

切花菊花器性状的遗传变异与相关性研究

张 飞¹, 房伟民¹, 陈发棣¹, 赵宏波², 贾文珂¹

(1. 南京农业大学 园艺学院, 江苏 南京 210095; 2. 浙江林学院 农业与食品科学学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 通过了解目标性状在基因型中的遗传变异特性, 可以对菊花 *Dendranthema × grandiflora* 目标性状进行有效的遗传改良。调查了 52 个切花菊品种花器性状的遗传变异度、广义遗传力和遗传进度等相关遗传特性。结果表明, 表型变异系数的变异范围为 28.66% (花径) 至 82.63% (舌瓣数)。遗传变异系数的变异范围为 28.20% (花径) 至 82.10% (舌瓣数)。就单个性状而言, 表型变异系数略大于遗传变异系数。5 个花器性状遗传力均较高 (>96%), 其中舌瓣数和管瓣数的遗传力最大 (分别为 99.36% 和 99.07%), 而且具有较高的遗传进度 (分别为 168.59% 和 149.42%), 表明舌瓣数和管瓣数为加性遗传基因控制, 可以在早世代进行直接选育。另外, 相关性分析表明, 5 个花器性状之间均存在极显著的相关关系。表 3 参 18

关键词: 植物遗传育种学; 切花菊; 花器性状; 遗传变异; 遗传力; 遗传进度; 相关性

中图分类号: S682 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2008)03-0293-05

Genetic variability patterns and correlation analysis for cut-chrysanthemum with emphasis on inflorescence traits

ZHANG Fei¹, FANG Wei-min¹, CHEN Fa-di¹, ZHAO Hong-bo², JIA Wen-ke¹

(1. College of Horticulture, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095, Jiangsu, China; 2. School of Agriculture and Food Sciences, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: Genetic improvement for target traits (flower head diameter, ray floret length, ray floret breadth, ray floret number and tubular disk floret number) in chrysanthemum (*Dendranthema × grandiflora*) was undertaken by determining the nature and amount of variability present in genotypes and the extent to which the desirable traits were heritable, as is commonly used in agronomic crops. A field experiment was conducted in Nanjing, from June 2006 to January 2007 (1) to assess the extent and pattern of diversity for 52 cut-chrysanthemum genotypes with emphasis on inflorescence traits as well as (2) to estimate their heritability in broad sense (h_B^2) and genetic advance from selection of the different traits using variance and correlation analysis. Results showed that the phenotypic coefficient of variability ranged from 28.66% for flower head diameter to 82.63% for ray floret number, whereas the genotypic coefficient of variability varied from 28.20% for flower diameter to 82.10% for ray floret number. Generally, the phenotypic coefficient of variability was a little higher than genotypic coefficient of variability for each trait. All inflorescence traits exhibited considerably high h_B^2 (>96%). The highest two h_B^2 were ray floret number (99.36%) and tubular disk floret number (99.07%), and there was a high genetic advance of 168.59% for ray floret number and 149.42% for tubular disk floret number. This indicated the presence of additive gene action, which suggested that direct selection was suitable for improvement of these two traits. A correlation analysis revealed a highly significant correlation ($P < 0.01$) among the inflorescence traits investigated. [Ch, 3 tab. 18 ref.]

Key words: plant breeding; cut-chrysanthemum (*Dendranthema × grandiflora*); inflorescence trait;

收稿日期: 2007-06-12; 修回日期: 2007-12-10

基金项目: 江苏省科学技术高技术研究项目(BG2004310); 江苏省农业三项工程项目[SX(2005)072, SX(2006)124]; 上海市农委重点攻关项目[(2004)D3-1]

作者简介: 张飞, 博士研究生, 从事花卉遗传育种研究。E-mail: flychang0506@yahoo.com.cn。通信作者: 房伟民, 副教授, 从事花卉遗传育种研究。E-mail: fangwm@njau.edu.cn

variability; heritability; genetic advance; correlation

菊花 *Dendranthema × grandiflora* 原产中国, 已有 2 500 多年的栽培历史。同时, 菊花也是世界上最重要的切花之一, 然而目前销售的切花菊品种仍较单调, 更是缺少具有我国自主知识产权的切花菊品种, 因此, 培育具有自主知识产权、受市场欢迎的切花菊新品种势在必行。一般而言, 作物的品质性状通常是由多个表型性状共同构成的, 而且在本质上大多是由多基因控制的数量性状。在观赏植物中, 切花的品质主要是由花型、采后花期和株型等 3 个性状决定的。一般在对某种作物进行改良之前必须了解目标性状的遗传特性^[1], 然而在菊花中, 相关育种策略和亲本选择的报道甚少, 这在一定程度上应归因于菊花的复杂遗传背景, 主要包括高倍性、杂合度高和自交不亲和等。尽管如此, 菊花育种者已经初步揭示了菊花部分形态性状的遗传特性, 如花色、花型、株高、花径和叶型表现为偏母性遗传^[2-6]; 分枝数、叶数、单株花数、花径和心花直径等主要由加性基因控制^[7-11]; 株高、叶长、叶宽、叶数、采后花期和现蕾期等由非加性基因控制^[9]。虽然目前已经取得一些成绩, 但是其中部分报道结果相互矛盾, 如花径^[9,11], 所以菊花资源的收集、评价、鉴定和利用体系仍不够系统、广泛。作者调查研究了 52 个切花菊品种部分花器性状之间的遗传力、遗传进度等遗传特性和性状之间相关性, 旨在补充菊花资源的评价利用体系, 为菊花遗传育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

试验所用的 52 个切花菊品种均来自南京农业大学中国菊花种质资源保存中心。由于在试验之前没有针对品种的性状进行筛选, 所以可以认为本试验的 52 个切花菊品种为随机样本。

1.2 田间实验

2006 年 6 月, 将实验材料的扦插苗定植于南京农业大学中国菊花种质资源保存中心苗圃地, 采用完全随机区组设计, 3 次重复。每小区调查 5 株, 每株 5 朵花序, 求小区平均值计算各参数。定植后常规管理同大田, 于 2006 年 9 月至 2007 年 1 月菊花盛花期调查花器性状, 包括花序直径(cm)、舌瓣长(cm)、舌瓣宽(cm)、舌瓣数和管瓣数。

1.3 数据分析方法

每个性状的最大值、最小值、平均值和标准差等描述性数据均依据 52 个切花菊品种的花器性状在 3 个小区内的平均值计算得出。利用方差分析法估算花器性状的变异系数、遗传力和遗传进度等遗传参数^[12]。

表型方差 $V_p = V_G + V_E$ (V_G 为遗传方差, V_E 为环境方差)。

表型变异系数 $C_p = (\sigma_p/x) \times 100\%$; 遗传变异系数 $C_G = (\sigma_G/x) \times 100\%$ (σ_p 为表型标准差, σ_G 为遗传标准差, x 为性状平均值)。

遗传力 $h_B^2 = (V_G/V_p) \times 100\%$ 。

遗传进度 $\Delta G = K\sigma_p h_B^2$ (K 为 5% 选择压下的选择强度, 为 2.06)。

相对遗传进度 $\Delta G'(\%) = (\Delta G/x) \times 100\%$ 。

所有统计数据均用 SPSS 13.0 (society product and solution service 13.0) 分析。

2 结果与分析

2.1 性状变异情况

表 1 列出的是关于 5 个花器性状的最大值、最小值和平均值等描述性数据。从表 1 中可以看出, 舌瓣数和管瓣数的变异范围最大, 分别为 386.33 和 251.25; 舌瓣宽的变异范围最小(0.95), 花径和舌瓣长居中。总的来说, 供试的 52 个切花菊品种的花器性状变异范围较大, 具有一定的代表性。

方差分析表明, 5 个花器性状在不同品种间的差异均达到极显著水平。可以认为在同样的生态环境条件下, 品种因素也就是遗传因素强烈影响花器性状变异, 因此, 本研究可以进行下一步的遗传

分析。

表 1 5 个花器性状的最大值、最小值、平均值和标准差

Table 1 Minimum, maximum, means and standard deviation of means of the 5 inflorescence traits

性状	最小值	最大值	平均值	标准差	<i>F</i> 值
花径/cm	2.33	9.50	4.94 ± 0.11	1.40	93.16**
舌瓣长/cm	0.63	4.18	2.19 ± 0.06	0.81	113.67**
舌瓣宽/cm	0.23	1.18	0.64 ± 0.02	0.22	36.50**
舌瓣数	18	404.33	140.85 ± 9.28	115.97	229.85**
管瓣数	1	252.25	105.06 ± 6.13	76.58	161.13**

说明：* * 表示在 0.01 水平显著。

2.2 遗传参数分析

通过方差分析可进一步估算花器性状的遗传参数。5 个花器性状的变异系数、遗传力和遗传进度等相关遗传参数见表 2。结果表明，花器性状的表型变异系数略高于遗传变异系数。在 5 个花器性状中，花径的表型变异系数最小(28.66%)，舌瓣数的最大(82.63%)；除此之外，管瓣数的表型变异系数(73.56%)也相对较大，舌瓣长、宽的表型变异系数次之(分别为 37.05%，35.30%)，略大于花径。遗传变异系数的变异幅度为 28.20% (花径) ~ 82.10% (舌瓣数)，其表现趋势与 $C_{\text{表型}}$ 相似，只是在数值上略低于后者。

遗传力反映了亲代的性状遗传给子代的一种能力和目标性状通过选择改良的可能性^[13]。5 个花器性状的遗传力均较高(大于 96%)，在早代进行选择的可靠性比较大。其中舌瓣数最高(99.36%)，花径的最小(96.02%)，其余次之。遗传进度可以表明经过选择之后，子代从亲代获得的遗传增量。在 5% 的选择压下，计算出 5 个花器性状的遗传进度，结果显示，舌瓣数和管瓣数具有较高的相对遗传进度，花径、舌瓣长和舌瓣宽次之。舌瓣数和管瓣数具有较高的遗传力和相对遗传进度，因此在早期进行选择，效果会较好^[14,15]。

表 2 5 个花器性状的变异系数、遗传力和遗传进度

Table 2 Phenotype and genotypic coefficients of variation, heritability in broad sense (h_B^2), genetic advance expected (ΔG) and ΔG as percent of mean ($\Delta G'$) for the 5 inflorescence traits

性状	表型变异系数/ %	遗传变异系数/ %	遗传力/ %	遗传进度 ΔG	相对遗传进度 $\Delta G' / \%$
花径	28.66	28.20	98.41	2.85	57.64
舌瓣长	37.05	36.57	98.71	1.64	74.84
舌瓣宽	35.30	33.90	96.02	0.44	68.43
舌瓣数	82.63	82.10	99.36	237.47	168.59
管瓣数	73.56	72.87	99.07	156.98	149.42

2.3 相关性分析

Pearson 相关分析表明 5 个花器性状之间均存在极显著的相关关系(表 3)。花径与舌瓣长、舌瓣宽和舌瓣数具有极显著的正相关关系(相关系数分别为 0.894, 0.378, 0.375)，但与管瓣数极显著负相关(−0.226)。这表明：随着花径的增大，舌瓣长、舌瓣宽和舌瓣数也将增大，管瓣数将会减少。管瓣数与舌瓣长和舌瓣数极显著负相关，与舌瓣宽极显著正相关。就舌瓣花性状而言，舌瓣长与舌瓣宽、舌瓣数极显著正相关，但是舌瓣宽与舌瓣数极显著负相关，因此，舌瓣花性状之间的相关选择较困难。

3 结论与讨论

研究结果显示, 52 个切花菊花器性状的极值均有较大的变化范围, 通过方差分析计算出较大表型变异和遗传变异系数, 也进一步证实不同品种的花器性状存在显著的遗传变异, 这为切花菊品种改良提供了较大的选择空间。研究中发现, 花器性状的表型变异系数略高于其遗传变异系数。Sirohi 等^[11]在菊花其他性状上也得出相似的研究结果。这可能是由于不同品种的基因型效应引起了性状之间的变异, 尽管

这种差值很小, 但是仍然可以选择合适的基因型进行杂交, 在分离后代中选择优良单株进行遗传改良。

对各花器性状遗传参数的估算表明, 5 个花器性状具有较高的遗传力, 主要由遗传因素控制, 可以在早代选择。舌瓣数和管瓣数具有较高的遗传进度(大于 146%), 这可能是由供试材料中舌瓣数和管瓣数具有较高的变异造成的。舌瓣数和管瓣数的遗传力、遗传变异系数和相对遗传进度均较高, 表明这 2 个性状主要是由加性基因控制的, 在早代选择的潜力较大、效果好^[15-18]。

花器性状之间的相关分析表明, 5 个花器性状之间均存在极显著相关关系, 可在一定程度上利用性状之间的相关性改良目标性状。本研究中, 舌瓣数与花径具有极显著的正相关关系, 同时与管瓣数极显著负相关, 所以在菊花遗传育种改良中, 通过选择大花径、管瓣数少的品种进行杂交, 可以培育出瓣性高、花型好的切花菊新品种。然而, 本研究中花器性状之间的相关关系只能认为是表型上的相关, 而不是基因型上的相关, 所以, 在今后研究中应该进一步研究其遗传相关关系。

本研究通过 52 个切花菊品种资源阐述了切花菊品种资源中花器性状的遗传变异特性, 并分析了目标性状的遗传改良方法。我们在研究时试图利用随机样本减小由于单年单点试验所带来的试验误差, 所以本研究结果还是可信的。尽管如此, 本研究结果还有待于进行多个环境试验进一步证实。再者, 从菊花种质资源的保存和利用方面来说, 必须大量搜集菊花资源, 为培育具有自主知识产权的切花菊新品种创造更大的选择空间。

参考文献:

- [1] DEBENER T. Inheritance of characters [M]//ROBERTS A, DEBENER T, GUDIN S. *Encyclopedia of Rose Science*. Oxford: Elsevier Science, 2003: 286-292.
- [2] 陈云志, 金白谋, 吴淑芳, 等. 菊花种间杂交若干性状在 F-1 代的表现[J]. 园艺学报, 1991, **18** (3): 258-262.
- [3] CHEN X L, LI H F. Development of new varieties with small inflorescences in chrysanthemum [J]. *Acta Hort*, 1995, **404**: 9-14.
- [4] 陈发棣, 蒋甲福, 郭维明. 小菊花器若干性状在 F-1 代的表现[J]. 园艺学报, 2003, **30** (2): 175-182.
- [5] 徐文辉, 高海卿, 陈华进. 菊花某些性状遗传规律的初步探讨[J]. 浙江林学院学报, 2000, **17** (1): 37-44.
- [6] 蒋甲福, 陈发棣, 郭维明. 小菊杂种一代部分性状的遗传与变异[J]. 南京农业大学学报, 2003, **26** (2): 11-15.
- [7] HEMALATA B, PATIL A A, NALAWADI U G. Variability studies in chrysanthemum source [J]. *Prog Hort*, 1992, **24** (1-2): 55-59.
- [8] GHIMIRAY T S I, SARKAR A R. Variability studies in chrysanthemum grown over two environments [J]. *Res Crops*, 2005, **6** (3): 514-516.
- [9] PAL P, GEORGE S V. Genetic variability and correlation studies in chrysanthemum [J]. *Hortic J*, 2002, **15** (2): 75-81.
- [10] RAGHAVA S P, NEGI S S, NANCHARAIH D. Genetic variability, correlation and path analysis in chrysanthemum [J]. *Indian J Hort*, 1992, **49** (2): 200-204.
- [11] SIROHI P S, BEHERA T K. Genetic variability in chrysanthemum [J]. *J Ornamental Hort* (New Series), 2000, **3** (1): 34-36.

表 3 5 个花器性状的 Pearson 相关系数

Table 3 Pearson correlation coefficient among the 5 inflorescence traits

性状	花径	舌瓣长	舌瓣宽	舌瓣数	管瓣数
花径	-				
舌瓣长	0.894 **	-			
舌瓣宽	0.378 **	0.437 **	-		
舌瓣数	0.335 **	0.213 **	-0.408 **	-	
管瓣数	-0.226 **	-0.135 **	0.420 **	-0.788 **	-

说明: ** 表示在 0.01 水平相关。

- [12] 李加纳. 数量遗传学概论[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1995: 138 – 153.
- [13] ROBINSON H F, COMSTOCK R E, HARVEY P H. Estimates of heritability and degree of dominance in coin [J]. *Agron J*, 1949, **41**: 353 – 359.
- [14] 姜丽娜, 邵云, 张霞, 等. 小麦籽粒戊聚糖含量及相关遗传特性分析[J]. 麦类作物学报, 2004, **24** (4): 28 – 31.
- [15] RAM G, MHAN M K, GUPTA K K, *et al.* Variability patter and correlation studies in *Silybum marianum* Gaertn [J]. *Fitoterapia*, 2005, **76**: 143 – 147.
- [16] BAYE T, BECKER H C. Genetic variability and interrelationship of traits in the industrial oil crop *Vernonia galamensis* [J]. *Euphytica*, 2005, **142**: 119 – 129.
- [17] SINGH S P, YADAV H K, SHUKLA S, *et al.* Studies on different selection parameters in opium poppy (*Papaver somniferum* L.) [J]. *J Med Arom Plant Sci*, 2003, **25**: 8 – 12.
- [18] SINGH S P, SHUKLA S, YADAV H K. Genetic studies and their implication to breed desired plant types in opium poppy (*Papaver somniferum* L.) [J]. *Genetika*, 2004, **36**: 69 – 81.

《林业科学》“雨雪冰冻灾害对林业的影响 及灾后重建专刊” 征稿启事

2008年1–2月份,我国南方地区出现了十分罕见的雨雪冰冻天气,给我国林业造成了巨大的损失。据统计,湖南、贵州、江西、湖北、安徽、广西、浙江等19个省(自治区、市)遭受雪灾的森林面积达0.193亿hm²,受灾严重的国有林场1781个,苗圃1200个,冻死冻伤国家重点保护野生动物3万只(头),林业基础设施损毁严重,直接经济损失达573亿元。

这场特大雪灾给森林生态系统及林业生产造成的损失是空前的,影响也是长期的、多方面的。收集灾情调查、损失评估等数据,征集对森林资源恢复重建的意见与建议,将为后人留下一份十分宝贵的资料。为此,中国林学会主办的《林业科学》将出版“雨雪冰冻灾害对林业的影响及灾后重建专刊”(2008年第11期),旨在以《林业科学》为平台,以科技论文为载体,集合灾情资料数据,为政府部门科学决策提供参考,为受灾林区恢复重建提出建议,为广大读者集中查阅文献提供便利。

征稿范围:灾情评估及灾后重建的相关论文。包括:雨雪冰冻灾害对森林生态系统和珍稀动植物的影响,对不同林种、不同林型和不同林龄林木的损害情况;森林病虫害与森林火灾的监测与防控;珍贵树种和野生动物的救护;自然保护区和特种林的功能恢复;受损森林生态系统恢复;受害林木和竹材的加工利用;对森林资源科学恢复与重建相关政策法规的建议等。

征稿要求:来稿要符合《林业科学》对研究报告的基本要求。数据真实可靠,分析合理,结果表述准确,最好能根据结果提出对救灾防灾有用的建议和措施。文章格式参见《林业科学》征稿简则(<http://lyke.chinajournal.net.cn>或2007年第12期)。所有稿件将按照《林业科学》要求审稿,择优录用。

专刊征稿截止日期:2008年7月31日。

投稿方式:以电子邮件投稿为主,也接受纸质投稿(一式2份)。

联系人:中国林学会《林业科学》编辑部 王艳娜

联系方式:E-mail: linykx@caf.ac.cn

通信地址:100091 北京颐和园后中国林学会《林业科学》编辑部

电话:010-62888579

《林业科学》编辑部