

东北地区亚洲飞蝗染色体核型分析*

李 敏 王寅亮 宋慧华 任炳忠**

(东北师范大学 生命科学院 长春 130024)

摘 要 采用常规压片法对吉林省亚洲飞蝗 *Locusta migratoria migratoria* (L.) 的染色体核型进行分析。研究结果表明: 亚洲飞蝗性别决定机制为 XO 型, 染色体数目为 $2n \delta = 23$, 染色体组式 $4L + 4M + 3S + X$, 全部为端着丝粒染色体, $NF = 23$ 。染色体中最长(L1)与最短(S11)染色体之比大于 4:1, 臂比大于 2:1 的染色体的百分比为 0, 因此亚洲飞蝗的染色体核型属“1C”核型。未发现 B 染色体和随体。对吉林和新疆 2 个地区的亚洲飞蝗的染色体核型进行比较, 结果表明两者虽为同一亚种但分属于 2 个不同的地理种群, 由于所处自然地理环境的不同, 染色体核型存在微小的差异。

关键词 亚洲飞蝗, 染色体核型, 地理种群

Karyotype analysis of *Locusta migratoria migratoria* in northeast China

LI Min WANG Yin-Liang SONG Hui-Hua REN Bing-Zhong**

(School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China)

Abstract The karyotype of *Locusta migratoria migratoria* (L.) in Jilin Province was analyzed by conventional chromosome analysis. The sex-determining mechanism of *Locusta migratoria migratoria* was XO and the chromosome number was $2n \delta = 23$ with a karyotype formula of $4L + 4M + 3S + X$. All chromosomes were telocentric, $NF = 23$ of the “1C” type. There was no obvious evidence of a B chromosome and satellite. A comparative study of the karyotypes of *Locusta migratoria migratoria* in Jilin and Xinjiang Provinces indicates that they belong to two different geographic populations of the same subspecies that have distinct geographical environments. Slight differences in chromosomal karyotype were apparent between the two populations.

Key words *Locusta migratoria migratoria*, karyotype, geographic population

飞蝗隶属于直翅目 Orthoptera, 蝗总科 Acridoidea, 斑翅蝗科 Oedipodidae, 飞蝗属 *Locusta* Linnaeus, 全世界已知有 1 个种 10 个亚种, 我国有 3 个亚种, 即: 东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* (Meyen)、亚洲飞蝗 *Locusta migratoria migratoria* (L.) 和西藏飞蝗 *Locusta migratoria tibetensis* Chen。在我国, 亚洲飞蝗主要分布在新疆的沿湖或河流两岸及沼泽苇草丛生的地带, 在青海、内蒙古、甘肃、河北的北部以及东北地区的河流两岸及沿湖淀的苇草丛生地。陈永林等 (1980) 对亚洲飞蝗的形态特征、生活史、生活习性和蝗区的类型和分布进行了大量研究。染色体核型分析是细胞遗传学研究的基本方法, 是研究物

种演化、分类以及染色体结构、形态与功能之间的关系所不可缺少的重要手段。本文采用常规压片法对亚洲飞蝗的染色体核型进行分析, 希望为亚洲飞蝗的细胞遗传学研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 材料

2010 年 7 月初于吉林省白城市大安县海坨乡亚洲飞蝗发生地采集 3~4 龄亚洲飞蝗蝗蛹, 在实验室条件下进行人工饲养。室内饲养温度 $(30 \pm 2) ^\circ\text{C}$, 相对湿度为 65%~75%, 每天早晚 2 次以新鲜的芦苇叶进行饲养至亚洲飞蝗成虫的性成熟期。

* 资助项目: 公益性行业(农业)科研专项(200903021)。

** 通讯作者, E-mail: bzren@163.com

收稿日期: 2011-04-24, 接受日期: 2011-05-11

1.2 试验方法

取性成熟期的雄性亚洲飞蝗进行活体解剖,在虫体腹部侧膜处剪一小口,夹出精巢放入低渗液或蒸馏水中,5~10 min 后,转入卡诺固定液(甲醇:冰乙酸=3:1)中固定约 8~12 h,待精巢发白后移至 75% 酒精中保存备用。用解剖针挑取经预处理固定及保存好的精巢 2~3 条精小管,置于洁净载玻片上,取其末端膨大部分,滴加 60% 冰醋酸软化,加盖片,在盖片上覆以 2~3 层滤纸施压,随后置于液氮罐中快速冷冻后揭片,将玻片置于室温下自然干燥备用。用 pH 值为 6.8 的 PBS 配制的 5% Giemsa 染液(现用现配)染色 15 min 左右,然后用蒸馏水冲净玻片表面的染液。将染完色的玻片标本于室温下无尘处自然干燥后,以中性树胶封片,制成永久玻片标本,以供镜检及照相。

1.3 核型分析方法

选取 5~8 个亚洲飞蝗个体,每个个体观察 10 个左右处于有丝分裂中期与减数分裂 I 中期的细胞进行拍照,选取 3~5 个染色体分散较好的细胞进行测量,并按李懋学和陈瑞阳(1985)的方法计算核型平均值,采用 Levan(1964)、Kuo(1972)提出的方法对染色体进行分类,核型对称性分类按 Stebbins(1971)提出的标准进行。采用 Excel 2003 作图,应用 Adobe Photoshop 7.0 软件对核型进行分析。

2 结果与分析

亚洲飞蝗有丝分裂中期染色体照片、染色体核型图、染色体核型模式图及染色体参数如图 1~3 和表 1 所示。亚洲飞蝗染色体数目: $2n(\delta) = 22 + XO = 23$, 染色体臂指数 $NF = 23$, 全部为端部着丝粒染色体,性别决定机制为 $XX \text{♀} / XO \text{♂}$; 染色体组式为 $4L + 4M + 3S + X$, 包括大型染色体 4 对, 相对长度(RL)值为 14.52%~10.28%; 中型染色体 4 对, RL 值为 7.56%~6.91%; 小型染色体 3 对, RL 值为 4.69%~3.43%; X 染色体为中长染色体, RL 值是 9.35%, 在整个染色体组中长度排在第 5 位。染色体中最长(L1)与最短(S11)染色体之比大于 4:1, 臂比大于 2:1 的染色体的百分比为 0, 因此亚洲飞蝗的染色体核型属“1C”核型。亚洲飞蝗核型分析过程中未发现 B 染色体和随体。

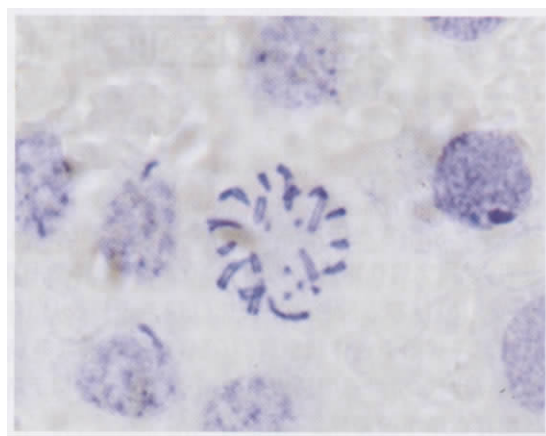


图 1 亚洲飞蝗有丝分裂中期染色体
(放大倍数 100 × 10)

Fig. 1 Chromosomes of *Locusta migratoria migratoria* in metaphase of mitosis

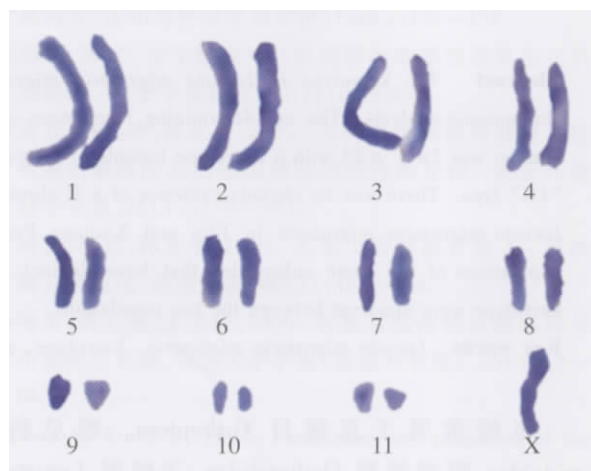


图 2 亚洲飞蝗染色体核型图

Fig. 2 The karyogram of *Locusta migratoria migratoria*

3 讨论

3.1 2 个不同地理种群的亚洲飞蝗染色体核型的比较分析

龚玉新和郑哲民(2004)对新疆地区亚洲飞蝗的染色体核型进行了研究,染色体核型分析结果为:染色体数目 $2n \delta = 23$, 性别决定机制 XO 型。染色体都是端部着丝粒染色体。染色体组式: $3L + 6M + 2S + X$, 包括大型染色体 3 对, 相对长度 RL 值 15.37~11.72, 中型染色体 6 对, RL 值 9.00~5.35, 小型染色体 2 对, RL 值分别是 4.16 和 3.62, X 染色体为中型染色体, RL 值 8.70, 在染色

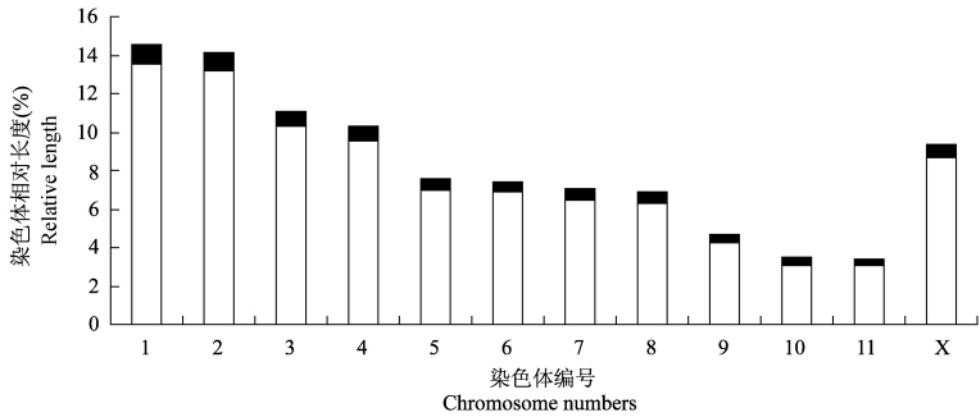


图 3 亚洲飞蝗染色体核型模式图

Fig.3 The idiogram of *Locusta migratoria migratoria*

表 1 亚洲飞蝗染色体参数

Table 1 Chromosome parameters of *Locusta migratoria migratory*

染色体编号 Chromosome numbers	实际长度(μm) The actual length	相对长度(%) The relative length	相对长度指数 T The relative length index	分组 Groups	
				相对长度	相对长度指数 T
				The relative length	The relative length index
1	11.68	14.52	1.74	L	长
2	11.40	14.17	1.70	L	长
3	8.91	11.07	1.33	L	长
4	8.27	10.28	1.23	L	中长
5	6.08	7.56	0.91	M	中短
6	5.97	7.43	0.89	M	中短
7	5.68	7.06	0.85	M	中短
8	5.56	6.91	0.83	M	中短
9	3.77	4.69	0.56	S	短
10	2.84	3.53	0.42	S	短
11	2.76	3.43	0.41	S	短
X	7.52	9.35	1.12	M	中长

注: 1. 染色体相对长度 = 每条染色体实测长度 / 染色体组总实测长度 × 100。

The relative length = The actual length of each chromosome / The total length of chromosomes × 100.

2. 染色体相对长度指数 = 每条染色体长度 / 全组染色体平均长度。

The relative length index = The length of each chromosome / The average length of chromosomes.

体组中长度排在第 5 位。对 2 个不同地理种群的亚洲飞蝗染色体核型的比较分析结果表明两者染色体组并不相同,主要表现为两者的 4 号和 9 号染色体的相对长度靠近类型划分的临界值,最终导致其类型划分的不同。对吉林和新疆地区亚洲飞蝗染色体相对长度进行方差分析(表 2),结果表明,吉林和新疆地区亚洲飞蝗 1~12 号染色体相对长度无显著性差异,两者染色体相对长度整体在基本相同的数值范围内进行变动,说明新疆

地区的亚洲飞蝗与吉林地区的亚洲飞蝗属于飞蝗属的同一亚种,但是由于两者分属于 2 个不同的地理种群,在不同的地理区域环境作用下,染色体核型存在细微差别(图 4)。

不同的物种具有不同的核型,核型是区别物种的基本遗传学依据。染色体核型分析通常用于科下属间的比较分析及属下种间的比较分析,贾潇凌和马恩波(1998)对斑翅蝗科部分种属染色体的细胞学特征进行了研究,指出同属内的不同种

表 2 2 个不同地理种群的亚洲飞蝗染色体相对长度(%) 方差分析
Table 2 The variance analysis of chromosome relative length of two different
geographic population of *Locusta migratoria migratoria*

差异源 Difference sources	SS	df	MS	F	P-value	F crit
组间 The among groups	4.167E-06	1	4.17E-06	3.13E-07	0.9995583	7.9453857
组内 The within groups	292.40469	22	13.29112			
总计 Total	292.4047	23				

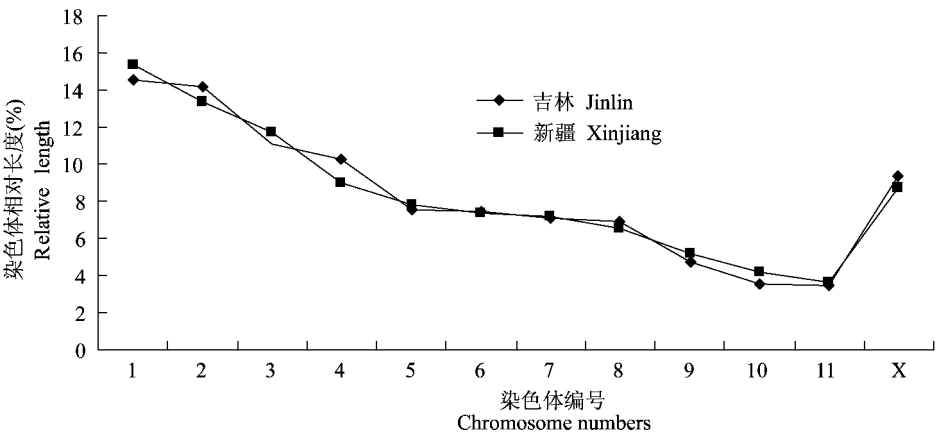


图 4 2 个不同地理种群的亚洲飞蝗染色体相对长度比较
Fig. 4 Chromosome relative length comparison of two different geographic populations of
Locusta migratoria migratoria

间,一方面表现出属的共性,另一方面表现出属下种间的差异,在某一项或几项细胞分类学指标上存在细微的差别。本文对斑翅蝗科飞蝗属同一亚种下 2 个不同地理种群的亚洲飞蝗染色体核型进行了研究,结果表明吉林和新疆地区的亚洲飞蝗染色体核型存在细微的差别。这说明在不同的自然地理环境作用下,不同地理种群的不同物种其染色体的细胞学特征可能存在微小的差异。

参考文献(References)

陈永林,刘举鹏,黄春梅,1980. 新疆的蝗虫及其防治. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 51—57.

龚玉新,郑哲民,2004. 中国斑翅蝗科细胞分类学研究. 博士学位论文. 西安: 陕西师范大学.
贾潇凌,马恩波,1998. 斑翅蝗科部分种属细胞分类学的研究. 山西大学学报(自然科学版),21(3): 291—296.
Kuo SR, 1972. Karyotype analysis of some Formosan gymnosperms. *Taiwania*,17(1): 66—80.
Levan A, 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas*,52: 201—220.
李懋学,陈瑞阳,1985. 关于植物核型分析的标准化问题. 武汉植物研究,3(4): 297—302.
Stebbins GL,1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants. London: Edward Arnold. 85—104.

东亚飞蝗血细胞形态学研究^{*}

贾雷坡 崔智芳 王 强 吴 昊 张小民^{**}

(山西大学生命科学学院 太原 030006)

摘 要 通过 Wright's 染色和光学显微镜对不同地区东亚飞蝗的血细胞进行了观察,发现东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis* (Meyen) 的血细胞包括原血胞、浆血胞、粒血胞和类绛血胞 4 种类型。原血胞的细胞核为红色,而其它 3 种血细胞的细胞核均被 Wright's 染液染成红色和蓝色 2 种类型。故认为浆血胞是由原血胞分裂而来;浆血胞进一步分化为蓝核浆血胞和红核浆血胞,蓝核浆血胞进一步演化为蓝核粒血胞和蓝核类绛血胞;红核浆血胞进一步演化为红核粒血胞和红核类绛血胞。粒血胞又分化为大颗粒粒血胞和小颗粒粒血胞,小颗粒粒血胞又进一步分化为密集小颗粒粒血胞和稀少小颗粒粒血胞,由此将东亚飞蝗的血细胞分为 4 类 11 种。该研究不仅为蝗虫形态学提供依据,同时也为蝗虫生理、蝗虫免疫,以及防蝗治蝗提供依据。

关键词 东亚飞蝗, 血细胞, 形态学

Morphological study on hemocytes of *Locusta migratoria manilensis*

JIA Lei-Po CUI Zhi-Fang WANG Qiang WU Hao ZHANG Xiao-Min^{**}

(School of Life Science, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract Light microscopy and the Wright stain method revealed four types of hemocytes; prohaemocytes, plasmatocytes, granulocytes and oenocytoids, in *Locusta migratoria manilensis* (Meyen). Prohaemocytes' had a red nucleus, whereas the nucleus of the other three haemocytes was dyed red and blue by Wright's dye. Plasmatocytes are considered to be disintegrated prohaemocytes and can be further differentiated into red-nucleus plasmatocytes and blue-nucleus plasmatocytes. Blue-nucleus plasmatocytes evolve into blue-nucleus granulocyte and oenocytoids whereas red-nucleus plasmatocytes evolve into red-nucleus granulocyte and oenocytoids. Granulocytes are differentiated into large-granular granulocytes and small-granular granulocytes, the latter are differentiated into exiguous and dense small granular granulocytes. Hemocytes of *L. m. manilensi* can therefore be divided into four main types with eleven subtypes. This study not only provides a basis for grasshopper morphology, but also grasshopper physiology, immunity and locust control.

Key words *Locusta migratoria manilensis*, hemocyte, morphology

自从 1669 年 Swammerdam 被认为是第 1 个发现昆虫的“白”血细胞以来,昆虫的血细胞研究已逾 340 余年的历史 (Rooseboom, 1937; Jones, 1962),在昆虫血细胞形态和类型研究方面具代表性的学者有 Newport(1845) 将昆虫和其它无脊椎动物血细胞的进化,以及与人脊椎动物血细胞进行了比较; Gupta(1929) 总结了昆虫血细胞的形态、功能和研究方法; Mathur 和 Soni(1937) 对沙漠蝗血液的组织学进行了观察; Yeager(1945) 以南方行军虫 *Prodenia eridania* (Cram.) 为材料,热固

定后用 Wright 染色法,将其血细胞细分 10 类 32 型; Rizki(1957) 研究了果蝇血细胞数量,并将果蝇 *Drosophila melanogaster* Meig 的血细胞分为两大类; Jones(1962) 归纳了目前人们所接受的昆虫血细胞的 5 种类型; 刘崇乐和傅贻玲(1964) 将粘虫各虫态虫龄的血细胞分为 8 个类型,并将浆血胞区分为大核浆血胞和小核浆血胞 2 种; Price 和 Ratcliffe(1974) 对 15 目的昆虫活细胞进行了光学显微镜研究,发现 6 种血细胞类型,有原血胞、浆血胞、粒血胞、球血胞、囊血胞和类浆色血胞,其中

^{*} 资助项目: 国家自然科学基金资助项目(30770239)、山西省自然科学基金(2009011048)。

^{**} 通讯作者, E-mail: zhangxm@sxu.edu.cn

收稿日期: 2010-12-24, 接受日期: 2011-02-28