

四十五种叶蝉的染色体研究

(同翅目:叶蝉总科)

田润刚¹, 张雅林^{2*}, 袁 锋²

(1. 绍兴文理学院生物系, 浙江绍兴 312000; 2. 西北农林科技大学植保资源与病虫害治理教育部重点实验室, 西北农林科技大学昆虫博物馆, 陕西杨凌 712100)

摘要: 研究观察了 45 种中国雄性叶蝉的减数分裂, 其中 44 种的核型为首次报道, 染色体数目变化在 $2n = 12 \sim 26$ 之间, 性别决定均为 XO 型。从叶蝉总科的组型图来看, 该科染色体数目变化在 $2n = 8 \sim 28$ 之间, 峰值为 $2n = 18(16 + XO)$, 另外几种类型 $2n = 16, 20, 22$ 也有较高的出现频率。科内染色体数目的进化不具有明显的方向性, $2n = 22(20 + XO)$ 是该科的原始核型, 易位导致的不均等互换可能是染色体数目进化的主要机制。从精子发生来看叶蝉总科与角蝉总科的关系较为密切, 两者的共同特点是: ①精母细胞体积较大, 显著不同于沫蝉和蝉科; ②减数分裂行为及精子变态过程相似; ③染色体数目较少, 染色体体积较大; ④减数分裂前期具有典型的花束期, 没有弥散期, 因而不同于蜡蝉。但是由于叶蝉总科的染色体变异范围明显大于角蝉总科, 而角蝉总科的核型相对较为保守, 从核型上来说角蝉总科是比叶蝉总科较为原始的类群。

关键词: 叶蝉总科; 核型; 染色体; 减数分裂

中图分类号: Q969.36 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2004)05-0630-09

Studies on the chromosomes of forty-five leafhopper species (Homoptera: Cicadelloidea) in China

TIAN Run-Gang¹, ZHANG Ya-Lin^{2*}, YUAN Feng² (1. Department of Biological Sciences, Shaoxing College of Arts and Sciences, Shaoxing, Zhejiang 312000, China; 2. Key Laboratory of Plant Protection Resources and Pest Management, National Ministry of Education, Entomological Museum, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The present paper deals with meiosis and chromosomes in 45 species of Chinese leafhoppers, among which 44 species are cytologically studied for the first time. Chromosome numbers vary from $2n = 12$ to 26, and sex determination is XO type in all species. Chromosomal histogram of Cicadelloidea shows that chromosome number vary from $2n = 8$ to 28, the predominant type is $2n = 18(16 + XO)$, and other types such as $2n = 16, 20$ and 22 are also very common. Positive trend on chromosome number evolution was not found, and $2n = 22(20 + XO)$ is suggested to be initial karyotype. Unequal exchange between homologous chromosomes induced by translocation is the main mechanism of karyotype evolution. Male meiosis indicates that the relationship between Cicadelloidea and Membracoidea is very close, and they share the following characteristics: ① volume of spermatocytes is bigger than that in Cercopoidea and Cicadoidea; ② chromosome behaviors during meiosis are similar; ③ fewer chromosomes but with bigger volume; ④ differing from Fulgoroidea, meiosis prophase I has typical bouquet stage but without diffuse stage. It is suggested that Membracoidea, are more primitive than Cicadelloidea, since chromosome numbers are much varied in Cicadelloidea but conservative in Membracoidea.

Key words: Cicadelloidea; karyotype; chromosome; meiosis

叶蝉是同翅目中最大的一个类群, 全世界已知 10 000 多种, 它们不仅刺吸植物组织液对其造成直

接危害, 而且许多种类还可传播植物病毒, 给农林业生产带来更严重的损失。叶蝉形态多变, 亚科划分

基金项目: 国家教育部霍英东基金项目

作者简介: 田润刚, 男, 1967 年 12 月生, 甘肃天水市人, 博士, 副教授, 从事昆虫学、细胞学研究, E-mail: tian@cella.cn

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: yalinzh@nwsuaf.edu.cn

收稿日期 Received: 2003-10-05; 接受日期 Accepted: 2004-06-29

问题意见分歧很大,不同作者将其分为 10~68 个亚科。通过对叶蝉核型及其染色体在减数分裂过程中行为的研究,可以为叶蝉的分类和系统发育等研究提供新的理论依据。

Boring(1907)最早报道了 6 种叶蝉的精子发生。之后, Halkka(1957, 1959, 1960, 1964)、Whitten(1965)、Bhattacharya(1972, 1973, 1975)及 Parida(1981)等也从事过叶蝉的染色体研究。到目前为止,总计对 144 个属 260 余种叶蝉进行过核型学(karyology)研究,约占已知种的 3%,国内尚无类似报道。作者研究观察了 45 种中国雄性叶蝉的减数分裂,其中 44 种的核型为首次报道。

1 材料与方法

标本来源详见表 1,采用乙醇冰醋酸混合液(3:1)固定。由于叶蝉体型较小,在野外采集时往往不具备解剖条件,因此本项研究中采用了整体固定的方法,将活虫或刚杀死的虫体投入上述固定液中,24 h 后,置换于 70% 的乙醇中,存放于冰箱中。固定前不注射秋水仙素,因为精巢组织的分裂极其旺盛,不经该项处理同样可以获得大量的中期分裂相以供观察,而且虫体太小,在野外不易进行该项操作。虽然低渗处理可以明显提高制片质量,但由于野外不具备应有的条件,因此本实验中未作固定前处理。

取一固定标本,置于表面皿中,加清水漫过标本,在体视显微镜下操作。用镊子夹住标本,用解剖针沿腹板两侧划破标本,揭去腹板和消化道,叶蝉的精巢位于消化道背面、近腹基部(其他头喙亚目昆虫中一般位于腹中部)。仔细剔除精巢周围的脂肪后,

挑取球状的精小管,置于清洁的载物片上,加一滴 45% 的乙酸压片,冰冻揭片,石炭酸品红染色(配制方法参见李国珍,1985)。Nicon E800 全自动摄影显微镜下观察和摄影,每种至少统计 30 个中期 I 细胞。

2 观察结果

观察了 45 种雄性叶蝉的减数分裂,染色体数目变化在 $2n = 12 \sim 26$ 之间(图 1~59),性别决定均为 XO 型。叶蝉的减数分裂行为与蝉科、沫蝉科的极其相似,但是精母细胞较大。前期 I 具有典型的花束期(图 18,33),染色体一端固定于核膜,另一端呈花瓣状辐射,花束期一直可延续到粗线期(图 34)。双线期配对的同源染色体开始分离,仅在交叉处连接(图 35)。终变期常染色体呈环形、V 形、O 形,通常只有一至二个交叉,性染色体呈点状而易与常染色体区别(图 19,37,38,49)。中期 I 常染色体呈棒状、点状、块状,同源染色体围成环状,性染色体一般呈深染的圆点状,排列于常染色体围成的环的中央,但由于压片角度的不同,在实际拍摄的照片中性染色体多位于常染色体的一侧。后期同源染色体分离,性染色体有时落后于常染色体的分离。通过对大量标本的观察,我们发现性染色体的落后并没有种属特异性。第二次减数分裂进行十分迅速,仅在个别种类中观察到清晰的中期 II 分裂相(图 22)。

由于中期染色体的形状不规则、粗细不等、染色深浅常有差异等,难以准确统计相对长度或相对体积,因此仅对染色体的数目和性别决定机制进行了分析,详细结果见表 1。

表 1 45 种叶蝉染色体及性别决定

Table 1 Chromosome numbers and sex determination in 45 species of leafhoppers in China

种名 Species	采集地点 Localities	染色体数 Chromosome numbers (n)	性别决定 Sex determination	图号 Fig.
胫槽叶蝉属 <i>Drabescus</i> sp.	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	7	XO	1
肖顶带叶蝉属 <i>Athysanopsis</i> sp. A	河南白云山 Baiyunshan, Henan	6	XO	2
肖顶带叶蝉属 <i>Athysanopsis</i> sp. B	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	10	XO	16
叉茎叶蝉 <i>Dryadomorpha pallida</i> Kirkaldy	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	7	XO	3
阔茎叶蝉 <i>Drabescoides nuchalis</i> (Jacobi)	陕西太白 Taibai, Shaanxi	6	XO	4
橙带铲头叶蝉 <i>Hecalus albomaculata</i> (Distant)	广西南宁 Nanning, Guangxi	10	XO	5
纵带尖头叶蝉 <i>Yanocephalus yanonis</i> (Matsumura)	陕西北宁 Ningshan, Shaanxi	7	XO	6
菱纹叶蝉属 <i>Hishimonus</i> sp.	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	7	XO	7
黑环纹叶蝉 <i>Recilia schmidgeni</i> (Wagner)	吉林公主岭 Gongzhuling, Jilin	10	XO	8
纹翅叶蝉 <i>Nakahararus maculosus</i> Kuoh	陕西太白 Taibai, Shaanxi	6	XO	9

续表 1 Table 1 (continued)

种名 Species	采集地点 Localities	染色体数 Chromosome numbers (n)	性别决定 Sex determination	图号 Fig.
条沙叶蝉属 <i>Psammotettix</i> sp.	陕西太白 Taibai, Shaanxi	11	XO	10
条沙叶蝉 <i>Psammotettix striatus</i> (L.)	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	8	XO	11
一点木叶蝉 <i>Phlogotettix cyclops</i> (Mulsant & Rey)	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	6	XO	12
木叶蝉属 <i>Phlogotettix</i> sp.	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	9	XO	13
横带掌叶蝉 <i>Handianus (Usuironus) limbicosta</i> (Jacobi)	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	9	XO	14
纵带叶蝉 <i>Scaphoideus morosus</i> Melichar	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	7	XO	15
锥头叶蝉 <i>Japananus hyalinus</i> (Osborn)	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	8	XO	18-22
四点叶蝉 <i>Macrosteles quadrimaculata</i> (Matsumura)	陕西旬阳坝 Xunyangba, Shaanxi	8	XO	23
黑尾叶蝉 <i>Nephotettix cincticeps</i> (Uhler)	陕西周至 Zhouzhi, Shaanxi	8	XO	24
甘蔗叶蝉 <i>Exitiatus indicus</i> (Distant)	河南鸡公山 Jigongshan, Henan; 陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	7	XO	17, 25
一字显脉叶蝉 <i>Paramesus lineaticollis</i> (Distant)	陕西宁陕 Ningshan, Shaanxi	8	XO	26
陕西沙小叶蝉 <i>Shaddai shaanxiensis</i> Ma	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	11	XO	27
小绿叶蝉 <i>Empoasca flavescens</i> (Fabricius)	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	10	XO	28
烟翅小绿叶蝉 <i>E. limbifera</i> (Matsumura)	河南白云山 Baiyunshan, Henan	6	XO	29
长柄叶蝉属 <i>Alebroides</i> sp.	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	9	XO	30
桃一点斑叶蝉 <i>Erythroneura sudra</i> (Distant)	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	8	XO	31-40
双纹斑叶蝉 <i>Erythroneura limbata</i> (Matsumura)	陕西杨凌 Yangling, Shaanxi	8	XO	41
窗耳叶蝉 <i>Ledra auditura</i> Walker	陕西太白 Taibai, Shaanxi	12	XO	42
四脊耳叶蝉 <i>L. quadricarina</i> Walker	陕西太白 Taibai, Shaanxi	13	XO	43
角胸叶蝉 <i>Tiuria angulata</i> (Matsumura)	陕西太白 Taibai, Shaanxi	12	XO	44
圆痕叶蝉 <i>Agallia</i> sp.	陕西太白 Taibai, Shaanxi	12	XO	45
白头小板叶蝉 <i>Oniella leucocephala</i> Matsumura	贵州雷公山 Leigongshan, Guizhou	8	XO	46
红线拟隐脉叶蝉 <i>Pseudonirvana rufolineata</i> Kuoh	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	6	XO	47
齿片单突叶蝉 <i>Lodiana richeriana</i> Zhang	陕西太白 Taibai, Shaanxi	12	XO	48
尼氏单突叶蝉 <i>L. nielsoni</i> Zhang	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	12	XO	49
黑颜单突叶蝉 <i>L. brevis</i> (Walker)	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	12	XO	50
锈盾短头叶蝉 <i>Iassus rubiginosus</i> Kuoh	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	7	XO	51
金翅网脉叶蝉 <i>Krisna sherwilli</i> Distant	陕西太白 Taibai, Shaanxi	8	XO	52
三斑冠垠叶蝉 <i>Boundaru trimaculatus</i> Li et Wang	河南白云山 Baiyunshan, Henan	13	XO	53
黑盾横脊叶蝉 <i>Evacanthus nigriscutus</i> Li et Wang	贵州雷公山 Leigongshan, Guizhou	13	XO	54
顶斑边大叶蝉 <i>Kolla pautula</i> (Walker)	河南鸡公山 Jigongshan, Henan	8	XO	55
大白叶蝉 <i>Cofana spectra</i> Distant	河南龙峪湾 Longyuwan, Henan	9	XO	56
黄翅条大叶蝉 <i>Atkinsoniella flavipenna</i> Li et Wang	贵州雷公山 Leigongshan, Guizhou	11	XO	57
平凹大叶蝉 <i>Bothrogonia pingtangana</i> Li	贵州镇远 Zhenyuan, Guizhou	13	XO	58
朝鲜黑纹叶蝉 <i>Koreocerus koreanus</i> (Matsumura)	陕西旬阳坝 Xunyangba, Shaanxi	11	XO	59

3 讨论

目前一般认为简单融合和断裂是半翅类核型进

化的主要机制 (Halkka, 1959; Whitten, 1965; Kuznetsova, 1980; Emeljanov and Kirillova, 1989, 1991)。支持这一假说的证据有 3 个方面, 即: ①染色体为全着丝粒性, 断裂或融合不会导致着丝粒性质的改变,

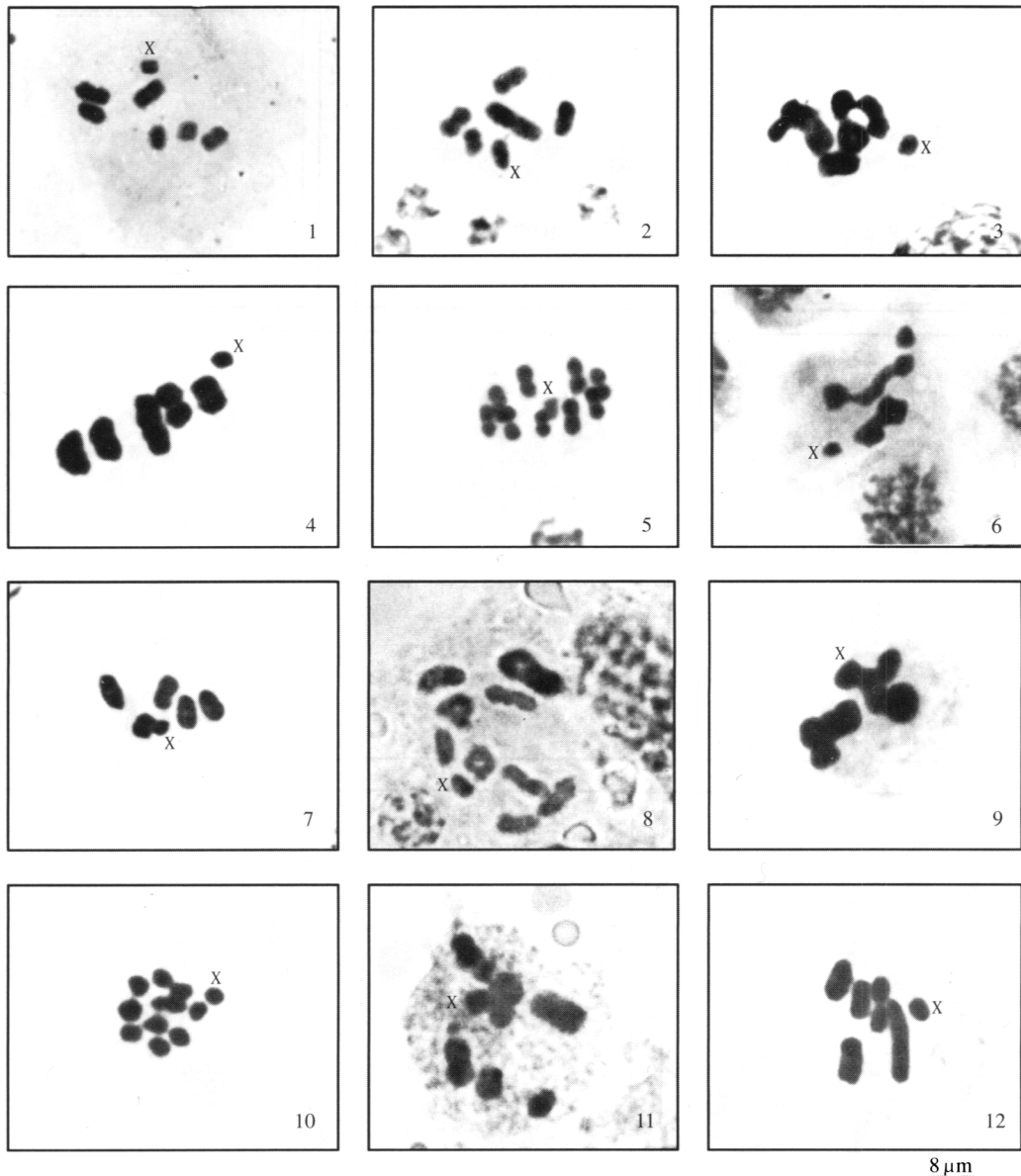


图 1~12 叶蝉的染色体

Figs. 1-12 Chromosomes of leafhoppers

1. 胫槽叶蝉属, 减数分裂中期 I *Drabescus* sp., meiosis metaphase I, $n = 7$, XO; 2. 肖顶带叶蝉属, 减数分裂中期 I *Athysanopsis* sp. A, meiosis metaphase I, $n = 6$, XO; 3. 叉茎叶蝉, 减数分裂中期 I *Dryadomorpha pallida* Kirkaldy, meiosis metaphase I, $n = 7$, XO; 4. 阔茎叶蝉, 减数分裂中期 I *Drabescoides nuchalis* (Jacobi), meiosis metaphase I, $n = 6$, XO; 5. 橙带铲头叶蝉, 减数分裂中期 I *Hecalus albomaculata* (Distant), meiosis metaphase I, $n = 10$, XO; 6. 纵带尖头叶蝉, 减数分裂中期 I *Yanocephalus yanonis* (Matsumura), meiosis metaphase I, $n = 7$, XO; 7. 菱纹叶蝉属, 减数分裂中期 I *Hishimonus* sp., meiosis metaphase I, $n = 6$, XO; 8. 黑环纹叶蝉, 减数分裂晚终变期 *Recilia schmidtge ni* (Wagner), meiosis late diakinesis, $n = 10$, XO; 9. 纹翅叶蝉, 减数分裂中期 I *Nakaharanus maculosus* Kuoh, meiosis metaphase I, $n = 6$, XO; 10. 条沙叶蝉属, 减数分裂中期 I *Psammettix* sp., meiosis metaphase I, $n = 11$, XO; 11. 条沙叶蝉, 减数分裂中期 I *Psammettix striatus* (L.), $n = 8$, XO, meiosis metaphase I; 12. 一点木叶蝉, 减数分裂中期 I *Phlogotettix cyclops* (Mulsant & Rey), meiosis metaphase I, $n = 6$, XO.

新染色体可以正常地分配到子细胞中去;②近缘类群中(如属内不同种)染色体数目越多的染色体越小,而染色体数目越少的,染色体越大,不同种具有

大致相同的 DNA 含量;③个别近缘种之间的杂交实验也支持上述观点。但是本文作者认为:①染色体具有端粒,它阻止了染色体间的相互融合;②从图

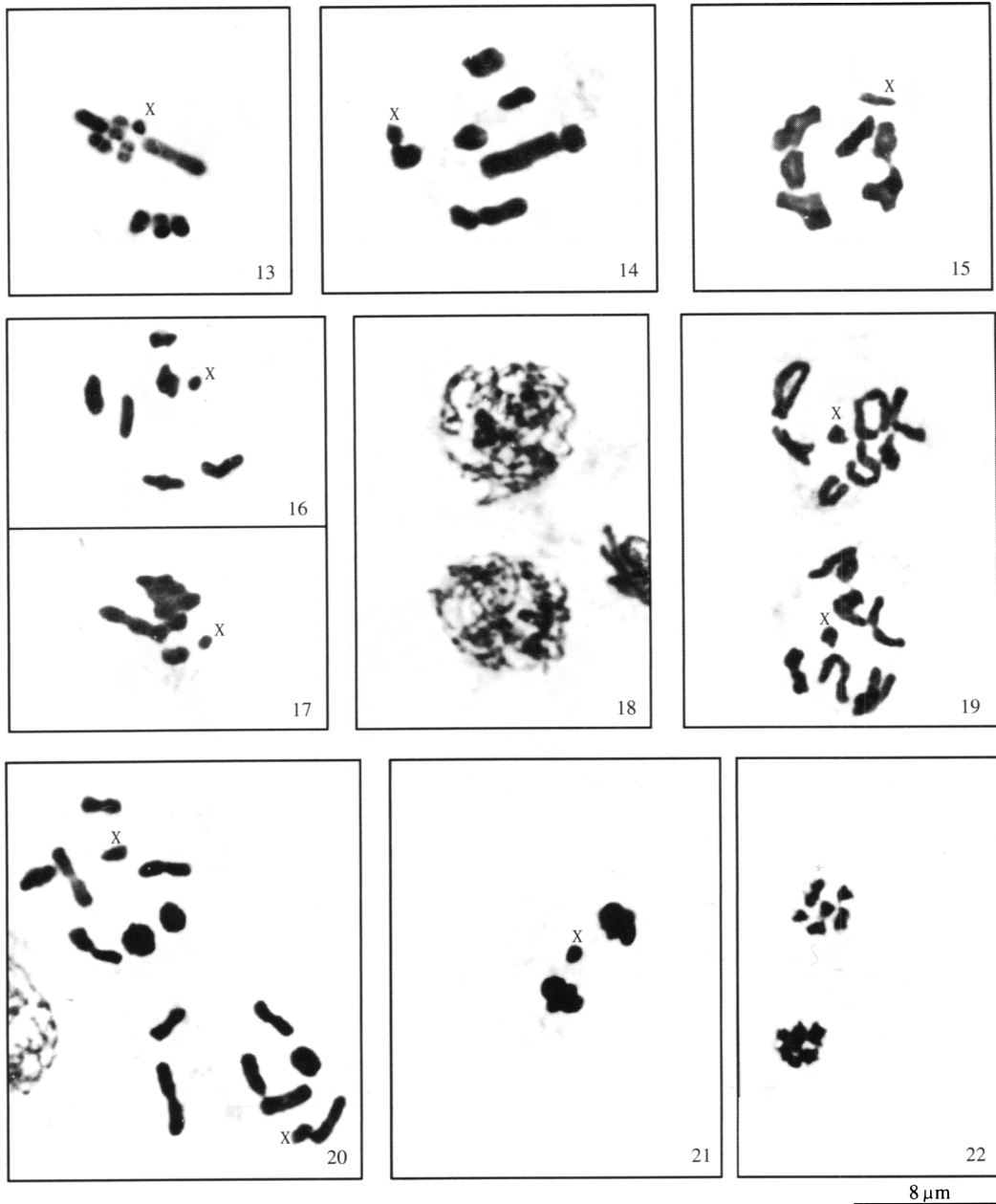


图 13 ~ 22 叶蝉的染色体

Figs. 13 - 22 Chromosomes of leafhoppers

13. 木叶蝉属, 减数分裂中期 I *Phlogotettix* sp., meiosis metaphase I, $n = 9$, XO; 14. 横带掌叶蝉, 减数分裂中期 I *Handianus* (*Usuironus*) *limbicosta* (Jacobi), meiosis metaphase I, $n = 9$, XO; 15. 纵带叶蝉, 减数分裂中期 I *Scaphoideus morosus* Melichar, meiosis metaphase I, $n = 7$, XO; 16. 肖顶带叶蝉属, 减数分裂中期 I *Athysanopsis* sp. B, meiosis metaphase I, $n = 10$, XO; 17. 甘蔗叶蝉(河南鸡公山 Jigongshan, Henan), 减数分裂中期 I *Exitianus indicus* (Distant), meiosis metaphase I, $n = 7$, XO; 18 ~ 22. 锥头叶蝉 *Japananus hyalinus* (Osborn): 18. 偶线期 Zygotene; 19. 终变期 Diakinesis; 20. 减数分裂中期 I Metaphase I, $n = 8$, XO; 21. 后期 I 性染色体落后于常染色体 Meiosis anaphase I, sex chromosome lag behind autosomes; 22. 减数分裂中期 II, 示 8 个分离的同源染色体 Meiosis metaphase II, show eight separated homologous chromosomes.

45、50、57 可以看出这些种均具有较多的染色体数, 但其染色体显然并不小(所有图采用相同放大倍率); ③近缘种之间的杂交实验仅仅说明了某些种间的染色体之间具有同源性, 并不是说明染色体断裂

或融合是进化的机制。

通过对 45 种叶蝉染色体的比较分析, 作者认为 Darlington (1937) 提出的由于染色体的易位而导致的非同源染色体间的不均等交换可能是该类群核型进

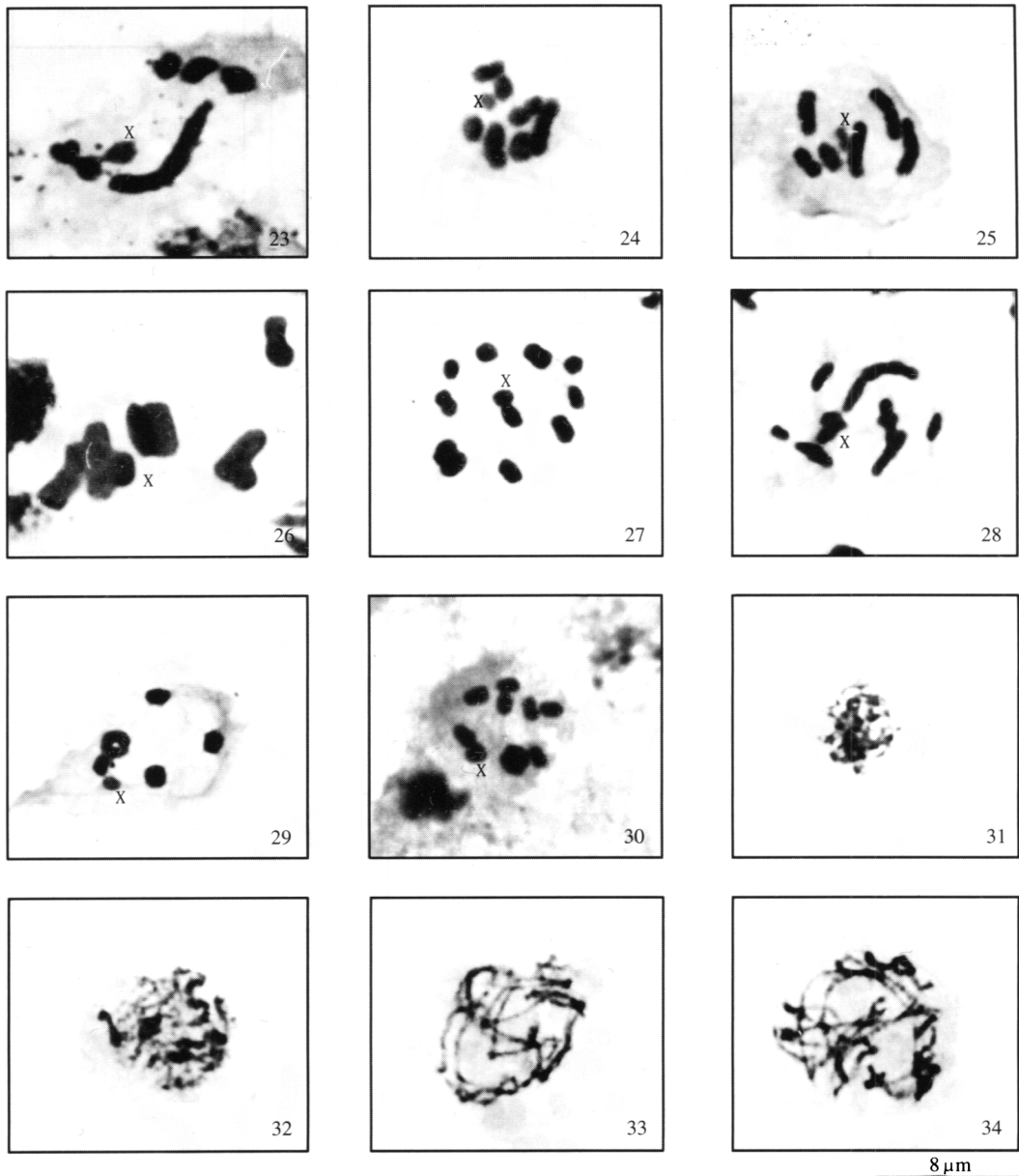


图 23 ~ 34 叶蝉的染色体

Figs. 23 - 34 Chromosomes of leafhoppers

23. 四点叶蝉, 减数分裂中期 I *Macrosteles quadrimaculata* (Matsumura), meiosis metaphase I, $n = 8$, XO; 24. 黑尾叶蝉, 减数分裂中期 I *Nephotettix cincticeps* (Uhler), meiosis metaphase I, $n = 8$, XO; 25. 甘蔗叶蝉(陕西杨凌 Yangling, Shaanxi), 减数分裂中期 I *Exitianus indicus* (Distant), meiosis metaphase I, $n = 7$, XO; 26. 一字显脉叶蝉, 减数分裂中期 I *Paramesus lineaticopllis* (Distant), meiosis metaphase I, $n = 8$, XO; 27. 陕西沙小叶蝉, 减数分裂中期 I *Shaddai shaanxiensis* Ma, meiosis metaphase I, $n = 11$, XO; 28. 小绿叶蝉, 减数分裂中期 I *Empoasca flavescens* (Fabricius), meiosis metaphase I, $n = 10$, XO; 29. 烟翅小绿叶蝉, 减数分裂中期 I *E. limbifera* (Matsumura), meiosis metaphase I, $n = 6$, XO; 30. 长柄叶蝉属, 减数分裂中期 I *Alebroides* sp., meiosis metaphase I $n = 9$, XO; 31 ~ 34. 桃一点斑叶蝉 *Erythroneura sudra* (Distant): 31. 细线期 Leptotene; 32. 偶线期 Zygotene; 33. 粗线期 Pachytene; 34. 早双线期 Early diplotene.

化的主要机制(详细描述参见史旦宾斯, 1963), 支持这一假设的证据有 3 个方面: ①染色体为全着丝粒型, 易位并不造成致命的基因删除; ②科内染色体数

目变异在一定范围之间, 染色体数目不具有递增或递减的进化方向性。③易位现象广泛存在于染色体数目变化范围较大的类群, 如沫蝉科和叶蝉总科。

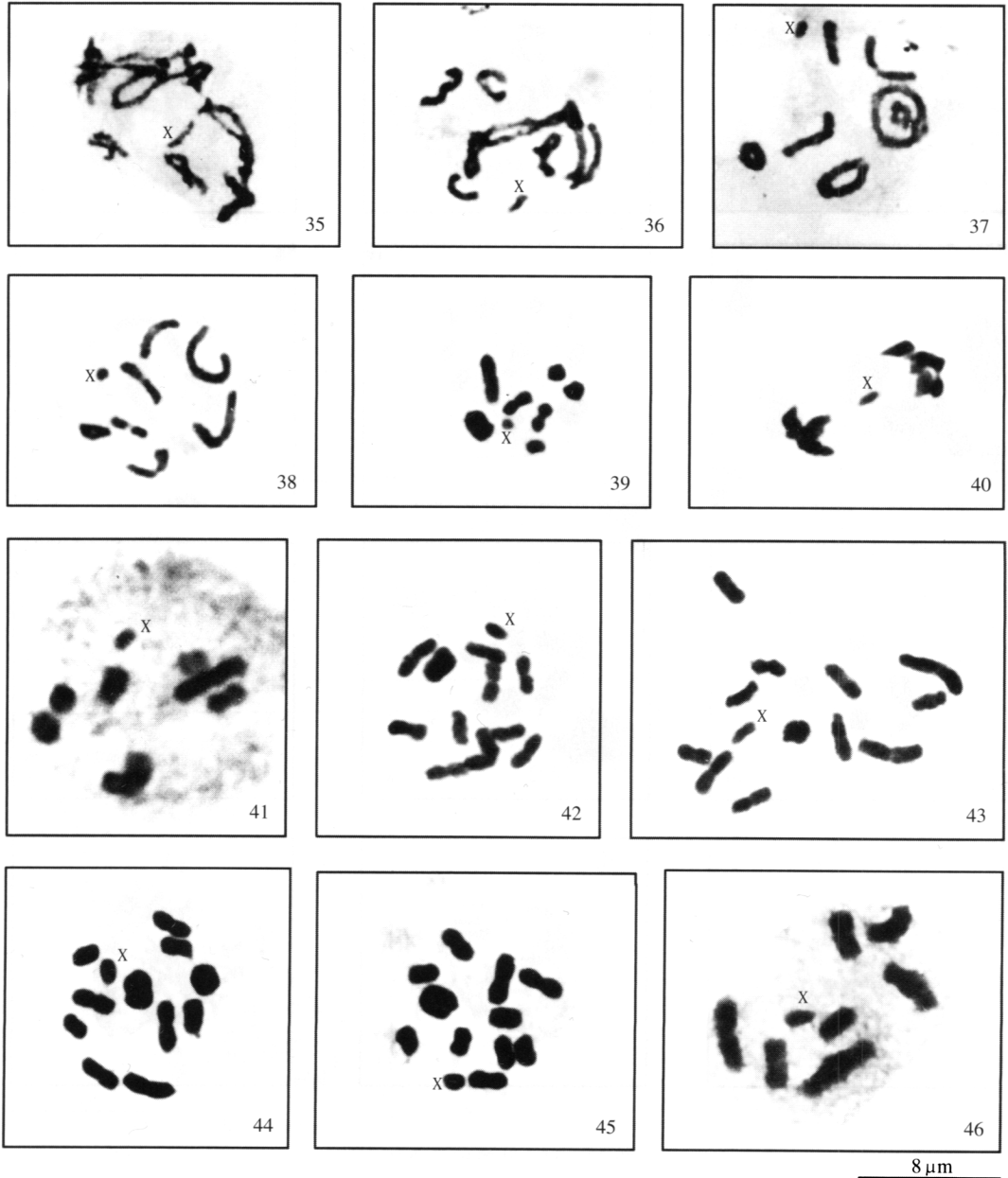


图 35~46 叶蝉的染色体

Figs. 35-46 Chromosomes of leafhoppers

35~40. 桃一点斑叶蝉 *Erythroneura sudra* (Distant), 35. 晚双线期 Late diplotene; 36. 早终变期 Early diakinesis; 37. 终变期 Diakinesis; 38. 晚终变期 Late diakinesis; 39. 减数分裂中期 I Meiosis metaphase I, $n = 8$, XO; 40. 后期 I 性染色体落后 Meiosis anaphase I, sex chromosome lagged; 41. 双纹斑叶蝉, 减数分裂中期 I *Erythroneura limbata* (Matsumura), meiosis metaphase I, $n = 8$, XO; 42. 窗耳叶蝉, 减数分裂中期 I *Ledra auditura* Walker, meiosis metaphase I, $n = 12$, XO; 43. 四脊耳叶蝉, 减数分裂中期 I *L. quadricarina* Walker, meiosis metaphase I, $n = 13$, XO; 44. 角胸叶蝉, 减数分裂中期 I *Tituria angulata* (Matsumura), meiosis metaphase I, $n = 12$, XO; 45. 圆痕叶蝉, 减数分裂中期 I *Agallia* sp., meiosis metaphase I, $n = 12$, XO; 46. 白头小板叶蝉, 减数分裂中期 I *Oniella leucocephala* Matsumura, meiosis metaphase I, $n = 8$, XO.

从叶蝉总科染色体数目的柱形图(图 60)可以看出,该科染色体数目变化在 $2n = 8 \sim 28$ 之间,呈正

态分布,有一个明显的峰值在 $2n = 18(16 + XO)$ 处,另外几种类型 $2n = 16, 20, 22$ 也有较高的出现频率。

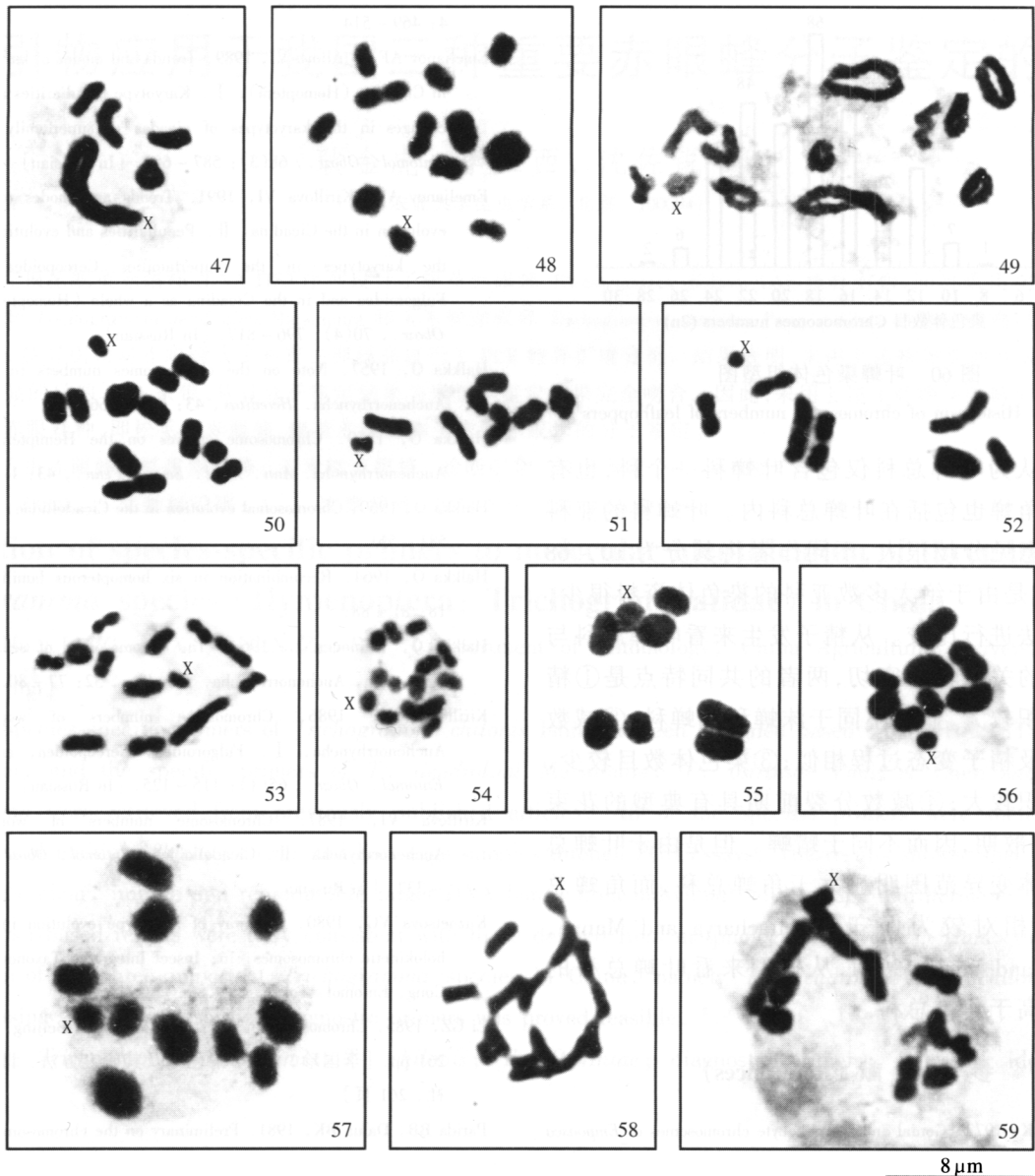


图 47~59 叶蝉的染色体

Figs. 47 - 59 Chromosomes of leafhoppers

47. 红线拟隐脉叶蝉, 终变期 *Pseudonirvana rufolineata* Kuoh, diakinesis, $n = 6, XO$; 48. 齿片单突叶蝉, 减数分裂中期 I *Lodiana ritcheiina* Zhang, meiosis metaphase I, $n = 12, XO$; 49. 尼氏单突叶蝉, 终变期 *L. nielsoni* Zhang, diakinesis, $n = 12, XO$; 50. 黑颜单突叶蝉, 减数分裂中期 I *L. brevis* (Walker), meiosis metaphase I, $n = 12, XO$; 51. 锈盾短头叶蝉, 减数分裂中期 I *I. assus rubiginosus* Kuoh, meiosis metaphase I, $n = 7, XO$; 52. 金翅网脉叶蝉, 减数分裂中期 I *Krisna sherwilli* Distant, meiosis metaphase I, $n = 8, XO$; 53. 三斑冠根叶蝉, 减数分裂中期 I *Boundaru trimaculatus* Li et Wang, meiosis metaphase I, $n = 13, XO$; 54. 黑盾横脊叶蝉, 减数分裂中期 I *Evacanthus nigriscutus* Li et Wang, meiosis metaphase I, $n = 13, XO$; 55. 顶斑边大叶蝉, 减数分裂中期 I *Kolla pautula* (Walker), meiosis metaphase I, $n = 8, XO$; 56. 大白叶蝉, 减数分裂中期 I *Cofana spectra* Distant, meiosis metaphase I, $n = 9, XO$; 57. 黄翅条大叶蝉, 减数分裂中期 I *Atkinsoniella flavipenna* Li et Wang, meiosis metaphase I, $n = 11, XO$; 58. 平凹大叶蝉, 减数分裂中期 I *Bothrogonia pingtangana* Li, meiosis metaphase I, $n = 13, XO$; 59. 朝鲜黑纹叶蝉, 减数分裂中期 I *Koreocerus koreanus* (Matsumura), meiosis metaphase I, $n = 11, XO$.

科内染色体数目的进化不具有明显的方向性, $2n = 22(20 + XO)$ 是该科的原始核型。性别决定机制为

XO 型, 仅个别种类为 neo-XY 型 (Kirillova, 1986, 1987)。

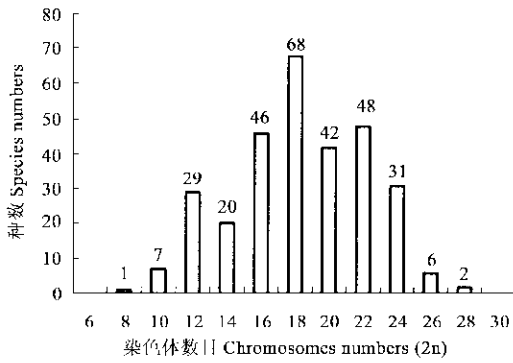


图 60 叶蝉染色体组型图

Fig. 60 Histogram of chromosome numbers of leafhoppers

一般认为叶蝉总科仅包含叶蝉科一个科,也有些作者将角蝉也包括在叶蝉总科内。叶蝉科的亚科划分问题意见分歧很大,不同作者将其分为 10~68 个亚科,但是由于绝大多数亚科的染色体资料很少,目前尚无法进行比较。从精子发生来看叶蝉总科与角蝉总科的关系较为密切,两者的共同特点是①精母细胞体积较大,显著不同于沫蝉科和蝉科;②减数分裂行为及精子变态过程相似;③染色体数目较少,染色体体积较大;④减数分裂前期具有典型的花束期,没有弥散期,因而不同于蜡蝉。但是由于叶蝉总科的染色体变异范围明显大于角蝉总科,而角蝉总科的核型相对较为保守 (Bhattacharya and Manna, 1973; Tian and Yuan, 1997),从核型来看叶蝉总科的进化程度高于角蝉总科。

参考文献 (References)

Bhattacharya AK, 1972. Gonial and spermatocyte chromosomes of *Empoasca devastans* (Homoptera, Typhlocybinae). *Curr. Sci.*, 41(20): 739-740.

Bhattacharya AK, 1975. Multivalents in *Eutettix aprieus* (Melich.) with notes on the chromosomes of five near relatives (Jassidae, Homoptera). *Caryologia*, 28(4): 437-443.

Bhattacharya AK, Manna GK, 1973. Morphology, behavior and metrical studies of the geminal chromosomes of the ten species of Membracidae (Homoptera). *Cytologia*, 38(4): 657-665.

Boring AM, 1907. A study of spermatogenesis of 22 species of the Membracidae, Jassidae, Cercopidae and Fulgoridae with especial

reference to the behaviour of the odd chromosomes. *J. Exp. Zool.*, 4: 469-514.

Emeljanov AF, Kirillova VI, 1989. Trends and modes of karyotype evolution in Cicadina (Homoptera). I. Karyotype peculiarities and evolutionary changes in the karyotypes of cicadas of superfamily Cicadelloidea. *Entomol. Obozr.*, 68(3): 587-602. [In Russian]

Emeljanov AF, Kirillova VI, 1991. Trends and modes of the karyotype evolution in the Cicadina. II. Peculiarities and evolutionary changes of the karyotypes in the superfamilies Cercopoidea, Cicadoidea, Fulgoroidea and in the Cicadina as a whole (Homoptera). *Entomol. Obozr.*, 70(4): 796-817. [In Russian]

Halkka O, 1957. Note on the chromosomes numbers in the Homoptera Auchenorrhyncha. *Hereditas*, 43: 465-466.

Halkka O, 1959. Chromosome studies on the Hemiptera, Homoptera, Auchenorrhyncha. *Ann. Acad. Sci. Fenn.*, 43: 1-72.

Halkka O, 1960. Chromosomal evolution in the Cicadellidae. *Hereditas*, 46: 581-591.

Halkka O, 1964. Recombination in six homopterous families. *Evolution*, 18: 81-88.

Halkka O, Heinonen L, 1964. The chromosomes of seventeen nearctic Homoptera, Auchenorrhyncha. *Hereditas*, 52: 77-80.

Kirillova VI, 1986. Chromosome numbers of world Homoptera Auchenorrhyncha. I. Fulgoroidea, Cercopoidea, and Cicadoidea. *Entomol. Obozr.*, 65(1): 115-125. [In Russian]

Kirillova VI, 1987. Chromosome numbers of world Homoptera Auchenorrhyncha. II. Cicadelloidea. *Entomol. Obozr.*, 66(2): 321-337. [In Russian]

Kuznetsova VG, 1980. The way of karyotype evolution in insects with holokinetic chromosomes. In: *Insect Integrated Taxonomy*. 16th Inter. Cong. Entomol. Tokyo. 85-89.

Li GZ, 1985. *Chromosome and Research Methods*. Beijing: Science Press. 261 pp. [李国珍, 1985. 染色体及其研究方法. 北京: 科学出版社. 261 页]

Parida BB, Datta BK, 1981. Preliminary on the chromosome constitution in 72 species of Auchenorrhyncha Homoptera from India. *Chromosome Information Service*, 31: 13-16.

Stebbins GL, 1957. *Variation and Evolution in Plants*. Columbia University Press. 365 pp. [史旦宾斯(复旦大学遗传学研究室译), 1963. 植物的变异和进化. 上海: 上海科学技术出版社. 365 页]

Tian RG, Yuan F, 1997. Chromosome in twenty-five species of Chinese membracids. *Entomologia Sinica*, 4(2): 150-158.

Whitten MJ, 1965. Chromosome numbers in some Australian leafhoppers (Homoptera: Auchenorrhyncha). *Proc. Linn. Soc. New South Wales*, 90(1): 78-85.

(责任编辑:黄玲巧)