

两种国产苏铁属植物的核型分析

覃广泉, 刘念

(仲恺农业技术学院, 广州 510225)

摘要:报道了苏铁属(*Cycas* L.) 2种植物的染色体数目及其核型。它们的体细胞染色体数目均为 $2n=2x=22$, 核型均属 3B型。核型公式分别是: 海南苏铁 *C. hainanensis* $K(2n)=2x=22=4m+2sm+4st+12T$, 仙湖苏铁 *C. szechuanensis* subsp. *fairylakea* $K(2n)=2x=22=2m+4sm+4st+12T$ 。两种苏铁的核型均为首次报道。支持基于染色体资料把苏铁属分为两个类群的观点。

关键词: 苏铁属; 染色体; 核型

中图分类号: Q942

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2005)06-0511-05

Karyotypes of Two Species of *Cycas* from China

QIN Guang-quan, LIU Nian

(Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China)

Abstract: Chromosome numbers and of the two *Cycas* species from China are all $2n=2x=22$, and the karyotypes are classified to be 3B according to stebbin's category. The karyotype formulas are $2n=2x=22=4m+2sm+4st+12T$ for *C. hainanensis*, and $2n=2x=22=2m+4sm+4st+12T$ for *C. szechuanensis* subsp. *fairylakea*. The two karyotypes are reported for the first time. The results support that *Cycas* can be divided into two groups based on the chromosome data.

Key words: *Cycas*; Chromosome; Karyotype

苏铁(*Cycas*)植物是地球上现存最古老的种子植物,也是最重要的珍稀濒危植物,不但具有很高的科研价值,而且大多数种类可作优良园林观赏植物。

苏铁的染色体研究一直都有报道^[1-5]。我们在对苏铁开展植物地理学研究时,对一些种类的核型亦进行了研究,旨在积累核型资料,为苏铁植物的系统演化、地理分布等方面的研究提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料

材料来源见表 1。海南苏铁 *Cycas hainanensis* 的幼嫩根尖于 2003 年 5 月间取自华南植物园的三年生栽培植株,该植株来源于海南省陵水具猴岛

表 1 材料来源

Table 1 Sources and vouchers of the species studied

种名 Species	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
海南苏铁 <i>Cycas hainanensis</i>	华南植物园栽培 (引自海南陵水) Cultivated in South China Botanical Garden (From Lingshui, Hainan)	马晓燕等 (Ma X Y et al) 112104 (IBSC)
仙湖苏铁 <i>C. szechuanensis</i> subsp. <i>fairylakea</i>	广西贺州栽培 Cultivated in Hezhou, Guangxi	刘念等 (Liu N et al) 20040815001 (IBSC)

采集的野生种子;仙湖苏铁 *C. szechuanensis* subsp. *fairylakea* 的幼嫩根尖则是 2004 年 8 月间取自广西

收稿日期: 2005-07-20 接受日期: 2005-08-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(30070062)资助

壮族自治区贺州市八步区铺门镇中华村梵安寺一颗已有 300 多年栽培历史的植株 (当地称盘龙铁)。凭证标本存中国科学院华南植物园标本馆 (IBSC), 凭证玻片存仲恺农业技术学院园艺园林系。

1.2 方法

早上 11 时左右对幼嫩根尖用饱和对二氯苯预处理 4-5 h (室温) 后, 卡诺液 (95% 乙醇: 冰醋酸 = 3:1) 固定 24 h, 用 1 mol/L 盐酸在 60℃ 下水解 5 min, 以改良石炭酸品红染色、压片。在尼康 Nikon ECLIPSE E600 POL 显微镜下观察, ACT-1 成像系统成像, Photoshop 7.01 软件编辑, 最后用中性树胶封片。

选择 10 个染色体分散较好的有丝分裂中期细胞进行染色体计数, 核型分析时取其中 5 个细胞的平均值。染色体分类按 Levan 等^[6]的命名法, 核型分析按李懋学等^[7]的方法, 核型分类按 Stebbins^[8], 核型不对称系数 (As.k%) 按 Arano^[9]。

2 结果

2 种苏铁属植物的体细胞染色体数均为 $2n=22$, 以端部着丝粒染色体为主, 具其它着丝粒的染色体均为第 1、2 和第 9-11 对, 都与前人报道的材料相同^[1-5]。染色体形态见图 1、2, 核型分析见表 2。

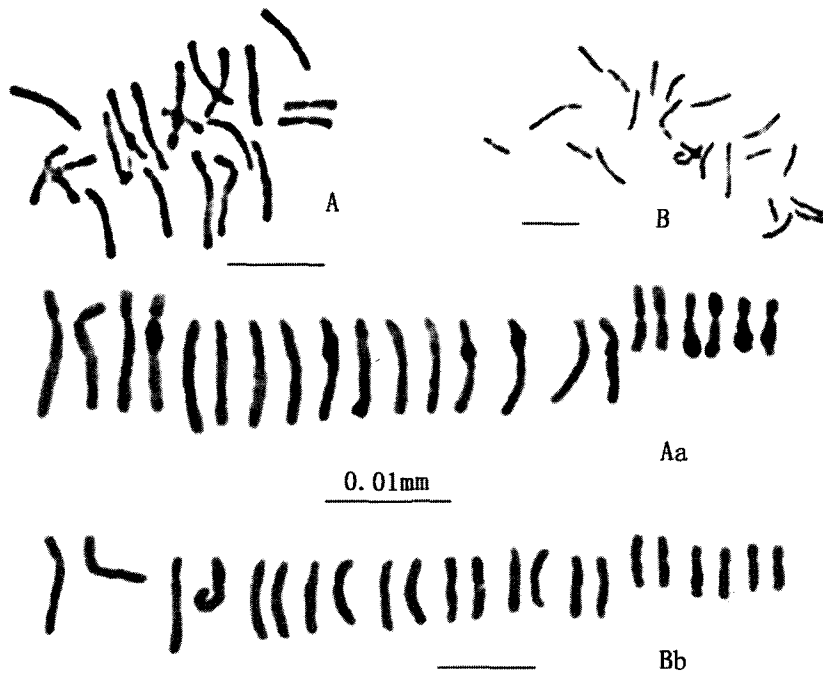


图 1 两种苏铁属植物的体细胞染色体数目及其核型

Fig. 1 Somatic chromosome number ($2n=22$) at mitotic metaphase and karyotypes of two *Cycas* species

A, Aa: 海南苏铁 *C. hainanensis*; B, Bb: 仙湖苏铁 *C. szechuanensis* subsp. *fairylakea*

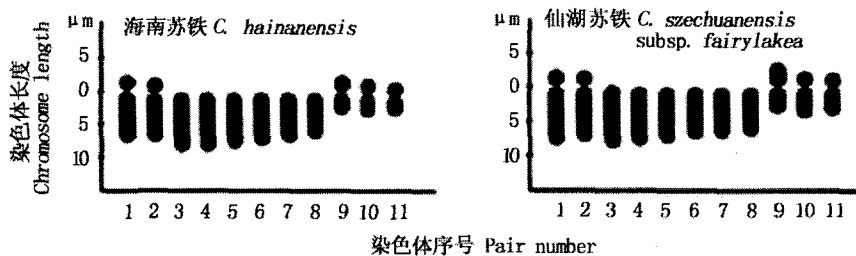


图 2 两种苏铁属植物的染色体核型模式图

Fig. 2 Idiograms of two *Cycas* species

表 2 两种苏铁属植物的核型分析
Table 2 Karyotype analysis of two *Cycas* species

海南苏铁 <i>C. hainanensis</i>				仙湖苏铁 <i>C. szechuanensis</i> subsp. <i>fairylakea</i>			
染色体序号 Pair No.	长臂+短臂=全长 Length (μm)	臂比(长/短) Arm ratio	类型 Form	染色体序号 Pair No.	长臂+短臂=全长 Length (μm)	臂比(长/短) Arm ratio	类型 Form
1	7.38+2.26=9.64	3.27	st	1	7.33+2.40=9.73	3.06	st
2	7.38+2.14=9.52	3.45	st	2	6.97+2.27=9.24	3.07	st
3	8.46+0=8.46	∞	T	3	7.84+0=7.84	∞	T
4	8.34+0=8.34	∞	T	4	7.35+0=7.35	∞	T
5	7.96+0=7.96	∞	T	5	7.09+0=7.09	∞	T
6	7.59+0=7.59	∞	T	6	6.64+0=6.64	∞	T
7	7.41+0=7.41	∞	T	7	6.54+0=6.54	∞	T
8	7.26+0=7.26	∞	T	8	6.26+0=6.26	∞	T
9	2.78+2.68=5.46	1.04	m	9	2.83+2.41=5.24	1.18	m
10	3.25+2.13=5.38	1.53	m	10	3.29+1.87=5.16	1.76	sm
11	2.99+1.55=4.54	1.93	sm	11	3.04+1.68=4.72	1.81	sm
Total	70.80+10.76=81.6				65.18+10.63=75.8		
核型不对称系数 As.k%		86.81			85.98		
染色体相对长度系数 I.R.L.		4L+8M ₂ +4M ₁ +6S			4L+6M ₂ +8M ₁ +4S		
核型类型 Stebbin's category		3B			3B		
核型公式 Karyotype formula		4m+2sm+4st+12T			2m+4sm+4st+12T		

As.k%=Ratio of asymetry karyotype; I. R. L.=Index of relative length

(1) 海南苏铁特产于海南岛的中部、东部和南部^[10,11]。核型 $K(2n)=4m+2sm+4st+12T$, 为 3B 类型。染色体组总长度为 163.2 μm, 平均长度为 7.42 μm, 最长的第 1 对染色体长 9.64 μm, 最短的第 11 对染色体长 4.54 μm, 最长 / 最短 =2.12, 不对称系数 $As.k=86.81%$, 相对长度系数 $I.R.L.=4L+8M_2+4M_1+6S$ (图 1、2, 表 2)。此核型是首次报道。

(2) 仙湖苏铁主要分布在广东、福建和广西的南岭山脉^[10,11]。核型公式 $K(2n)=2m+4sm+4st+12T$, 为 3B 类型。染色体组总长度为 151.6 μm, 平均长度为 6.89 μm, 最长的第 1 对染色体长 9.73 μm, 最短的第 11 对染色体长 4.72 μm, 最长 / 最短 =2.06,

不对称系数 $As.k=85.98%$, 相对长度系数 $I.R.L.=4L+6M_2+8M_1+4S$ (图 1、2, 表 2)。此核型也是首次报道。

3 讨论

本文研究的仙湖苏铁和海南苏铁, 连同台湾苏铁 *C. taiwaniana*、葫芦苏铁 *C. changjiangensis*、四川苏铁 *C. szechuanensis* 5 种苏铁植物被多数学者认为是一个亲缘关系密切的类群, 称之为台湾苏铁复合种 (complex)^[12-14]。5 种植物中, 仙湖苏铁与四川苏铁之间, 以及葫芦苏铁与海南苏铁之间的亲缘关系较为密切^[14], 但它们的核型特征未能反映这种关系 (表 3)。

表 3 台湾苏铁复合种的核型资料
Table 3 Karyotype data of *Cycas taiwaniana* complex

种名 Species	染色体数 Chromosome number (2n)	核型 Stebbin's category	核型公式 Karyotype formula	作者 Authors
海南苏铁 <i>C. hainanensis</i>	22	3B	4m+2sm+4st+12T	覃广泉等(本文)
葫芦苏铁 <i>C. changjiangensis</i>	22	3B	6m+2sm+2st+12T	吴梅等 ^[2]
四川苏铁 <i>C. szechuanensis</i>	22	3B	2m+4sm+2st+12T	王发祥等 ^[1]
仙湖苏铁 <i>C. szechuanensis</i> subsp. <i>fairylakea</i>	22	3B	2m+4sm+4st+12T	覃广泉等(本文)
台湾苏铁 <i>C. taiwaniana</i>	22	3A	4m+4sm+2st+12T	郑芳勤等 ^[3]

从现有的苏铁属植物的染色体资料来看,各种间的核型特征大同小异。即所有种类均为 $2n=22$,多数种类的第 1、2 对染色体多为 st 或 sm 类,第 9、10、11 对染色体多为 sm 或 m 类,第 3 至第 8 对多为 T 类。显示该属植物是一个很自然的类群。然而,根据现有的资料,难以判定各种间的亲缘关系或地理分布规律。不但同种植物因研究者不同而有不同核型,如多歧苏铁 *C. multipinata* 的核型在田波等^[4]为 $4m+8sm+2st+8T$,而在郑芳勤等^[3]则为 $4m+4sm+2st+12T$;篦齿苏铁 *C. pectinata* 在王发祥等^[1]为 $2m+6sm+2st+12T$,而在 Abraham 等^[1]为 $4m+10sm+8st$;至少有 6 个种存在着这种情况。而且不同种植物在不同研究者却有同一核型,如本文的仙湖苏铁与田波等^[4]的滇南苏铁 *C. diannanensis*、陈训等^[15]的贵州苏铁 *C. guizhouensis*、杨涤清等^[16]的攀枝花苏铁 *C. panzihuaensis* 的核型一样,为 $2m+4sm+4st+12T$ 。甚至不同种植物在同一研究者也有同一核型,如王发祥等^[1]的单羽苏铁 *C. simplicipinna* 与台东苏铁 *C. taitungensis*,郑芳勤等^[3]的苏铁 *C. revoluta* 与台东苏铁一样,4 种均为 $6m+4sm+12T$;郑芳勤等^[3]的多歧苏铁与台湾苏铁均为 $4m+4sm+2st+12T$ 。这些情况同样也存在于其它类群的染色体研究中,如在禾本科赖草属(*Leymus*)的染色体研究^[17]。

为何存在这些看似混乱的情况?除了由于植物染色体制备技术尚不够先进而导致有较大误差外,笔者推测另一原因可能是苏铁属植物(也包括其它类群)存在着复杂的染色体行为,而我们对此了解却不多。例如我们就不清楚染色体着丝粒是否会位移,如有,规律又如何,是否存在性别染色体,等等。至少以下两方面佐证着苏铁植物存在复杂的染色体行为。一是不少苏铁种类存在形态多样性,如海南苏铁(=王发祥的台湾苏铁^[11])、贵州苏铁^[18]、石山苏铁 *C. miquelii*^[14]、*C. media*^[19] 以及 *C. rumphii*^[20] 等等;刘念于 2001 年 11 月间考察澳洲北部的苏铁时,发现当地的苏铁亦普遍存在形态多样性。而苏铁种类的遗传多样性却是偏低的^[21,22]。这是一对矛盾,故笔者推测苏铁种类是以染色体行为的复杂化来补偿。二是苏铁植物存在着性别反转行为^[23,24];据攀枝花市园林绿化处陈琏和福州树木园郑芳勤反映,在攀枝花苏铁中存在着雌雄同株的现象。此外,我们还发现某些苏铁种类的雄性正在衰退甚至消亡,如台湾苏铁、四川苏铁以及仙湖苏铁都有这种

现象。为了应对这种趋势,苏铁种类必然会产生某些补偿反应,包括染色体行为的复杂性,也许性别反转及雌雄同株正是应对行为之一。既然有复杂的染色体行为,也就有多样性的核型及结构,这正好与苏铁植物居群间遗传分化较大^[22]相吻合。

尽管如此,从现有资料来看,核型特征基本上可以把苏铁属植物区分成两大类,一类是具 5 对 T 以上的端着丝粒染色体,不对称系数 $>80\%$;另一类是端着丝粒染色体少于 5 对,不对称系数 $<80\%$ 。这种区分刚好与形态特征相吻合,前者其大孢子叶掌形,种子成熟时大孢子叶不下垂;后者大孢子叶长条形,种子成熟时大孢子叶下垂。因此笔者支持王发祥等^[1]的观点。

参考文献

- [1] Wang F X (王发祥), Liang H B (梁惠波). *Cycads in China* [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1996. 199-210.
- [2] Wu M (吴梅), Huang X X (黄向旭). Karyotype analysis of *Cycas changjiangensis* [J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 1999, 7(3):207-209. (in Chinese)
- [3] Zheng F Q (郑芳勤), Zhang X P (张晓萍), Pan A F (潘爱芳), et al. Karyotypes and karyotypical evolution in five *Cycas* species of China [J]. *Sci Silv Sin* (林业科学), 2002, 38(3):49-51. (in Chinese)
- [4] Tian B (田波), Gong X (龚洵), Zhang Q T (张启泰). Karyotypes of five species in *Cycas* [J]. *Acta Bot Yunn* (云南植物研究), 2002, 24(3):370-376. (in Chinese)
- [5] Huang X X (黄向旭), Wu M (吴梅), Song J J (宋娟娟), et al. Karyotype analysis of *Cycas debaensis* [J]. *J Trop Subtrop Bot* (热带亚热带植物学报), 2003, 11:260-262. (in Chinese)
- [6] Ferdga L A L, Sandberg A A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes [J]. *Hered*, 1964, 52:201-220.
- [7] Li M X (李懋学), Chen R Y (陈瑞阳). A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants [J]. *J Wuhan Bot Res* (武汉植物学研究), 1985, 3:297-302. (in Chinese)
- [8] Stebbins G L. *Chromosomal Evolution in Higher Plants* [M]. Edward Arnold London, 1971. 85-104.
- [9] Arano H. Cytological studies in subfamily Carduoideae (Compositae) of Japan. IX [J]. *Bot Mag* (Tokyo), 1963, 76:32-39.
- [10] Chen J R (陈家瑞), Liu N (刘念), Liao J P (廖景平), et al. Resources, biology, application of cycads and their conservation in China [A]. 见:香港中文大学中医学院. 秀苑撷英 - 胡秀英教授论文集[C]. 香港:商务印书馆, 2003. 3-21. (in Chinese)
- [11] Liu N (刘念), Qin G Q (覃广泉). Notes on some species of *Cycas* (Cycadaceae) from China [A]. In: Anders J L. *The Biology, Structure, and Systematics of the Cycadales-Proceedings of the*

- International Conference on Cycad Biology [C]. Thailand: Nong Nooch Tropical Botanical Garden Published, 2004. 1-4.
- [12] Wang D Y (王定跃). Studies on morphology, anatomy, taxonomy and evolution of Cycadaceae[D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2000.(in Chinese)
- [13] Huang Y Y (黄玉源). Studies on Systematics and Evolution of Cycadaceae of China [M]. Beijing: Meteorological Press, 2001. 99-100. (in Chinese)
- [14] Hill K D, Nguyen H T, Loc K P. The genus *Cycas*(Cycadaceae) in Vietnam [J]. Bot Rev, 2004, 70(2):134-193.
- [15] Chen X (陈训), Wu H M (巫华美). Karyotype analysis of *Cycas guizhouensis* [J]. Chin Bull Bot (植物学通报), 1990, 7(8):45-48. (in Chinese)
- [16] Yang D Q(杨涤清), Zhu X F(朱燮桴). Karyotype analysis of *Cycas panzhihuaensis* [J]. Acta Phytotax Sin (植物分类学报), 1985, 23(5):352-354. (in Chinese)
- [17] Yang R W (杨瑞武), Zhou Y H (周永红), Zheng Y L (郑有良), et al. Karyotypes of 3 tetraploid species in *Leymus* [J]. Acta Phytotax Sin (植物分类学报), 2004, 42(2):154-161. (in Chinese)
- [18] Deng C Y (邓朝义). The study on the diversity of 2 wild *Cycas* species [J]. Guizh Fores Sci Techn (贵州林业科技), 1999, 27(2): 48-49. (in Chinese)
- [19] Hill K D. The *Cycas media* group (Cycadaceae) in New Guinea [J]. Austr System Bot, 1994, 7:527-541.
- [20] Hill K D. The *Cycas rumphii* complex (Cycadaceae) in New Guinea and the western Pacific [J]. Austr System Bot, 1994, 7: 543-567.
- [21] Yang S L. Genetic variation in Chinese cycad population [A]. In: Chen C J. Biology and Conservation of Cycads-Proceedings of the Fourth International Conference on Cycad Biology [C]. Beijing:International Academic Publishers, 1999. 175-186.
- [22] Xiao L Q(肖龙寿), Ge X J(葛学军), Gong X(龚洵), et al. Genetic diversity of *Cycas guizhouensis* [J]. Acta Bot Yunn (云南植物研究), 2003, 25(6):648-652. (in Chinese)
- [23] David L J. Cycads [M]. Washington D C. Smithsonian Institution Press, 1994. 64.
- [24] Loran M W. The Cycads [M]. Oregon Timber Press, 2002. 22-24.