

四种蚁科昆虫的核型分析

卢玉飞, 周善义

(广西师范大学 生命科学学院, 广西 桂林 541004)

摘要:选取幼虫或蛹的脑神经节, 通过低渗、固定处理, 然后镜检分析, 对采自桂林市郊的 4 种蚂蚁, 即粗纹举腹蚁 *Crematogaster artifex* Meyr、伊大头蚁 *Pheidole yeensis* Forel、印度大头蚁 *Pheidole indica* Mayr、平和弓背蚁 *Camponotus mitis* (F. Smith) 进行了核型分析。结果表明: 粗纹举腹蚁 $2n=34$ 、伊大头蚁 $2n=18$ 、印度大头蚁 $2n=18$ 、平和弓背蚁 $2n=28$; 除伊大头蚁的第 1 条染色体及印度大头蚁的第 12 条染色体分组为 sm 型外, 其余染色体及另 2 种的所有染色体分组均为 m 型。

关键词:昆虫学; 膜翅目; 蚁科; 核型

中图分类号: Q969.554.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6600(2005)04-0081-04

蚂蚁隶属昆虫纲(Insecta)膜翅目(Hymenoptera)蚁科(Formicidae), 种类多、分布广、行为复杂、群落庞大^[1~4]。

蚂蚁染色体研究始于 19 世纪末^[5], 研究显示出物种间核型高度分化, 其染色体数目为 $2n=2\sim 94$ 。Crosland 与 Crozier^[6], Imai 与 Taylor^[7]在 *Myrmecia croslandi* 中发现其染色体数目仅为 $2n=2$, 而 Imai 等^[8,9]则发现 *Nothomyrmecia macrops* 的部分个体染色体数目为 $2n=94$ (由于计数误差, 有些个体可能为 $2n=92$), 同属内的一些种染色体数目相差也很大, 甚至同种不同个体出现了 2 种不同的染色体数目^[8,10]。不过, 大多数蚂蚁的染色体数目仍为 $2n=18\sim 40$ (Crozier, 1981)^[11]。

我国蚂蚁染色体的研究起步晚, 至今已研究过染色体的蚂蚁种类不多, 且多由外国学者完成^[12]。国内仅有少数学者对蚂蚁染色体进行过研究^[13~16]。近年来, 随着细胞遗传学技术上的突破以及分子生物学技术的应用, 不少学者报道了蚂蚁染色体的部分位点或序列的功能、活性和分子遗传学的研究成果^[7,17~22]。为了进一步了解蚂蚁的核型进化方向和机制, 有必要对蚂蚁的核型进行研究。

1 材料与方法

1.1 材料

野外采集同一蚁巢的幼虫或蛹及少量兵蚁或工蚁, 从幼虫或蛹活体中取完整脑神经节为实验材料。

1.2 方法

研究方法参考 Imai 等(1988)、杨维权(1994)及杨秀芝等(1995)^[8,13,15]略作改进。

2 结果

2.1 粗纹举腹蚁 *Crematogaster artifex* Meyr 核型分析(图 1)

统计了 8 个细胞的染色体分裂相, 其中 5 个分裂相为 $2n=34$; 测量各号染色体相对长度、臂长及其臂比, 计算着丝点指数, 表明所有 34 条染色体均为 m 型(表 1)。

收稿日期: 2005-07-01

基金项目: 广西科学基金资助项目(0236015)

作者简介: 卢玉飞(1976—), 男, 广西贵港人, 广西师范大学硕士研究生。

通讯作者: 周善义(1956—), 男, 广西荔浦人, 广西师范大学教授, 博士。



表 1 粗纹举腹蚁各条染色体相对长度、臂比值、着丝点指数及分组
Tab. 1 Relative length, arms ratio, centromere index and type of *Crematogaster artifex* Meyr

| 染色体 序号 | 相对长度/ % | 臂比值 | 着丝点指数/ % | 分组 | 染色体 序号 | 相对长度/ % | 臂比值 | 着丝点指数/ % | 分组 |
|-----------|------------|-----------|-------------|----|-----------|------------|-----------|-------------|----|
| 1 | 4.84±0.99 | 1.22±0.08 | 45.12±1.72 | m | 18 | 2.86±0.09 | 1.62±0.33 | 38.78±5.55 | m |
| 2 | 4.17±0.28 | 1.37±0.19 | 42.34±3.37 | m | 19 | 2.84±0.10 | 1.40±0.34 | 42.34±6.25 | m |
| 3 | 3.97±0.30 | 1.34±0.40 | 43.69±7.28 | m | 20 | 2.82±0.10 | 1.40±0.27 | 42.13±4.53 | m |
| 4 | 3.80±0.22 | 1.32±0.25 | 43.54±4.55 | m | 21 | 2.76±0.11 | 1.37±0.32 | 42.66±5.10 | m |
| 5 | 3.69±0.25 | 1.60±0.55 | 39.67±7.69 | m | 22 | 2.73±0.10 | 1.21±0.04 | 45.29±0.80 | m |
| 6 | 3.63±0.24 | 1.33±0.29 | 43.41±5.28 | m | 23 | 2.68±0.09 | 1.19±0.16 | 45.95±3.27 | m |
| 7 | 3.48±0.14 | 1.25±0.26 | 44.94±4.95 | m | 24 | 2.59±0.11 | 1.68±0.33 | 37.83±4.68 | m |
| 8 | 3.38±0.15 | 1.48±0.29 | 40.81±4.88 | m | 25 | 2.57±0.11 | 1.30±0.25 | 43.87±4.54 | m |
| 9 | 3.32±0.12 | 1.41±0.38 | 42.25±5.95 | m | 26 | 2.47±0.13 | 1.35±0.34 | 43.28±5.95 | m |
| 10 | 3.30±0.10 | 1.35±0.25 | 42.84±4.35 | m | 27 | 2.33±0.17 | 1.36±0.32 | 42.98±5.48 | m |
| 11 | 3.24±0.11 | 1.22±0.29 | 45.53±5.12 | m | 28 | 2.29±0.17 | 1.20±0.12 | 45.52±2.57 | m |
| 12 | 3.22±0.12 | 1.52±0.46 | 40.77±7.23 | m | 29 | 2.21±0.19 | 1.18±0.19 | 46.08±3.80 | m |
| 13 | 3.15±0.13 | 1.24±0.23 | 44.99±4.48 | m | 30 | 2.13±0.18 | 1.42±0.23 | 41.74±4.39 | m |
| 14 | 3.07±0.17 | 1.47±0.47 | 41.65±7.51 | m | 31 | 2.02±0.15 | 1.15±0.07 | 46.50±1.55 | m |
| 15 | 3.03±0.18 | 1.38±0.20 | 42.25±3.88 | m | 32 | 1.92±0.16 | 1.35±0.18 | 42.82±3.66 | m |
| 16 | 2.98±0.14 | 1.36±0.31 | 43.03±5.49 | m | 33 | 1.87±0.13 | 1.12±0.20 | 47.53±3.95 | m |
| 17 | 2.91±0.11 | 1.30±0.30 | 44.00±5.46 | m | 34 | 1.75±0.18 | 1.22±0.23 | 45.37±4.55 | m |

2.2 伊大头蚁 *Pheidole yeensis* Forel 核型分析(图 2)

统计了 20 个细胞的染色体分裂相,其中 18 个分裂相为 $2n=18$;测量各号染色体相对长度、臂长及其臂比,计算着丝点指数,表明除第 1 条为 sm 型外,其余 17 条染色体均为 m 型(表 2)。

表 2 伊大头蚁各条染色体相对长度、臂比值、着丝点指数及分组

Tab. 2 Relative length, arms ratio, centromere index and type of *Pheidole yeensis* Forel

| 染色体 序号 | 相对长度/ % | 臂比值 | 着丝点指数/ % | 分组 | 染色体 序号 | 相对长度/ % | 臂比值 | 着丝点指数/ % | 分组 |
|-----------|------------|-----------|-------------|----|-----------|------------|-----------|-------------|----|
| 1 | 10.03±0.68 | 2.04±0.28 | 33.15±3.28 | sm | 10 | 5.29±0.28 | 1.26±0.21 | 44.60±3.92 | m |
| 2 | 9.17±1.35 | 1.53±0.35 | 40.05±5.31 | m | 11 | 4.98±0.23 | 1.33±0.29 | 43.36±5.03 | m |
| 3 | 7.23±0.56 | 1.41±0.46 | 42.51±6.89 | m | 12 | 4.80±0.27 | 1.30±0.15 | 43.61±2.80 | m |
| 4 | 6.69±0.37 | 1.40±0.24 | 41.91±4.00 | m | 13 | 4.30±0.55 | 1.29±0.22 | 44.08±4.16 | m |
| 5 | 6.13±0.47 | 1.35±0.30 | 43.16±5.50 | m | 14 | 4.17±0.49 | 1.54±0.81 | 41.92±9.79 | m |
| 6 | 5.85±0.31 | 1.11±0.06 | 47.46±1.29 | m | 15 | 4.03±0.49 | 1.44±0.15 | 41.12±2.56 | m |
| 7 | 5.70±0.29 | 1.54±0.21 | 39.59±3.11 | m | 16 | 3.81±0.50 | 1.31±0.26 | 43.72±4.70 | m |
| 8 | 5.52±0.30 | 1.21±0.29 | 45.72±5.22 | m | 17 | 3.62±0.51 | 1.19±0.18 | 45.89±3.69 | m |
| 9 | 5.42±0.33 | 1.15±0.16 | 46.71±3.37 | m | 18 | 3.27±0.65 | 1.26±0.28 | 44.74±5.26 | m |

2.3 印度大头蚁 *Pheidole indica* Mayr 染色体核型分析(图 3)

统计了 17 个细胞的染色体分裂相,其中 9 个分裂相为 $2n=18$;测量各号染色体相对长度、臂长及其臂比,计算着丝点指数,表明除第 12 条为 sm 型外,其余 17 条染色体均为 m 型(表 3)。

表 3 印度大头蚁各条染色体相对长度、臂比值、着丝点指数及分组

Tab. 3 Relative length, arms ratio, centromere index and type of *Pheidole indica* Mayr

| 染色体 序号 | 相对长度/ % | 臂比值 | 着丝点指数/ % | 分组 | 染色体 序号 | 相对长度/ % | 臂比值 | 着丝点指数/ % | 分组 |
|-----------|------------|-----------|-------------|----|-----------|------------|-----------|-------------|----|
| 1 | 9.45±1.01 | 1.34±0.30 | 43.40±5.73 | m | 10 | 5.17±0.27 | 1.43±0.38 | 41.90±5.46 | m |
| 2 | 8.93±1.56 | 1.49±0.32 | 40.66±5.07 | m | 11 | 5.00±0.25 | 1.30±0.16 | 43.63±3.20 | m |
| 3 | 7.04±0.30 | 1.42±0.33 | 41.84±5.38 | m | 12 | 4.76±0.19 | 1.72±0.31 | 37.15±4.32 | sm |
| 4 | 6.48±0.26 | 1.30±0.40 | 44.31±6.48 | m | 13 | 4.62±0.07 | 1.20±0.17 | 45.61±3.27 | m |
| 5 | 6.12±0.19 | 1.45±0.38 | 41.50±6.09 | m | 14 | 4.48±0.10 | 1.37±0.51 | 43.45±7.60 | m |
| 6 | 6.02±0.18 | 1.34±0.34 | 43.42±5.63 | m | 15 | 4.28±0.18 | 1.33±0.26 | 43.37±4.81 | m |
| 7 | 5.80±0.21 | 1.32±0.37 | 43.78±6.00 | m | 16 | 4.02±0.45 | 1.30±0.29 | 44.05±5.17 | m |
| 8 | 5.57±0.38 | 1.54±0.31 | 39.84±5.20 | m | 17 | 3.73±0.57 | 1.42±0.48 | 42.50±7.02 | m |
| 9 | 5.38±0.24 | 1.42±0.18 | 41.46±3.05 | m | 18 | 3.16±0.86 | 1.23±0.40 | 45.91±6.74 | m |

表 4 平和弓背蚁各条染色体相对长度、臂比值、着丝点指数及分组

Tab. 4 Relative length, arms ratio, centromere index and type of *Camponotus mitis* (F. Smith)

| 染色体序号 | 相对长度/% | 臂比值 | 着丝点指数/% | 分组 | 染色体序号 | 相对长度/% | 臂比值 | 着丝点指数/% | 分组 |
|-------|-----------|-----------|------------|----|-------|-----------|-----------|------------|----|
| 1 | 6.83±1.23 | 1.43±0.45 | 42.15±7.11 | m | 15 | 3.31±0.23 | 1.63±0.41 | 38.82±6.15 | m |
| 2 | 6.43±1.28 | 1.65±0.59 | 39.03±7.46 | m | 16 | 3.22±0.28 | 1.19±0.18 | 45.91±3.64 | m |
| 3 | 5.38±0.31 | 1.32±0.11 | 43.17±2.20 | m | 17 | 3.03±0.20 | 1.40±0.30 | 42.12±4.98 | m |
| 4 | 4.66±0.29 | 1.35±0.27 | 42.91±4.81 | m | 18 | 2.94±0.20 | 1.27±0.19 | 44.31±3.45 | m |
| 5 | 4.50±0.28 | 1.50±0.43 | 40.74±5.90 | m | 19 | 2.84±0.15 | 1.10±0.14 | 47.78±2.95 | m |
| 6 | 4.30±0.32 | 1.42±0.16 | 41.50±2.66 | m | 20 | 2.80±0.17 | 1.30±0.21 | 43.70±3.75 | m |
| 7 | 4.18±0.19 | 1.26±0.13 | 44.40±2.62 | m | 21 | 2.76±0.16 | 1.19±0.35 | 46.43±6.16 | m |
| 8 | 3.99±0.22 | 1.32±0.32 | 43.78±6.00 | m | 22 | 2.71±0.15 | 1.26±0.18 | 44.40±3.46 | m |
| 9 | 3.90±0.20 | 1.29±0.25 | 44.01±4.78 | m | 23 | 2.63±0.13 | 1.09±0.06 | 47.87±1.33 | m |
| 10 | 3.83±0.23 | 1.56±0.33 | 39.58±4.90 | m | 24 | 2.60±0.15 | 1.28±0.22 | 44.12±3.86 | m |
| 11 | 3.72±0.23 | 1.20±0.15 | 45.64±3.13 | m | 25 | 2.40±0.25 | 1.45±0.25 | 41.17±4.38 | m |
| 12 | 3.59±0.22 | 1.25±0.16 | 44.66±3.09 | m | 26 | 2.30±0.22 | 1.07±0.07 | 48.46±1.65 | m |
| 13 | 3.52±0.18 | 1.36±0.23 | 42.62±4.03 | m | 27 | 2.20±0.22 | 1.22±0.20 | 45.27±3.74 | m |
| 14 | 3.37±0.19 | 1.32±0.15 | 43.33±2.81 | m | 28 | 2.05±0.28 | 1.20±0.26 | 45.97±5.11 | m |

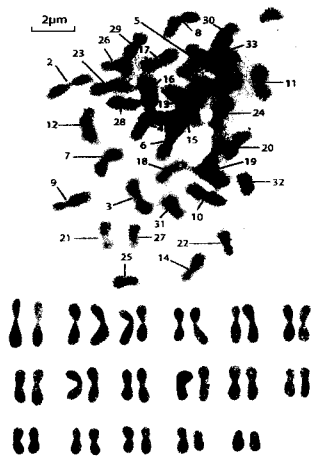


图 1 粗纹举腹蚁核型

Fig. 1 Karyotype of *Crematogaster artifex* Meyr

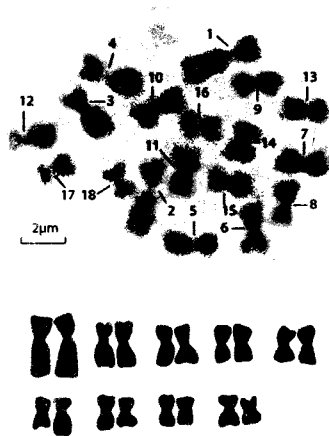


图 2 伊大头蚁核型

Fig. 2 Karyotype of *Pheidole yeensis* Forel

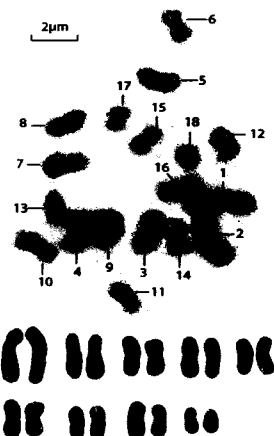


图 3 印度大头蚁核型

Fig. 3 Karyotype of *Pheidole indica* Mayr

2.4 平和弓背蚁 *Camponotus mitis* (F. Smith) 染色体核型分析 (图 4)

统计了 12 个细胞的染色体分裂相,其中 6 个分裂相为 $2n=28$;测量各号染色体相对长度、臂长及其臂比,计算着丝点指数,表明所有(28 条)染色体均为 m 型(表 4)。

上述 4 种蚂蚁的核型分析表明,蚂蚁染色体核型高度分化,甚至同种的染色体数目也有变化,这与在研究印度蚂蚁核型时的情况类似。Imai 等^[10]认为这种多态性起源于易位多型性(在低染色体数 $n \leq 11$ 的物种中)、罗伯逊氏重排的多型性与着丝粒两侧间倒位、短臂的组成性异染色质的增加等(在高染色体数 $n > 11$ 的物种中)。

参 考 文 献:

[1] 周善义. 广西蚂蚁[M]. 桂林:广西师范大学出版社,2001.

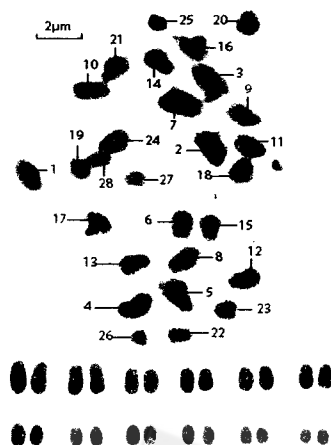


图 4 平和弓背蚁核型

Fig. 4 Karyotype of *Camponotus mitis* (F. Smith)

- [2] 吴 坚,王常禄. 中国蚂蚁[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [3] 周善义,蒋国芳. 蚁科(膜翅目)分类研究进展 I [J]. 广西师范大学学报(自然科学版),1997,15(3):86—90.
- [4] 周善义,蒋国芳. 蚁科(膜翅目)分类研究进展 II [J]. 广西师范大学学报(自然科学版),1997,15(4):94—96.
- [5] 彩万志. 蚂蚁染色体研究进展[J]. 昆虫知识,1992,29(2):126—129.
- [6] Crosland M W J, Crozier R H. *Myrmecia pilosula*, an ant with only one pair of chromosomes[J]. Science, 1986, 231: 1 278.
- [7] Imai H T, Taylor R W. Chromosomal polymorphisms involving telomere fusion, centromeric inactivation and centromere shift in the ant *Myrmecia (pilosula) n=1*[J]. Chromosoma (Berl), 1989, 98:456—460.
- [8] Imai H T, Taylor R W, Crosland M W J, et al. Modes of spontaneous chromosomal mutation and karyotype evolution in ants with reference to the minimum interaction hypothesis[J]. Jpn J Genet, 1988, 63:159—185.
- [9] Imai H T, Taylor R W, Kubota M, et al. Notes on the remarkable karyology of the primitive ant *Nothomyrmecia macrops*, and of the related genus *Myrmecia* (Hymenoptera: Formicidae)[J]. Psyche, 1990, 97:133—140.
- [10] Imai H T, Urbani C B, Kubota M, et al. Karyological survey of Indian ants[J]. Jpn J Genet, 1984, 59:1—32.
- [11] Crozier R H. Evolution and speciation[M]. Atchley W A, Woodruff D S. Cambridge: Cambridge Univ Press, 1981. 356—370.
- [12] 卢玉飞,周善义. 蚂蚁染色体研究进展[A]. 李典谟,伍一军,武春生,等. 当代昆虫学研究——中国昆虫学会成立 60 周年纪念大会暨学术讨论会论文集[C]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004. 155—162.
- [13] 杨维权. 蚂蚁染色体制备方法研究[J]. 生物技术,1994,4(2):45—46.
- [14] 杨秀芝,王俊森. 黑龙江两种蚂蚁的染色体[J]. 动物学研究,1994,15(2):93—96.
- [15] 杨秀芝,王俊森,柳劲松,等. 五种蚂蚁染色体研究[J]. 动物学研究,1995,16(4):352,378,383.
- [16] 王 鑫. 赤蚁的染色体核型分析[J]. 齐齐哈尔大学学报,2002,18(2):46—49.
- [17] Hirai H, Yamamoto M T, Ogura K, et al. Multiplication of 28S rDNA and NOR activity in chromosome evolution among ants of the *Myrmecia pilosula* species complex[J]. Chromosoma, 1994, 103:171—178.
- [18] Imai H T, Taylor R W, Crozier R H. Experimental bases for the minimum interaction theory. I. Chromosome evolution in ants of the *Myrmecia pilosula* species complex (Hymenoptera: Formicidae: Myrmeciinae)[J]. Jpn J Genet, 1994, 69:137—182.
- [19] Imai H T, Hirai H, Satta Y, et al. Phase specific Ag-staining of nucleolar organizer regions (NORs) and kinetochores in the Australian ant *Myrmecia croslandi*[J]. Jpn J Genet, 1992, 67:437—447.
- [20] Palomeque T, Chica E, Cano M A, et al. Development of silver stained structures during spermatogeriesis in different genera of Formicidae[J]. Genetica, 1990, 81:51—58.
- [21] Meyne J, Hirai H, Imai H T. FISH analysis of the telomere sequences of bulldog ants (*Myrmecia*: Formicidae)[J]. Chromosoma, 1995, 104:14—18.
- [22] Hirai H, Yamamoto M T, Taylor R W, et al. Genomic dispersion of 28S rDNA during karyotypic evolution in the ant genus *Myrmecia* (Formicidae)[J]. Chromosoma, 1996, 105:190—196.

Karyotype Analysis of Four Species in Formicidae

LU Yu-fei, ZHOU Shan-yi

(College of Life Science, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China)

Abstract: On the basis of Chromosome making, the paper makes primary karyotype analysis for 4 species, belonging to 4 genera, in Formicidae, which collected around suburb of Guilin city. They are *Crematogaster artifex* Meyr, *Pheidole yeensis* Forel, *Pheidole indica* Mayr and *Camponotus mitis* (F. Smith). Their $2n$ numbers are as follows: *Crematogaster artifex* Meyr $2n = 34$, *Pheidole yeensis* Forel $2n = 18$, *Pheidole indica* Mayr $2n = 18$, *Camponotus mitis* (F. Smith) $2n = 28$. Meanwhile, the paper finds out that almost all chromosomes are m type except the first chromosome of *Pheidole yeensis* Forel, the twelfth chromosome of *Pheidole indica* Mayr is sm type with strict correlative statistic.

Key words: insecta; Hymenoptera; Formicidae; karyotype

(责任编辑 马殷华)