

三色堇主要观赏数量性状的遗传效应研究

王 健^{1,2}, 包满珠^{1*}

(¹ 华中农业大学园艺林学学院, 园艺植物生物学教育部重点实验室, 武汉 430070; ² 华南热带农业大学园艺学院, 海南儋州 571737)

摘 要: 通过双列杂交试验, 采用 M NQUE法进行遗传分析, 发现在三色堇 10个性状的遗传中, 多数性状显性效应为主要的遗传效应, 但株高、花数以加性效应为主, 而株幅、花瓣厚则以加加上位性效应为主。不同性状的遗传力不同, 总体广义遗传力较高 (平均 0.57), 而狭义遗传力较低 (平均 0.33)。相关性分析表明, 花径与花数呈显著正相关, 与营养性状 (如株高、株幅、分枝数、单叶面积等) 的相关性均不强, 只与分枝数有 0.1 水平的遗传负相关, 花数与株高、株幅的相关性很高, 但与分枝数、单叶面积相关性很弱。其它多数性状间相关系数未达到显著水平。

关键词: 三色堇; 数量性状; 遗传分析; M NQUE法

中图分类号: S 681.9 文献标识码: A 文章编号: 0513-353X (2007) 02-0449- 06

Inheritance of Several Key Quantitive Traits of Pansy (*Viola × wittrockiana*)

WANG Jian^{1,2} and BAO Man-zhu^{1*}

(¹ Key Laboratory of Horticultural Plant Biology, Ministry of Education, College of Horticulture and Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China; ² Horticultural Department, South China University of Tropical Agriculture, Danzhou, Hainan 571737, China)

Abstract: The inheritance of 10 traits was studied by diallel cross analysis (Griffing 2) performed within 5 inbred lines using a M NQUE method (additive-dominance-epistatic model). Dominance effect applied for the most of traits, however, additive effect applied for plant height and number of flowers, while additive-additive epistatic effects applied for plant size and thickness of petals. The broad-sense heritabilities of different traits (h_b^2) ranged from 0.33 to 0.87 with an average of 0.57, and the narrow-sense heritabilities (h_N^2) ranged from 0.10 to 0.53 with an average of 0.33. Correlation analysis showed that a significant positive correlation existed between flower size and number of flowers. No significant correlations were observed between flower size and vegetative traits, such as plant height, plant size, number of branches and single leaf area. Significant correlations existed between number of flowers and plant size, plant height, while no significant correlations were observed between number of flowers and number of branches or single leaf area. No significant correlations existed among other traits.

Key words: Pansy; Quantitive trait; Genetic analysis; M NQUE method

花卉的观赏性主要由花径、花数、花色、花香等构成, 同时又与株高、株幅、叶大小、叶数等相联系。在这些性状中, 花径、花数、株高、株幅、叶大小 (单叶面积) 以及由这些性状衍生出的其它性状如开花指数、株高/株幅比等都是数量性状, 适合用数量遗传的方法研究其遗传规律。但目前观赏植物上对数量性状的研究并不多见。Drennan等 (1986) 用亲子回归法对非洲菊 (*Gerbera*) 花

收稿日期: 2006 - 09 - 10; 修回日期: 2007 - 02 - 14

基金项目: 农业部 '948' 项目资助 (2003-Z36)

* 通讯作者 Author for correspondence (E-mail: mzbao@mail.hzau.edu.cn)

部性状的遗传力进行了研究, 随后 Harding等 (1990) 研究了非洲菊花部性状的相关关系。周厚高等 (2001a, 2001b) 研究了新铁炮百合 (*Lilium 'fomolongi'*) 22个性状的广义遗传力与性状间的相关关系。Novotná (1981, 1984, 1985) 对其花径、花长、花宽、产量等进行了初步研究, 但关于三色堇主要观赏性状的数量遗传研究特别是双列杂交的研究尚未见报道。作者采用双列杂交的方法, 对三色堇 10个重要性状进行遗传分析, 为其育种工作提供数量遗传依据。

1 材料与方法

三色堇 (*Viola × vittrockiana*) 亲本材料为本试验室经多年自交得到的 5代自交系 (表 1), 来源分别是荷兰 (3、8、9号)、中国 (12号) 与美国 (18号), 具有一定的代表性。按双列杂交 (Griffing方法 2) 配制组合, 于 2004年 3月杂交得到 F_1 代种子, 2004年 9月将亲本与 F_1 播种于穴盘, 10月中旬定植于直径 17 cm 的瓦盆。随机区组设计, 3次重复。2005年 3月 26日 (盛花期) 进行 10个性状 (花径、花数、花萼长、分枝数、株高、株幅、株高/株幅、开花指数、单叶面积、花瓣厚) 的测量与统计。其中开花指数按花数 \times (花径/株幅)²计算 (陈俊愉等, 1995)。

统计分析以小区为基础, 采用加性-显性-上位性模型和最小范数二阶无偏估算法 (MNQUE法) 估算各性状的加性、显性、加加上位性及剩余方差、表型方差和协方差, 并估算主要经济性状间的基因效应相关分量。以调整的无偏预测法 (AUP法) 进行各遗传效应预测。用 Jackknife法以环境内区组为抽样单位进行抽样, 以 t 测验进行显著性分析 (朱军, 1997)。

狭义遗传力: $h_N^2 = (V_A + V_{AA}) / V_P$; 广义遗传力: $h_B^2 = (V_A + V_D + V_{AA}) / V_P$ 。其中 V_A 为加性方差, V_{AA} 为加加上位性方差, V_D 为显性方差, V_P 为表型方差。

表 1 5个三色堇自交系及其特征

Table 1 Five inbred lines and their characters

编号 Code	品种来源 Origin		花 Flower				高 Plant height	株型 Plant type
	原品系 Original accessions	来源地 Original places	颜色 Color	直径 Diameter	数量 Number	斑点 Blotch		
3	Swiss Giants Evening Glow	荷兰 Holland	黄 Yellow	中 Medium	少 Few	色斑 Blotch	矮 Low	紧密 Tight
8	Swiss Giants Bema	荷兰 Holland	紫黑 Violet	中 Medium	中等 Medium	色斑 Blotch	中等 Medium	中等 Medium
9	Swiss Giants Rasbering	荷兰 Holland	红 Red	中 Medium	中等 Medium	色斑 Blotch	矮 Low	紧密 Tight
12	混杂 Mixture	中国昆明 Kunming, China	蓝 Blue	中 Medium	中等 Medium	色斑 Blotch	高, 蔓性 High, rampant	疏松 Sparse
18	宾哥 Bingo	美国 USA	紫 Purple	大 Large	中等 Medium	色斑 Blotch	中等 Medium	中等 Medium

2 结果与分析

2.1 性状的基因遗传方差及遗传力分析

由表 2可知, 花径以显性、加加上位性效应为主。株幅只检测到加加上位性效应, 且其所占的比例达 0.1显著水平, 表明株幅主要受加加上位性控制。株高加性方差占的比例最高, 且达显著水平, 表明以加性效应为主。花萼长显性效应较高且达 0.1显著水平, 表明以显性效应为主。花数加性、显性方差占的比例都较高, 且均达显著水平, 表明加性、显性效应都比较重要, 但无加加上位性效应。开花指数同样加性、显性比例都达显著水平, 但以显性为主。单叶面积只表现出简单的加性效应。分枝数以显性效应为主, 但加加效应也达显著水平。花瓣厚表现出加加上位性效应, 但未达显著水平。

各性状狭义遗传力总体不高 (平均值 0.33), 其中最高的是株幅, 其次是花数, 分枝数的狭义遗传力最低, 仅有 0.10。广义遗传力的值总体高得多 (平均值 0.57), 其中花数最高, 为 0.87, 达极显著水平, 花瓣厚和单叶面积的广义遗传力最小, 其中花瓣厚达显著水平。这可能是因为三色堇是较

早利用 F_1 代品种的花卉, 因而在其选育的过程中比较重视杂种优势的利用, 从而使选育的品系或品种的主要观赏性状的遗传构成中非加性组成比例较高, 导致广义遗传力 (含显性和上位性效应) 较高, 而狭义遗传力较低。

表 2 三色堇不同性状的基因遗传方差、方差比率和遗传力

Table 2 Variance, estimated proportions of its components and heritability for different traits

方差分量 Variance	花径 Flower diameter	株幅 Plant diameter	株高 Plant height	株高/株幅 Plant height/diameter	花葶长 Length of stalk	花数 Number of flowers	开花指数 Flower index	单叶面积 Single Leaf area	分枝数 Number of branches	花瓣厚 Thickness of petals
V_A	0.00	0.00	6.02**	0.01	0.44	5.47*	0.06	0.66	0.00	0.00
V_D	0.10	0.00	3.02	0.01	0.56	4.93	0.07	0.00	8.17	0.00
V_{AA}	0.14	6.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54 ⁺	1.74E - 06 ⁺
V_R	0.21*	5.45*	4.43*	0.02 ⁺	0.71*	1.59 ⁺	0.03*	1.36 ⁺	6.01 ⁺	3.58E - 06
V_P	0.45*	11.65*	13.47*	0.03*	1.71 ⁺	11.99*	0.16 ⁺	2.02*	15.73*	5.32E - 06 ⁺
V_A/V_P	0.00	0.00	0.45*	0.17	0.25	0.46**	0.37 ⁺	0.33 ⁺	0.00	0.00
V_D/V_P	0.23	0.00	0.22	0.24	0.33 ⁺	0.41*	0.42*	0.00	0.52 ⁺	0.00
V_{AA}/V_P	0.30	0.53 ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10*	0.33
V_R/V_P	0.47**	0.47*	0.33**	0.59 ⁺	0.41*	0.13	0.22	0.67 ⁺	0.38	0.67*
h_N^2	0.30	0.53*	0.45*	0.17	0.25 ⁺	0.46**	0.37*	0.33*	0.10*	0.33 ⁺
h_B^2	0.53**	0.53*	0.67**	0.41	0.59*	0.87**	0.78*	0.33	0.62 ⁺	0.33 ⁺

注: V_A : 加性方差; V_D : 显性方差; V_{AA} : 加加上位性方差; V_R : 机误; V_P : 表型方差; h_B^2 : 广义遗传力; h_N^2 : 狭义遗传力; +: 0.1显著水平; *: 0.05显著水平; **: 0.01显著水平。以下各表表示方法相同。

Note: V_A : Additive variance; V_D : Dominance variance; V_{AA} : Additive \times Additive epistatic variance; V_R : Error variance; V_P : Phenotypic variance; h_N^2 : Narrow-sense heritability; h_B^2 : Broad-sense heritability; +: $P < 0.1$; *: $P < 0.05$; ** $P < 0.01$. The same below.

2.2 不同性状的遗传效应预测值

从表 3 可以看到, 自交系 12 的株高、花数的效应值均最高, 达 0.05 显著水平, 因此与之杂交的后代株高较高, 花数较多; 自交系 9 的株高效应值为负值, 达 0.1 显著水平, 因此可为矮株型品种培育的优良亲本, 同时它的花葶长效应值为负值, 有利于紧凑型品系的培育, 但它的花数效应值为负值, 不宜做多花品系培育的亲本。自交系 3 的多数性状效应值为负值, 说明其后代性状多出现衰退现象。

表 3 不同性状的加性效应预测值

Table 3 Predictable values of additive effects of different traits

自交系 Inbred line	株高 Plant height	株高/株幅 Plant height/diameter	花葶长 Length of stalk	花数 Number of flowers	开花指数 Flower index	单叶面积 Single leaf area
3	- 0.93	- 0.05 ⁺	- 0.34	- 2.20*	- 0.28 ⁺	0.39
8	0.46	0.07 ⁺	0.44	- 0.14	- 0.01	0.03
9	- 1.62 ⁺	- 0.05	- 0.53	- 0.37 ⁺	0.04*	- 0.92
12	2.80*	0.04	0.52	2.42*	0.14	- 0.05
18	- 0.70	- 0.01	- 0.10	0.29	0.12	0.55

表 4 列出了 5 个亲本及 9 个杂交组合的显性效应预测值。5 个亲本花径、株高、花葶长、花数、分枝数的显性效应值 (D_{ii}) 多数为负值, 预示这 5 个亲本的杂种后代这几个性状将有自交衰退现象。杂交种 12 \times 18 的花径、花数的显性效应值均为最高, 其中花数达到 0.1 的显著水平, 表明这一组合这两个性状的杂种优势较强。组合 9 \times 12 花数显性效应较高, 达 0.1 显著水平, 分枝数也较高, 说明它的花数和分枝数较多, 但它的株高显性效应也较高, 表明杂种的株高优势也较强, 不利于紧凑型株型的形成。总体来看, 杂交组合的显性效应值中达到显著水平的不多, 表明环境对杂种优势的表现有较大的影响。

朱军 (1997) 建议根据统计量 $\Delta = -D_{ii}$ 推断显性效应的总体作用方向。如果杂合显性效应有增值作用 (正向杂种优势), $\Delta > 0$; 杂合显性效应表现减值作用时 (负向杂种优势), $\Delta < 0$; 如果显性效应方差是零, 则所有的显性效应 D_{ii} 和 D_{ij} 都为零, 因而 $\Delta = 0$ 。表 4 中各性状除株高/株幅比为负值外, 其它的均为正值, 且与 0 差异不显著, 表明在这些性状上有正向但不明显的杂种优势。

表 4 三色堇 14个杂交组合的显性效应预测值

Table 4 Predictable values of dominance effects of 4 traits

自交系和 F ₁ Inbred line and F ₁	花径 Flower diameter	株高 Plant height	株高/株幅 Plant height/diameter	花萼长 Length of stalk	花数 Number of flowers	开花指数 Flower index	分枝数 Number of branches
3	- 0.29	- 1.03	0.10 ⁺	- 0.43	0.35	0.14	- 2.43
8	- 0.28	- 1.28	0.05 ⁺	- 0.16 [*]	- 0.57	- 0.06	- 3.21
9	- 0.32	- 1.70 ⁺	0.11	- 0.58 ⁺	- 1.07	0.18	- 4.65
12	- 0.54	- 2.19	- 0.04	- 1.39 ⁺	- 1.78	- 0.31 ⁺	- 2.67
18	- 0.43	- 1.07	0.07 ⁺	- 0.24	- 1.55 ⁺	- 0.10	- 2.01
3 ×8	0.08	1.27	- 0.04	0.01	- 0.36	- 0.14	2.27 ⁺
3 ×9	0.12 ⁺	- 2.05	- 0.19	0.40	- 1.12 ⁺	- 0.29 [*]	1.49
3 ×12	0.04	2.47	0.04	0.51	- 1.89	- 0.20	1.10
3 ×18	0.29	- 1.18	- 0.09 ⁺	- 0.61	- 1.40	- 0.13	- 0.31
8 ×9	0.05	0.03	- 0.09	- 0.16 ⁺	0.61	- 0.02	4.50 ⁺
8 ×12	0.25 ⁺	2.02	0.12	1.22	0.63	0.26	- 1.04
9 ×12	0.16	2.53	0.02	0.52 [*]	3.12 ⁺	0.14	5.00
9 ×18	0.32	0.19	- 0.02	- 0.48 ⁺	- 1.16	- 0.12	0.61
12 ×18	0.57	1.97 ⁺	- 0.04	1.41	6.19 ⁺	0.66	1.35
	2.58	1.87	- 1.43	1.67	0.93	0.27	2.58

表 5列出了 5个亲本及 9个杂交组合的加加上位性效应预测值。花径、株幅、花瓣厚的加加上位性效应值较小且多数未达显著水平，说明杂交后代由上位性产生的优势很少。花径中组合 3 ×18和花瓣厚中组合 8 ×12达到了极显著的水平，表明这些组合后代相应的性状有较明显的杂种优势产生。分枝数多数组合都有显著的加加上位性效应，表明杂交后代中分枝数有普遍的优势产生。与显性效应类似，表 5中各性状均为正值，且与 0差异不显著，表明在这些性状上有正向但不显著的杂种优势。

表 5 三色堇 4个性状的加加上位性效应预测值

Table 5 Predictable values of additive ×additive epistatic effects of 4 traits

自交系和 F ₁ Inbred line and F ₁	花径 Flower diameter	株幅 Plant diameter	分枝数 Number of branches	花瓣厚 Thickness of petals
3	- 0.18	- 1.67	- 0.57 [*]	- 9.48E - 04 ⁺
8	- 0.21	- 1.31	- 0.78 ⁺	2.91E - 04
9	- 0.19	- 2.38	- 0.77 ⁺	- 5.21E - 04
12	- 0.32	0.37	- 0.47 [*]	- 1.20E - 03
18	- 0.16	- 1.37	- 0.70 ⁺	2.81E - 04
3 ×8	0.04	1.01	0.50 ⁺ *	6.90E - 05
3 ×9	0.07	0.85	0.33 [*]	5.97E - 04
3 ×12	0.02	0.93	0.24	1.08E - 03
3 ×18	0.17 ⁺ *	0.10	- 0.07	4.04E - 04
8 ×9	0.03	0.91	0.99 ⁺ *	- 4.33E - 04
8 ×12	0.15	- 0.36	- 0.23 [*]	5.61E - 04 ⁺ *
9 ×12	0.09	1.10 ⁺	1.10 [*]	- 1.14E - 04
9 ×18	0.18	0.04	0.14	- 6.14E - 04
12 ×18	0.32	1.77	0.30 ⁺	5.53E - 04
	2.57	2.28	2.37	1.42

2.3 主要性状之间的遗传相关分析

10个主要观赏性状的相关分析如表 6所示。花径与花数的显性相关系数达极显著，表明二者显性正相关，有利于选育大花、多花的杂交组合。花径与花数的加性遗传相关系数为 0，且总遗传相关系数不高，暗示这种相关性在杂交种的后代中表现可能不稳定。同样的相关性存在于花径与开花指数之间。花径与花瓣厚之间存在显著的负遗传相关关系，与分枝数存在 0.1水平的负相关关系，表明在选择大花组合时，会降低分枝数与花瓣厚，但这种负效应也可能为花径与这两个性状间较高的加加上位性相关性所抵消。

表 6 三色堇主要观赏性状间的遗传相关系数

Table 6 The correlation coefficients among main ornamental traits

性状 Traits	相关系数 Correlation coefficients	株幅 Plant diameter	株高 Plant height	株高/株幅 Plant height/diameter	花葶长 Length of stalk	花数 Number of flowers	开花指数 Flower index	单叶面积 Single leaf area	分枝数 Number of branches	花瓣厚 Thickness of petals
花径 Flower diameter	r_a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	r_d	0.00	0.52	-0.32	0.12	0.92**	0.62*	0.00	-0.08	0.00
	r_{aa}	0.29 ⁺	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.90
	r_g	0.07	-0.05	-0.20	-0.26	0.29	0.27	0.09	-0.39 ⁺	-0.24*
	r_p	0.29	0.12	-0.06	0.26	0.26	0.28	0.21	-0.11	0.11
株幅 Plant diameter	r_a		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	r_d		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	r_{aa}		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.37
	r_g		0.44	0.68*	0.61	0.33	0.43 ⁺	-0.28	-0.03	0.53
	r_p		0.45 ⁺	0.16	0.46	0.34	0.27	0.15	0.15	0.23
株高 Plant height	r_a			1.00 ⁺	1.00**	0.89**	0.92 ⁺	-0.05*	0.00	0.00
	r_d			1.00**	1.00**	0.87**	1.00 ⁺	0.00	0.06	0.00
	r_{aa}			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	r_g			0.75	0.92*	0.57	0.56*	-0.09	-0.03	0.39
	r_p			0.68*	0.70*	0.52 ⁺	0.46*	0.09	0.05	0.27
株高/株幅 Plant height/diameter	r_a				1.00	1.00 ⁺	1.00 ⁺	0.33	0.00	0.00
	r_d				1.00**	1.00**	1.00*	0.00	-0.17	0.00
	r_{aa}				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	r_g				0.96	0.70*	0.55	0.23	-0.03	0.04
	r_p				0.56 ⁺	0.40*	0.41 ⁺	-0.03	-0.13	0.20
花葶长 Length of stalk	r_a					1.00**	0.92*	0.11*	0.00	0.00
	r_d					1.00**	1.00*	0.00	0.20*	0.00
	r_{aa}					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	r_g					0.69*	0.59 ⁺	-0.13	-0.06	0.11
	r_p					0.53*	0.49**	0.14	0.05	0.19
花数 Number of flowers	r_a						1.00**	-0.30	0.00	0.00
	r_d						1.00**	0.00	0.07	0.00
	r_{aa}						0.00	0.00	0.00	0.00
	r_g						0.69**	-0.32	0.03	0.00
	r_p						0.69**	-0.06	0.10	0.00
开花指数 Flower index	r_a							-0.12	0.00	0.00
	r_d							0.00	-0.08	0.00
	r_{aa}							0.00	0.00	0.00
	r_g							-0.18	-0.04	-0.18
	r_p							-0.03	0.01	-0.04
单叶面积 Single leaf area	r_a								0.00	0.00
	r_d								0.00	0.00
	r_{aa}								0.00	0.00
	r_g								-1.00 ⁺	1.00
	r_p								-0.37 ⁺	0.35
分枝数 Number of branches	r_a									0.00
	r_d									0.00
	r_{aa}									1.00
	r_g									-0.57
	r_p									-0.33

注: r_a : 加性相关系数; r_d : 显性相关系数; r_{aa} : 加加上位性相关系数; r_g : 遗传相关系数; r_p : 表型相关系数。

Note: r_a : Additive correlation coefficients; r_d : Dominance correlation coefficients; r_{aa} : Additive × Additive epistatic correlation coefficients; r_g : Error correlation coefficients; r_p : Phenotypic correlation coefficients

株幅与株高/株幅比有显著的正遗传相关关系, 与开花指数有达 0.1 显著水平的相关系数, 表明株幅增大有利于观赏性的增加。株高与株高/株幅比、花葶长、花数、开花指数都有显著或 0.1 水平显著的正相关关系, 表明株高的增加可增加花数与开花指数, 有利于观赏性高组合的选择, 但株高/株幅比、花葶长也同时增加, 是不利的方面。因株高与株高/株幅比、花葶长、花数、开花指数的加性、显性相关和遗传相关多都达显著水平, 表明这些相关关系比较稳定。同样, 株高/株幅比与花葶长、花数、开花指数, 花葶长与花数、开花指数也存在显著的正相关关系。综合株高、花葶长与花数、开花指数、株高/株幅比的相关分析, 表明它们之间存在紧密的连锁且比较稳定, 因此要选育出花部观赏价值高而植株矮小、花葶短、株型紧凑的植株比较困难, 需较大的杂交群体以打破连锁。

花数与开花指数有极显著的加性、显性、遗传及表型相关系数,表明三色堇花数的增多可以提高观赏价值。分枝数与多数性状间的相关性不显著,仅与花萼长的显性相关系数达显著水平,其次与单叶面积的遗传相关和表型相关达 0.1 水平的显著性,表明它们之间有较高程度的连锁关系。花瓣厚除与花径存在显著的遗传负相关外,与其它性状间不存在显著的相关关系。

3 讨论

关于三色堇的花径遗传,Novotná (1985) 研究发现,大花对小花为不完全显性。本研究发现花径的遗传主要是显性效应,且遗传效应预测值为正值,与这一结论相符。

本研究表明,在三色堇 10 个性状的遗传中,多数性状显性效应为主要的遗传效应,但株高、花数以及加性效应为主,而株幅、花瓣厚则以加加上位性效应为主。值得注意的是,遗传方差分析中剩余误差均达显著水平,表明环境对方差分析有较大的影响。不同性状的遗传力不同,总体广义遗传力较高,而狭义遗传力较低,花数的两种遗传力均较高,有利于早代选择。杂交种 12 × 18 的花径、花数的显性效应值均为最高,表现出良好的杂种优势利用的潜力。

从相关分析的结果可以得知,花径与营养性状(如株高、株幅、分枝数、单叶面积等)的相关性均不强,只与分枝数有 0.1 水平的遗传负相关,表明用这些营养性状难以有效地对花径进行间接选择。花数与株高、株幅的相关性很高,但与分枝数、单叶面积相关性同样很弱,因此在植株早期用营养性状间接选择花数的难度也较大。这可能是因为三色堇多作二年生栽培,在冬春季开花,对不利环境的适应力较强,且一般植株较小,花数不多,所以对开花时的植株营养要求不高,因此开花性状与多数营养性状,尤其是叶面积,相关性不显著。同时,多数性状间相关系数未达显著性的结果也表明,三色堇育种中单个性状的选择的效果不会理想,必须对多个性状进行综合选择。

References

- Chen Jun-yu, Wang Si-qing, Wang Xiang-chun. 1995. Several key problems in breeding of ornamental plants. *Acta Horticulturae Sinica*, 22 (4): 372 - 376. (in Chinese)
- 陈俊愉, 王四清, 王香春. 1995. 花卉育种中的几个关键环节. *园艺学报*, 22 (4): 372 - 376.
- Drennan Dana, Harding James, Byrne T G. 1986. Heritability of inflorescence and floret traits in *Gerbera*. *Eupytica*, 35: 319 - 330.
- Harding J, Huang H, Byrne T, Huang N. 1990. Quantitative analysis of correlations among flower traits in *Gerbera* hybrid compositae. *Theor Appl Genet*, 80: 552 - 558.
- Novotná I. 1981. Interspecific crossing of garden pansy (*Viola wittrockiana*) with the wild species *V. arvensis*, in relation to flower colour and size. *Sborník Ústředního Zahradnictví* 8 (2): 131 - 156.
- Novotná I. 1984. Inheritance of productivity in pansies (*Viola wittrockiana* Gams) and its use in breeding. *Sborník Ústředního Zahradnictví* 11 (4): 315 - 321.
- Novotná I. 1985. Inheritance of flower size in garden pansy (*Viola wittrockiana* Gams) and its use in breeding. *Sborník Ústředního Zahradnictví* 12 (2): 141 - 148.
- Zhou Hou-gao, Zhou Yan, Ning Yun-fen, Wang Feng-lan. 2001a. The correlation analysis and correlation genetic advances of some major traits in *Lilium formolongi*. *Journal of Zhongkai Agrotechnical College*, 14 (1): 1 - 6. (in Chinese)
- 周厚高, 周焱, 宁云芬, 王凤兰. 2001a. 新铁炮百合主要性状的相关分析和相关遗传进展. *仲恺农业技术学院学报*, 14 (1): 1 - 6.
- Zhou Hou-gao, Zhou Yan, Ning Yun-fen, Wang Feng-lan. 2001b. The preliminary study on genetic variations of some important traits from *Lilium formolongi* inbred lines. *Journal of Zhongkai Agrotechnical College*, 14 (2): 1 - 8. (in Chinese)
- 周厚高, 周焱, 宁云芬, 王凤兰. 2001b. 新铁炮百合自交后代主要性状遗传变异的初步研究. *仲恺农业技术学院学报*, 14 (2): 1 - 8.
- Zhu Jun. 1997. Analysis methods for genetic models. Beijing: China Agricultural Press. (in Chinese)
- 朱军. 1997. 遗传模型分析方法. 北京: 中国农业出版社.