

中国黑腹果蝇种组40种果蝇的核型多样性研究

钱远槐 张文燕 邓秋红 张菁 曾庆韬* 刘艳玲 李守涛

(湖北大学生命科学学院 武汉 430062)

摘要: 通过传统的敲片、Giemsa染色的方法制片对中国黑腹果蝇种组(*Drosophila melanogaster* species group)8个种亚组40种果蝇的染色体进行了分析, 共发现18种核型, 即A、A'、C、C'、C''、C'''、C''''、D、D'、D''、E、E'、E''、F、F'、G、H和I, 其中A、A'、C''、C'''、D''和F'为新发现的核型。8个种亚组的基本核型分别是: 嗜凤梨果蝇种亚组(*D. ananassae* subgroup)的核型为F、F'、G和H型; 牵牛花果蝇种亚组(*D. elegans* subgroup)的核型为A和A''型; 细针果蝇种亚组(*D. eugracilis* subgroup)的核型为C型; 嗜榕果蝇种亚组(*D. ficusphila* subgroup)的核型为C'型; 黑腹果蝇种亚组(*D. melanogaster* subgroup)的核型为C和C'型; 山果蝇种亚组(*D. montium* subgroup)的核型为C、C'、C''、D、D'、D''、E、E'、E''和I型; 铃木氏果蝇种亚组(*D. suzukii* subgroup)的核型为C'''和C''''型; 高桥氏果蝇种亚组(*D. takahashii* subgroup)的核型为C、C''和C'''型。透明翅果蝇(*D. lucipennis*)雌性核型 $2n=8$, 雄性核型 $2n=7$, 雄性号染色体为染色体单体。此外还发现, 吉川氏果蝇(*D. kikkawai*)、林氏果蝇(*D. lini*)、奥尼氏果蝇(*D. ogumai*)、拟嗜凤梨果蝇(*D. pseudoananassae*)和叔白颜果蝇(*D. triauraria*)5种果蝇有B染色体。本文确定了*D. sp. like elegans*、*D. sp. like nyinyii*、*D. sp. like trapezifrons1*、*D. sp. like takahashii*、*D. sp. like trapezifrons2*和*D. sp. like auraria*等6个未描述种的核型和1个新记录种吉里果蝇(*D. giriensis*)的核型。本研究证明了在黑腹果蝇种组内、亚组内、种内和单雌系内的核型多样性, 为果蝇遗传和进化提供了进一步的细胞学证据。

关键词: 果蝇科, 果蝇属, 黑腹果蝇种组, 核型, 多样性

Karyotype diversity of *Drosophila melanogaster* species group in China

Yuanhuai Qian, Wenyan Zhang, Qiuhong Deng, Jing Zhang, Qingtao Zeng*, Yanling Liu, Shoutao Li
Faculty of Life Science, Hubei University, Wuhan 430062, China

Abstract: In the present study, 18 karyotypes in 40 species belonging to eight subgroups of *Drosophila melanogaster* species group in China were analyzed. Of the 18 karyotypes, six (A, A', C'', C''', D'' and F') were novel. In the eight subgroups, F, F', G and H were basic karyotypes for the *Drosophila ananassae* subgroup, A and A'' for *D. elegans* subgroup, C for *D. eugracilis* subgroup, C' for *D. ficusphila* subgroup, C and C' for *D. melanogaster* subgroup, C, C', C'', D, D', D'', E, E', E'' and I for *D. montium* subgroup, C''' and C'''' for *D. suzukii* subgroup, and C, C'' and C''' for *D. takahashii* subgroup. In *D. lucipennis*, the karyotype for female was $2n=8$, while that for male was $2n=7$, in which one of the chromosome was absent. In addition, B chromosomes were found in *D. kikkawai*, *D. lini*, *D. ogumai*, *D. pseudoananassae*, and *D. triauraria*. The karyotypes of six undescribed species were reported in this study, namely *D. sp. like elegans*, *D. sp. like nyinyii*, *D. sp. like trapezifrons1*, *D. sp. like takahashii*, *D. sp. like trapezifrons2* and *D. sp. like auraria*. In this paper, the karyotype of a newly recorded species *D. giriensis* was also determined to be $2n=8$, which belongs to the C type. Our karyotype analysis reveals diversity in karyotypes of the *Drosophila melanogaster* species group in China, which will provide cytological evidence for further studies on genetics and evolution of *Drosophila*.

Key words: Drosophilidae, *Drosophila*, *Drosophila melanogaster* species group, karyotypes, diversity

收稿日期: 2005-12-07; 接受日期: 2006-03-23

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(39930100)和湖北省教育厅国际合作项目(G200610001)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: zengqit@hubei.edu.cn

黑腹果蝇种组(*Drosophila melanogaster* species group)属果蝇科(Drosophilidae)果蝇属(*Drosophila*)水果果蝇亚属(*Sophophora*)。现在,全世界黑腹果蝇种组有12个种亚组(Toda, 1991)约180种,中国有10个种亚组(薛万琦和赵建铭, 1996)约67种,其中只有白颜果蝇(*D. auraria*)、吉川氏果蝇(*D. kikkawai*)、林氏果蝇(*D. lini*)、透明翅果蝇(*D. lucipennis*)、马勒哥果蝇(*D. malerkotliana*)、黑腹果蝇(*D. melanogaster*)、小山果蝇(*D. parvula*)、黑端翅果蝇(*D. prostipennis*)、艳丽果蝇(*D. pulchrella*)、季白颜果蝇(*D. quadraria*)、铃木氏果蝇(*D. suzukii*)、高桥氏果蝇(*D. takahashii*)、梯额果蝇(*D. trapezitrons*)、叔白颜果蝇(*D. triauraria*)和三暗黄果蝇(*D. trilineata*)共15种果蝇有核型记录(Tan *et al.*, 1949; Bock & Wheeler, 1972; Clayton & Wheeler, 1975; 戴灼华等, 1987; 凌发瑶和张文霞, 1987; 凌发瑶和林苏, 1990; 张菁等, 1993)。

Lemeunier等(1986)总结了黑腹果蝇种组9个种亚组150种果蝇的79种细胞分裂中期染色体,将黑腹果蝇种组的核型分为18种基本核型,即: A、A'、B、C、C'、C''、D、D'、E、E'、E''、F、G、H、I、J、K和L型。近20多年来,中国果蝇的分类研究进展较快,但染色体的研究进展较慢。果蝇是模式生物,染色体是遗传物质的载体,是果蝇分子遗传和进化研究的基础。为弄清黑腹果蝇种组的遗传与进化关系,从1999年开始,我们先后在全国27个省市进行了果蝇资源调查。本文对中国黑腹果蝇种组8个种亚组40种果蝇的115个单雌系有丝分裂中期染色体进行了研究,以期黑腹果蝇种组的遗传和进化提供进一步的细胞学证据,为建立中国果蝇活体基因库积累经验。

1 材料和方法

1.1 实验材料

果蝇的采集时间和地点分别是: 1999年辽宁的大连,吉林的长春、长白山,黑龙江的哈尔滨、黑河、海拉尔,内蒙古的呼和浩特,河北的石家庄,山西的大同,山东的济南,甘肃的兰州,宁夏的银川,青海的西宁; 2000年广西的友谊关、龙州、靖西、那坡,云南的富林、麻栗坡、马关、河口、金平、江城、勐腊、勐醒和景洪,湖南八大公山; 2001年海南的东山岭、陵水、三亚、通什、五指山、毛阳和

海口,广东鼎湖山,广西花坪,湖北鄂西南山区; 2002年海南霸王岭和尖峰岭,广东车八岭,河南鸡公山和宝天曼,西藏的芒康、察隅、下察隅、波密、八一和拉萨; 1999–2005年湖北武汉地区。将采集的果蝇分类编号,建立单雌系(指后代来自一只单雌亲本的品系),在18℃恒温下饲养繁殖,备用。本研究所采用的果蝇均由钱远槐教授鉴定,所有种保存在湖北大学生命科学学院遗传学实验室。6个未描述的种待报。40种果蝇的种组、种名、采集地、单雌系编号、图片号和核型见表1。

1.2 实验方法

挑选健壮的三龄幼虫放入Ringer's液中,在解剖镜下解剖出脑神经节,立即放入预先准备的加有秋水仙素(0.065 g/L)的Ringer's液中,在室温条件下培养1 h,然后用0.075 mol/L KCL低渗液处理30–40 min,再用新配制的固定液(甲醇:冰醋酸=3:1)固定30 min。将固定的材料置于干净的载玻片上,滴少许固定液,用尖头镊子敲片,使染色体散开。玻片干燥后用Giemsa染液扣染1 h左右,晾干后备用。在带有数码相机显微镜下镜检,拍照,保存并洗出照片。为确保实验结果准确可靠,每种果蝇设置两次重复实验。

2 结果

2.1 黑腹果蝇种组40种果蝇的核型多样性

参照Lemeunier等(1986)的标准对黑腹果蝇种组的核型分类,我们将中国黑腹果蝇种组的40种果蝇的核型分为18种,即: A、A'、C、C'、C''、C'''、C''''、D、D'、D''、E、E'、E''、F、F'、G、H和I,其中A、A'、C'''、C''''、D''和F'等6种为新增加的核型(表1)。

2.2 种亚组间核型的多样性

2.2.1 嗜凤梨果蝇种亚组(*D. ananassae* subgroup)

嗜凤梨果蝇种亚组的核型为F、F'、G和H型。

(1)嗜凤梨果蝇(*D. ananassae*)的核型为F'型(2n=8)(图1)。常染色体由两对对着丝粒染色体和1对姊妹单体不分离的亚中着丝粒染色体组成, X染色体为中着丝粒染色体, Y染色体为单体不分离的J形染色体(F'型)。我们检测了海南(7)和云南(1)共8个单雌系,其中海南有4个单雌系为F'型, 3个单雌系为F型(图2), 云南的1个单雌系为F型。Kikkawa等

表1 中国黑腹果蝇种组40个种的核型、种名、采集地和单雌系编号

Table 1 The species name , collection location, karyotypes and iso-female line of 40 species of *Drosophila melanogaster* species group




核型 Karyotypes	亚组 Subgroup	种名 Species name	采集地 Collection location	单雌系编号 Number of iso-female line	图片号 Number of its photo	Y 染色体形状 Shape of Y chromosome	已报道过的核型 Karyotypes reported previously
A 	<i>elegans</i>	牵牛花果蝇 <i>D. elegans</i> (2)	海南(2) Hainan(2)	东山岭 2 ♂ Dongshanling2 ♂	10	J	A'
A'' 	<i>elegans</i>	<i>D. sp. like elegans</i> *(2)	海南(2) Hainan(2)	霸王岭 149 ♂ Bawangling149 ♂	9	J	
C 	<i>eugracilis</i>	细针果蝇 <i>D. eugracilis</i> (5)	西藏(2)Tibet(2) 海南(3)Hainan(3)	下察隅 69 ♂ Xiachayu69 ♂	11	R(R)	B, C
	<i>melanogaster</i>	黑腹果蝇 <i>D. melanogaster</i> (2)	湖北(1) Hubei(1)	武汉 91910 ♂ Wuhan91910 ♂	13	J(J)(R)	C, C'
	<i>montium</i>	<i>D. sp. like auraria</i> *(2)	湖北(1)Hubei(1) 河南(1)Henan(1)	五峰 11 ♀ Wufeng11 ♀ 宝天曼 4 ♂ Baotianman4 ♂	46 47	R	
	<i>montium</i>	蒲桃果蝇 <i>D. jambulina</i> (3)	海南(2)Hainan(2) 西藏(1)Tibet(1)	毛阳 74 ♂ Maoyang74 ♂ 下察隅 62 ♂ Xiachayu62 ♂	25 26	V(V)J R(V)J	C', D', E''
	<i>montium</i>	突齿果蝇 <i>D. leontia</i> (1)	云南(1) Yunnan(1)	河口 32 ♂ Hekou32 ♂	32	V(V)	C'
	<i>montium</i>	叔白颜果蝇 <i>D. triauraria</i> (1)	河南(1) Henan(1)	鸡公山 16 ♂ Jigongshan16 ♂	45	R(R)	B, C'
	<i>takahashii</i>	吉里果蝇 <i>D. giriensis</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	车八岭 65 ♂ Chebaling65 ♂	56	R(J)	C
	<i>takahashii</i>	高桥氏果蝇 <i>D. takahashii</i> (6)	广东(2)Guangdong(2) 海南(4)Hainan(4)	鼎湖山 132 ♂ Dinghushan132 ♂	59	R(R)	C, C'

表1 (续) Table 1 (continued)



核型 Karyotypes	亚组 Subgroup	种名 Species name	采集地 Collection location	单雌系编号 Number of iso-female line	图片号 Number of its photo	Y 染色体形状 Shape of Y chromosome	已报道过的核型 Karyotypes reported previously
C 	<i>takahashii</i>	<i>D. sp. like takahashii</i> [*] (4)	广东(1)Guangdong(1) 西藏(3)Tibet(3)	鼎湖山 20 ♂ Dinghushan20 ♂ 下察隅 46 ♂ Xiachayu46 ♂	54 55	J R	
	<i>takahashii</i>	三暗黄果蝇 <i>D. trilutea</i> (3)	湖北(1)Hubei(1) 西藏(1)Tibet(1) 广西(1)Guangxi(1)	武汉 243 ♂ Wuhan243 ♂	60	R(R)	B, C
C' 	<i>ficusphila</i>	嗜榕果蝇 <i>D. ficusphila</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	鼎湖山 24 ♂ Dinghushan24 ♂	12	R(R)(J)	C, C'
	<i>melanogaster</i>	拟果蝇 <i>D. simulans</i> (2)	海南(2) Hainan(2)	尖峰岭 282 ♂ Jianfengling282 ♂	14	J(J)	C
	<i>montium</i>	白颜果蝇 <i>D. auraria</i> (2)	湖北(1)Hubei(1) 河南(1)Henan(1)	武汉 au2 ♂ Wuhan au2 ♂	15	R(R)	B, C
	<i>montium</i>	拜迈氏果蝇 <i>D. baimaii</i> (2)	海南(2) Hainan(2)	尖峰岭 65 ♂ Jianfengling65 ♂	16	J(J)(R)	B, C'
	<i>montium</i>	泊果蝇 <i>D. barbarae</i> (8)	西藏(4)Tibet(4) 海南(3)Hainan(3) 广东(1)Guangdong(1)	下察隅 68 ♂ Xiachayu68 ♂	17	R(J)(R)	B, C
	<i>montium</i>	缢果蝇 <i>D. constricta</i> (3)	广东(2)Guangdong(2) 广西(1)Guangxi(1)	鼎湖山 207 ♂ Dinghushan207 ♂	22	R	
	<i>montium</i>	小山果蝇 <i>D. parvula</i> (1)	海南(1) Hainan(1)	尖峰岭 136 ♂ Jianfengling136 ♂	38	J(R)	B, C'

表1 (续) Table 1 (continued)





核型 Karyotypes	亚组 Subgroup	种名 Species name	采集地 Collection location	单雌系编号 Number of iso-female line	图片号 Number of its photo	Y 染色体形状 Shape of Y chromosome	已报道过的核型 Karyotypes reported previously
	<i>montium</i>	拟拜迈氏果蝇 <i>D. pseudobaimaii</i> (2)	西藏(2) Tibet(2)	下察隅 118 ♂ Xiachayu118 ♂	39	J	
C ⁻ 	<i>montium</i>	谈氏果蝇 <i>D. tani</i> (2)	河南(2) Henan(2)	鸡公山 46 ♂ Jigongshan46 ♂	40	R	C
	<i>montium</i>	叔白颜果蝇 <i>D. triauraria</i> (2)	广东(1)Guangdong(1) 河南(1)Henan(1)	车八岭 86 ♂ Chebaling86 ♂	42	V(R)	B, C'
C ^α 	<i>montium</i>	缢果蝇 <i>D. constricta</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	鼎湖山 11 ♂ Dinghushan11 ♂	21	J(R)	
C ^{αα} 	<i>suzukii</i>	双刺果蝇 <i>D. biarmipes</i> (6)	海南(4) Hainan(4)	尖峰岭 313 ♂ Jianfengling313 ♂	48	R(R)(V)	C
	<i>suzukii</i>	<i>D. sp. like nyinyii</i> *(1)	西藏(1) Tibet(1)	下察隅 80 ♂ Xiachayu80 ♂	49	R	
	<i>suzukii</i>	铃木氏果蝇 <i>D. suzukii</i> (2)	湖北(1)Hubei(1) 河南(1)Henan(1)	武汉 su6 ♂ Wuhan su6 ♂	53	R(J)(R)	C
	<i>takahashii</i>	土黄果蝇 <i>D. lutescens</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	鼎湖山 206 ♂ Dinghushan 206 ♂	57	R(R)	C
C ^{ααα} 	<i>suzukii</i>	透明翅果蝇 <i>D. lucipennis</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	车八岭 240 ♀ Chebaling 240 ♀ 车八岭 240 ♂ Chebaling 240 ♂	50 51	J(R)	B

表1 (续) Table 1 (continued)









核型 Karyotypes	亚组 Subgroup	种名 Species name	采集地 Collection location	单雌系编号 Number of iso-female line	图片号 Number of its photo	Y 染色体形状 Shape of Y chromosome	已报道过的核型 Karyotypes reported previously
D		<i>suzukii</i> 艳丽果蝇 <i>D. pulchrella</i> (2)	湖北(1) Hubei(1)	武汉 pul 1 ♂ Wuhan pul 1 ♂	52	R(J)(R)	C
		<i>takahashii</i> 黑端翅果蝇 <i>D. prostipennis</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	鼎湖山 15 ♂ Dinghushan15 ♂	58	R(R)	B
		<i>montium</i> 吉川氏果蝇 <i>D. kikkawai</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	车八岭 52 ♂ Chebaling52 ♂	31	R(R)(V)	C, D, E'
		<i>montium</i> 林氏果蝇 <i>D. lini</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	车八岭 173 ♂ Chebaling173 ♂	36	J(J)(R)	D, D', E'
D		<i>montium</i> 梯额果蝇 <i>D. trapezifrons</i> (2)	湖北(1)Hubei(1) 广西(1) Guangxi(1)	五峰 20 ♂ Wufeng20 ♂	41	R(R)	D
D [~]		<i>montium</i> <i>D. sp. like trapezifrons</i> 2* (1)	广西(1) Guangxi(1)	花坪 87 ♂ Huaping87 ♂	23	V	
		<i>montium</i> <i>D. sp. like trapezifrons</i> 1* (1)	广东(1) Guangdong(1)	鼎湖山 105 ♂ Dinghushan105 ♂	20	R	
		<i>montium</i> <i>D. sp. like trapezifrons</i> 2* (1)	广西(1) Guangxi(1)	花坪 86 ♂ Huaping86 ♂	24	R	
		<i>montium</i> 林氏果蝇 <i>D. lini</i> (1)	广东(1) Guangdong(1) 西藏(1)Tibet(1)	车八岭 216 ♂ Chebaling216 ♂	35		D, D', E'
D ^{''}		<i>montium</i> 林氏果蝇 <i>D. lini</i> (1)	云南(1) Yunnan(1)	麻栗坡 1 ♀ Malipo1 ♀	33		D, D', E'

表1 (续) Table 1 (continued)

Table 1 (continued)								
核型 Karyotypes	亚组 Subgroup	种名 Species name	采集地 Collection location	单雌系编号 Number of iso-female line	图片号 Number of its photo	Y 染色体形状 Shape of Y chromosome	已报道过的核型 Karyotypes reported previously	
	<i>montium</i>	叔白颜果蝇 <i>D. triauraria</i> (1)	河南(1) Henan(1)	鸡公山 16 ♀	43	R(R)	B, C'	
				Jigongshan16 ♀	44			
			鸡公山 16 ♂					
			Jigongshan16 ♂					
E		<i>montium</i>	吉川氏果蝇 <i>D. kikkawai</i> (5)	湖北(1)Hubei(1) 广东(4)Guangdong(4)	武汉 54 ♂	27	R	
Wuhan54 ♂								
E'		<i>montium</i>	包克氏果蝇 <i>D. bocki</i> (2)	广西(1)Guangxi(1) 广东(1)Guangdong(1)	龙州 51 ♂	18	R(V)	C'
Longzhou51 ♂								
		<i>montium</i>	吉川氏果蝇 <i>D. kikkawai</i> (4)	海南(4) Hainan(4)	尖峰岭 208 ♂ Jianfengling208 ♂	28	J(R)(V)	C, D, E'
		<i>montium</i>	林氏果蝇 <i>D. lini</i> (1)	云南(1) Yunnan(1)	麻栗坡 1 ♂ Malipo1 ♂	34	V(J)(R)	D, D', E'
		<i>montium</i>	<i>D. sp. like trapezi- frons</i> 1*(1)	湖南(1) Hunan(1)	洋姜坪 156 ♂ Yangjiangping156 ♂	19	R	
E ^α		<i>montium</i>	奥尼氏果蝇 <i>D. ogumai</i> (1)	广东(1) Guangdong(1)	车八岭 188 ♂ Chebaling188 ♂	37	J	
F		<i>ananassae</i>	嗜凤梨果蝇 <i>D. ananassae</i> (4)	海南(3)Hainan(3) 云南(1)Yunnan(1)	毛阳 32 ♂ Maoyang32 ♂	2	J(R)(V)	F
		<i>ananassae</i>	双栉果蝇 <i>D. bipectinata</i> (2)	海南(1)Hainan(1) 西藏(1)Tibet(1)	蝴蝶谷 12 ♂ Hudiegu12 ♂	4	V(V)	G

表1 (续) Table 1 (continued)

核型 Karyotypes	亚组 Subgroup	种名 Species name	采集地 Collection location	单雌系编号 Number of iso-female line	图片号 Number of its photo	Y 染色体形状 Shape of Y chromosome	已报道过的核型 Karyotypes reported previously
F 	<i>ananassae</i>	副双栉果蝇 <i>D. parabiplectinata</i> (1)	海南(1) Hainan(1)	毛阳 28 ♂ Maoyang28 ♂	6	V(J)(V)	G
	<i>ananassae</i>	嗜凤梨果蝇 <i>D. ananassae</i> (4)	海南(4) Hainan(4)	通什 45 ♂ Tongshi45 ♂	1	J	F
	<i>ananassae</i>	双栉果蝇 <i>D. biplectinata</i> (1)	海南(1) Hainan(1)	东山岭 11 ♂ Dongshanling11 ♂	3	V	F
G 	<i>ananassae</i>	马勒哥果蝇 <i>D. malerkotiana</i> (5)	海南(3)Hainan(3) 西藏(1)Tibet(1) 广西(1)Guangxi(1)	尖峰岭 202 ♂ Jianfengling202 ♂	5	J(J)(V)	F, G
H 	<i>ananassae</i>	拟嗜凤梨果蝇 <i>D. pseudoananassae</i> (1)	海南(1) Hainan(1)	尖峰岭 151 ♂ Jianfengling151 ♂	7	J(J)	F, H
	<i>ananassae</i>	拟嗜凤梨果蝇 <i>D. pseudoananassae</i> (1)	海南(1) Hainan(1)	尖峰岭 151 ♂ Jianfengling151 ♂	8	J(J)(R)	H
I 	<i>montium</i>	吉川氏果蝇 <i>D. kikkawai</i> (2)	海南(1)Hainan(1) 广东(1)Guangdong(1)	通什 54 ♀ Tongshi 54 ♀ 通什 54 ♂ Tongshi 54 ♂	29 30	R	D, E'

★为未描述种的核型(新种待报); 种名和采集地后的括号中的数字为已做单雌系数目; Y 染色体括号中的形状为已报道过的 Y 染色体的形状。

★ represents karyotypes of undescribed species which will be reported soon; Number in the parentheses behind species name and collection location is the number of iso-female which has been done. Reported shape of Y chromosome is shown in the parentheses.

(1938)记述的该种的核型为F型。F型为该种的新核型,特点是1号染色体为J形染色体,而不是F型中的V型染色体。

(2)双栉果蝇(*D. bipectinata*)的核型为F'型($2n=8$)(图3)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对单体不分离的亚中着丝粒染色体组成,X染色体为中着丝粒染色体,Y染色体为单体不分离的中着丝粒染色体(F'型)。我们检测了海南(2)和西藏(1)共3个单雌系,其中海南东山岭单雌系为F'型,海南蝴蝶谷和西藏下察隅各1个单雌系为F型(图4)。Kikkawa等(1938)记述的该种的核型为G型。

(3)马勒哥果蝇(*D. malerkotliana*)的核型为G型($2n=8$)(图5)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对单体不分离的小型中着丝粒染色体组成,X染色体为中着丝粒染色体,Y染色体为单体不分离的中着丝粒染色体(G型),与Clayton等(1975)记述的该种的核型相同。我们检测了海南(3)、西藏(1)和广西(1)共5个单雌系,核型均为G型。

(4)副双栉果蝇(*D. parabipectinata*)的核型为F型($2n=8$)(图6)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对单体不分离的中着丝粒染色体组成,X染色体为中着丝粒染色体,Y染色体为单体不分离的中着丝粒染色体(F型)。Clayton等(1975)记述的该种的核型为G型。

(5)拟嗜凤梨果蝇(*D. pseudoananassae*)的核型为G型($2n=8$)(图7)和H型($2n=10$)(图8)。G型中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对单体不分离的小型中着丝粒染色体组成,X染色体为中着丝粒染色体,Y染色体为单体不分离的J形染色体,Clayton等(1975)记述的该种的核型为F型。与G型相比,H型中的常染色体多1对单体不分离的小型中着丝粒染色体,与Bock(1971)和Clayton等(1975)记述的*D. pseudoananassae nigrens*的核型相同。在同一单雌系内(海南尖峰岭151)出现了2种不同的核型(G型和H型),与该单雌系出现B染色体有关。

2.2.2 牵牛花果蝇种亚组(*D. elegans* subgroup)

牵牛花果蝇种亚组的核型为A和A''型。

(6) *D. sp. like elegans*的核型为A''型($2n=12$)(图9)。常染色体由3对端着丝粒染色体、1对最大的亚端着丝粒染色体和1对点状染色体组成,X染色体为端着丝粒染色体,Y染色体为姊妹单体不分离的亚

端着丝粒染色体。A''型为该种新出现的核型,特点是第1对常染色体比性染色体大。

(7)牵牛花果蝇(*D. elegans*)的核型为A型($2n=12$)(图10)。常染色体由4对端着丝粒染色体和1对点状染色体组成,X染色体为亚端着丝粒染色体,Y染色体为姊妹单体不分离的亚端着丝粒染色体。Bock等(1972)记述的菲律宾吕宋岛该种的核型为A'型($2n=10$)。

2.2.3 细针果蝇种亚组(*D. eugracilis* subgroup)

细针果蝇种亚组的核型为C型。

(8)细针果蝇(*D. eugracilis*)的核型为C型($2n=8$)(图11)。常染色体由两对大型中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成,X染色体为端着丝粒染色体,Y染色体为棒状染色体。与Singh等(1979)记述的该种的核型(C型)相同。Bock等(1972)记述的该种的核型为B型($2n=6$);

2.2.4 嗜榕果蝇种亚组(*D. ficusphila* subgroup)

嗜榕果蝇种亚组的核型为C'型。

(9)嗜榕果蝇(*D. ficusphila*)的核型为C'型($2n=8$)(图12)。常染色体由两对大型中着丝粒染色体和1对点状染色体组成,X染色体为亚中着丝粒染色体,Y染色体为棒状染色体,全异染色质。与Singh等(1979)记述的该种的核型(C'型)相同。Kikkawa等(1938)记述的该种的核型为C型。

2.2.5 黑腹果蝇种亚组(*D. melanogaster* subgroup)

黑腹果蝇种亚组的核型为C和C'型。

(10)黑腹果蝇(*D. melanogaster*)的核型为C型($2n=8$)(图13)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对点状染色体组成,X染色体为端着丝粒染色体,Y染色体为J形染色体。与Metz(1914)记述的该种的核型(C型)相同。凌发瑶等(1987)记述的该种的核型为C'型。

(11)拟果蝇(*D. simulans*)的核型为C'型($2n=8$)(图14)。常染色体由2对中着丝粒染色体和1对点状染色体组成,X染色体为亚端着丝粒染色体,Y染色体为J形染色体(C'型)。Kikkawa等(1938)记述的该种的核型为C型。

2.2.6 山果蝇种亚组(*D. montium* subgroup)

山果蝇种亚组的核型为C、C'、C''、D、D'、D''、E、E'、E''和I型。

(12)白颜果蝇(*D. auraria*)的核型为C'型($2n=8$)

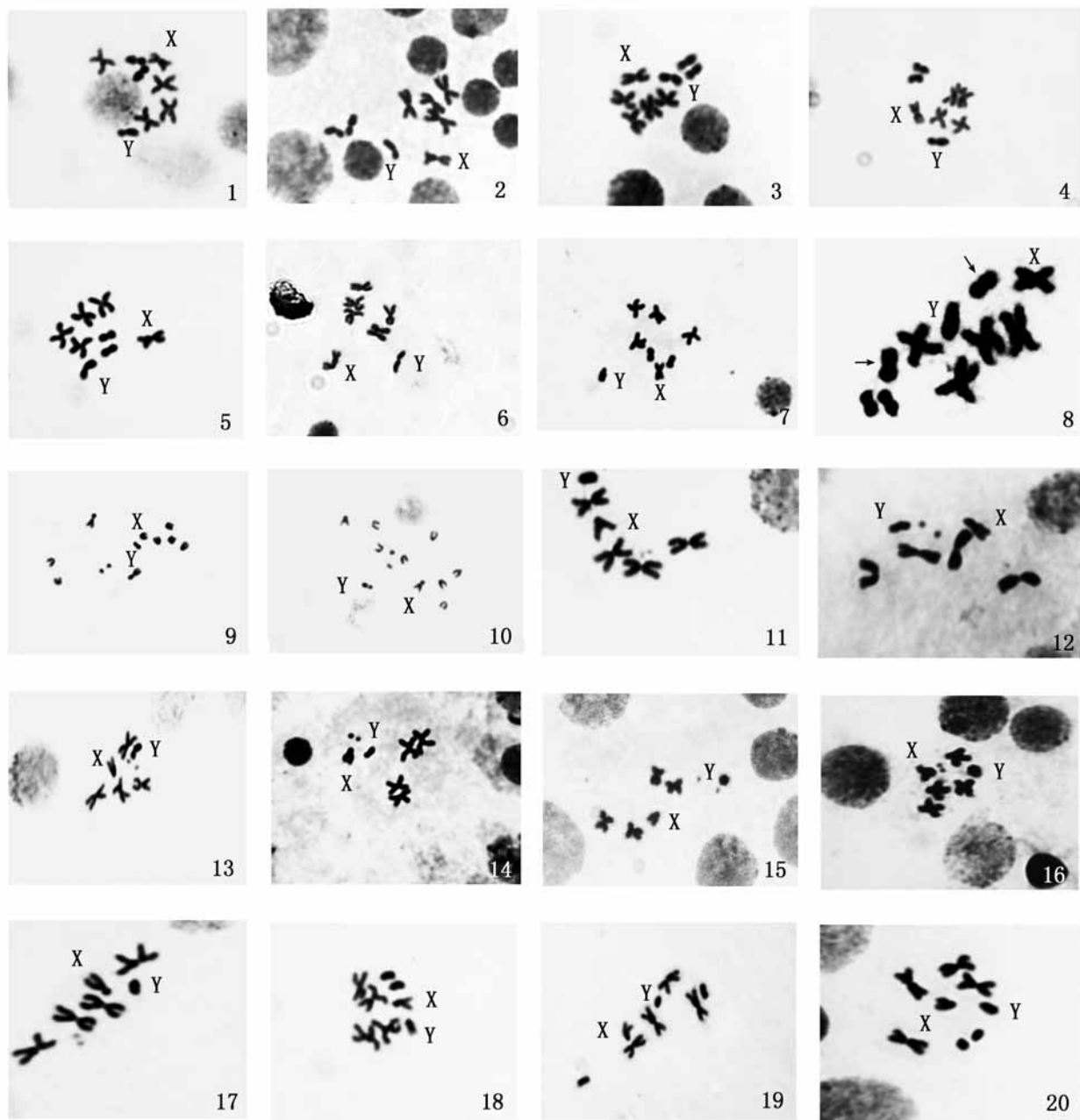


图1-20 果蝇有丝分裂中期染色体(图中箭头指B染色体)

1: 嗜凤梨果蝇 ; 2: 嗜凤梨果蝇 ; 3: 双栉果蝇 ; 4: 双栉果蝇 ; 5: 马勒哥果蝇 ; 6: 副双栉果蝇 ; 7: 拟嗜凤梨果蝇 ; 8: 拟嗜凤梨果蝇 ; 9: 未描述种 ; 10: 牵牛花果蝇 ; 11: 细针果蝇 ; 12: 嗜榕果蝇 ; 13: 黑腹果蝇 ; 14: 拟果蝇 ; 15: 白颜果蝇 ; 16: 拜迈氏果蝇 ; 17: 泊果蝇 ; 18: 包克氏果蝇 ; 19: 未描述种 ; 20: 未描述种

Figs. 1-20 Mitotic metaphase chromosomes of *Drosophila* (Arrows indicate B-chromosomes in the photo). 1, *D. ananassae* ; 2, *D. ananassae* ; 3, *D. bipectinata* ; 4, *D. bipectinata* ; 5, *D. malerkotliana* ; 6, *D. parabiptectinata* ; 7, *D. pseudoananassae* ; 8, *D. pseudoananassae* ; 9, *D. sp. like elegans* ; 10, *D. elegans* ; 11, *D. eugracilis* ; 12, *D. ficusphila* ; 13, *D. melanogaster* ; 14, *D. simulans* ; 15, *D. auraria* ; 16, *D. baimaii* ; 17, *D. barbarae* ; 18, *D. bocki* ; 19, *D. sp. like trapezifrons1* ; 20, *D. sp. like trapezifrons1*

(图15)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对点状染色体组成, X染色体为近端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。与Kikkawa等(1938)、凌发瑶等(1987)、戴灼华等(1986)记述的该种的核型(C'型)相同。

(13) 拜迈氏果蝇(*D. baimaii*)的核型为C'型(2n=8)(图16)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对点状染色体组成, X染色体为亚中着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。与Baimai(1980)记述的该种的核型(C'型)相同。Bock等(1972)记述的该种的核型为B型(2n=6)。

(14) 泊果蝇(*D. barbarae*)的核型为C'型(2n=8)(图17)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。与Baimai(1980)记述的该种的核型(C'型)相同。Bock等(1972)记述的该种的核型为B型(2n=6)。

(15) 包克氏果蝇(*D. bocki*)的核型为E'型(2n=8)(图18)。常染色体由两对等长的大型中着丝粒染色体和1对小型的姊妹单体不分开的中着丝粒染色体组成, X染色体为亚中着丝粒染色体。Y染色体为棒状染色体。Baimai(1980)记述的该种的核型为C'型。

(16) *D. sp. like trapezifrons1*的核型为E'型(2n=8)(图19)和D'型(2n=8)(图20)。图19(湖南)中常染色体由两对大型中着丝粒染色体和1对姊妹单体不分开的小型中着丝粒染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体(E'型)。图20(广东)中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对短棒状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体(D'型)。

(17) 缢果蝇(*D. constricta*)的核型为C''型(2n=6)(图21), 常染色体由两对中着丝粒染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。另外1对小点状染色体隐而不显, 出现了2n=6的“假核型现象”。图22中的核型为2n=8(C'型)。C'型是该种果蝇的基本核型。

(18) *D. sp. like trapezifrons2*的核型为D型(2n=8)(图23)和D'型(2n=8)(图24)。图23中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对短棒状染色体组成, 但X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体比X染色体

长, 为姊妹单体不分开的中着丝粒染色体(D型)。图24中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对短棒状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体(D'型)。该种在广西花坪的不同单雌系出现了2种核型(D型和D'型)。

(19) 蒲桃果蝇(*D. jambulina*)的核型为C型(2n=8)(图25、26)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体(西藏)或中着丝粒染色体(海南)。Baimai(1980)记述的该种的核型为C'型; Singh等(1979)记述的该种的核型为D型; Watanabe等(1982)记述的该种的核型为E''型。

(20) 吉川氏果蝇(*D. kikkawai*)的核型为E型(2n=8)(图27)、E'型(2n=8)(图28)、I型(2n=8)(图29、30)和D型(2n=8)(图31)。图27(湖北)(广东)中常染色体由两对姊妹单体分开的中着丝粒染色体和1对姊妹单体不分开的中着丝粒染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体(E型)。图28(海南)中常染色体组成同上, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为J形染色体, 另外, 还多1条棒状B染色体(E'型), 与Baimai(1980)记述的该种的核型相同。图29、30(海南)(广东)中常染色体由两对姊妹单体分开的中着丝粒染色体和1对端着丝粒染色体组成, X染色体为姊妹单体不分开的中着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体(I型)。图31(广东)中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对端着丝粒染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体(D型), 与Clayton等(1975)记述的该种的核型相同。E型和I型是该种新增加的两种核型, 凌发瑶等(1987)记述该种的核型为C型。

(21) 突齿果蝇(*D. leontia*)的核型为C型(2n=8)(图32)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为姊妹单体不分开的中着丝粒染色体。Baimai(1980)记述的该种的核型为C'型。

(22) 林氏果蝇(*D. lini*)的核型为D''型(2n=10)(图33)、E'型(2n=8)(图34)、D'型(2n=8)(图35)和D型(2n=8)(图36)。图33(云南)中常染色体由两对中着丝粒染色体、1对点状染色体和1对端着丝粒棒状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体(D''型)。图34(云南)中常染色体由两对

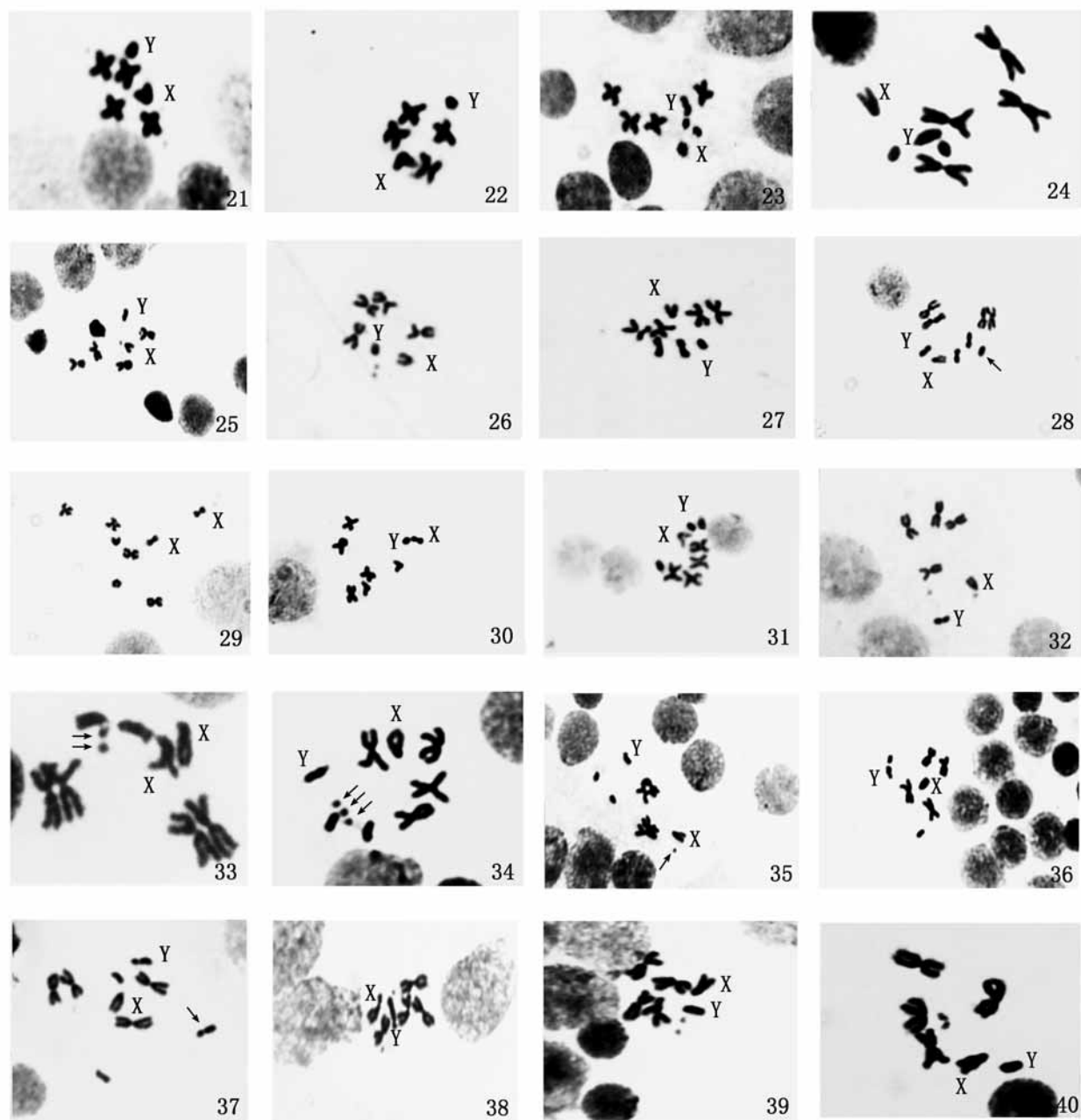


图21-40 果蝇有丝分裂中期染色体

21: 缢果蝇 ; 22: 缢果蝇 ; 23: 未描述种 ; 24: 未描述种 ; 25: 蒲桃果蝇 ; 26: 蒲桃果蝇 ; 27: 吉川氏果蝇 ; 28: 吉川氏果蝇 ; 29: 吉川氏果蝇 ; 30: 吉川氏果蝇 ; 31: 吉川氏果蝇 ; 32: 突齿果蝇 ; 33: 林氏果蝇 ; 34: 林氏果蝇 ; 35: 林氏果蝇 ; 36: 林氏果蝇 ; 37: 奥尼氏果蝇 ; 38: 小山果蝇 ; 39: 拟拜迈氏果蝇 ; 40: 谈氏果蝇

Figs. 21-40 Mitotic metaphase chromosomes of *Drosophila* (Arrows indicate B-chromosomes in the photos). 21, *D. constricta* ; 22, *D. constricta* ; 23, *D. sp. like trapezifrons2* ; 24, *D. sp. like trapezifrons2* ; 25, *D. jambulina* ; 26, *D. jambulina* ; 27, *D. kikkawai* ; 28, *D. kikkawai* ; 29, *D. kikkawai* ; 30, *D. kikkawai* ; 31, *D. kikkawai* ; 32, *D. leontia* ; 33, *D. lini* ; 34, *D. lini* ; 35, *D. lini* ; 36, *D. lini* ; 37, *D. ogumai* ; 38, *D. parvula* ; 39, *D. pseudobaimaii* ; 40, *D. tani*

中着丝粒染色体和1对姊妹单体不分开的中着丝粒染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为中着丝粒染色体, 该核型中多3点状B染色体(E'型), 与凌发瑶等(1987)记述的该种的核型相同。图35 (广东)中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对短棒状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为J形染色体, 该核型中多1点状B染色体(D'型), 与Baimai(1980)记述的该种的核型相同。图36(广东)中常染色体由两对中着丝粒染色体和1对短棒状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为J形染色体(D型), 与Bock等(1972)记述的该种的核型相同。D'和E'型都有B染色体, 为本文首次报道。D''型为该种新的核型, 特点是 $2n=10$, 与该种D型、D'型和E'型($2n=8$)比, 多1对点状染色体。

(23) 奥尼氏果蝇(*D. ogumai*)的核型为E''型($2n=8$)(图37)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对似小棒的亚端着丝粒染色体组成, X染色体为近端着丝粒染色体, Y染色体为J形染色体。多1条J形Y染色体。

(24) 小山果蝇(*D. parvula*)的核型为C'型($2n=8$)(图38)。常染色体由两对等长的中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为姊妹单体不分开亚端着丝粒染色体, 与凌发瑶等(1987)记述的该种的核型相同。Bock等(1972)记述的该种的核型为B型($2n=6$)。

(25) 拟拜迈氏果蝇(*D. pseudobaimaii*)的核型为C'型($2n=8$)(图39)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体。

(26) 谈氏果蝇(*D. tani*)的核型为C'型($2n=8$)(图40)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体。该种另一核型为C型。

(27) 梯额果蝇(*D. trapezifrons*)的核型为D型($2n=8$)(图41)。常染色体由两对大型中着丝粒染色体和1对端着丝粒染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为棒状染色体。与凌发瑶等(1987)记述的该种的核型相同。

(28) 叔白颜果蝇(*D. triauraria*)的核型为C'型($2n=8$)(图42)、C型($2n=8$)(图45)和D''型($2n=10$)(图43、44)。图42 (广东)中常染色体由两对中着丝粒染

色体和1对点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为姊妹单体不分开的中着丝粒染色体(C'型), 与凌发瑶等(1987)和戴灼华等(1986)记述的该种的核型相同。图45 (河南)中常染色体与上面相同, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体(C型)。图43、44 (河南)中常染色体由两对中着丝粒染色体、1对端着丝粒染色体和1对点状染色体组成, X染色体为近端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体(D''型), D''型为该种新的核型。Bock等(1972)记述的该种的核型为B型($2n=6$)。

(29) *D. sp. like auraria*的核型为C型($2n=8$)(图46、47)。常染色体由两对等长的中着丝粒染色体和1对点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。

2.2.7 铃木氏果蝇种亚组(*D. suzukii* subgroup)

铃木氏果蝇种亚组的核型为C'''和C''''型。

(30) 双刺果蝇(*D. biarmipes*)的核型为C'''型($2n=8$)(图48)。常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为近端着丝粒染色体(C''''型)。C'''型是该种新的核型, 特点是 号染色体比 号染色体长, 且两端次缢痕明显。Reddy等(1968)记述的该种的核型为C型。

(31) *D. sp. like nyinyii*的核型为C'''型($2n=8$)(图49)。常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对似三角形的小点状染色体组成, X染色体为棒状染色体, Y染色体为短棒状染色体。

(32) 透明翅果蝇(*D. lucipennis*)的核型为C''''型(图50): 雌性 $2n=8$, 常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体; 雄性 $2n=7$ (图51), 常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1个点状染色体组成, X染色体为亚端着丝粒染色体, Y染色体为J形。该种的核型特点是: 雌($2n=8$)雄($2n=7$)染色体数目不同, 雄性为 号染色体单体。Bock等(1972)记述的台湾该种的核型为B型($2n=6$)。

(33) 艳丽果蝇(*D. pulchrella*)的核型为C''''型($2n=8$)(图52)。常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为近端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体, 全异染色质。该种核型特点是 号染色体特别长, 两端次缢痕明

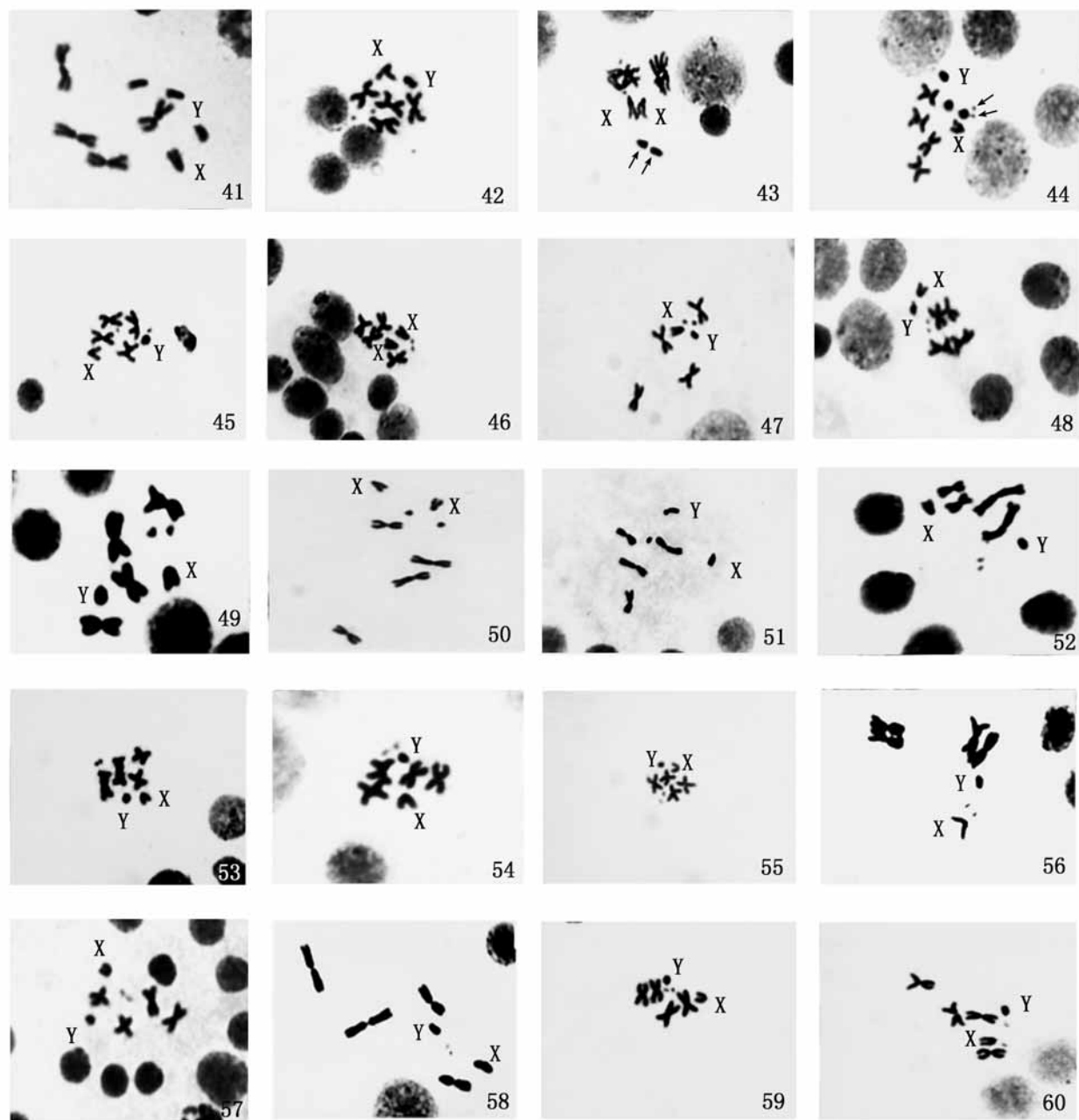


图41-60 果蝇有丝分裂中期染色体(图中箭头指B染色体)

41: 梯额果蝇 ; 42: 叔白颜果蝇 ; 43: 叔白颜果蝇 ; 44: 叔白颜果蝇 ; 45: 叔白颜果蝇 ; 46: 未描述种 ; 47: 未描述种 ; 48: 双刺果蝇 ; 49: 未描述种 ; 50: 透明翅果蝇 ; 51: 透明翅果蝇 ; 52: 艳丽果蝇 ; 53: 铃木氏果蝇 ; 54: 未描述种 ; 55: 未描述种 ; 56: 吉里果蝇 ; 57: 土黄果蝇 ; 58: 黑端翅果蝇 ; 59: 高桥氏果蝇 ; 60: 三暗黄果蝇

Figs. 41-60 Mitotic metaphase chromosomes of *Drosophila* (Arrows indicate B-chromosomes in the photos). 41, *D. trapezifrons* ; 42, *D. triauraria* ; 43, *D. triauraria* ; 44, *D. triauraria* ; 45, *D. triauraria* ; 46, *D. sp. like auraria* ; 47, *D. sp. like auraria* ; 48, *D. biarmipes* ; 49, *D. sp. like nyinyii* ; 50, *D. lucipennis* ; 51, *D. lucipennis* ; 52, *D. pulchrella* ; 53, *D. suzukii* ; 54, *D. sp. like takahashii* ; 55, *D. sp. like takahashii* ; 56, *D. giriensis* ; 57, *D. lutescens* ; 58, *D. prostipennis* ; 59, *D. takahashii* ; 60, *D. trilineata*

显,与凌发瑶等(1987)记述的云南昆明该种的核型相同。Tan等(1949)记述该种的核型为C型。

(34)铃木氏果蝇(*D. suzukii*)的核型为C^{'''}型(2n=8)(图53)。常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。该种的核型特点是号染色体特别长, 两端次缢痕明显, 与凌发瑶等(1987)、张菁等(1993)记述的该种的核型相同。Kikkawa等(1938)记述的该种的核型为C型。

2.2.8 高桥氏果蝇种亚组(*D. takahashii* subgroup)

高桥氏果蝇种亚组的核型为C、C^{'''}和C^{''''}型。

(35) *D. sp. like takahashii* 的核型为C型(2n=8)(图54、55)。常染色体由两对等长的中着丝粒染色体和1对似小棒的点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为近端着丝粒染色体, 比X染色体短; 图55中Y染色体为短棒状。

(36)吉里果蝇(*D. giriensis*)的核型为C型(2n=8)(图56), 该种为中国新记录种。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对的小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。这与Prakash等(1977)记述印度该种的核型(C型)相同, 但Y染色体不同, 中国的为短棒状染色体, 印度的为J形染色体。

(37)土黄果蝇(*D. lutescens*)的核型为C^{'''}型(2n=8)(图57)。常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。Kikkawa等(1938)记述的该种的核型为C型。

(38)黑端翅果蝇(*D. prostipennis*)的核型为C^{''''}型(2n=8)(图58)。常染色体由两对不等长的中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为亚中着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体。该核型的、号以及X和Y染色体的姊妹染色单体都不分开, 且号染色体比号染色体长。Bock等(1972)记述的台湾该种的核型为B型(2n=6)。

(39)高桥氏果蝇(*D. takahashii*)的核型为C型(2n=8)(图59)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体, 与Kikkawa等(1938)和凌发瑶等(1987)记述的该种的核型相同。

(40)三暗黄果蝇(*D. trilineata*)的核型为C型

(2n=8)(图60)。常染色体由两对中着丝粒染色体和1对小点状染色体组成, X染色体为端着丝粒染色体, Y染色体为短棒状染色体, 与凌发瑶等(1987)记述的该种的核型(C型)相同。Bock等(1972)记述的该种的核型为B型(2n=6)。

2.3 种内核型的多样性

吉川氏果蝇有5种核型: D、E、E'、I和已报道的C型; 叔白颜果蝇有4种核型: C、C'、D'和已报道的B型; 蒲桃果蝇有4种核型: C和已报道的C'、D、E'型; 林氏果蝇有4种核型: D、D'、D''和E'型。高桥氏果蝇等28种果蝇都有2种不同的核型(表1)。

2.4 单雌系内核型的多样性

在黑腹果蝇种组40种果蝇的115个单雌系中, 发现有4种果蝇的同一单雌系内有2种不同的核型(表1)。拟嗜凤梨果蝇(尖峰岭151)的核型为G和H型; 林氏果蝇(麻栗坡1)的核型为D'和E'型; 叔白颜果蝇(鸡公山16)的核型为C和D'型; 透明翅果蝇(车八岭240)的核型雌性为2n=8、雄性为2n=7(号染色体单体)。前3种果蝇都具有B染色体。

3 讨论

3.1 A型与原始核型

果蝇属的原始核型是2n=12。即核型的单倍体为5条端着丝粒染色体和1个点状小染色体(5R, 1D)。

Lemeunier等(1986)报道黑腹果蝇种组的原始核型为A型(5R, 1D), 但缺实例。中国海南采集的牵牛花果蝇的核型2n=12, 染色体数目与原始核型(A型)相同, 我们把它作为黑腹果蝇种组的原始核型。A型染色体数目虽多, 但较小(图10)。A型5R中4条端着丝粒染色体, 在进化过程中, 经过断裂两两融合, 成为C型的号和号染色体。

3.2 B型与假核型现象

Lemeunier等(1986)记述了黑腹果蝇种组的16种果蝇的核型为2n=6(B型)。我们检测了这16种中的8种(细针果蝇, 拜迈氏果蝇, 泊果蝇, 小山果蝇, 叔白颜果蝇, 透明翅果蝇, 黑端翅果蝇和三暗黄果蝇)核型均为2n=8(除透明翅果蝇的雄性2n=7外)。没有发现2n=6(B型)的核型。细针果蝇、透明翅果蝇和黑端翅果蝇的核型为2n=8, 为首次报道。

缢果蝇的核型为2n=6(B型), 2005年张文燕重复

这个种的同一单雌系(鼎湖山11)时,发现了1对小点状 号染色体隐而不显(图21),检测这个种的同一地区的不同单雌系(鼎湖山207)时,发现1对小点状

号染色体明显可见(图22),这个种的基本核型为 $2n=8$ 。我们把上述1对小点状 号染色体隐而不显的现象,称为“假核型现象”。Lemeunier等(1986)记述的16种B型($2n=6$)的核型,是否有“假核型现象”要根据具体的染色体图片具体分析,不能一概而论。

3.3 B染色体与核型变化

每种生物的染色体数目和形状都是非常恒定的,B染色体是这个普遍规律的例外,被称为超数染色体。在果蝇科的4,000多种果蝇中,曾记录有B染色体的果蝇只有2种:银额果蝇(凌发瑶和北川修,1991)和马勒哥果蝇(凌发瑶和张文霞,1987)。在我们检测的40种果蝇中,发现了吉川氏果蝇、林氏果蝇、奥尼氏果蝇、拟嗜凤梨果蝇和叔白颜果蝇5种果蝇有B染色体。另外凌发瑶等(1987)记述的马勒哥果蝇云南昆明品系有B染色体。我们检查了该种的海南(3),西藏(1)和广西(1)共5个单雌系未发现B染色体。

林氏果蝇的麻栗坡1单雌系(图33、34),拟嗜凤梨果蝇的尖峰岭151单雌系(图7、8)和叔白颜果蝇的鸡公山16单雌系(图43、44、45)内有2种不同的核型(林氏果蝇的核型为D'型和E'型;拟嗜凤梨果蝇的核型为G和H型;叔白颜果蝇的核型为C和D''型)。异常核型的一个共同特点是染色体数目变化,由 $2n=8$ 变为 $2n=10$ 。我们认为 $2n=8$ 是这3种果蝇的基本核型, $2n=10$ 是这3种果蝇的变化新核型。基本核型较稳定,变化新核型不稳定。3个单雌系都有B染色体。当变化新核型由不稳定变为稳定时,这个单雌系就可能分化成为亚种或新种。Lemeunier等(1986)记述的拟嗜凤梨果蝇的核型为F型,拟嗜凤梨果蝇亚种(*D. pseudoananassae nigrens*)的核型为H型,该亚种比种增加了1对染色体。我们统计了拟嗜凤梨果蝇同一单雌系内不同个体的核型图片36张(4张 $2n=7$; 6张 $2n=8$; 12张 $2n=9$; 12张 $2n=10$; 2张 $2n=11$),从染色体数目出现的频率看, $2n=10$ 的频率为33%, $2n=8$ 的频率为22%,该种的核型更接近上述亚种的核型。

山果蝇种亚组是黑腹果蝇种组中种数最多和核型最复杂的种亚组。我们检查了这个种亚组的19种果蝇的核型:C(C', C'')型有10种;D(D', D'')型有3

种;E(E', E'')型有2种;D(D')型和E(E')型有3种;C(C')和D''型有1种。C型是这个种亚组最基本的核型,说明这个种亚组与其他核型为C型的5个种亚组(黑腹果蝇、嗜榕果蝇、细针果蝇、铃木氏果蝇和高桥氏果蝇)在进化上保持着亲缘关系。叔白颜果蝇的鸡公山16单雌系的基本核型为 $2n=8$ (C型);变化新核型为 $2n=10$ (D''型),增加了1对端着丝粒染色体。我们统计了同一单雌系内不同个体的12张核型照片(3张 $2n=8$, 2张 $2n=9$, 7张 $2n=10$),这虽不是全部的核型记录,但可看出 $2n=10$ 不是个别现象。林氏果蝇的麻栗坡1单雌系的基本核型为 $2n=8$ (E'型);变化新核型为 $2n=10$ (D''型),增加了1对点状染色体。我们统计了同一单雌系内不同个体的13张核型照片(3张 $2n=8$, 3张 $2n=9$, 3张 $2n=10$, 4张 $2n=11$)。 $2n=10$ 和 $2n=8$ 这2种核型照片数相等,也说明 $2n=10$ 这种核型不是个别现象。由于有B染色体的存在,上述两个单雌系的核型很不稳定。单雌系内核型的不同和不稳定性,说明新种将可能在不断产生,进化将在不断进行。

3.4 C型与基本核型

C型的核型为 $2n=8$ (2V, 1R, 1D),有两对对着丝粒染色体(号和 号染色体),1对点状 号染色体,X染色体为棒状染色体。在本实验的8个种亚组中,细针果蝇、嗜榕果蝇、黑腹果蝇、山果蝇、铃木氏果蝇和高桥氏果蝇等6个种亚组的基本核型为C型。C型是黑腹果蝇种组的基本核型。

核型的多样性与C型染色体的变化有关。当C型的染色体数目 $2n=8$ 变为 $2n=6$ 时,C型就变为B型和C''型;当C型的 号染色体由点状(D)变为棒状(R)时,C型就变为D型;当C型多1对棒状染色体时,C型($2n=8$)变为D''型($2n=10$);当C型的 号染色体由点状变为“V”形时,C型就变为E型;当C型的X染色体由棒状(R)变为J形时,C型就变为C'型;当C型的 号染色体变长出现次缢痕时,C型就变为C'''型;当C型的 号染色体和X染色体都变为“V”形时,C型就变为F型。可见,不管是染色体的数目发生变化,还是任何一条染色体的结构发生变化,都可使基本核型发生改变,变为一种新核型。

3.5 体细胞同源染色体联会与交叉现象

本实验中,发现有7种果蝇有体细胞同源染色体联会现象:拟果蝇(图14)、吉川氏果蝇(图28)、林氏果蝇(图35)、叔白颜果蝇(图43)、双刺果蝇(图48)、吉里果蝇(图56)和*D. sp. like takahashii*(图54),除叔

白颜果蝇与戴灼华等(1987)报道的相同外,其他6种均为首次报道。 号 和 号两对染色体发生联会是它们的共同特点,也有X染色体联会的(图43)。林氏果蝇(图35)和叔白颜果蝇(图43)2个种还可看到明显的交叉现象。

交叉现象在减数分裂时是常见的,说明遗传物质发生了交换,但在脑神经节细胞的有丝分裂中,交叉现象并不多见。体细胞联会与交叉现象的发现,说明有丝分裂的体细胞可以发生遗传物质的交换,这种交换可能是对等的交换,也可能是不对等的交换,不对等交换就会出现同源染色体结构差异;在交换过程中,如果部分染色体因断裂而丢失,是否会形成B染色体,值得进一步探讨。可以肯定的是:发生体细胞联会与交叉的林氏果蝇和叔白颜果蝇2个种是B染色体出现频率较高(55%以上)的种。

3.6 地理分布与核型差异

在我们检测的黑腹果蝇种组40种果蝇中,除9种果蝇外,其他31种果蝇因地理分布不同而出现了核型差异,其中以蒲桃果蝇、吉川氏果蝇、林氏果蝇、透明翅果蝇等4种果蝇的核型差异最明显。

Singh等(1979)报道印度蒲桃果蝇的核型为D型;Baimai(1980)报道柬埔寨该种的核型为C'型;Watanabe等(1982)报道日本该种的核型为E"型。我们检测了该种西藏1个单雌系和海南2个单雌系,其核型均为C型。C型是黑腹果蝇种组的基本核型,较其他3种(C'型、D型和E"型)核型更接近原始核型。故该种的起源地很可能在中国的西藏藏南地区。

Ward(1949)报道吉川氏果蝇的核型为D型;Singh等(1979)报道印度该种的核型为E'型;凌发瑶等(1987)报道云南该种的核型为C型。我们检测了该种的12个单雌系(湖北1,海南5,广东6),核型有D型(广东1)、I型(广东1和海南1)、E型(湖北1和广东4)和E'型(海南4)。E型的 号染色体为“V”形,X染色体为棒状;I型的 号染色体为棒状,X染色体为V型。如果E型的 号染色体与X染色体换位,E型就变为I型。该种现有5种(C、D、E、E'和I)不同核型。凌发瑶等(1987)在讨论该种核型差异时指出:它的 号染色体最少显示出6个变异的类型,每个类型似乎代表着一定的地理分布型,这种地理分布型的变型显然是由于不同环境中,Y染色体和 号染色体所获得的异染色质数量不同而导致这个种内核型产生如此复杂的变异。这说明该种核型是很

不稳定的。

Bock等(1972)报道台湾林氏果蝇的核型为D型;Baimai(1980)报道泰国该种的核型为D'型;凌发瑶(1987)报道云南蒙自该种的核型为E'型;我们检测了该种的4个单雌系(西藏1、云南1和广东2),核型有D型(广东车八岭)、D'型(西藏)、D"型(云南麻栗坡)和E'型(云南麻栗坡)。我们发现该种的4个单雌系中,有3个单雌系(广东车八岭173、车八岭216和云南麻栗坡)有B染色体,西藏1个单雌系无B染色体。我们检测了西藏黑腹果蝇种组的12种果蝇的20个单雌系(表1),都没有发现B染色体。同时检测银额果蝇的B染色体分布情况,也发现西藏的银额果蝇没有B染色体。西藏果蝇无B染色体,可能与西藏的特殊地理环境有关。

Bock等(1972)首次报道台湾透明翅果蝇的核型为B型($2n=6$),有两对中着丝粒染色体,X染色体和Y染色体均为棒状染色体。我们检测了广东车八岭该种的核型,雌性为 $2n=8$ (图50),雄性 $2n=7$ (图51),雄性少了1条 号染色体,为 号染色体单体。雄性的Y染色体为J形,不是棒状。 号染色体单体的雄性能进行正常生存繁殖,这实属罕见。该种雄性原来的核型应为 $2n=8$,有两对不等长的中着丝粒染色体,1对点状的 号染色体,X染色体和Y染色体均为棒状。在进化过程中,1条点状的 号染色体融合到棒状的Y染色体上,使Y染色体由原来的棒状变为现在的J形(图51),但遗传物质并没有丢失。

致谢:本文英文摘要承蒙王行国教授审改,谨此致谢!

参考文献

- Baimai V (1980) Metaphase karyotypes of certain species of the *Drosophila montium* subgroup. *Japanese Journal of Genetics*, **55**, 165–175.
- Bock IR (1971) Taxonomy of the *Drosophila bipectinata* species complex. *The University of Texas Publication*, Number 7103, 273–280.
- Bock IR, Wheeler MR (1972) The *Drosophila melanogaster* species group. *The University of Texas Publication*, Number 7213, 1–102.
- Clayton FE, Wheeler MR (1975) *Handbook of Genetics* (ed. King RC). Plenum, New York.
- Dai ZH (戴灼华), Diao FS (刁福山) (1986) Chromosomes study in *Drosophila auraria* complex species found in China. *Acta Genetica Sinica* (遗传学报), **13**, 285–294. (in

- Chinese with English abstract)
- Dai ZH (戴灼华), Diao FS (刁福山) (1987) The studies of chromosomes in *Drosophila auraria* complex species found in China and Japan. *Acta Genetica Sinica* (遗传学报), **14**, 447–454. (in Chinese with English abstract)
- Kikkawa HJ, Peng FT (1938) *Drosophila* species of Japan and adjacent localities. *Japanese Journal of Zoology*, **7**, 507–552.
- Lemeunier F, David JR, Tsacas J, Ashburner M (1986) The *melanogaster* species group. *The Genetics and Biology of Drosophila*, **3**, 148–256.
- Ling FY (凌发瑶), Zhang WX (张文霞) (1987) Studies on the karyotypes of some Chinese *Drosophilid*-flies. *Zoological Research* (动物学研究), **8**, 401–411. (in Chinese with English abstract)
- Ling FY (凌发瑶), Lin S (林苏) (1990) The mitotic chromosome of two species of *Drosophila*: *D. trilineata* and *D. paralutea*. *Zoological Research* (动物学研究), **11**, 146–147. (in Chinese with English abstract)
- Ling FY (凌发瑶), O Kitagawa (北川修) (1991) The study of B chromosome in *Drosophila albomicans*. The number and frequency of Bs in Kunming population. *Zoological Research* (动物学研究), **12**, 93–98. (in Chinese with English abstract)
- Metz CW (1914) Chromosome studies in the Diptera. A preliminary survey of five different types of chromosome groups in the genus *Drosophila*. *Journal of Experimental Zoology*, **17**, 45–49.
- Prakash HS, Reddy GS (1977) Two new species of *Drosophila* (*melanogaster* species group)(Diptera: Drosophilidae). *Oriental Insects*, **11**, 597–604.
- Reddy GS, Krishnamurthy NB (1968) *Drosophila rajasekari*, a new species from Mysore(India). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences*, **68B**, 202–205.
- Singh BK, Gupta JP (1979) Karyological study of some Indian species of Drosophilidae. *Caryologia*, **32**, 265–278.
- Tan CC, Has TC, Sheng TC (1949) Known *Drosophila* species in China with descriptions of twelve new species. *The University of Texas Publication*, Number 4920, 196–206.
- Toda MJ (1991) Drosophilidae(Diptera) in Myanmar(Burma). The *Drosophila melanogaster* species group, excepting the *D. montium* species group. *Oriental Insects*, **25**, 69–94.
- Ward CL (1949) Karyotype variation in *Drosophila*. *The University of Texas Publication*, Number 4920, 70–79.
- Watanabe TK, Matsuda M, Ohuishi S, Hihara F (1982) Notes on the systematics of *Drosophila jambulina*. *Japanese Journal of Genetics*, **57**, 561–567.
- Xue WQ (薛万琦), Zhao JM (赵建铭) (1996) *Flies of China* (中国蝇类). Liaoning Science and Technology Press, Shenyang. (in Chinese)
- Zhang J (张菁), Xue XQ (薛小桥), Qian YH (钱远槐), Guo ZY (郭志云) (1993) Studies of the karyotypes for five species of *Drosophila melanogaster* in Wuhan. *Journal of Hubei University (Natural Science)* (湖北大学学报(自然科学版)), **15**(1), 24–28. (in Chinese with English abstract)

(责任编辑: 闫文杰)