

几种野生菊属植物的细胞学研究

邸 葆, 杨 际 双, 阎 雪

(河北农业大学 园艺学院, 河北 保定 071001)

摘 要:以保定野菊(*Chrysanthemum indicum*)、菊花脑(*C. nankingense*)、元氏甘菊(*C. lavandulifolium*)、龙脑菊(*C. japonicum*)、若狭滨菊(*C. japonicum* var. *wakasaense*)、淄博野菊(*C. indicum*) 6 种菊属植物为试材进行细胞学研究。结果表明:保定野菊的核型公式为 $2n=2x=18=16m+2st$, 核不对称系数为 56.58%; 菊花脑的核型公式为 $2n=2x=18=12m+6sm$, 核不对称系数为 60.47%; 元氏甘菊的核型公式为 $2n=2x=18=12m+4sm+2st$, 核不对称系数为 62.12%; 龙脑菊的核型公式为 $2n=2x=18=14m+4sm$, 核不对称系数为 66.46%; 若狭滨菊的核型公式为 $2n=4x=36=28m+6sm+2st$, 核不对称系数为 59.92%。淄博野菊的核型公式为 $2n=4x=36=26m+10sm$, 核不对称系数为 65.88%。

关键词:野生菊属植物; 染色体数目; 核型

中图分类号:S 682.1⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)07-0135-04

菊花(*Chrysanthemum morifolium*)为菊科菊属多年生宿根草本植物,在中国已有 1 600 年栽培历史,目前世界菊花品种总数约 2 万~3 万种,中国超过 3 000 个,分属 22 个品种类型,被现代园艺学家称为花卉育种的一大奇迹^[1]。但是,关于其起源及品种演化的问题始终不清楚。菊属有些类在体态、叶形、叶序及伞房花序式样等方面表现极大的多样性,在少数种类的共同分布区中,则有明显的杂交现象的发生,并由此导致一系列中间过渡类型个体的出现,混淆了种与种的界限,给分类带来困难^[2]。

近 10 a 来研究工作从对栽培菊花的研究扩展到整个菊属植物,将植物系统学的理论和方法引入到菊花起源的研究中,尤其是展开了菊属植物系统学的研究工作,这一思路加速了在该领域的研究进展,也为其它观赏植物的研究开辟了新的道路,而菊花作为栽培植物的一个特定类别为植物系统学提供了极好的研究材料。同时对这一问题的深入研究也将有助于对其它观赏植物种及品种起源和演化问题进行探讨,从而为观赏植物的品种培育工作提供更有力的基础研究资料。

第一作者简介:邸葆(1978-),男,河北深泽人,硕士,讲师,现主要从事观赏植物科研与教学工作。E-mail:dibao666@126.com。

责任作者:杨际双(1970-),男,山东聊城人,博士,副教授,现主要从事观赏植物种质资源及栽培生理科研与教学工作。

基金项目:河北农业大学留学回国人员科研启动基金资助项目(2004-897);河北农业大学非生命学科和新兴学科科研发展基金资助项目。

收稿日期:2011-12-05

1 材料与方法

1.1 试验材料

以元氏甘菊(*C. lavandulifolium*) (石家庄元氏县)、保定野菊(*C. indicum*) (河北保定)、淄博野菊(*C. indicum*) (山东淄博)、菊花脑(*C. nankingense*) (江苏南京)和龙脑菊(*C. japonicum*) (日本)、若狭滨菊(*C. japonicum* var. *wakasaense*) (日本)为材料。

1.2 试验方法

每种菊花取 3~5 个植株的新生根尖进行核型分析。染色体数目的确定和核型分析根据全国第一届植物染色体学术讨论会的约定^[3]。每种菊花的染色体数目,以统计 30 个以上细胞中 85% 以上具有恒定一致的染色体数来作为该种的染色体数目;每个类群取 5 个细胞的核型平均值,染色体相对长度、臂比及类型按李懋学等^[3]的方法进行计算;核不对称系数按 Arano H^[4]的方法,比值越大越不对称;核型分类按 Stebbins G L^[5]的方法划分,“1A”最对称,“4C”最不对称。

2 结果与分析

染色体参数见表 1~3,核型模式图、染色体形态及核型图分别见图 1~3。

2.1 保定野菊

核型公式为 $2n=2x=18=16m+2st$ 。该试验观察到第 8 号染色体为 st 染色体。最小染色体为 m 染色体。核型为“2A”型,对称程度高。

2.2 菊花脑

核型公式为 $2n=2x=18=12m+6sm$ 。具 3 对 sm 染色体。最小染色体为 m 染色体。核型为“2A”型,对称程度较高。

表 1 6 种菊属植物的不同染色体的细胞数

Table 1 Numbers of cell of different chromosome of six species of *Chrysanthemum*

种名 Species	染色体数目 Chromosome numbers		
	18	36	45
保定野菊 <i>C. indicum</i>	37		
菊花脑 <i>C. nankingense</i>	21		
元氏甘菊 <i>C. lavandulifolium</i>	26		
龙脑菊 <i>C. japonicum</i>	18		
若狭滨菊 <i>C. japonicum</i> var. <i>wakasaense</i>		12	
淄博野菊 <i>C. indicum</i>		9	11

表 2 6 种菊属植物的染色体相对长度、臂比和类型

Table 2 Relative length, arm ratio and type of the chromosome of six species of *Chrysanthemum*

编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type	编号 No.	相对长度 Relative length	臂比 Arm ratio	类型 Type
保定野菊 <i>C. indicum</i>							
1	0.67+0.96=1.63	1.43	m	6	0.48+0.70=1.18	1.44	m
2	0.78+0.84=1.62	1.08	m	7	0.56+0.58=1.15	1.03	m
3	0.68+0.80=1.56	1.17	m	8	0.21+0.80=1.02	3.69	st
4	0.69+0.71=1.41	1.03	m	9	0.42+0.53=0.95	1.29	m
5	0.54+0.78=1.32	1.43	m				
菊花脑 <i>C. nankingense</i>							
1	0.77+1.27=2.04	1.66	m	6	0.46+1.02=1.48	2.24	sm
2	0.90+1.00=1.90	1.10	m	7	0.40+0.85=1.43	2.14	sm
3	0.48+1.29=1.77	2.65	sm	8	0.58+0.71=1.29	1.23	m
4	0.72+1.00=1.72	1.39	m	9	0.56+0.70=1.26	1.27	m
5	0.69+0.94=1.63	1.35	m				
元氏甘菊 <i>C. lavandulifolium</i>							
1	0.96+1.28=2.24	1.34	m	6	0.57+1.04=1.61	1.82	sm
2	0.86+1.31=2.17	1.51	m	7	0.58+0.92=1.50	1.59	m
3	0.88+1.22=2.10	1.39	m	8	0.51+0.78=1.29	1.53	m
4	0.72+1.08=1.80	1.50	m	9	0.30+0.98=1.28	3.26	st
5	0.57+1.15=1.72	2.02	sm				
龙脑菊 <i>C. japonicum</i>							
1	0.70+1.22=1.92	1.75	sm	6	0.63+0.90=1.53	1.43	m
2	0.81+1.09=1.91	1.33	m	7	0.61+0.87=1.48	1.43	m
3	0.82+1.03=1.85	1.25	m	8	0.55+0.89=1.44	1.62	m
4	0.70+0.91=1.61	1.33	m	9	0.45+0.48=0.93	1.07	m
5	0.49+1.06=1.55	2.14	sm				
若狭滨菊 <i>C. japonicum</i> var. <i>wakasaense</i>							
1	0.61+0.81=1.42	1.33	m	10	0.48+0.70=1.18	1.46	m
2	0.63+0.78=1.41	1.25	m	11	0.46+0.69=1.15	1.50	m
3	0.48+0.88=1.36	1.84	sm	12	0.42+0.70=1.12	1.64	m
4	0.55+0.79=1.34	1.43	m	13	0.34+0.77=1.11	2.22	sm
5	0.51+0.80=1.31	1.57	m	14	0.35+0.74=1.09	2.08	sm
6	0.48+0.82=1.30	1.69	m	15	0.52+0.54=1.06	1.04	m
7	0.59+0.69=1.28	1.14	m	16	0.46+0.58=1.04	1.27	m
8	0.58+0.67=1.25	1.15	m	17	0.25+0.78=1.03	3.04	st
9	0.52+0.72=1.24	1.40	m	18	0.46+0.53=0.99	1.13	m
淄博野菊 <i>C. indicum</i>							
1	0.70+0.92=1.62	1.33	m	10	0.54+0.78=1.32	1.46	m
2	0.71+0.88=1.60	1.25	m	11	0.51+0.76=1.27	1.50	m
3	0.55+1.02=1.57	1.84	sm	12	0.39+0.85=1.24	2.22	sm
4	0.63+0.90=1.53	1.43	m	13	0.37+0.81=1.18	2.22	sm
5	0.59+0.92=1.51	1.57	m	14	0.36+0.76=1.12	2.08	sm
6	0.54+0.92=1.46	1.69	m	15	0.53+0.56=1.09	1.04	m
7	0.68+0.77=1.45	1.14	m	16	0.49+0.58=1.07	1.27	m
8	0.67+0.77=1.44	1.15	m	17	0.26+0.67=0.93	1.85	sm
9	0.59+0.83=1.42	1.40	m	18	0.42+0.47=0.89	1.13	m

表 3 6 种菊属植物的核型和染色体参数

Table 3 The parameters of 6 species in *Chrysanthemum*

种名 Species	核型公式 Karyotype formula	最长 / 最短 臂比 > 2 的比率 Lt/St P. C. A%	核不对称系数 As. k%	核型类型 Type
保定野菊 <i>C. indicum</i>	2n=2x=18=16m+2st	1.71	11	56.58 2A
菊花脑 <i>C. nankingense</i>	2n=2x=18=12m+6sm	1.62	33	60.47 2A
元氏甘菊 <i>C. lavandulifolium</i>	2n=2x=18=12m+4sm+2st	1.75	22	62.12 2A
龙脑菊 <i>C. japonicum</i>	2n=2x=18=14m+4sm	1.67	11	66.46 2A
若狭滨菊 <i>C. japonicum</i> var. <i>wakasaense</i>	2n=4x=36=28m+6sm+2st	1.43	17	59.92 2A
淄博野菊 <i>C. indicum</i>	2n=4x=36=26m+10sm	1.81	17	65.88 2A

2.3 元氏甘菊

核型公式为 $2n=2x=18=12m+4sm+2st$ 。具 2 对 sm 染色体, 1 对 st 染色体。最小染色体为 st 染色体。核型为“2A”型, 对称程度高。

2.4 龙脑菊

核型公式为 $2n=2x=18=14m+4sm$ 。具 2 对 sm 染色体。最小染色体为 m 染色体。核型为“2A”型, 对称程度高。

2.5 若狭滨菊

核型公式为 $2n=4x=36=28m+6sm+2st$ 。试验中未观察到随体染色体。具 3 对 sm 染色体, 1 对 st 染色体。最小染色体为 m 染色体。核型为“2A”型, 对称程度高。

2.6 淄博野菊

核型公式为 $2n=4x=36=26m+10sm$ 。具 5 对 sm 染色体。最小染色体为 m 染色体。核型为“2A”型, 对称程度高。

试验结果表明, 6 种菊属植物中 5 种未见非整倍体变异或多倍现象, 但淄博野菊出现了五倍体个体。染色体结构主要由中部及近中部着丝点染色体组成, 最长染色体与最短染色体的比值在 1.43~1.81, 臂比大于 2 的染色体在 11%~33%, 均为“2A”型。

3 讨论与结论

菊属(*Chrysanthemum*)共约 30 种, 主要分布于中国和日本^[6]。日本学者 Nakata 等^[7]研究表明, 日本野生菊中存在染色体基数为 9 的二倍体、四倍体、六倍体、八倍体、十倍体以及少数异数体。Fedorov A^[8]统计了广义菊属的 93 种植物的染色体数, 发现多倍体(包括种内多倍体)有 56 种, 占 60%, 显然多倍化是该属的一个重要的进化途径。20 世纪 80 年代起, 陈俊愉等^[9]、陈秀兰等^[10]、李东林等^[11]、陈发棣等^[12]进行了栽培菊起源研究、栽培菊杂交育种、中国菊核型分析等研究。其中李懋学等^[3]、杜冰群等^[13]、周树军等^[14]研究表明, 中国野生菊也是以 9 为染色体基数的, 有二倍体、四倍体和六倍体, 但没有八倍体和十倍体。陈发棣等^[12]认为野菊是异源四倍体, 假定为 AABB, 菊花脑和甘野菊有可能是其供



图1 6种菊属植物的核型模式

注:1. 保定野菊(*C. indicum*); 2. 菊花脑(*C. nankingense*); 3. 元氏甘菊(*C. lavandulifolium*); 4. 龙脑菊(*C. japonicum*); 5. 若狭滨菊(*C. japonicum* var. *wakasaense*); 6. 淄博野菊(*C. indicum*)。下同。

Fig. 1 Idiograms of six species of *Chrysanthemum*

Note: 1. *Chrysanthemum indicum* (*C. indicum*); 2. *Chrysanthemum nankingense* (*C. nankingense*); 3. *Yuanshi chamomile* (*C. lavandulifolium*); 4. *Borneol chrysanthemum* (*C. japonicum*); 5. *Nippon daisy* (*C. japonicum* var. *wakasaense*); 6. *Chrysanthemum indicum* of Zibo (*C. indicum*). The same as below.

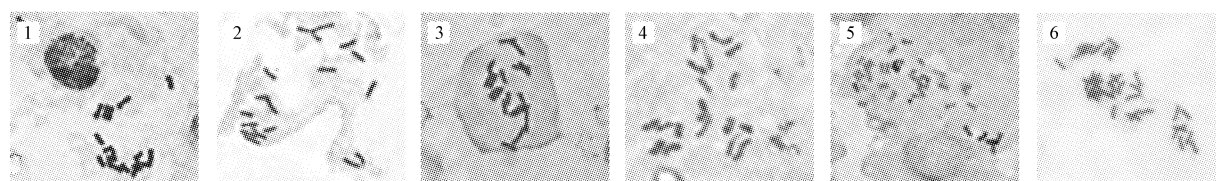


图2 6种菊属植物的染色体形态

Fig. 2 The morphology of somatic chromosomes of six species of *Chrysanthemum*

图3 6种菊属植物的染色体核型

Fig. 3 The karyotypes of six species of *Chrysanthemum*

体种;毛华菊是异源六倍体,染色体组构成为 AABBCC,野菊可能是毛华菊的2个供体基因组。但是,ABC染色体组的二倍体供体种是哪些种则无法肯定;四倍体和六倍体的小菊可能直接由野菊和毛华菊演化而来,野菊又有可能是六倍体小菊的2个染色体组的供体种。

试验结果表明,野菊的染色体数目多为18条,只有若狭滨菊和部分淄博野菊为36条。前人研究多为 $2n=36$ ^[4],而且把二倍体野菊看作是一个独立种,但在《中国植物志》中,它们被归为一个种。目前,把它们归为一个种对待,对于二倍体野菊和四倍体野菊的分类关系,以及野菊形态变异的特征与核型特征的关系,还有待探索。值得一提的是淄博野菊发现了较大比例(11/20)的五倍体个体,说明种内杂交现象较多见。

汪劲武等^[2]曾先后报道过甘菊的核型:甘菊为 $2n=18=14m+4sm$,平均臂比1.5,最长与最短染色体之比1.52,2A型。而该试验结果与其研究差异不大,核型类型均为2A型,但该试验中甘菊的平均臂比和最长染色体与最短染色体的比值与其研究略有不同。对于菊属的核型结构而言,种间与种内存在模糊现象,无论是二倍体之间,抑或二倍体和四倍体之间,染色体的形态都极为相似,也无法区分核型的根本差异。因此,染色体核型变异对菊属分化的作用需要用染色体分带技术和细胞遗传学方面的工作来进一步研究。

该试验结果表明,6种植物的不对称系数由大到小依次为:龙脑菊、淄博野菊、元氏甘菊、菊花脑、若狭滨菊、保定野菊,表明龙脑菊不对称程度最高,保定野菊最低。Levitzy G A^[15]早就提出,有花植物中核型进化的主要趋势是不对称的不断增强,就是说,随着进化的前进,染色体变得越来越不对称。但要确定菊属之间的亲缘关系及进化程度,不能完全依赖核型,还要综合考虑形态学特征、地理分布和生态环境。

参考文献

- [1] 陈发棣,陈佩度,李鸿渐. 几种中国野生菊的染色体组分析及亲缘关系初步研究[J]. 园艺学报, 1996, 23(1): 67-72.
- [2] 汪劲武,杨继. 国产五种菊属植物的核型研究[J]. 云南植物研究, 1991, 13(4): 411-416.
- [3] 李懋学,陈瑞阳. 关于植物核型分析的标准化问题[J]. 武汉植物学研究, 1985, 3(4): 297-302.
- [4] Arano H. Cytological studies in subfamily Carduoideae (compositae) of Japan[J]. Bot. Mag., 1963, 76: 32-39.
- [5] Stebbins G L. Chromosomal evolution in higher plants[M]. London: Edward Arnold, 1971.
- [6] 林谔,石铸. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1983, 76(1): 28-49.
- [7] Nakata M, Tanaka R, Taniguchi K, et al. Species of wild *Chrysanthemum* in Japan: cytological and cytogenetical view on its entity[J]. Acta Phytotaxica et Gerbotanica, 1987, 38: 241-259.
- [8] Fedorov A. Chromosome numbers of flowering plants [M]. Leningrad: Acad Sci USSR Komarov Botanical Institute, 1969.
- [9] 陈俊愉,梁振强. 菊花探源[J]. 科学画报, 1964(9): 353-354.

- [10] 陈秀兰,李惠芬.小菊型菊花新品种的选育[J].植物资源与环境,1993,2(1):37-40.
- [11] 李东林,赵鹏.毛华菊二居群的细胞核型比较[J].安徽农业大学学报,1998,25(4):433-438.
- [12] 陈发棣,陈佩度,李鸿渐,等.栽培小菊与野生菊间杂交一代的细胞遗传学初步研究[J].园艺学报,1998,25(3):308-309.
- [13] 杜冰群,刘启宏,朱翠英,等.两种菊属植物的核型研究[J].武汉植物学研究,1989,7(3):294-296.
- [14] 周树军,汪劲武.10种菊属植物的细胞学研究[J].武汉植物学研究,1997,15(4):289-292.
- [15] Levitzky G A. The morphology of chromosomes[J]. Bull Appl Bot Genet Plant Breed,1931,27:19-174.

Study on Cytology of Some Species in *Chrysanthemum*

DI Bao, YANG Ji-shuang, YAN Xue

(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

Abstract: Taking six species *Chrysanthemum* of *Chrysanthemum indicum* of Baoding, *Chrysanthemum nankingense*, *Chrysanthemum lavandulifolium*, *Chrysanthemum japonicum*, *Chrysanthemum japonicum* var. *wakasaense*, *Chrysanthemum indicum* of Zibo as test material, the its cytology were studied. The results showed that their karyotype formula and index of karyotypic asymmetry (As. k), *C. indicum*: $2n=2x=18=16m+2st$, As. k = 56.58%. *C. nankingense*: $2n=2x=18=12m+6sm$, As. k = 60.47%. *C. lavandulifolium*: $2n=2x=18=12m+4sm+2st$, As. k = 62.12%. *C. japonicum*: $2n=2x=18=14m+4sm$, As. k = 66.46%. *C. japonicum* var. *wakasaense*: $2n=4x=36=28m+6sm+2st$, As. k = 59.92%. *C. indicum*: $2n=4x=36=26m+10sm$, As. k = 65.88%.

Key words: *Chrysanthemum*; chromosome number; karyotype

新型缓控释肥改善农业生态环境

现代农业发展需要新型农资,农业发展方式的转变要由资源消耗型转变为资源节约型、环境友好型。很显然,要实现农业发展方式转变,离不开发展新型农资。目前,我国氮肥的当季利用率只有30%左右,要解决这一问题,一是改变农资产品的特性,例如缓控释肥,就讲究针对作物的需求缓慢释放,提高当季作物的利用率;二是在使用农资技术方面,推广测土配方施肥技术,这也为缓控释肥推广提供了广阔的空间;三是推广缓控释肥成为发展新型农艺技术的迫切需要。

从产品来讲,有四大类缓控释肥产品,从技术来讲,有10多项的包膜技术,总的来说不断走向成熟。如果其释放速度能进一步与作物对营养的需求相匹配,在不同的地区,与不同的作物相适应、相配套,就会更好。

我国缓控释肥规模不断扩大,2010年缓控释肥的增长速度是60%,参与缓控释肥试验推广的30多种作物,全部都增产,一般是增产5%~10%,有的达40%。作物增产的同时也带来了肥料的节约,经济效益十分显著。

缓控释肥施用起来省工、省力、省心,尤其是在种玉米上,减少了追肥,适应了当前农村劳动力紧缺的需要。在生态效益方面,由于肥料用量减下来,对环境的污染也就下来了,对节能减排的效益也就上去了。此外,缓控释肥在深层次解决环境问题的同时,也提振了人们对农产品质量安全的信心。