

横断山区两种菊科植物的核型研究

陈建国¹, 徐波², 李志敏^{2*}, 孙航¹

(1. 中国科学院昆明植物研究所生物多样性与生物地理学重点实验室, 昆明 650204; 2. 云南师范大学生命科学学院, 昆明 650092)

摘要: 对横断山区两种菊科植物圆齿狗娃花和细叶亚菊进行了染色体数目报道和核型研究, 其中圆齿狗娃花为首次报道, $2n=18=2x=18m(2SAT)$; 而细叶亚菊的为新的染色体数目, $2n=72=8x=56m+16sm$, 与之前报道的 36 不同。研究结果发现菊科植物这两个属在横断山及其它地区同时存在二倍体与多倍体。

关键词: 横断山区; 圆齿狗娃花; 细叶亚菊; 核型

中图分类号: Q943 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2010)01-0051-04

Karyological studies on two species of Compositae from the Hengduan Mountains, SW China

CHEN Jian-Guo¹, XU Bo², LI Zhi-Min^{2*}, SUN Hang¹

(1. Key Laboratory of Biodiversity and Biogeography, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China; 2. College of Life Science, Yunnan Normal University, Kunming 650092, China)

Abstract: Chromosome numbers and karyotypes of two Compositae species from the Hengduan Mountains were studied. *Heteropappus crenatifolius* was reported as $2n=18=2x=18m(2SAT)$ for the first time. A new chromosome number of *Ajania tenuifolia* was found to be $2n=72=8x=56m+16sm$, different from previous report of 36. Based on these results as well as previous reports, it's found that both diploid and polyploid occurred in the two genera from the Hengduan Mountains and other regions.

Key words: Hengduan Mountains; *Heteropappus crenatifolius*; *Ajania tenuifolia*; karyotype

横断山区是全球生物多样性非常丰富的关键地区之一, 是东喜马拉雅热点地区的重要组成部分(Myers, 1988; Myers 等, 2000)。染色体数目的研究对探讨植物区系起源和进化有重要的意义(Stebbins, 1980; 洪德元, 1990)。

菊科在横断山区分布约有 77 属 597 种, 是横断山被子植物区系的重要组成部分(李锡文等, 1993), 而已有染色体报道的只有 35 种(聂泽龙等, 2004)。狗娃花属(*Heteropappus*)主要分布于亚洲东部、中部及喜马拉雅地区, 全球约 30 种, 我国有 12 种(林谔等, 1985)。亚菊属(*Ajania*)近 40 个种, 在我国

分布有 28 个种, 主要分布于我国西北、西南地区(石铸等, 1983)。目前这两个属已有一些染色体数目报道(Kondo 等, 1992、1995、1998; Probatova 等, 1990; Abd El-Twab 等, 1999; Probatova 等, 1983; Rosyovtsenva, 1984; 阎贵兴等, 1995; 杨德奎, 1998; Gu, 1989; Krasnikov 等, 1995; Ito 等, 1998), 有关横断山区种类的报告却非常有限, 其中狗娃花属未见有关横断山区的染色体报道, 亚菊属横断山区只有 4 种有染色体报道。因此, 对这两个属开展细胞学研究, 将对了解该区植物区系在细胞水平上的进化提供很好的补充资料。本研究选取两种主要分布于

收稿日期: 2008-08-15 修回日期: 2008-12-25

基金项目: 国家自然科学基金(30625004, 30770167, 40771073)[Supported by the National Natural Science Foundation of China (30770167, 4077173, 30625004)]

作者简介: 陈建国(1983-), 男, 云南施甸人, 硕士研究生, 研究方向为植物系统学, (E-mail)chenjianguo@mail.kib.ac.cn.

* 通讯作者(Author for correspondence, E-mail: lizhiming-alpine@hotmail.com)

横断山区的圆齿狗娃花(*Heteropappus crenatifolius*)和细叶亚菊(*Ajania tenuifolia*)进行染色体数目报道和核型研究。

1 材料和方法

1.1 材料

实验材料均采自野生植株种子(表 1)。凭证标本保存于中国科学院昆明植物研究所标本馆(KUN)。

1.2 方法

种子经过滤纸培养,当根尖长至 0.5~1 cm 时,切取生长旺盛的根尖,常温下用 0.003 mol/L 的 8-

羟基喹啉预处理 2.5~3.5 h,卡诺固定液(冰乙酸:无水乙醇=1:3)浸泡置于 4 °C 冰箱中固定 2~24 h,用 1:1 的 45% 醋酸和 1N 盐酸于 60 °C 下解离 5 min(可适当缩短或延长),1% 地衣红染色过夜。常规压片,光学显微镜下观察、照相。

染色体核型分析按李懋学等(1985)的标准进行。核型不对称性按 Stebbins(1971)的标准和着丝点端化值(centromeric terminalization value,简称 T. C.)来衡量。(T. C.%)=(染色体长臂总长度/染色体总长度)×100。间期核和前期染色体类型采用 Tanaka(1971,1977)的标准。分析时取 10 个染色体分散良好的细胞照片用游标卡尺进行测量、换算、取平均值。

表 1 实验材料及来源
Table 1 Materials and resources

种名 Species	材料来源 Origin	纬度(N) Latitude	经度(E) Longitude	海拔(m) Altitude	凭证标本号 Vouchers
圆齿狗娃花 <i>H. crenatifolius</i>	四川省红原县	31.79	102.55	3540	Xubo-600
细叶亚菊 <i>A. tenuifolia</i>	四川省九龙县	29.01	101.53	4 200	Xubo-407

2 结果和讨论

两种植物的核型参数见表 2,细胞分裂各时期形态及核型如图 1 所示。

表 2 两种植物的核型参数
Table 2 Karyotype parameters of two species

种名 Taxon	序号 Chr No.	相对长度 Relative length(%)	臂比 Arm ratio	类型 Type
圆齿狗娃花 <i>H. crenatifolius</i>	1	8.88+6.41=15.25	1.38	m
	2	7.52+4.82=12.34	1.56	m
	3	6.93+5.29=12.22	1.31	m
	4	6.51+4.66=11.17	1.40	m
	5	6.51+4.55=11.06	1.43	m
	6	5.88+5.08=10.96	1.44	m
	7	5.24+4.29=9.53	1.38	m
	8	5.40+3.92=9.32	1.22	m
	9	4.87+4.29=9.16	1.12	m
细叶亚菊 <i>A. tenuifolia</i>	1	1.98+1.41=3.39	1.40	m
	2	1.77+1.60=3.37	1.10	m
	3	1.77+1.51=3.28	1.06	m
	4	1.98+1.22=3.20	1.62	m
	5	1.79+1.29=3.08	1.38	m
	6	2.02+1.06=3.08	1.91	sm
	7	1.55+1.51=3.06	1.03	m
	8	1.74+1.29=3.03	1.35	m
	9	1.53+1.46=2.99	1.05	m

续表 2

种名 Taxon	序号 Chr No.	相对长度 Relative length(%)	臂比 Arm ratio	类型 Type
细叶亚菊 <i>A. tenuifolia</i>	10	1.77+1.22=2.99	1.44	m
	11	1.72+1.20=2.92	1.43	m
	12	1.86+1.06=2.92	1.76	sm
	13	1.69+1.22=2.91	1.38	m
	14	1.69+1.20=2.89	1.41	m
	15	1.84+1.01=2.85	1.81	sm
	16	1.58+1.22=2.80	1.29	m
	17	1.48+1.27=2.75	1.17	m
	18	1.62+1.13=2.75	1.44	m
	19	1.51+1.22=2.73	1.23	m
	20	1.58+1.15=2.73	1.37	m
	21	1.86+0.87=2.73	1.86	m
	22	1.53+1.18=2.71	1.30	m
	23	1.84+0.87=2.71	2.11	sm
	24	1.41+1.20=2.61	1.18	m
	25	1.53+1.06=2.59	1.44	m
	26	1.74+0.85=2.59	2.06	sm
	27	1.37+1.18=2.55	1.16	m
	28	1.41+1.11=2.52	1.28	m
	29	1.55+0.97=2.52	1.61	m
	30	1.55+0.94=2.49	1.65	m
	31	1.51+0.97=2.48	1.56	m
	32	1.67+0.80=2.47	2.09	m
	33	1.37+1.08=2.45	1.26	m
	34	1.44+1.01=2.45	1.42	m
	35	1.48+0.97=2.45	1.54	m
	36	1.62+0.73=2.35	2.23	sm

2.1 圆齿狗娃花 *Heteropappus crenatifolius*

本种间期核为简单中心型 (simple chromo-center type) (图 1:1); 前期染色体为渐变型 (gradient type) (图 1:2); 对 20 个染色体分散良好的细胞进行计数, 得出数目为 $2n=18$ (图 1:3)。所有染色

体均具中部着丝点, 一对染色体带随体, 因此核型公式为 $2n=18=2x=18m(2SAT)$ (表 3; 图 1:4), 染色体相对长度变化范围为 9.16~15.25; 染色体长度比为 1.66; 着丝点端化值 (T. C. %) 为 57.60%, 核型不对称性属 1A 型。本种的染色体数目和核型为

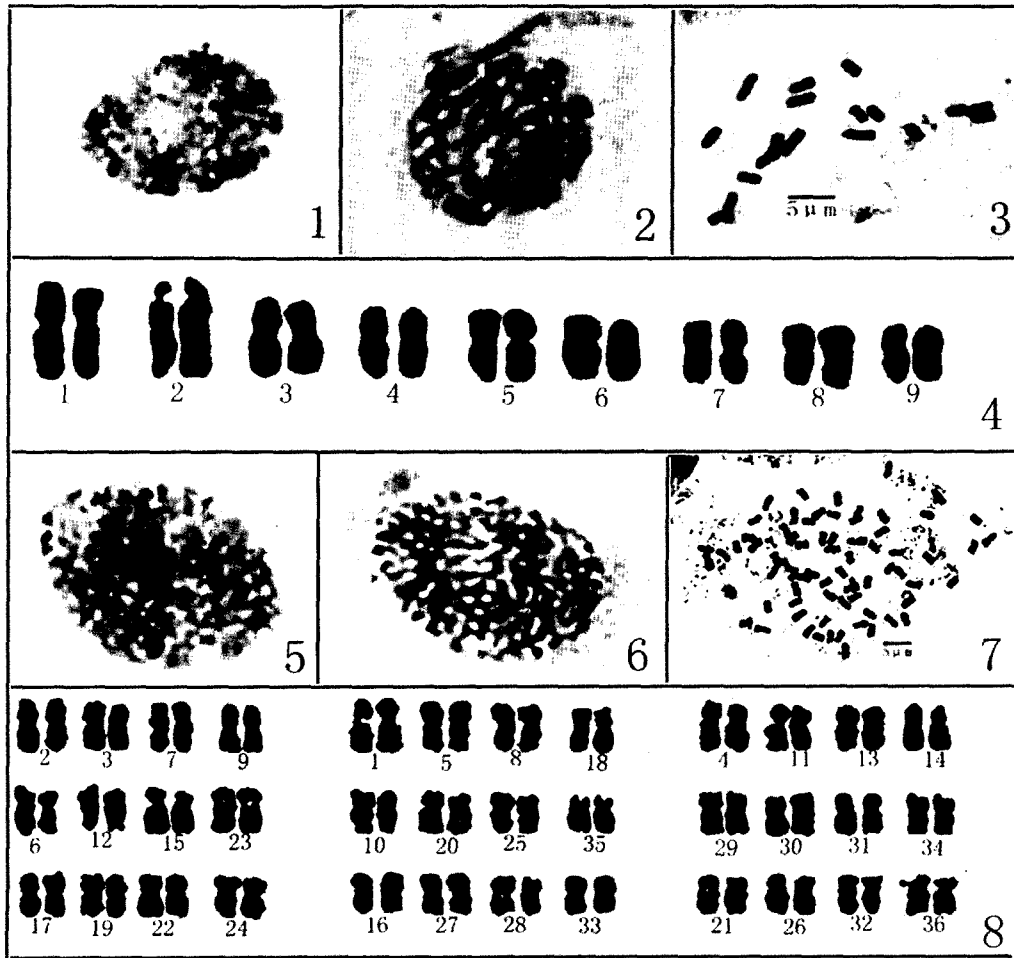


图 1 两种植物细胞分裂各时期形态及核型图

Fig. 1 The morphology of each phase in cell division and karyotypes of the two species

1-4. 圆齿狗娃花 (1. 间期; 2. 前期; 3. 中期; 4. 核型); 5-8. 细叶亚菊 (5. 间期; 6. 前期; 7. 中期; 8. 核型); 1-4. *Heteropappus crenatifolius* (1. interphase; 2. prophase; 3. metaphase; 4. karyotype); 5-8. *Ajania tenuifolia* (5. interphase; 6. prophase; 7. metaphase; 8. karyotype)

首次报道。

从已报道的狗娃花属植物染色体看 (Probatova 等, 1983; Rosyovtseva, 1984; 阎贵兴等, 1995; 杨德奎, 1998; Gu, 1989; Krasnikov 等, 1995; Ito 等, 1998), 数目 $2n$ 为 18 (*H. arenarius*, *H. insularis*, *H. biennis*, *H. saxamarinus*)、36 (*H. altaicus*, *H. medius*, *H. hispidus*, *H. pusaltaicus*)、54 (*H. oidhamii*) 几种, 可推断该属是基数为 $x=9$ 的多倍

体系列。本种为二倍体。阎贵兴等 (1995) 和杨德奎 (1998) 报道阿尔泰狗娃花 (*H. pusaltaicus*) (材料分别采自北方草原及山东) 的染色体数目 $2n=36$, 核型公式 $2n=36=36m$, 与本实验结果 $2n=18$, 核型公式 $2n=18=2x=18m(2SAT)$ 相比, 数目虽有差异, 但核型却很相似, 即染色体均为中部着丝粒, 不同的是圆齿狗娃花具有一对随体。本研究中我国西南横断山区的圆齿狗娃花为二倍体, 而东北的阿尔

泰狗娃花为四倍体,支持 Nie 等(2005)关于横断山区被子植物进化主要体现在二倍体水平上的观点。

2.2 细叶亚菊 *Ajania tenuifolia*

间期核为简单—复杂染色体中心型(simple-complex chromocenter type)(图 1:5)。前期染色体为渐变型(gradient type)(图 1:6)。对 10 个染色体分散较好的细胞进行计数,得出细叶亚菊的染色体数目为 $2n=72$ (图 1:7)。其中 56 条染色体具中部着丝点,16 条具近中部着丝点,因此核型公式 $2n=72=8x=56m+16sm$ (表 2;图 1:8)。染色体相对长度变化范围为 2.35~3.39;染色体长度比为 1.43;着丝点端化值(T. C. %)为 58.95%,核型不对称性属 2A 型。

亚菊属植物已经有很多染色体报道,基数 $x=9$ (Kondo 等,1992、1995、1998;Probatova 等,1990;Abd El-Twab 等,1999)。Kondo 等(1992,1995)报道了横断山区的细叶亚菊的染色体数目 $2n$ 为 36,为四倍体。而我们的研究结果为 $2n=72$,应为八倍体,且在核型上也有一定差别;他们也指出,在生境上分布较广的亚菊属植物如多花亚菊(*A. myriantha*)和细裂亚菊(*A. przewalskii*)能在种内形成多倍体且不会发生杂交,而生境分布狭窄的种如柳叶亚菊(*A. salicifolia*)则为二倍体。周树军等(1997)指出菊属的多倍化现象不仅出现在不同的种间,而且在同一种的不同居群间也非常普遍,甚至在同一地区同一种的不同植株上也存在倍数性的差异。比较本文及前人的研究结果,我们认为亚菊属也存在上述两种现象。

致谢 本研究得到张建文、岳学坤、岳亮亮的实验指导,聂泽龙对论文撰写提出宝贵意见。

参考文献:

- 石铸,傅国勋. 1983. 中国植物志第 76 卷第 1 分册[M]. 北京:科学出版社,28—42,102—127
- 林镛,陈艺林,石铸. 1985. 中国植物志第 74 卷[M]. 北京:科学出版社,125—127
- 洪德元. 1990. 植物细胞分类学[M]. 北京:科学出版社,1—11
- Abd El-Twab MH, Kondo K, Hong DY. 1999. Isolation of particular chromosome of *Ajania remotipinna* in a chromosome complement of an artificial F1 hybrids of *Dendranthema lavandulifolia* × *Ajania remotipinna* by use of genomic in situ hybridization[J]. *Chrom Sci*, 3:21—28
- Gu HY. 1989. On chromosome numbers of *Kalimeris*(Asteraceae, Asteraceae)and some related taxa[J]. *Cathaya*, 1:1—16
- Ito M, Soejima A, Watanabe K. 1998. Phylogenetic relationships of Japanese aster(Asteraceae, Astereae)sensu lato based on chlo-

- roplast-DNA restriction site mutations[J]. *J Plant Res*, 111:217—223
- Kondo K, Tanaka R, Ge S, et al. 1992. Cytogenetic studies on wild *Chrysanthemum* sensu lato in China. IV. Karyomorphological characteristics of three species of *Ajania*[J]. *J Jpn Bot*, 67:324—329
- Kondo K, Tanaka R, Hong DY, et al. 1995. Cytogenetic studies on wild *Chrysanthemum* sensu lato in China V. A chromosome study of three species of *Ajania*, *Cancrinia maximowiczii* and *Dendranthema lavandulifolium* in the Chrysantheminae, the Anthemideae, the Compositae in Chinese highlands[J]. *J Jpn Bot*, 70:85—94
- Kondo K, Tanaka R, Hizume M, et al. 1998. Cytogenetic studies on wild *Chrysanthemum* sensu lato in China VI. Karyomorphological characters of five species of *Ajania* and each one species of *Brachanthemum*, *Dendranthema*, *Elachanthemum*, *Phaeostigma* and *Tanacetum* in highlands of Gansu, Qinghai and Sichuan provinces[J]. *J Jpn Bot*, 73(3):128—136
- Krasnikov AA, Korolyuk EA. 1995. Chromosome numbers in some members of the family Asteraceae from Siberian flora[J]. *Bot Eskij žurnal (Moscow & Leningrad)*, 80(4):107
- Li XW(李锡文), Li J(李捷). 1993. A preliminary floristics study on the seed plants from the region of Hengduan Mountain[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 15(3):217—231
- Li MX(李懋学), Chen RY(陈瑞阳). 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants(关于植物核型分析的标准化问题)[J]. *J Wuhan Bot Res*(武汉植物学研究), 3(4):297—302
- Myers N. 1988. Threatened biotas, 'Hot spots' in tropical forests [J]. *Environmentalist*, 8:187—208
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities[J]. *Nature*, 403:853—858
- Nie ZL(聂泽龙), Sun H(孙航), Gu ZJ(顾志建). 2004. A survey of chromosome numbers from angiosperms of the Hengduan Mountains, S. W. China(横断山区被子植物染色体研究概况)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 26(1):35—57
- Nie ZL, Wen J, Gu ZJ, et al. 2005. Polyploidy in the flora of the Hengduan mountains hotspot, southwesten China[J]. *Ann Missouri Bot Gard*, 92:275—306
- Probatova NS, Sokolovskaya AP. 1990. Chromosome numbers in some representatives of the families Asclepiadaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Chenopodiaceae, Lamiaceae, Oleaceae, Onagraceae, Scrophulariaceae, Solanaceae, Urticaceae from the Soviet far east[J]. *Bot Eskij žurnal (Moscow & Leningrad)*, 75:1 619—1 622
- Probatova NS, Sokolovskaya AP. 1983. Chromosome numbers in Adoxaceae, Chloranthaceae, Cupressaceae, Juncaceae, Poaceae[J]. *Bot Eskij žurnal (Moscow & Leningrad)*, 68(12):1 683
- Stebbins GL. 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants [M]. London:Edward Arnold LTD:72—123
- Stebbins GL. 1980. Polyploidy in plants: unsolved problems and prospects[C]//Lewis WH(ed). Polyploidy: biological relevance[C]. New York:Plenum Press,495—520

(下转第 69 页 Continue on page 69)

壤重金属含量呈正相关关系。

参考文献:

- Chen GK(陈桂葵), Chen GZ(陈桂珠). 2007. Distribution and migration of zinc in *Avicennia marina* plant-soil system(锌在红树植物白骨壤-土壤系统中的分布与迁移)[J]. *Chin J Appl Ecol(应用生态学报)*, **18**(7): 1 505-1 509
- He B(何斌), Wen YG(温远光), Yuan X(袁霞), et al. 2002. Studies on soil physical and chemical properties and enzyme activities of different mangrove communities in Yingluo Bay of Guangxi(英罗湾红树植物群落不同演替阶段植物元素分布及其与土壤肥力的关系)[J]. *Sci Silv Sin(林业科学)*, **38**(2): 21-26
- Hossner LR. 1996. Dissolution for total elemental analysis[M]// Sparks DL. Methods of Soil Analysis. Part 3; Chemical Methods. Madison, WI: SSSA and ASA, Wisconsin: 49-64
- Huang YH(黄玉环). 2003. Determination of heavy metals in mangrove by atomic absorption spectrometry(原子吸收光谱法测定红树林中的重金属)[J]. *Fujian Anal Test(福建分析测试)*, **12**(3): 1 812-1 814
- Liang SC(梁士楚), Liu JF(刘镜法), Liang MZ(梁铭忠). 2004. Ecological study on the mangrove communities in Beilunhekou National Nature Reserve(北仑河口国家级自然保护区红树植物群落研究)[J]. *J Guangxi Nor Univ; Nat Sci Edi(广西师范大学学报: 自然科学版)*, **22**(2): 70-76
- Lin YM(林益明), Ke LN(柯莉娜), Wang ZC(王湛昌), et al. 2002. Seasonal changes in the caloric values of the leaves of seven mangrove species at Futian, Shenzhen(深圳福田红树林区 7 种红树植物叶热值的季节变化)[J]. *Acta Oceanol Sin(海洋学报)*, **24**(3): 112-118
- Liu JC(刘景春), Yan CL(严重玲). 2006. Spatial distribution of Pb, Cd, Ni, Fe in mangrove sediments of the Zhangjiang Estuary, Fujian Province(福建漳江口红树林湿地沉积物中四种重金属的空间分布特征)[J]. *Subtrop Plant Sci(亚热带植物科学)*, **35**(4): 1-5
- Nora FY, Tam Yuk-Shan Wong. 1997. Accumulation and distribution of heavy metals in a simulated mangrove system treated with sewage[J]. *Hydrobiologia*, **352**: 67-75
- Pan H, Song L R, Liu Y D, et al. 2002. Detection of hepatotoxic microcystis strains by PCR with intact cells from both culture and environmental samples[J]. *Arch Microbiol*, **78**(6): 421-427
- Tam NF, Wong YS. 2000. Spatial variation of heavy metals in surface sediments of Hong Kong mangrove swamps[J]. *Environ Pollut*, **110**(2): 195-205
- Tillett D, Dittmann E, Erhard M, et al. 2000. Structural organization of microcystin biosynthesis in *Microcystis aeruginosa* PCC7806: an integrated peptide polyketide synthetase system [J]. *Chem Biol*, **7**(10): 753-764
- Wang RJ(王瑞江), Chen ZY(陈忠毅). 2002. Systematics and biogeography study on the family Sonneratiaceae(海桑科的系统进化及地理分布)[J]. *Guihaia(广西植物)*, **22**(3): 214-219
- Zan QJ(詹启杰), Wang YJ(王勇军), Wang BX(王伯荪). 2002. Accumulation and cycle of N, P, K, elements in *Sonneratia apetala* + *S. caseolaris* mangrove community at Futian of Shenzhen, China(深圳福田红树林无瓣海桑+海桑群落 N, P, K 累积和循环)[J]. *Guihaia(广西植物)*, **22**(4): 331-336
- Zheng WJ(郑文教), Lian YW(连玉武), Lin P(林鹏). 1996. Accumulation and dynamic of heavy metal elements in *Rhizophora stylosa* community at Yingluo in Guangxi(广西英罗湾红海榄林重金属元素的累积及动态)[J]. *Acta Phytoecol Sin(植物生态学报)*, **20**(1): 20-27
- Zhou F, Guo H, Hao Z. 2007. Spatial distribution of heavy metals in Hong Kong's marine sediments and their human impacts: a GIS-based chemometric approach[J]. *Mar Pollut Bull*, **54**(9): 1 372-1 384
- Tanaka R. 1971. Types of resting nuclei of Orchidaceae[J]. *Bot Mag Tokyo*, **84**: 118-122
- Tanaka R. 1977. The karyotype. In: Yamashita K. Plant genetics [M]. I. Shokabo, Tokyo (in Japanese), 335-358
- Yan GX(阎贵兴), Zhang SZ(张素贞), Xue FH(薛凤华), et al. 1995. The chromosome numbers of 35 forage species and their geographical distribution(35 种国产饲用植物染色体数目的观测)[J]. *Grassland of China(中国草地)*, **1**: 16-20
- Yang DK(杨德奎). 1998. The karyotype studies of four herbaceous species from Shandong(山东四种草本植物的核型研究)[J]. *Guihaia(广西植物)*, **18**(1): 41-44
- Zhou SJ(周树军), Wang JW(汪劲武). 1997. The cytologic study on the species of *Dendranthema*(10 种菊属植物的细胞学研究)[J]. *J Wuhan Bot Res(武汉植物学研究)*, **15**(4): 289-292

(上接第 54 页 Continue from page 54)