

兜兰宽瓣亚属 8种植物的核型比较

杨志娟^{1,2} 朱根发^{1*} 吕复兵¹ 张 显² 王碧青¹

(¹广东省农业科学院花卉研究所, 广东广州 510640; ²西北农林科技大学园艺学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 对兜兰宽瓣亚属 (*Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum*) 8种植物的染色体数目和核型进行比较研究。结果表明: 供试的兜兰原生种的染色体数目均为 26, 二倍体。白花兜兰 (*P. anersonii*) $2n=2x=26=18m+8sm$, 核型不对称系数 59.90%; 同色兜兰 (*P. concolor*) $2n=2x=26=2M+18m+4sm+2st$, 核型不对称系数 56.90%; 巨瓣兜兰 (*P. bellatulum*) $2n=2x=26=22m+2sm+2st$, 核型不对称系数 56.10%; 汉氏兜兰 (*P. hangianum*) $2n=2x=26=22m+4sm$, 核型不对称系数 58.64%; 麻栗坡兜兰 (*P. malipoense*) $2n=2x=26=20m+6sm$, 核型不对称系数 59.41%; 浅斑兜兰 (*P. jackii*) $2n=2x=26=14m+10sm+2st$, 核型不对称系数 63.00%; 杏黄兜兰 (*P. ameniacum*) $2n=2x=26=24m+2sm$, 核型不对称系数 55.05%; 硬叶兜兰 (*P. micranthum*) $2n=2x=26=20m+6sm$, 核型不对称系数 56.91%。除同色兜兰、巨瓣兜兰和汉氏兜兰的核型类型为“2A”外, 其它为“2B”。染色体长度变化不明显, 主要由中部着丝粒染色体和近中部着丝粒染色体组成, 未见随体结构。这些核型特征为兜兰属植物的系统进化提供了细胞分类学的理论依据。

关键词: 兰科; 兜兰属; 宽瓣亚属; 染色体数目; 核型

中图分类号: S 682.31 **文献标识码:** A **文章编号:** 0513-353X (2006) 05-1015-06

Studies on the Karyotypes of Eight Species of *Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum*

Yang Zhijuan^{1,2}, Zhu Genfa^{1*}, Lü Fubing¹, Zhang Xian², and Wang Biqing¹

(¹Floricultural Research Institute of Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China;

²College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Eight species of *Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum* were karyologically analyzed by root tips squash method. The result showed that the number of the somatic chromosome of these plants is $2n=26$, diploid. The karyotypes were as follows: *P. anersonii* $2n=2x=26=18m+8sm$, index of the karyotypic asymmetry (A.s.k) = 59.90%; *P. concolor* $2n=2x=26=2M+18m+4sm+2st$, A.s.k = 56.90%; *P. bellatulum* $2n=2x=26=22m+2sm+2st$, A.s.k = 56.10%; *P. hangianum* $2n=2x=26=22m+4sm$, A.s.k = 58.64%; *P. malipoense* $2n=2x=26=20m+6sm$, A.s.k = 59.41%; *P. jackii* $2n=2x=26=14m+10sm+2st$, A.s.k = 63.00%; *P. ameniacum* $2n=2x=26=24m+2sm$, A.s.k = 55.05%; *P. micranthum* $2n=2x=26=20m+6sm$, A.s.k = 56.91%. According to Stebbins classification of karyotypic asymmetry, the karyotype of *P. concolor*, *P. bellatulum* and *P. hangianum* belonged to “2A”, the others belonged to “2B”. The diploid mainly consisted of metacentric and submetacentric chromosomes, but not satellites. Moreover, results of this karyological study provided some references on cytotaxonomy for system evolution of *Paphiopedilum*.

Key words: Orchidaceae; *Paphiopedilum*; Subgenus *brachypetalum*; Chromosome number; Karyotype

兜兰属 (*Paphiopedilum* Pfitzer) 为多年生草本植物, 具有较高的观赏价值^[1], 生长在热带及亚热

收稿日期: 2005-12-26; 修回日期: 2006-04-17

基金项目: 广东省科技攻关重大专项资助项目 (2003A2010401)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: zhugf@tom.com)

带林下, 主要分布于亚洲热带地区至太平洋岛屿^[2]。我国西南各省区兜兰属植物资源非常丰富, 华南亦分布少量种, 但大部分种分布范围狭窄, 具有一定的区域性。

作为兰科中较原始的属, 全世界约有 65 种, 近几年陆续发现一些新种及变种^[3~6]。目前兜兰属的分类依据主要以形态指标为主。随着分子生物学和生化技术的发展, 同工酶技术^[7]、RAPD 分析^[7]、核 rDNA 的 ITS 序列^[8]已用于兜兰属植物亲缘关系的研究, 其分析结果与 Cribb^[9]的传统分类基本一致, 为经典的系统分类学提供了生化依据和分子生物学参考。但细胞学研究在国内很少有人涉及。

本文对中国兜兰属中的 7 个种及产于越南的汉氏兜兰的染色体进行研究, 比较分析其核型, 尝试从细胞学角度来揭示兜兰种间的亲缘关系和进化趋势, 为兰科植物的进化提供证据。

1 材料与方法

供试材料取自广东省农业科学院花卉研究所温室苗圃引种栽培的兜兰, 均为原生种 (表 1)。

取成熟植株旺盛生长的根尖, 4 ℃ 下用饱和 1-溴代萘溶液预处理 20~25 h^[10], 卡诺氏固定液 (95%乙醇 冰乙酸 = 3:1) 固定 10~24 h。材料冲洗后, 室温下用 1 mol/L 盐酸解离 5 min, 60 ℃ 恒温水浴解离 4 min, 改良的卡宝品红染液染色 3 min, 常规方法压片。利用显微镜 Motic BA400 镜检, 统计 30 个以上细胞、85% 以上具有恒定一致的染色体数作为该种的染色体数目。核型分析取 5 个细胞的平均值, 染色体相对长度、臂比及类型采用李懋学等^[11]的方法进行计算; 按 Levan 的分类法^[12]对染色体各项指数进行测量和命名; 核型不对称系数^[13] (A s. K) = 全部染色体长臂之和 / 全部染色体总长度 × 100; 核型分类按 Stebbins^[14]的标准, “1A” 最对称, “4C” 最不对称。

表 1 兜兰宽瓣亚属 8 种植物的名称和产地

Table 1 Localities for the eight species of *Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum*

种 Species	产地 Locality	海拔 Altitude (m)
白花兜兰 <i>P. amersonii</i>	广西和贵州 Guangxi and Guizhou	600 ~ 700
同色兜兰 <i>P. concolor</i>	广西、云南和缅甸 Guangxi, Yunnan and Myanmar	300 ~ 1 400
巨瓣兜兰 <i>P. bellatulum</i>	广西和云南 Guangxi and Yunnan	1 000 ~ 1 800
汉氏兜兰 <i>P. hangianum</i>	越南 Vietnam	—
麻栗坡兜兰 <i>P. malipoense</i>	广西、贵州和云南 Guangxi, Guizhou and Yunnan	1 000 ~ 1 600
浅斑兜兰 <i>P. jackii</i>	云南东南部 Southeast of Yunnan	1 000 ~ 1 200
杏黄兜兰 <i>P. amniacum</i>	云南西部 West of Yunnan	1 400 ~ 2 100
硬叶兜兰 <i>P. micranthum</i>	广西和云南 Guangxi and Yunnan	1 300 ~ 1 700

2 结果、分析与讨论

供试材料的染色体数均为 $2n = 2x = 26$ 。对这 8 个种的染色体进行核型分析和比较 (表 2)。

这 8 个种的染色体结构主要由中部和近中部着丝点染色体组成 (图 1), 染色体的长度变异范围不大, 最长染色体与最短染色体的比值为 1.71 ~ 2.79; 臂比 > 2 的染色体所占的比率也不高, 其范围为 7.7% ~ 23.1%; 核型不对称系数在 55.05% ~ 63.00% 之间。按 Stebbins 的核型分类标准, 同色兜兰、巨瓣兜兰和汉氏兜兰的核型为 “2A” 型, 其它 5 种为 “2B” 型 (表 3), 核型具有较高的对称性。

本次试验材料均为引种栽培的普通种, 未采用园艺上变异较大的特异种。研究报道的 8 种植物的染色体数目没有因为使用 1-溴萘而出现多倍体或其它非整倍体的现象, 经过反复的统计和验证, 发现兜兰宽瓣亚属植物的染色体数目是较保守的, 为 $2n = 26$, 二倍体。其中除巨瓣兜兰、汉氏兜兰和浅斑兜兰为首次报道外, 其它种的染色体数目与前人报道的一致^[7, 15]。陈瑞阳等^[16]曾报道硬叶兜兰的核型为 $2n = 2x = 22m + 4sm$, 与本研究的结果略有差异。而其它种的核型为首次报道。

表 2 兜兰宽瓣亚属 8种植物的核型分析

Table 2 Karyotype analysis of eight species of *Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum*

名称 Species	编号 No	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	名称 Species	编号 No	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type
白花兜兰 <i>P. anersonii</i>	1	$7.62 + 5.01 = 12.63$	1.53	m	同色兜兰 <i>P. concolor</i>	1	$5.38 + 4.59 = 9.97$	1.17	m
	2	$7.83 + 2.94 = 10.77$	2.66	sm		2	$4.83 + 4.34 = 9.17$	1.11	m
	3	$6.14 + 3.10 = 9.24$	1.98	sm		3	$4.18 + 4.14 = 8.32$	1.00	M
	4	$4.85 + 4.26 = 9.11$	1.14	m		4	$4.41 + 3.89 = 8.30$	1.13	m
	5	$4.87 + 2.70 = 7.57$	1.80	sm		5	$4.25 + 3.93 = 8.18$	1.08	m
	6	$4.88 + 2.61 = 7.49$	1.85	sm		6	$4.07 + 3.83 = 7.90$	1.06	m
	7	$3.51 + 3.25 = 6.76$	1.08	m		7	$4.06 + 3.46 = 7.52$	1.17	m
	8	$3.61 + 2.94 = 6.55$	1.23	m		8	$4.06 + 3.45 = 7.51$	1.18	m
	9	$3.44 + 2.91 = 6.35$	1.18	m		9	$3.79 + 3.33 = 7.12$	1.17	m
	10	$3.74 + 2.60 = 6.34$	1.44	m		10	$3.74 + 3.14 = 6.88$	1.19	m
	11	$3.74 + 2.48 = 6.22$	1.51	m		11	$5.06 + 1.72 = 6.78$	2.94	sm
	12	$2.93 + 2.76 = 5.69$	1.06	m		12	$4.99 + 1.55 = 6.54$	3.23	st
	13	$2.72 + 2.59 = 5.31$	1.05	m		13	$4.06 + 1.77 = 5.83$	2.29	sm
巨瓣兜兰 <i>P. bellatulum</i>	1	$5.82 + 4.64 = 10.46$	1.25	m	汉氏兜兰 <i>P. hangianum</i>	1	$6.77 + 4.00 = 10.77$	1.69	m
	2	$4.81 + 4.43 = 9.24$	1.16	m		2	$7.50 + 3.09 = 10.59$	2.42	sm
	3	$4.54 + 4.28 = 8.82$	1.06	m		3	$6.68 + 3.85 = 10.53$	1.74	sm
	4	$4.53 + 3.77 = 8.30$	1.20	m		4	$4.63 + 3.66 = 8.29$	1.27	m
	5	$4.25 + 3.86 = 8.11$	1.10	m		5	$3.82 + 3.41 = 7.23$	1.12	m
	6	$4.26 + 3.65 = 7.91$	1.17	m		6	$3.60 + 3.49 = 7.09$	1.03	m
	7	$3.94 + 3.68 = 7.62$	1.07	m		7	$3.92 + 3.12 = 7.04$	1.26	m
	8	$3.73 + 3.56 = 7.29$	1.05	m		8	$3.58 + 3.45 = 7.03$	1.04	m
	9	$4.11 + 3.02 = 7.13$	1.36	m		9	$4.03 + 2.87 = 6.90$	1.40	m
	10	$3.73 + 3.18 = 6.91$	1.17	m		10	$3.77 + 2.97 = 6.74$	1.35	m
	11	$5.03 + 1.62 = 6.65$	3.11	st		11	$3.46 + 2.64 = 6.10$	1.31	m
	12	$4.29 + 2.25 = 6.54$	1.91	sm		12	$3.51 + 2.54 = 6.05$	1.38	m
	13	$3.06 + 2.29 = 5.35$	1.34	m		13	$3.37 + 2.44 = 5.81$	1.38	m
麻栗坡兜兰 <i>P. malipoense</i>	1	$8.04 + 5.18 = 13.22$	1.55	m	浅斑兜兰 <i>P. jackii</i>	1	$7.01 + 5.10 = 12.11$	1.37	m
	2	$5.54 + 5.01 = 10.55$	1.11	m		2	$6.23 + 3.28 = 9.51$	1.90	sm
	3	$5.81 + 2.27 = 8.08$	2.57	sm		3	$7.20 + 1.99 = 9.19$	3.61	st
	4	$3.86 + 3.82 = 7.68$	1.19	m		4	$5.32 + 3.02 = 8.34$	1.76	sm
	5	$4.14 + 3.48 = 7.62$	1.01	m		5	$5.29 + 2.99 = 8.28$	1.77	sm
	6	$4.93 + 2.24 = 7.17$	2.20	sm		6	$4.21 + 3.37 = 7.58$	1.25	m
	7	$4.98 + 2.17 = 7.15$	2.30	sm		7	$5.57 + 1.91 = 7.48$	2.92	sm
	8	$4.37 + 2.57 = 6.94$	1.70	m		8	$3.96 + 3.30 = 7.26$	1.20	m
	9	$3.70 + 3.21 = 6.91$	1.15	m		9	$4.13 + 2.65 = 6.78$	1.56	m
	10	$4.12 + 2.64 = 6.76$	1.56	m		10	$4.06 + 2.39 = 6.45$	1.70	m
	11	$3.74 + 2.78 = 6.52$	1.35	m		11	$3.70 + 2.70 = 6.40$	1.37	m
	12	$3.13 + 2.99 = 6.12$	1.05	m		12	$3.75 + 2.07 = 5.82$	1.82	sm
	13	$3.05 + 2.53 = 5.58$	1.20	m		13	$2.57 + 2.21 = 4.78$	1.16	m
杏黄兜兰 <i>P. ameniacum</i>	1	$8.03 + 6.42 = 14.45$	1.25	m	硬叶兜兰 <i>P. micranthum</i>	1	$6.79 + 6.62 = 13.41$	1.03	m
	2	$5.92 + 5.68 = 11.60$	1.04	m		2	$6.55 + 6.34 = 12.89$	1.03	m
	3	$4.65 + 4.42 = 9.07$	1.05	m		3	$4.51 + 3.72 = 8.23$	1.21	m
	4	$4.44 + 3.25 = 7.69$	1.37	m		4	$5.79 + 2.17 = 7.96$	2.66	sm
	5	$4.31 + 3.36 = 7.67$	1.28	m		5	$4.98 + 2.13 = 7.11$	2.34	sm
	6	$3.74 + 3.65 = 7.39$	1.03	m		6	$3.73 + 3.25 = 6.98$	1.15	m
	7	$4.16 + 2.96 = 7.12$	1.40	m		7	$3.91 + 3.00 = 6.91$	1.31	m
	8	$3.81 + 2.76 = 6.57$	1.38	m		8	$3.43 + 3.36 = 6.79$	1.02	m
	9	$3.32 + 2.90 = 6.22$	1.14	m		9	$3.83 + 2.92 = 6.75$	1.31	m
	10	$3.04 + 2.86 = 5.90$	1.06	m		10	$4.09 + 2.38 = 6.47$	1.72	sm
	11	$3.21 + 2.44 = 5.65$	1.32	m		11	$3.42 + 2.93 = 6.35$	1.17	m
	12	$3.71 + 1.77 = 5.48$	2.09	sm		12	$2.87 + 2.28 = 5.15$	1.26	m
	13	$2.71 + 2.47 = 5.18$	1.10	m		13	$3.01 + 2.00 = 5.01$	1.51	m

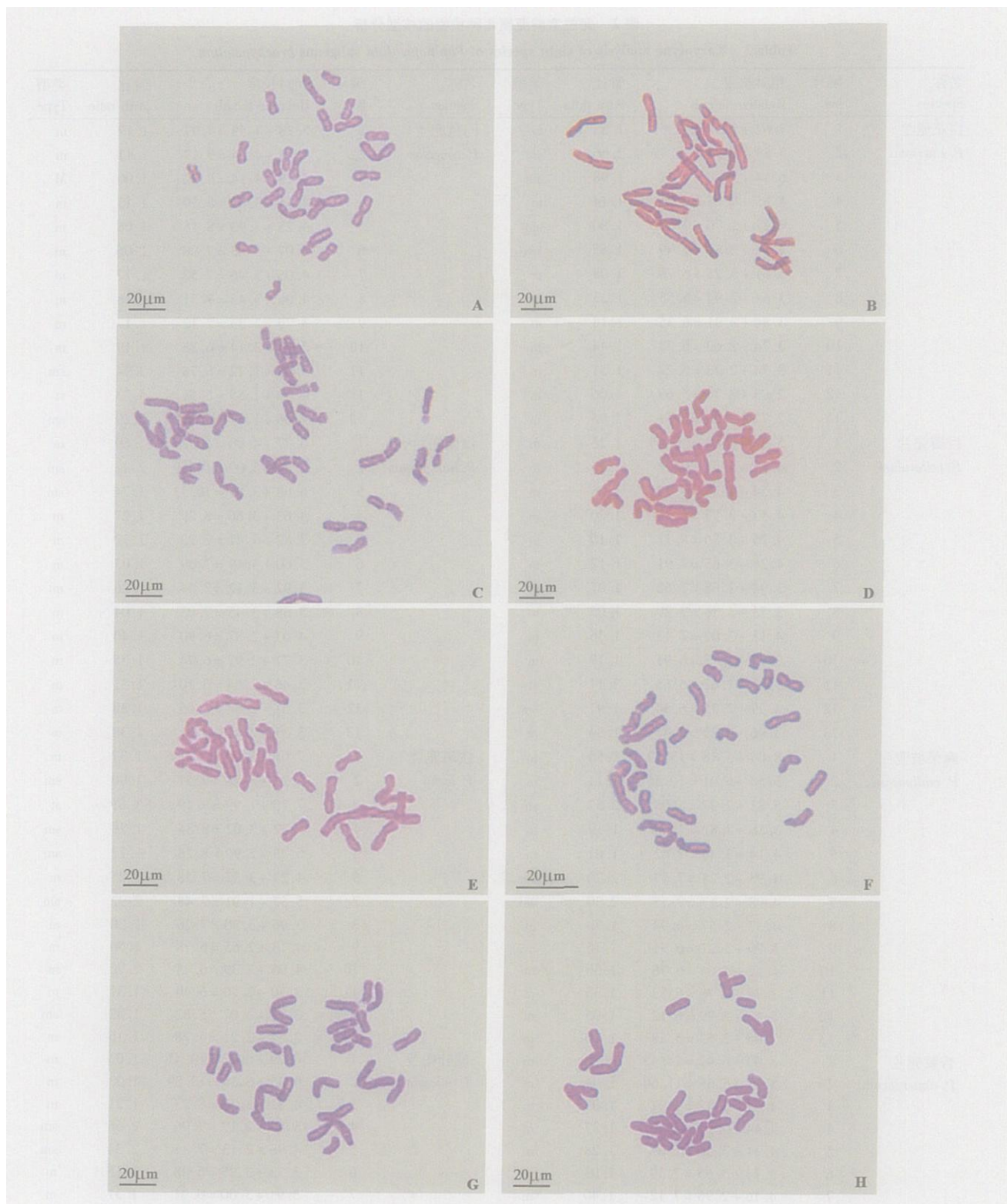


图 1 兜兰宽瓣亚属 8种植物的中期染色体图

A. 白花兜兰; B. 同色兜兰; C. 巨瓣兜兰; D. 汉氏兜兰; E. 麻栗坡兜兰; F. 浅斑兜兰; G. 杏黄兜兰; H. 硬叶兜兰。

Fig 1 Photomicrographs of metaphase chromosomes in eight species of *Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum*

A: *P. anersonii*; B: *P. concolor*; C: *P. bellatulum*; D: *P. hangianum*; E: *P. malipoense*;

F: *P. jackii*; G: *P. ameniacum*; H: *P. micranthum*.

表 3 8种兜兰宽瓣亚属植物的核型和染色体参数

Table 3 The parameters of eight species of *Paphiopedilum* subgenus *brachypetalum*

种类 Species	核型公式 Karyotype formula	最长/最短 Lt/St	臂比 >2的比率 P. C. A (%)	核不对称系数 As k (%)	核型类型 Type
白花兜兰 <i>P. emersonii</i>	$2n = 2x = 18m + 8sm$	2.38	7.7	59.90	2B
同色兜兰 <i>P. concolor</i>	$2n = 2x = 2M + 18m + 4sm + 2st$	1.71	23.1	56.90	2A
巨瓣兜兰 <i>P. bellatulum</i>	$2n = 2x = 22m + 2sm + 2st$	1.96	7.7	56.10	2A
汉氏兜兰 <i>P. hangianum</i>	$2n = 2x = 22m + 4sm$	1.85	7.7	58.64	2A
麻栗坡兜兰 <i>P. malipoense</i>	$2n = 2x = 20m + 6sm$	2.37	23.1	59.41	2B
浅斑兜兰 <i>P. jackii</i>	$2n = 2x = 14m + 10sm + 2st$	2.53	15.4	63.00	2B
杏黄兜兰 <i>P. amniacum</i>	$2n = 2x = 24m + 2sm$	2.79	7.7	55.05	2B
硬叶兜兰 <i>P. micranthum</i>	$2n = 2x = 20m + 6sm$	2.68	15.4	56.91	2B

染色体形态是研究属下或种下等级物种或居群亲缘关系和演化趋势的主要核型特征。Cribb^[9]把兜兰分为 *Parvisepalum*、*Brachypetalum*、*Paphiopedilum* 3个亚属。本文所研究的 8种兜兰属植物根据叶片、花瓣等形态特征被划分到宽瓣亚属 (*P.* subgenus *brachypetalum*, 广义包括 *Parvisepalum*)^[9,17]。核型研究结果显示：从最长染色体与最短染色体的比值及核型类型来分析，同色兜兰、巨瓣兜兰和汉氏兜兰与其它 5个种都存在一定的差异，其亲缘关系似乎相对较远，这一研究结果与 RAPD^[7]、同工酶^[7]、陈心启^[18]的传统分类有一定的差异，需进一步的研究。从形态学来看，兜兰属隶属于兰科中最原始的类群——2雄蕊亚科，与杓兰属 (*Cypripedium*)、美洲兜兰属 (*Phragmipedium*) 一起被认为是来自同一个祖先，关系极为密切^[19]。与其它兰花相比，兜兰属植物的花结构有巨大的变化，唇瓣呈半椭圆形的袋状，而且 2枚能育雄蕊着生在蕊柱的两侧。根据著名植物分类和进化学家 Stebbins^[13]的观点：高等植物核型进化的基本趋势是由对称向不对称方向发展，系统演化上处于较古老或原始的植物，往往具有较对称的核型，而不对称的核型则通常出现在较进化或特化的植物中。我们从细胞学上也证实了这一观点，所研究的兜兰属这 8种核型为“2A”或“2B”，核不对称系数也相对较小，证实了兜兰属植物是兰科中较原始的物种。但是对于种间的亲缘关系未能用该方法明确的区分，还有待于综合其它方法进一步得到证明。

参考文献：

- 王卜琼, 李枝林, 余朝秀. 兰花育种研究进展. 园艺学报, 2005, 32 (3): 551~556
Wang B Q, Li Z L, Yu C X. Progress on orchid breeding study. Acta Horticulturae Sinica, 2005, 32 (3): 551~556 (in Chinese)
- 陈心启, 吉占和. 中国兰花全书. 北京: 中国林业出版社, 1998. 284~286
Chen S C, Ji Z H. The Orchidaceae in China. Beijing: China Forestry Publishing House, 1998. 284~286 (in Chinese)
- 刘仲健, 陈心启. 翡翠兜兰, 中国云南兰科一新种. 武汉植物学研究, 2003, 21 (6): 489~491
Liu Z J, Chen S C. *Paphiopedilum smaragdinum*, a new species of Orchidaceae from Yunnan, China. Journal of Wuhan Botanical Research, 2003, 21 (6): 489~491 (in Chinese)
- 刘仲健, 陈心启. 玲珑兜兰, 中国云南兰科一新种. 植物分类学报, 2001, 39 (2): 156~159
Liu Z J, Chen X Q. *Paphiopedilum microchilum*, a new species of Orchidaceae from Yunnan, China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 2001, 39 (2): 156~159 (in Chinese)
- 郭荣发, 刘仲健. 狭叶兜兰, 越南兰科一新种. 云南植物研究, 2002, 24 (5): 554~556
Guo R F, Liu Z J. *Paphiopedilum angustifolium*, a new species of Orchidaceae from Vietnam, China. Acta Botanica Yunnanica, 2002, 24 (5): 554~556 (in Chinese)
- 刘仲健, 张建勇. 金豆兜兰, 中国西南部兰科兜兰属一新变种. 植物分类学报, 2001, 39 (5): 459~460
Liu Z J, Zhang J Y. *Paphiopedilum amniacum* var. *parviflorum*, a new variety of from southwestem China. Acta Phytotaxonomica Sinica, 2001, 39 (5): 459~460 (in Chinese)
- 孙彩云, 张明永, 叶秀芬, 梁承邨, 夏快飞. 利用 RAPD 和同工酶研究中国兜兰属种间亲缘关系. 园艺学报, 2005, 32 (2): 268~272
Sun C Y, Zhang Y M, Ye X L, Liang C Y, Xia K F. The relationship of *Paphiopedilum* species in China by RAPD and isozyme. Acta

- Horticulturae Sinica, 2005, 32 (2): 268 ~ 272 (in Chinese)
- 8 Cox A V, Pridgeon A M, Albert V A. Phylogenetics of the slipper orchids (Cypripedioideae, Orchidaceae): nuclear rDNA ITS sequences *PL. Syst. Evol.*, 1997, 208: 197 ~ 223
- 9 Cribb P. The genus *Paphiopedilum*. Nature History Publications & Kew: Borneo, 1998. 201 ~ 218
- 10 李玉阁, 郭卫红, 吴伯骥. 4种国产兰属植物的核型比较研究. 西北植物学报, 2002, 22 (6): 1438 ~ 1444
Li Y G, Guo W H, Wu B J. Studies on karyotypes of four species of *Cymbidium* in China *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2002, 22 (6): 1438 ~ 1444 (in Chinese)
- 11 李懋学, 陈瑞阳. 关于核型分析的标准化问题. 武汉植物学研究, 1985, 3 (4): 297 ~ 302
Li M X, Chen R Y. The standardization about the karyotype analysis *Journal of Wuhan Botanical Research*, 1985, 3 (4): 297 ~ 302 (in Chinese)
- 12 Levan A, Fregga K, Sandberg A A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes *Hereditas*, 1964, 52: 201 ~ 210
- 13 Arano H. Cytological studies in subfamily *Carduoideae* (Compositae) of Japan *Bot. Mag.*, 1963, 76: 32 ~ 39
- 14 Stebbins G L. Chromosomal evolution in higher plants. London: Edward Arnold, 1971. 87 ~ 89
- 15 Cox A V, Abdelnour G J, Bennett M D, Leitch I J. Genome size and karyotype evolution in the slipper orchids (Cypripedioideae: Orchidaceae). *American Journal of Botany*, 1998, 85 (5): 681 ~ 687
- 16 陈瑞阳. 中国主要经济植物基因组染色体图谱 (第三册). 北京: 科学出版社, 2003. 121 ~ 122
Chen R Y. The photomicrographs of main economical plants in China (3rd). Beijing: Science Press, 2003. 121 ~ 122 (in Chinese)
- 17 刘仲健, 陈心启, 张建勇. 兜兰宽瓣亚属 (广义) 的补充研究. 植物分类学报, 2002, 40 (4): 364 ~ 370
Liu Z J, Chen S C, Zhang J Y. Additional notes on the subgenus *brachypetalum* (s. l.) of *Paphiopedilum*. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 2002, 40 (4): 364 ~ 370 (in Chinese)
- 18 陈心启. 中国植物志 (第十七卷). 北京: 科学出版社, 1999. 52 ~ 72
Chen S C. *Fl. Reipubl. Popularis Sin.* (Vol. 17). Beijing: Science Press, 1999. 52 ~ 72 (in Chinese)
- 19 Cox A V, Pridgeon A M, Mark W C. A molecular phylogeny of the slipper orchids using rDNA ITS sequences *American Journal of Botany*, 1995, 82 (6, suppl): 122 ~ 128

《科技导报》(半月刊)

欢迎订阅、欢迎投稿、欢迎刊登广告

一本有影响、有特色、有品位的高层次、高水平、高质量学术期刊

刊号 CN 11-1421/N ISSN 1000-7857 广告经营许可证: 京海工商广字第 0035号

《科技导报》是中国科学技术协会学术会刊、中国科技论文统计源期刊 (中国科技核心期刊), 主要发表国内外科学、技术和工程各学科专业领域原创性学术论文。2007年为半月刊, 全彩印刷, 每册定价 7.00元。

栏目设置: 卷首寄语、本刊专稿、专题稿件、研究论文、综述文章、研究报告、学术争鸣、实验技术、科技评论、科学家之声、科技动态、信息发布等 15个栏目。

办刊特色: 处理来稿周期短, 报道成果时效强; 探究问题起点高, 研讨思路视野宽; 提出对策着眼远, 争鸣学术气氛浓; 刊载信息密度大, 排版印刷质量好。

读者对象: 科学、技术和工程各学科专业领域国内外一线科技工作者。

邮发代号: 2-872 (国内) M3092 (国外)

通讯地址: 北京市海淀区学院南路 86号科技导报社 (邮编 100081)

联系电话: 010-62103282 (编辑部) 010-62175871 (办公室)

投稿信箱: kjdbbjb@cast.org.cn

征订信箱: kjdb@cast.org.cn

单位主页: <http://www.kjdb.org.cn>

户 名: 科技导报社

账 号: 0200001409089017271

开户银行: 工商银行百万庄支行