

鸡骨常山属三个种的核形态^{*}

李 胜^{1,2}, 张朝阳¹, 刘利勤^{1,2}, 杨 静^{1,2}, 顾志建^{1**}

(1 中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650204; 2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 研究了鸡骨常山属 (*Alstonia*) 3个种的核形态, 其中盆架树 (*A. rostrata*) 的核型属首次报道, 3个种的体细胞染色体数目均为 $2n=42$, 且糖胶树 (*A. scholaris*) 和鸡骨常山 (*A. yunnanensis*) 的染色体数目同前人报道的 $2n=44$ 不同。盆架树的间期核和有丝分裂前期染色体分别为棒状前染色体型和中间型, 核型公式为 $2n=42=3M+21m+18sm$, 核型不对称性类型为 2A 型。糖胶树的间期核和有丝分裂前期染色体分别为球状前染色体型和中间型, 核型公式为 $2n=42=14m+24sm+4st$, 核型不对称性类型为 3A 型。鸡骨常山的间期核和有丝分裂前期染色体分别为复杂染色体中央粒型和中间型, 核型公式为 $2n=42=5m+37sm$, 核型不对称性类型为 3B 型。根据核形态结果, 结合形态学特征和已有的细胞学资料, 初步讨论了该属几个种的系统位置及演化趋势。

关键词: 鸡骨常山属; 核形态; 系统位置; 演化趋势

中图分类号: Q 942

文献标识码: A

文章编号: 0253-2700 (2007) 04-434-05

Karyomorphology of Three Species in *Alstonia* (Apocynaceae)^{*}

LI Sheng^{1,2}, ZHANG Zhao Yang¹, LIU Li-Qin^{1,2}, YANG Jing^{1,2}, GU Zhi Jian^{1**}

(1 Kunming Institute of Botany, Chinese Academic of Sciences, Kunming 650204, China;

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: A karyomorphological study was performed on 3 *Alstonia* species in Yunnan Province, China. The karyotype of *A. rostrata* is reported for the first time. The results show that the chromosome numbers in the 3 species are $2n=42$, and the chromosome numbers of *A. scholaris* and *A. yunnanensis* are both unexpectedly different from the previous reports “ $2n=44$ ”. The interphase nuclei of *A. rostrata*, *A. scholaris* and *A. yunnanensis* were observed to be the rod shaped prochromosome type, the round prochromosome type and the complex chromocenter type respectively, and the prophase chromosome types of the 3 species were all the interstitial one. The karyotype formulas are as follow: $2n=42=3M+21m+18sm$ (*A. rostrata*), $2n=42=14m+24sm+4st$ (*A. scholaris*) and $2n=42=5m+37sm$ (*A. yunnanensis*). Karyotype asymmetries are of type 2A in *A. rostrata*, 3A in *A. scholaris* and 3B in *A. yunnanensis*. Based on the results, combined with the evidence from comparative morphology and cytology, the systematic position and evolutionary trend of this genus were briefly discussed.

Key words: *Alstonia*; Karyomorphology; Systematic position; Evolutionary trend

夹竹桃科 (Apocynaceae) 鸡骨常山属 (*Alstonia*) 全世界共约 60 种, 主要分布在热带亚洲、非洲、中美洲、南澳大利亚和太平洋岛屿; 中国有 8 种, 主要分布于广东、广西和云南等省

区 (蒋英和李秉滔, 1977; Tsiang and Li, 1995)。关于该属的细胞学研究较少, 目前国内还没有这方面的研究, 国外学者仅对该属 6 种作过计数报道, 染色体数目有 $n=20$ 、 $2n=44$ 、 $2n=88$ 、 $n=$

* 基金项目: 云南省自然科学基金 (2004C0021G), 中国科学院“西部之光”人才培养计划项目

** 通讯作者: Author for correspondence; E-mail: guzhijian@mail.kib.ac.cn

收稿日期: 2006-10-10, 2007-04-09 接受发表

作者简介: 李胜 (1980-) 男, 硕士生, 从事植物分子细胞地理学研究。

11、 $2n=42$ (Mehra, 1976; Chauhan and Raghavarshi, 1977; Arends and Laan, 1979; Singh, 1982; Laan and Arends, 1985; Carr and Mcpherson, 1986), 所报道的染色体数目不仅种间不一致, 而且种内也不一致, 说明该属植物种间或种内可能存在不同的染色体基数变异。另外, 关于盆架树的系统位置, 1977 年版的中国植物志 (蒋英和李秉滔, 1977) 把它独立成属, 种名为 *Windleia calophylla*, 而 1995 年版的 Flora of China (Tsiang and Li, 1995) 把它归入了鸡骨常山属, 种名为 *A. rostrata*, 以前的许多学者由于对性状的把握尺度不同, 也对盆架树的归属问题存在较大分歧。因此对该属植物进行广泛深入的研究非常必要。

本文通过对该属 3 个种的核型研究, 结合已有的形态学和细胞学资料, 初步探讨了它们的系统位置和演化趋势。

1 材料和方法

实验材料来源见表 1。凭证标本保存于中国科学院昆明植物园, 活植物栽培于昆明植物园苗圃内。在活体植株上取生长旺盛的根尖 1~2 cm, 洗净后用 0.003 mol/L

的 8-羟基喹啉于室温下处理约 2 h, 卡诺氏固定液 (冰乙酸 无水乙醇 = 1:3) 固定, 置冰水中至少 0.5 h, 用 1 mol/L HCl 在 60℃ 水浴中解离 1 min, 蒸馏水洗后卡宝品红染色, 常规压片。在 Zeiss 显微镜下观察, 并用蔡氏公司的 ikaos 软件分析和照相。间期核和前期染色体类型按 Tanaka (1971, 1977) 的分类标准划分, 核型分析按李懋学和陈瑞阳 (1985) 的方法进行, 核型不对称程度按 Stebbins (1971) 的标准划分, 核型不对称程度按 Stebbins (1971) 的着丝点端化值 (centromeric terminalization value, 简称 T.C 值) 来衡量, $T.C\% = (\text{染色体长臂总长度} / \text{染色体总长度}) \times 100$ 。

表 1 材料来源

Table 1 Origins of the materials

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
盆架树	云南省沧源县班洪乡	顾志建 (Gu Z.J.)
<i>A. rostrata</i>	Banhong, Cangyuan, Yunnan	GZJ05001
糖胶树	云南省耿马县孟定镇	顾志建 (Gu Z.J.)
<i>A. scholaris</i>	Mengding, Gengma, Yunnan	GZJ05002
鸡骨常山	昆明植物园苗圃 The Nursery of Kunming Botanic Garden	李胜 (Li S.)
<i>A. yunnanensis</i>		LS05001

2 观察结果

鸡骨常山属 3 种植物的间期核、前期、中期染色体及核型比较见图 1, 染色体参数见表 2。

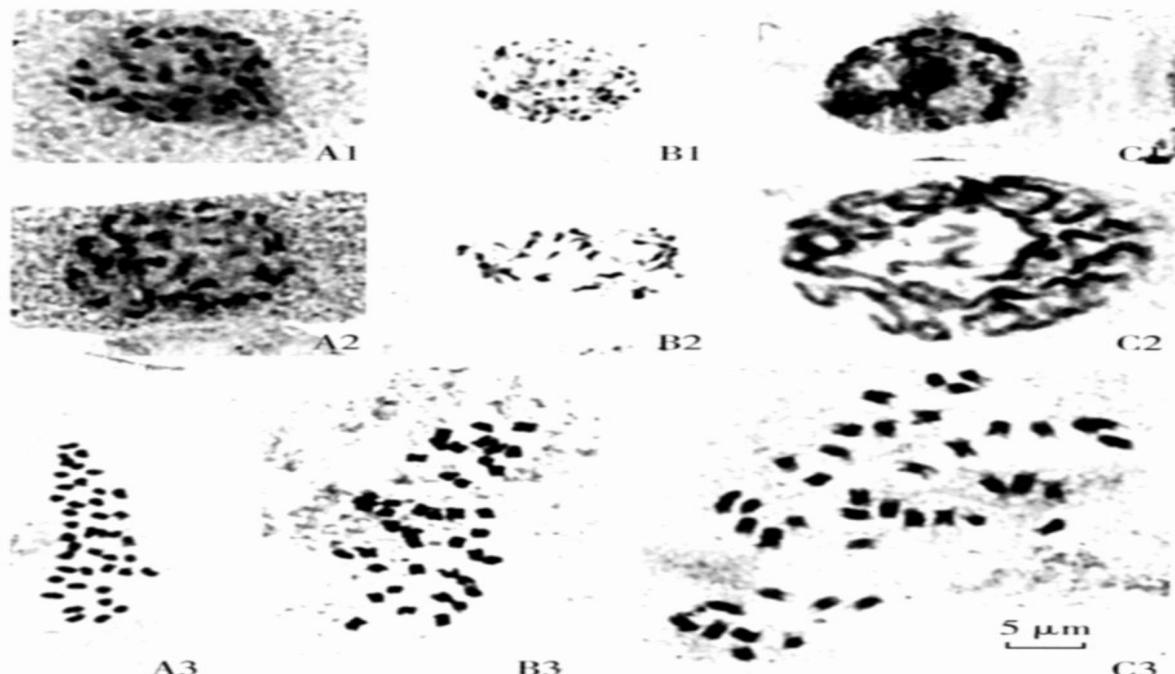


图 1 鸡骨常山属 3 种植物的间期核、前期、中期染色体及核型图

盆架树 (A, A1, A2, A3); 糖胶树 (B, B1, B2, B3); 鸡骨常山 (C, C1, C2, C3)。

Fig. 1 The interphase nuclei, prophase chromosomes, metaphase chromosomes and karyotypes of *Alstonia*

分裂前期染色体类型(图1: B2)同盆架树, 属于中间型(intersstitial type)。体细胞分裂中期染色体数目 $2n=42$ (图1: B3), 核型公式为 $2n=42=14m+24sm+4st$ (图1: B), 第1~8、13、14、17、18、19、20条染色体为中部着丝粒染色体(m), 第31、32、35、36条染色体为近端部着丝粒染色体(st), 其余为亚中部着丝粒染色体(sm), 臂比值大于或等于2的染色体比为47.62%, 最长与最短染色体比为1.75, T.C值为64.13%, 核型不对称类型为3A型。

2.3 鸡骨常山 *A. yunnanensis*

鸡骨常山的间期核(图1: C1)具染色很深的染色体中央粒, 聚集成大小和数量不等的块状, 染色浅的染色体粒分布在核内多个区域, 其构型属于复杂染色体中央粒型(complex chromocenter type)。分裂前期染色体类型(图1: C2)同盆架树和糖胶树, 属于中间型(intersstitial type)。体细胞分裂中期染色体数目 $2n=42$ (图1: C3), 核型公式为 $2n=42=5m+37sm$ (图1: C), 第11、12、17、18、25条染色体为中部着丝粒染色体(m), 其余为亚中部着丝粒染色体(sm), 臂比值大于或等于2的染色体比为66.67%, 最长与最短染色体比为2.05, T.C值为68.19%, 核型不对称类型为3B型。

3 讨论

3.1 鸡骨常山属3个种的系统位置

通过对3个种的核形态研究, 发现盆架树和糖胶树在核形态上的相似程度大于鸡骨常山。盆架树和糖胶树核型不对称类型分别为2A型和3A型, 而鸡骨常山为3B型; 盆架树和糖胶树的染色体大小相近, 而鸡骨常山约为它们的两倍(相同处理条件下); 盆架树和糖胶树的间期核构型分别为棒状和球状前染色体型, 而鸡骨常山为复杂染色体中央粒型。由此可见盆架树和糖胶树与鸡骨常山相比较, 除了在核型不对称类型和染色体大小上有明显差异外, 而且在间期核构型上也存在明显差异, 而这种间期核构型的差异一般存在于组间或以上(Tanaka, 1971; 杨亲二等, 1993)。因此, 我们建议在鸡骨常山属内再分亚属或组, 把鸡骨常山作为一个亚属或一个组处理, 而把盆架树和糖胶树作为另一个亚属或组处

理。这种结论在形态学上也有相关证据, 如盆架树和糖胶树为乔木、花盘环状或无花盘、叶片两面无毛; 而鸡骨常山为灌木、花盘具2舌状鳞片、叶片两面被毛(蒋英和李秉滔, 1977)。

对于盆架树的系统位置, 1977年版的中国植物志将其独立成属, 而1995年版的Flora of China将其归入了鸡骨常山属, 这种系统位置上划分的变化主要基于形态学上的证据。本研究中发现盆架树和糖胶树在核形态上的相似程度大于鸡骨常山, 并且三者的染色体数目均为42。如果盆架树能够独立成属, 其在核形态上的相似程度应较糖胶树和鸡骨常山远, 而本文实验结果却显示盆架树和糖胶树在核形态上的相似程度反而大于糖胶树和鸡骨常山在核形态上的相似程度, 在细胞学上反映了盆架树和糖胶树具有较近的亲缘关系。因此从细胞学上的证据看, 盆架树不应独立成属, 应同糖胶树一起归入鸡骨常山属, 这在细胞学上进一步支持了1995年版的Flora of China对盆架树系统位置的划分。

3.2 鸡骨常山属的演化趋势

3.2.1 鸡骨常山属的染色体基数及倍性变化

从已有的细胞学资料看, 该属种内和种间存在不同的染色体基数变异。前人所报道的糖胶树的染色体数为 $n=20$ (喜马拉雅地区)(Mehra, 1976)和 $2n=44$ (东南亚)(Chauhan and Raghuvanshi, 1977), 鸡骨常山(中国西南部)的染色体数为 $2n=44$ (Arends and Laan, 1979); 而报道的*A. boonei*(非洲中西部)的染色体数为 $2n=88$ (Arends and Laan, 1979)和 $2n=42$ (Laan and Arends, 1985), *A. venenata*(印度南部)、*A. plurimosa*(新喀里多尼亚)和*A. vieillardii*(新喀里多尼亚)染色体数则均为 $n=11$ (Singh, 1982; Carr and Mcpherson, 1986)。由此可见, 该属染色体存在一系列的变异, $n=11, 20, 21, 44$ 或 $2n=22, 40, 42, 44, 88$; 而 $n=11$ 较普遍, 可能为该属的原始基数($x=11$)。本文3个种 $n=21, 2n=42$ 。由于植物界绝大多数多倍体是经过二倍体加倍形成的(Stebbins, 1971), 我们推测该属植物存在如下的染色体倍性变化: 染色体在加倍过程中发生了缺失, 可能是一条或两条, 在此基础上形成了40、42的类型, 或者在加倍过程中没有发生染色体缺失, 直接由原始基数($x=11$)加倍形

成了 $2n=44, 88$ 的类型。而染色体缺失可能的机制为着丝粒合并，一般认为着丝粒合并的机制是一条具端部或近端部着丝粒染色体的短臂和另一条类似染色体的长臂在近轴区断裂，接着发生合并，分别把长臂和长臂、短臂和短臂衔接起来，结果形成两条具中部着丝粒的染色体，一条大，另一条很小，由于这条大染色体已经含有绝大部分原有遗传信息，而小染色体在遗传上已不重要，再加上其太小以至减数分裂时进行联会和形成交叉的可能性微乎其微，因此常常丢失（洪德元，1990；Jones，1998），但植物的表形特征一般不会有明显变异。这就说明了为什么在同一种内也存在有染色体基数的变异。

3.2.2 鸡骨常山属3个种的核型及地理演化

从核型不对称类型上看，盆架树和糖胶树分别为2A型和3A型，而鸡骨常山为3B型，按照植物界中核型的基本进化趋势是由对称向不对称发展的观点（Stebbins，1971），盆架树和糖胶树的核型相对较原始，而鸡骨常山的核型较进化。从间期核类型看，盆架树和糖胶树的间期核构型分别为棒状和球状前染色体型，而鸡骨常山为复杂染色体中央粒型，根据Tanaka（1971）的观点：棒状和球状前染色体型为原始的残存种的间期核类型，而复杂染色体中央粒型为进化的新生种的间期核类型；由此可见鸡骨常山的间期核类型较盆架树和糖胶树的进化。根据以上两点证据，我们认为鸡骨常山较盆架树和糖胶树进化。从地理分布上看，盆架树、糖胶树和鸡骨常山的分布呈交替重叠的带状依次由低纬度向高纬度、低海拔向高海拔分布，且盆架树和糖胶树的分布带几乎重叠，而糖胶树和鸡骨常山的分布带重叠较少，在较高纬度的四川如古蔺、资中等地有鸡骨常山分布，但却没有盆架树和糖胶树分布，并且鸡骨常山为中国特有种（蒋英和李秉滔，1977；潘体常，1989）。而且从已有细胞学资料的各种分布上看，原始基数为 $x=11$ 的种多分布在热带地区，由此我们推测该属植物可能是热带起源，大概的演化路线为低纬度到高纬度、低海拔到高海拔，并在演化的过程中部分植物发生了染色体缺失变异，导致了种间或种内染色体基数的变异。

关于该属植物的系统关系、起源、物种分化和地理分布格局的形成还存在着很多问题，对它们的研究还处于初步阶段，有必要进一步广泛深入的开展该属植物的细胞学、分子系统学等方面的研究。

[参 考 文 献]

- 蒋英，李秉滔，1977. 中国植物志（第63卷）[M]. 北京：科学出版社，88—97
- 潘体常，1989. 四川植物志（第8卷）[M]. 成都：四川民族出版社，364
- Arends JC, Laan FM van der, 1979. In IOPB chromosome number reports LXV [J]. *Taxon*, **28**: 636—637
- Carr GD, McPherson G, 1986. Chromosome numbers of New Caledonian plants [J]. *Ann Missouri Bot Garden*, **73** (2): 486—489
- Chauhan AKS, Raghuvanshi SS, 1977. Cytogenetical studies of some members of Apocynaceae [J]. *Cytologia*, **42**: 723—729
- Hong DY (洪德元), Sauer W, 1990. Cytotaxonomical studies of the Liliaceae (s.l.) in the Changbai Mountains of northeastern China [J]. *Cathaya*, **2**: 151—164
- Jones K, 1998. Robertsonian fusion and centric fission in karyotype evolution of higher plants [J]. *Bot Rev*, **64**: 273—289
- Laan FM van der, Arends JC, 1985. Cytotaxonomy of Apocynaceae [J]. *Genetica*, **68**: 3—35
- Li MX (李懋学), Chen RY (陈瑞阳), 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), **3**: 297—302
- Mehra PN, 1976. Cytology of Himalayan Hardwoods [M]. Calcutta: Sree Saraswaty Press
- Singh F, 1982. Exquisite orchids from Western Ghats (India)-*Aerides criptum* [J]. *Amer Orchid Soc Bull*, **51**: 937—939
- Stebbins GL, 1971. Chromosomal Evolution in High Plants [M]. London: Edward Arnold
- Tanaka R, 1971. Types of resting nuclei in Orchidaceae [J]. *Bot Mag Tokyo*, **84**: 118—122
- Tanaka R, 1977. Recent karyotype studies [A]. In Ogawa K et al. (eds): *Plant Cytology* [M]. Tokyo: Asakura Shoten, 293—326
- Tsiang Y, Li PT, 1995. Flora of China [M]. Vol. 16. Beijing: Science Press, St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, 154—156
- Yang QE (杨亲二), Gong X (龚洵), Gu ZJ (顾志建) et al. 1993. A karyomorphological study of five species in the *Ranunculaceae* from yunnan, with a special consideration on systematic positions of *Asteropyrum* and *Calathodes* [J]. *Acta Bot Yunnan* (云南植物研究), **15** (2): 179—190