแคริโอไทป์ของค้างคาวขอบหูขาวกลาง (CSP) ค้างคาวบัวฟันรี (RLE) และค้างคาวเล็บกุด (ESP) โดยใช้โพรบของ *Myotis myotis* (MMY) (Volleth et al., 2002; Ao et al., 2007 และ Mao et al., 2007)

***Myotis myotis* (MMY)** **2*n*=44 (Ao et al., 2007)**	**ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (CSP)** **2*n*=34 (Ao et al., 2007)**	**ค้างคาวเล็บกุด (ESP)** **2*n*=36 (Volleth et al., 2002)**	**ค้างคาวบัวฟันรี (RLE)** **2*n*=36 (Mao et al., 2007)**
1q	4q	1q	1q
1p	5q	9	9
2q	7q	2p	2p
2p	2p	4q	4q
3q	3q	11	11
3p	2q	3p	3p
4 (prox+dist)	11q+7p	14+5p	14+5p
5 (prox+dist)	1q	10	10p+q
6	9q	2q	2q
7	10p+4p	7	7p+q
8	1p	3q	3q
9 (prox+dist)	11p+12	12	12p+q
10	6q	8q	8q
11	8q	1p	1p
12	6p	5q	5q
13	9p	13q	13q
14	5p	6q	6q

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของแคริโอไทป์ของค้างคาวขอบหูขาวกลาง (CSP) ค้างคาวบัวฟันรี (RLE) และค้างคาวเล็บกุด (ESP) โดยใช้โพรบของ *Myotis myotis* (MMY) (Volleth et al., 2002; Ao et al., 2007 และ Mao et al., 2007)

***Myotis myotis* (MMY)** **2*n*=44 (Ao et al., 2007)**	**ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (CSP)** **2*n*=34 (Ao et al., 2007)**	**ค้างคาวเล็บกุด (ESP)** **2*n*=36 (Volleth et al., 2002)**	**ค้างคาวบัวฟันรี (RLE)** **2*n*=36 (Mao et al., 2007)**
15	3p	4p	4p
16	10q	15	15
17	8p	6p	6p
18	13	16	16
19	14	8p	8p
20	15q	13p	13p
21	16	17	17
X	X	X	X

หมายเหตุ : p = แขนข้างสั้น, q = แขนข้างยาว, prox = ด้านใกล้กับเซนโทรเมียร์ (proximal); dist = ด้านไกลจากเซนโทรเมียร์ (distal)

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าแคริโอไทป์ของค้างคาวเล็บกุด และค้างคาวบัวฟันรีมีความเหมือนกัน เพราะ โพรบไปติดตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซมทุกคู่ และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากันอีกด้วย (2*n*=36) ค้างคาวขอบหูขาวกลางมีแคริโอไทป์ค่อนข้างแตกต่างจากอีกสองชนิด เพราะโพรบไปติดบนโครโมโซมต่างคู่และต่างแขนกัน รวมทั้งมีจำนวนโครโมโซมต่างจากอีกสองชนิดด้วย (2*n*=34) สาเหตุการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มาจากการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนแบบโรเบิร์ตโซเนียน (Robertsonian translocation)

ปัจจุบันข้อมูลการเปรียบเทียบความ สัมพันธ์ทางแคริโอไทป์ของกลุ่มค้างคาวกินผลไม้ยังมีน้อยอยู่ (เพียงแค่ 3 ชนิด) ดังนั้นการหาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของโครโมโซมจึงบอกได้เพียงว่าค้างคาวเล็บกุด และค้างคาวบัวฟันรีมีความใกล้ชิดกันมากกว่าค้างคาวขอบหูขาวกลาง และไม่สามารถบอก บรรพบุรุษร่วมของค้างคาวกลุ่มนี้ได้ จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในสุกลอื่น ๆ อีก เช่น สกุลค้างคาวแม่ไก่ ค้างคาวขอบหูดำ และค้างคาวหน้ายาว เพื่อหาสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ และหาบรรพบุรุษร่วมของค้างคาวกินผลไม้ซึ่งเป็นค้างคาวกลุ่มใหญ่ในอันดับค้างคาวต่อไป

สรุป

ค้างคาวกินผลไม้ในประเทศไทยมีข้อมูลทางแคริโอไทป์ 6 สกุล 9 ชนิด ดังนี้ ค้างคาวบัวฟัน

รี (2*n*=36) ค้างคาวบัวฟันกลม (2*n*=36) ค้างคาวแม่ไก่ภาคกลาง (2*n*=40) ค้างคาวแม่ไก่ป่าฝน (2*n*=38) ค้างคาวขอบหูขาวกลาง (2*n*=34) ค้างคาวขอบหูดำใต้ (2*n*=26) ค้างคาวขอบหูดำเหนือ (2*n*=26) ค้างคาวเล็บกุด (2*n*=36) และค้างคาวหน้ายาวใหญ่ (2*n*=34)

มีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางแคริโอไทป์ด้วยเทคนิค FISH ของค้างคาวกินผลไม้ 3 ชนิด คือ ค้างคาวขอบหูขาวกลาง ค้างคาวเล็บกุด และค้างคาวบัวฟันรี พบว่า ค้างคาวเล็บกุดและค้างคาวบัวฟันรีมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมากกว่าค้างคาวขอบหูขาวกลาง โดยการเปลี่ยนแปลงของแคริโอไทป์เกิดจากการจัดเรียงตัวใหม่ของโครโมโซมแบบการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนแบบโรเบิร์ตโซเนียน การเชื่อมกัน และการแตกหัก

เอกสารอ้างอิง

ประทีป ด้วงแค. (2550). *ค้างคาวเมืองไทยสำหรับการจำแนกชนิดในภาคสนาม.* ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประวีรณ์ สุพรรณอ่วม. (2556). *สัณฐานวิทยาและความหลากหลายทางพันธุกรรมของค้างคาวบางชนิดในอันดับไครอปเทอราในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.* วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ปองสันต์ สรรพวานิชกิจ. (2550). *พันธุศาสตร์เซลล์ของค้างคาวแม่ไก่ป่าฝน.* โครงงานวิจัย. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อมรา คัมภิรานนท์. (2546). *พันธุศาสตร์ของเซลล์.* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ภาควิชาพันธุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ao, L., Mao, X., Nie, W., Gu, X., Feng, Q., Wang, J., Su, W. Wang, Y., Volleth, M. & Yang, F. (2007). Karyotypic evolution and phylogenetic relationship in the order Chiroptera as revealed by G-banding comparison and chromosome painting. *Chromosome Research, 15,* 257-267.

Harada, M., Minezawa, M., Takada, S., Yenbutra, S., Nunpakdee, P. & Ohtani, S. (1982). Karyological analysis of 12 species of bats from Thailand. *Caryologia, 35,* 269-278.

Hood, J. S., Schlitter, D. A., Georgudaki, J. I., Yenbutra, S. and Baker, R. J. (1988). Chromosomal studies of bats (Mammalia: Chiroptera) from Thailand. *Annals of Carnegie Museum, 57,* 99-109.

Hsu, T. C. & Benirschke, K. (1973). *An Atlas of Mammalian Chromosomes Volume 7.* Springer-Verlag, Berlin.

Mao, X., Nie, W., Wang, J., Su, W., Ao, L. Feng, Q., Wang, Y., Volleth, M. & Yang, F. (2007). Karyotype evolution in *Rhinolophus* bats (Rhinolophidae, Chiroptera) illuminated by cross-species chromosome painting and G-banding comparison. *Chromosome Research, 15,* 835-847.

O'Brien, S. J., Menninger, J. C. & Nash, W. G. (2006). *Atlas of Mammalian Chromosomes.* New Jersey: John Wiley and Sons Incorporated.

Volleth, M., Heller, K., Pfeiffer, R. A. and Hameister, H. (2002). A comparative ZOO-FISH analysis in bats elucidates the phylogenetic relationships between Megaroptera and five micropteran families. *Chromosome Research, 10,* 477-497.