

兜兰亚属 12 种植物的核型分析

朱根发^{1*}, 杨志娟^{1,2}, 王碧青¹, 吕复兵¹, 张显²

(1. 广东省农业科学院花卉研究所, 广东省园林花卉种质创新综合利用重点

实验室, 广州 510640; 2. 西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 对兜兰亚属(*Paphiopedilum* subgenus *Paphiopedilum*) 12 种植物的染色体数目和核型进行了研究。结果表明: 这 12 种植物的染色体数目和核型存在差异, 其中菲律宾兜兰(*P. philippinense*)的核型公式为 $2n=2x=26=16m+10sm$, 长瓣兜兰(*P. dithanum*)为 $2n=2x=26=20m+6sm$, 密毛兜兰(*P. densissimum*)为 $2n=2x=26=22m+4sm$, 飘带兜兰(*P. parishii*)和带叶兜兰(*P. hirsutissimum*)为 $2n=2x=26=24m+2sm$, 亨利兜兰(*P. henryanum*)、虎斑兜兰(*P. markianum*)和根茎兜兰(*P. rhizomatousum*)为 $2n=2x=26=26m$, 而胼胝兜兰(*P. callosum*)为 $2n=2x=32=2M+24m+6sm$, 布玲兜兰(*P. microchilum*)为 $2n=2x=38=28m+10sm$, 卷萼兜兰(*P. appletonianum*)和海南兜兰(*P. hainanensis*)为 $2n=2x=38=30m+8sm$ 。兜兰亚属的染色体主要为中部着丝粒染色体, 未见随体; 最长染色体与最短染色体之比为 2.07~3.44, 臂比大于 2 的染色体比率为 0~0.231, 核不对称系数为 53.50%~58.95%。长瓣兜兰、飘带兜兰、亨利兜兰、密毛兜兰、虎斑兜兰、带叶兜兰和根茎兜兰等 6 种的核型类型为 1B 型, 其余 6 种为 2B 型。

关键词: 兜兰属; 兜兰亚属; 染色体数目; 核型

中图分类号: Q949.718.430.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)02-0152-07

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.02.009

Karyotypes of 12 Species of *Paphiopedilum* subgenus *Paphiopedilum*

ZHU Gen-fa^{1*}, YANG Zhi-juan^{1,2}, WANG Bi-qing¹, LÜ Fu-bing¹, ZHANG Xian²

(1. Floricultural Research Institute of Guangzhou Academy of Agricultural Sciences, Guangdong Key Laboratory of

Ornamental Plant Germplasm Innovation and Utilization, Guangzhou 510640, China; 2. College of Horticulture,

Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yanglin 712100, China)

Abstract: Karyotypes of 12 species of *Paphiopedilum* subgenus *Paphiopedilum* were studied by root tips squash method. The results showed that the chromosome number and karyotype were different among these species. Their formulae were as follows: *P. philippinense* for $2n=2x=26=16m+10sm$, *P. dithanum* for $2n=2x=26=20m+6sm$, *P. densissimum* for $2n=2x=26=22m+4sm$, *P. parishii* and *P. hirsutissimum* for $2n=2x=26=24m+2sm$, *P. henryanum*, *P. markianum* and *P. rhizomatousum* for $2n=2x=26=26m$, *P. callosum* for $2n=2x=32=2M+24m+6sm$, *P. microchilum* for $2n=2x=38=28m+10sm$, *P. appletonianum* and *P. hainanensis* for $2n=2x=38=30m+8sm$. The diploid mainly consisted of metacentric chromosomes without satellites. The ratio of the longest chromosome to the shortest chromosome (Lc/Sc) ranged from 2.07 to 3.44. The percentage of chromosomes with arm ratio (P.C.A) > 2 ranged from 0 to 23.1%. The index of the karyotypic asymmetry (As.K) was from 53.50% to 58.95%. The karyotypes of *P. henryanum*, *P. dithanum*, *P. densissimum*, *P. parishii*, *P. markianum* and *P. rhizomatousum* were of Stebbins's 1B type, and the others belong to 2B type.

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

收稿日期: 2010-06-01

接受日期: 2010-09-07

基金项目: 广东省科技攻关重点项目(2006A20201001, 2009B020201009)资助

作者简介: 朱根发, 男, 博士, 研究员。主要从事花卉资源、育种、生物技术及栽培技术研究。

* 通讯作者 Corresponding author, email: zhugf@tom.com

兜兰属(*Paphiopedilum* Pfitzer)植物深受人们喜爱,具有较高的观赏价值,全世界约有 65 种^[1]。Cribb^[2]等将其分为宽瓣亚属(*Parvisepalum*)、小萼亚属(*Brachypetalum*)和兜兰亚属(*Paphiopedilum*)3 亚属,其中兜兰亚属又分为 5 组,即多花组(Sect. *Coryopedilum*)、长瓣兜兰组(Sect. *Pardalopetalum*)、续花型亚组(Sect. *Cochlopetalum*)、兜兰组(Sect. *Paphiopedilum*)和毛梗兜兰组(Sect. *Barbata*),产于中国的 18 种分别隶属于 3 亚属。

Karasawa^[3-5]、Cox 等^[6]报道兜兰属大部分种的染色体数目为 $2n = 2x = 26$,有些为 $2n = 2x = 30$, 32, 36, 38, 40, 41。而国内有关兜兰属植物的染色体核型研究报道不多,陈瑞阳等^[7]报道硬叶兜兰

(*P. micranthum*)的染色体核型公式为 $2n = 2x = 26 = 22m + 4sm$ 。杨志娟等研究了兜兰属宽瓣亚属 8 种植物^[8]和兜兰亚属紫毛兜兰(*P. villosum*)的染色体核型^[9]。本文对兜兰亚属 12 种植物的染色体核型进行研究,为该属植物的系统演化、育种和开发利用提供细胞学资料。

1 材料和方法

供试材料取自广东省农业科学院花卉研究所引种栽培的兜兰属植物,均为原生种,其中 9 种为我国原产(表 1)。凭证标本保存于该所白云基地广东省花卉种质资源库。染色体制作方法及分析参照杨志娟等^[8]方法。

表 1 12 种兜兰亚属植物来源
Table 1 Origin of 12 species of subgenus *Paphiopedilum*

组 Section	植物 Species	产地 Locality	海拔 Altitude (m)	凭证标本 Voucher
多花组 <i>Coryopedilum</i>	菲律宾兜兰 <i>P. philippinense</i>	菲律宾 <i>Philippine</i>	1000 ~ 2250	Paph.031
长瓣兜兰组 <i>Pardalopetalum</i>	长瓣兜兰 <i>P. dianthum</i>	广西 <i>Guangxi</i>	1000 ~ 2300	Paph.019
	飘带兜兰 <i>P. parishii</i>	云南 <i>Yunnan</i>	1200 ~ 2200	Paph.022
兜兰组 <i>Paphiopedilum</i>	亨利兜兰 <i>P. henryanum</i>	云南 <i>Yunnan</i>	—	Paph.020
	带叶兜兰 <i>P. hirsutissimum</i>	广西 <i>Guangxi</i>	700 ~ 1500	Paph.009
	虎斑兜兰 <i>P. markianum</i>	云南 <i>Yunnan</i>	1500 ~ 2200	Paph.016
	密毛兜兰 <i>P. densissimum</i>	云南 <i>Yunnan</i>	—	Paph.021
	根茎兜兰 <i>P. rhizomatosum</i>	缅甸 <i>Myanmar</i>	—	Paph.008
毛梗兜兰组 <i>Barbata</i>	胼胝兜兰 <i>P. callosum</i>	泰国 <i>Thailand</i>	—	Paph.015
	卷萼兜兰 <i>P. appletonianum</i>	海南 <i>Hainan</i>	300 ~ 1200	Paph.014
	布玲兜兰 <i>P. microchilum</i>	云南 <i>Yunnan</i>	—	Paph.018
	海南兜兰 <i>P. hainanensis</i>	海南 <i>Hainan</i>	300 ~ 1200	Paph.029

2 结果和分析

兜兰亚属 12 种植物的染色体数目存在差异(表 2,图版 I, II)。菲律宾兜兰、长瓣兜兰、飘带兜兰、密毛兜兰、带叶兜兰、亨利兜兰、虎斑兜兰和根茎兜兰等 8 种的染色体数目为 $2n = 26$,而胼胝兜兰为 $2n = 32$,卷萼兜兰、布玲兜兰和海南兜兰的数目为 $2n = 38$ 。

12 种植物的染色体主要由中部着丝粒染色体组成,均无随体,但染色体组成不完全相同(表 3)。平均臂比为 1.17 ~ 1.50,臂比大于 2 的染色体比率为 0 ~ 23.1%,最长染色体与最短染色体的比值为

2.07 ~ 3.44,核型不对称系数为 53.50% ~ 58.95%。即使核型公式相同的种,如亨利兜兰、虎斑兜兰和根茎兜兰的核型公式均为 $2n = 26m$,飘带兜兰、带叶兜兰和紫毛兜兰均为 $2n = 24m + 2sm$,卷萼兜兰和海南兜兰均为 $2n = 2x = 38 = 30m + 8sm$ 。菲律宾兜兰、长瓣兜兰、密毛兜兰、飘带兜兰、带叶兜兰、亨利兜兰、虎斑兜兰和根茎兜兰的臂指数为 52,而胼胝兜兰为 64,染色体数目为 38 的 3 种兜兰的臂指数为 76。按照 Stebbins^[10]的方法,长瓣兜兰、飘带兜兰、亨利兜兰、虎斑兜兰、密毛兜兰和根茎兜兰等 6 种的核型类型为 1B 型,而其余 6 种为 2B 型。

表 2 兜兰亚属 12 种植物的染色体参数

Table 2 The chromosome parameters of 12 species of subgenus *Paphiopedilum*

序号	菲律宾兜兰 <i>P. philippinense</i>			长瓣兜兰 <i>P. dianthum</i>			飘带兜兰 <i>P. parishii</i>			
	No.	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC
1		6.79 + 5.78 = 12.57	1.17	m	6.18 + 5.01 = 11.19	1.23	m	7.35 + 7.24 = 14.59	1.02	m
2		5.55 + 5.40 = 10.95	1.03	m	5.35 + 4.93 = 10.19	1.11	m	6.38 + 5.81 = 12.19	1.10	m
3		4.69 + 4.10 = 8.79	1.14	m	5.44 + 3.42 = 8.86	1.59	m	4.92 + 4.28 = 9.20	1.15	m
4		4.73 + 3.29 = 8.02	1.44	m	4.81 + 3.90 = 8.70	1.23	m	4.36 + 3.88 = 8.24	1.12	m
5		5.01 + 2.82 = 7.83	1.78	sm	4.27 + 4.08 = 8.35	1.04	m	4.20 + 3.54 = 7.74	1.19	m
6		4.14 + 3.63 = 7.77	1.14	m	4.28 + 3.79 = 8.07	1.13	m	3.84 + 3.55 = 7.39	1.08	m
7		4.83 + 2.27 = 7.10	2.13	sm	4.81 + 2.50 = 7.31	1.66	m	3.99 + 3.22 = 7.21	1.24	m
8		3.58 + 3.44 = 7.02	1.04	m	4.56 + 2.68 = 7.24	1.71	sm	3.41 + 2.92 = 6.33	1.17	m
9		3.65 + 3.31 = 6.96	1.10	m	4.28 + 2.57 = 6.85	1.66	m	3.33 + 2.47 = 5.80	1.35	m
10		4.63 + 2.19 = 6.82	2.11	sm	4.44 + 2.35 = 6.79	1.89	sm	3.08 + 2.59 = 5.67	1.19	m
11		3.54 + 3.20 = 6.74	1.11	m	3.49 + 2.07 = 5.56	1.68	m	3.24 + 2.33 = 5.57	1.39	m
12		3.87 + 2.02 = 5.89	1.92	sm	3.55 + 1.95 = 5.50	1.83	sm	3.14 + 2.05 = 5.19	1.53	m
13		2.76 + 1.35 = 4.11	2.04	sm	2.91 + 2.49 = 5.40	1.17	m	3.17 + 1.65 = 4.82	1.92	sm
序号	亨利兜兰 <i>P. henryanum</i>			带叶兜兰 <i>P. hirsutissimum</i>			虎斑兜兰 <i>P. markianum</i>			
	No.	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC
1		7.10 + 6.34 = 13.44	1.12	m	7.28 + 7.09 = 14.37	1.03	m	6.44 + 5.69 = 12.13	1.13	m
2		6.22 + 5.57 = 11.79	1.12	m	6.49 + 6.20 = 12.69	1.05	m	5.76 + 5.40 = 11.16	1.07	m
3		4.74 + 3.92 = 8.65	1.42	m	4.73 + 3.91 = 8.64	1.21	m	4.57 + 4.51 = 9.08	1.01	m
4		4.31 + 3.85 = 8.16	1.17	m	4.38 + 3.97 = 8.35	1.10	m	4.78 + 3.71 = 8.49	1.29	m
5		4.01 + 3.97 = 7.98	1.21	m	4.83 + 3.37 = 8.20	1.43	m	4.44 + 3.89 = 8.33	1.14	m
6		4.17 + 3.51 = 7.68	1.12	m	3.93 + 3.46 = 7.39	1.14	m	4.43 + 3.81 = 8.33	1.16	m
7		3.70 + 3.10 = 6.80	1.01	m	3.70 + 3.46 = 7.16	1.07	m	4.12 + 3.06 = 7.18	1.35	m
8		3.79 + 3.00 = 6.79	1.19	m	3.66 + 3.07 = 6.73	1.19	m	3.66 + 3.19 = 6.85	1.15	m
9		3.57 + 2.93 = 6.50	1.26	m	3.44 + 3.02 = 6.46	1.14	m	3.35 + 2.99 = 6.34	1.12	m
10		3.70 + 2.46 = 6.16	1.50	m	3.32 + 3.05 = 6.37	1.09	m	3.39 + 2.84 = 6.23	1.19	m
11		3.13 + 2.44 = 5.56	1.22	m	2.89 + 2.20 = 5.09	1.31	m	3.48 + 2.44 = 5.92	1.43	m
12		3.18 + 2.25 = 5.43	1.28	m	2.47 + 2.39 = 4.86	1.03	m	2.66 + 2.51 = 5.17	1.06	m
13		2.73 + 2.32 = 5.05	1.19	m	2.93 + 1.25 = 4.18	2.34	sm	2.50 + 2.38 = 4.88	1.05	m
序号	密毛兜兰 <i>P. densissimum</i>			根茎兜兰 <i>P. rhizomatosum</i>			胼胝兜兰 <i>P. callosum</i>			
	No.	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC
1		7.04 + 6.80 = 13.84	1.04	m	6.47 + 6.06 = 12.53	1.07	m	6.38 + 5.67 = 12.05	1.13	m
2		6.41 + 6.09 = 12.50	1.05	m	6.32 + 5.09 = 11.41	1.24	m	4.02 + 3.93 = 7.95	1.02	m
3		4.78 + 3.78 = 8.56	1.26	m	5.09 + 4.11 = 9.20	1.24	m	3.76 + 3.64 = 7.40	1.03	m
4		4.34 + 3.78 = 8.12	1.15	m	4.47 + 3.48 = 7.95	1.28	m	4.95 + 2.33 = 7.28	2.12	sm
5		3.95 + 3.79 = 7.74	1.04	m	3.84 + 3.51 = 7.25	1.09	m	3.76 + 3.44 = 7.20	1.09	m
6		4.82 + 2.67 = 7.49	1.81	sm	4.02 + 3.01 = 7.03	1.34	m	3.67 + 3.14 = 6.81	1.17	m
7		3.78 + 3.42 = 7.20	1.11	m	4.24 + 2.77 = 7.01	1.53	m	3.33 + 3.30 = 6.63	1.01	m
8		3.78 + 3.08 = 6.86	1.23	m	3.73 + 3.25 = 6.98	1.15	m	3.83 + 2.08 = 5.91	1.84	sm
9		3.03 + 2.73 = 5.76	1.11	m	3.51 + 3.31 = 6.82	1.06	m	3.33 + 2.54 = 5.87	1.31	m

续表(Continued)

密毛兜兰 <i>P. densissimum</i>				根茎兜兰 <i>P. rhizomatosum</i>				胼胝兜兰 <i>P. callosum</i>			
No.	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC		
10	3.06 + 2.62 = 5.68	1.17	m	3.55 + 2.77 = 6.32	1.28	m	2.90 + 2.89 = 5.79	1.00	M		
11	3.19 + 2.42 = 5.61	1.32	m	3.24 + 2.77 = 6.01	1.17	m	2.98 + 2.80 = 5.78	1.06	m		
12	2.96 + 2.47 = 5.43	1.20	m	3.49 + 2.48 = 5.97	1.41	m	2.74 + 2.33 = 5.07	1.18	m		
13	3.42 + 1.79 = 5.21	1.91	sm	2.77 + 2.68 = 5.45	1.03	m	2.70 + 1.45 = 4.15	1.85	sm		
14							2.15 + 2.00 = 4.15	1.08	m		
15							2.41 + 1.61 = 4.02	1.50	m		
16							2.08 + 1.87 = 3.95	1.11	m		
卷萼兜兰 <i>P. appletonianum</i>				布玲兜兰 <i>P. microchilum</i>				海南兜兰 <i>P. hainanensis</i>			
No.	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC	RL (L + S = T) (%)	AR (L/S)	PC		
1	5.33 + 4.56 = 9.89	1.17	m	5.09 + 4.30 = 9.39	1.18	m	5.85 + 4.96 = 10.81	1.18	m		
2	4.53 + 2.79 = 7.32	1.62	m	4.50 + 2.40 = 6.90	1.88	sm	4.86 + 2.88 = 7.74	1.69	m		
3	3.48 + 3.09 = 6.57	1.13	m	4.03 + 2.55 = 6.58	1.58	m	3.86 + 2.53 = 6.39	1.53	m		
4	3.95 + 2.47 = 6.42	1.60	m	4.15 + 1.94 = 6.09	2.14	sm	3.29 + 2.64 = 5.93	1.25	m		
5	4.02 + 1.91 = 5.93	2.10	sm	3.39 + 2.62 = 6.01	1.29	m	3.50 + 2.36 = 5.86	1.48	m		
6	3.30 + 2.39 = 5.69	1.38	m	3.09 + 2.62 = 5.71	1.18	m	3.53 + 2.11 = 5.64	1.67	m		
7	2.83 + 2.71 = 5.54	1.04	m	2.76 + 2.43 = 5.19	1.14	m	2.77 + 2.62 = 5.39	1.06	m		
8	3.10 + 2.08 = 5.18	1.49	m	2.75 + 2.40 = 5.15	1.15	m	3.43 + 1.50 = 4.93	2.29	sm		
9	2.82 + 2.23 = 5.05	1.26	m	2.72 + 2.34 = 5.06	1.16	m	2.98 + 1.87 = 4.85	1.59	m		
10	2.99 + 1.76 = 4.75	1.70	m	2.62 + 2.39 = 5.01	1.10	m	2.62 + 2.03 = 4.65	1.29	m		
11	3.27 + 1.40 = 4.67	2.34	sm	3.41 + 1.58 = 4.99	2.16	sm	2.43 + 2.21 = 4.64	1.10	m		
12	2.60 + 2.06 = 4.66	1.26	m	2.84 + 1.93 = 4.77	1.47	m	2.82 + 1.60 = 4.42	1.76	sm		
13	2.30 + 2.15 = 4.45	1.07	m	2.85 + 1.83 = 4.68	1.56	m	2.83 + 1.54 = 4.37	1.84	sm		
14	2.77 + 1.66 = 4.43	1.67	m	2.90 + 1.61 = 4.51	1.80	sm	2.23 + 2.13 = 4.36	1.05	m		
15	2.42 + 1.80 = 4.22	1.34	m	2.50 + 1.93 = 4.43	1.30	m	2.31 + 2.00 = 4.31	1.16	m		
16	2.70 + 1.38 = 4.08	1.96	sm	2.33 + 1.86 = 4.19	1.25	m	2.54 + 1.64 = 4.18	1.55	m		
17	2.54 + 1.35 = 3.89	1.88	sm	2.09 + 1.99 = 4.08	1.05	m	2.07 + 2.00 = 4.07	1.04	m		
18	2.13 + 1.48 = 3.61	1.44	m	2.16 + 1.48 = 3.64	1.46	m	2.02 + 1.92 = 3.94	1.05	m		
19	1.87 + 1.67 = 3.54	1.12	m	2.38 + 1.23 = 3.61	1.93	sm	2.35 + 1.17 = 3.52	2.01	sm		

RL: 相对长度 Relative length; AR: 臂比 Arm ratio; PC: 着丝粒位置 Position of centromere.

3 讨论

本文研究的兜兰亚属 12 种植物中,亨利兜兰、虎斑兜兰、密毛兜兰、根茎兜兰、布玲兜兰和海南兜兰等 6 种的染色体数目和核型为首次报道,其余种的染色体数目与 Cox 等^[6,11]和 Karasawa 等^[3-5]的报道基本一致。Karasawa^[3-5]研究了近 50 种兜兰的染色体数目,结果表明兜兰亚属的染色体数目为 $2n=26\sim41$,且染色体数目的变异相对集中在毛梗兜兰组内,如 *P. druryi* 为 $2n=30$,*P. acmodontum* 为 $2n=36$,*P. ururatum* 的 $2n=40$,*P. wardii* 则为 $2n=41$ 。本研究的结果也证明兜兰亚属毛梗兜兰组内不同种出现了染色体数目的变异,胼胝兜兰为 $2n=32$,卷萼兜兰、布玲兜兰和海南兜兰为 $2n=38$ 。

Stebbins^[10]认为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,系统演化上处于比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。形态学和分子生物学的证据业已证明兜兰亚属是兜兰属中最为进化的类群^[6,11],本研究中兜兰亚属长瓣兜兰组(Sect. *Pardalopetatum*)的 2 种和兜兰组(Sect. *Paphiopedilum*)的 4 种以及紫毛兜兰^[9]均属

表 3 兜兰亚属 12 种植物的核型参数

Table 3 The parameters of mitotic metaphase chromosome of 12 species in subgenus *Paphiopedilum*

植物 Species	核型公式 Karyotype formula	AAR	Lc/Sc	P.C.A (%)	N.F	As.K (%)	类型 Type
菲律宾兜兰 <i>P. philippinense</i>	$2n=2x=26=16m+10sm$	1.47	3.06	23.1	52	57.52	2B
长瓣兜兰 <i>P. dianthum</i>	$2n=2x=26=20m+6sm$	1.46	2.07	0	52	58.35	1B
飘带兜兰 <i>P. parishii</i>	$2n=2x=26=24m+2sm$	1.27	3.03	0	52	54.41	1B
亨利兜兰 <i>P. henryanum</i>	$2n=2x=26=26m$	1.22	2.66	0	52	54.34	1B
带叶兜兰 <i>P. hirsutissimum</i>	$2n=2x=26=24m+2sm$	1.24	3.44	7.70	52	53.50	2B
虎斑兜兰 <i>P. markianum</i>	$2n=2x=26=26m$	1.17	2.49	0	52	53.59	1B
密毛兜兰 <i>P. densissimum</i>	$2n=2x=26=22m+4sm$	1.26	2.66	0	52	54.56	1B
根茎兜兰 <i>P. rhizomatousum</i>	$2n=2x=26=26m$	1.22	2.30	0	52	54.72	1B
胼胝兜兰 <i>P. callosum</i>	$2n=2x=32=2M+24m+6sm$	1.28	3.05	6.25	64	54.99	2B
卷萼兜兰 <i>P. appletonianum</i>	$2n=2x=38=30m+8sm$	1.50	2.79	10.5	76	58.95	2B
布玲兜兰 <i>P. microchilum</i>	$2n=2x=38=28m+10sm$	1.46	2.60	10.5	76	58.57	2B
海南兜兰 <i>P. hainanensis</i>	$2n=2x=38=30m+8sm$	1.45	3.07	10.5	76	58.29	2B

AAR: 平均臂比 Average arm ratio; Lc/Sc: 最长染色体/最短染色体 Ratio of the longest chromosome to the shortest chromosome; P.C.A: 臂比大于 2 的染色体比例 Percentage of chromosomes with arm ratio > 2; N.F.: 臂指数 Number fundamental; As.K: 核型不对称系数 Karyotypic asymmetry rate.

1B,而毛梗兜兰组的 4 种均为 2B 型,且有 $2n=32$, 38 等不同的染色体数目,可能与物种的进化有关。Cox 等^[11]利用核 DNA 含量的差异分析了兜兰属染色体数目发生变异的原因,提出兜兰属中 $2n=26$ 是其原始的染色体数目,产生许多不同染色体数目主要是具中间着丝粒和具端着丝粒染色体构成的核型经常会出现着丝粒横裂,是物种适应环境的一个调节机制。本研究观察的兜兰亚属植物的染色体主要为中部着丝粒染色体,似乎为这一解释提供了佐证。

参考文献

[1] Chen S C(陈心启). Flora Reipublicae Popularis Sinicae Tomus 17 [M]. Beijing: Science Press, 1999: 52–72.(in Chinese)

[2] Cribb P. The genus *Paphiopedilum* [M]. Kota Kinabalu: Nature History Publications (Berneo), 1998: 201–208.

[3] Karasawa K. Karyomorphological studies in *Paphiopedilum*, Orchidaceae [J]. Bull Hiroshima Bot Gard, 1979, 2: 1–149.

[4] Karasawa K. Karyomorphological studies on nine taxa of *Paphiopedilum* [J]. Bull Hiroshima Bot Gard, 1986, 8: 23–42.

[5] Karasawa K. Karyomorphological studies on two species of *Paphiopedilum* [J]. Bull Hiroshima Bot Gard, 1988, 10: 1–6.

[6] Cox A V, Abdelnour G J, Bennett M D, et al. Genome size and karyotype evolution in the slipper orchids (Cyripedioideae: Orchidaceae) [J]. Amer J Bot, 1998, 85(5): 681–687.

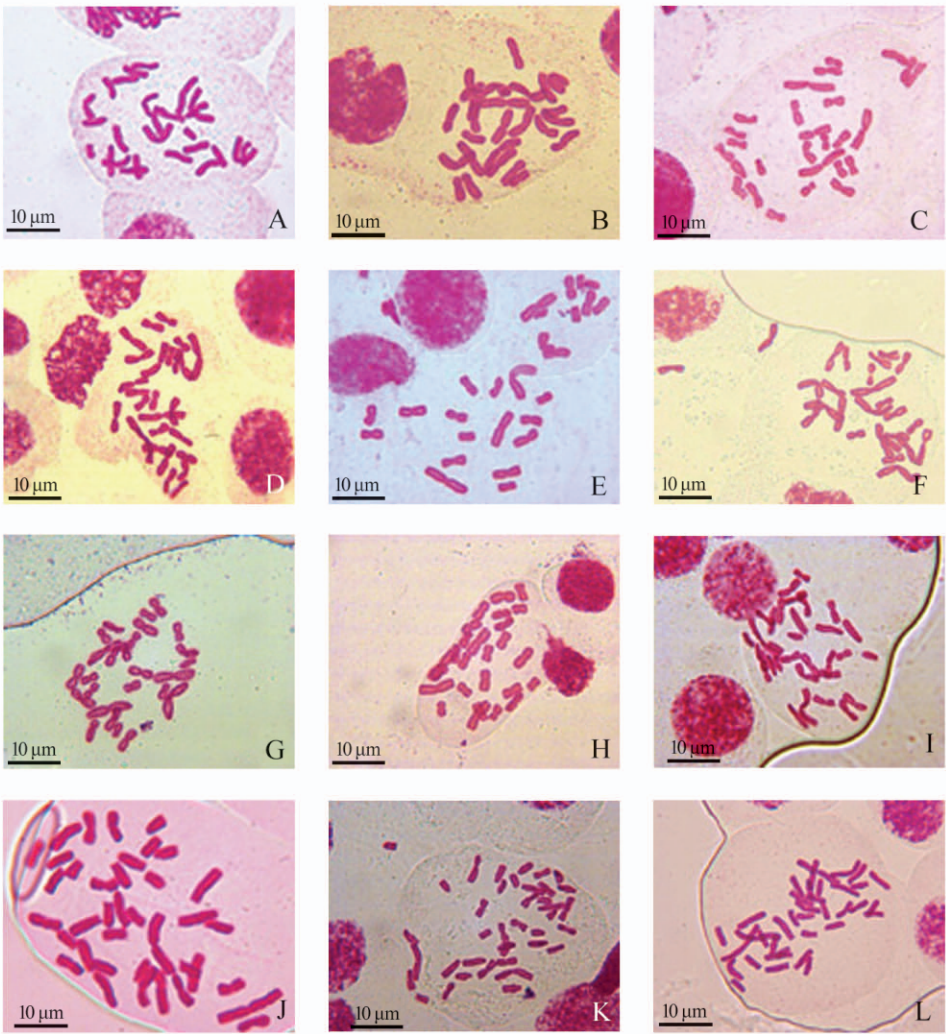
[7] Chen R Y(陈瑞阳). The photomicrographs of main economical plants in China [M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2003: 121–122. (in Chinese)

[8] Yang Z J(杨志娟), Zhu G F(朱根发), Zhang X(张显). Studies on the karyotypes of eight species of *Paphiopedilum* subgenus *Brachypetalum* [J]. Acta Hort Sin(园艺学报), 2006, 33(5): 1015–1020.(in Chinese)

[9] Yang Z J(杨志娟), Zhang X(张显), Zhang M J(张孟锦), et al. A study on karyotype of *Paphiopedilum villosum* [J]. J NW Sci-techn Univ Agri For (Nat Sci)(西北农林科技大学学报: 自然科学版), 2006, 34(11): 163–165.(in Chinese)

[10] Stebbins G L. Chromosomal Evolution in Higher Plants [M]. London: Edward Arnold, 1971: 87–89.

[11] Cox A V, Pridgeon A M, Albert V A, et al. Phylogebetics of the slipper orchids (Cyripedioideae, Orchidaceae): Nuclear rDNA ITS sequences [J]. Plant Syst Evol, 1997, 208: 197–223.



图版 I 兜兰亚属 12 种植物的中期染色体图

Plate I Somatic metaphase chromosomes of 12 species of *Paphiopedilum*

A. 菲律宾兜兰 *P. philippinense* ($2n=26$); B. 长瓣兜兰 *P. dianthum* ($2n=26$); C. 飘带兜兰 *P. parishii* ($2n=26$); D. 亨利兜兰 *P. henryanum* ($2n=26$); E. 带叶兜兰 *P. hirsutissimum* ($2n=26$); F. 虎斑兜兰 *P. markianum* ($2n=26$); G. 密毛兜兰 *P. densissimum* ($2n=26$); H. 根茎兜兰 *P. rhizomatousum* ($2n=26$); I. 胼胝兜兰 *P. callosum* ($2n=32$); J. 卷萼兜兰 *P. appletonianum* ($2n=38$); K. 布玲兜兰 *P. microchilum* ($2n=38$); L. 海南兜兰 *P. hainanensis* ($2n=38$).



图版 II 兜兰亚属 12 种植物的核型图

Plate II Karyotypes of somatic chromosomes of 12 species in subgenus *Paphiopedilum*

A~L 见图版 I。A~L see Plate I.