

我国主栽一串红资源的表型多样性分析

傅巧娟, 李春楠, 陈 一, 赵福康, 孙 瑶

(杭州市农业科学研究院, 杭州 310024)

摘要: 为了提高一串红品种资源的利用效率, 从 20 个数量性状和 5 个质量性状方面对我国主栽的 20 份一串红种质资源的表型遗传多样性进行了研究。结果表明一串红表型多样性丰富, 品种间表型性状变异程度较高。外引与中国两个类群间表型变异程度及丰富性都比较相似。25 个表型性状的 Shannon-Weaver 多样性指数变化于 0.23 ~ 1.97 之间, 数量性状中以主茎直径、花冠直径、叶柄长、始花时间和花间长的多样性指数较高, 质量性状中则以叶面泡状突起程度及叶柄显色强度多样性指数较高。主成分分析筛选出对总体方差累计贡献率达 83.96% 的前 5 个主成分, 可反映一串红资源的总体形态表现。20 份资源间平均遗传距离约为 7.0, 在欧氏距离约为 8.5 时, 参试的 20 份资源可分为高生种和矮生种两大类, 前者仅包含 1 个品种(篝火), 而后者包含 19 个品种, 且在欧氏距离约为 7.2 处又可进一步分为 4 个亚类。

关键词: 一串红; 表型多样性; 主成分分析; 聚类分析

Analysis of Phenotypic Diversity of Major *Salvia splendens* Germplasm Resources in China

FU Qiao-juan, LI Chun-nan, CHEN Yi, ZHAO Fu-kang, SUN Yao

(Hangzhou Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310024)

Abstract: In order to improve the use efficiency of *Salvia splendens* germplasm resources, the phenotypic diversity of 20 major varieties in China was evaluated in terms of 20 quantitative traits and 5 qualitative traits. The results indicated that the phenotypic diversity was abundant in *Salvia splendens* cultivars, and higher variation of phenotypes was found among 20 accessions. The total variation degree and abundance in phenotypes of exotic varieties were similar to that of domestic varieties. Shannon-Weaver diversity index of 25 traits ranged from 0.23 to 1.97, which was higher in five quantitative traits including main stem diameter, crown diameter, petiole length, flowering time, and internode length, and in two qualitative traits such as leaf bubble protuberant degree and petiole color intensity. PCA analysis revealed that top 5 principal components had the variance cumulative contribution rate of 83.96%, which could reflect the integral phenotypes of *Salvia splendens*. The average Euclidean distance among 20 accessions was about 7.0. The 20 accessions could be classified into two groups such as the high plant group and the dwarf plant group clustered by UPGMA when the Euclidean distance was about 8.5. There was only 1 variety (Gouhuo) in the former, whereas 19 cultivars in the later, which could be further divided into 4 sub-groups when the Euclidean distance was about 7.2.

Key words: *Salvia splendens*; phenotypic diversity; principal component analysis; cluster

一串红 (*Salvia splendens* Ker-Gawl) 具有很高的观赏价值。我国目前推广应用的一串红品种不足 30 个^[1], 以红色花为主, 其中有些来源不明, 缺乏系谱方面的背景资料^[2], 同时也存在着名称混乱、品

种资源总体遗传变异情况不明等问题。因此,有必要开展一串红种质资源的遗传多样性研究,以深入了解我国一串红种质资源现状以及品种间的亲缘关系。对于我国栽培的一串红品种资源,已利用 RAPD 标记和 SRAP 标记开展了遗传多样性分析^[2-4],但所用分子标记单一,且材料数量偏少,难以全面反映现阶段我国栽培的一串红品种资源遗传变异情况,而且尚无表型多样性研究的报道。本研究以我国主栽的 20 个一串红红色系品种资源为材料,从 25 个形态特征研究分析遗传多样性特点,为其资源的收集和利用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

一串红红色系品种资源 20 个,其中中国和外国引品种各 10 个,详见表 1。

表 1 一串红品种及来源

Table 1 Origin of *Salvia splendens* varieties

来源 Origin	数量 No.	品种名称 Variety name	花色 Flower colour
中国华北	7	红塔、太阳神、红孩、篝火、塞诺尔、火烈鸟、奥运圣火	红色
中国华东	3	神州红、野火、火娃	红色
美国	5	帝王、展望、皇帝、皇后、圣约旺之火	红色
英国	3	火凤凰、辉虹、丽人	红色
法国	1	卡宾枪	红色
日本	1	桑格丽亚	花冠红色、花萼白色

1.2 方法

1.2.1 材料种植 于 2011 年 12 月 26 日统一播种于 200 孔穴盘中,温室育苗,2012 年 2 月 7 日移植于直径 14 cm 的塑料盆中,盆土为园土、泥炭、垄糠灰(2:1:1)混合物。试验在标准塑料大棚中进行,3 次重复,随机区组排列,每个品种共 180 株。

1.2.2 性状测量与记录 每个品种随机选取 12 株进行观察记载。所调查的性状共 25 个,包括 20 个数量性状和 5 个质量性状。数量性状有株高、冠幅、主茎最长节间长、主茎直径、叶长、叶宽、叶面积(手持活体叶面积测定仪 YMJ-B 测量)、叶柄长、花序长、花间长(第 1 轮花至第 6 轮花之间的平均轮间距)、花序最长节间长、花序梗长、花萼长、花萼直径、花冠长、花冠直径、花柄长、成熟叶片 2 片/株、花序及花朵 3 个(朵)/株,用直尺或游标卡尺测量;始

花时间、盛花时间、单花序观赏时间通过目测进行统计;质量性状有叶色、叶面泡状突起、叶柄显色强度、花萼颜色和花冠颜色(表 2)。除生育期外,其余性状观测均在盛花期进行。

表 2 一串红质量性状描述与分级

Table 2 Description and grouping of qualitative characters of *Salvia splendens*

性状 Trait	分级 Group			
	1	2	3	4
叶色	浅绿	中绿	深绿	
叶面泡状突起	弱	中等	强	
叶柄显色强度	不显色	弱	中等	强
花冠颜色	浅红	中红	深红	
花萼颜色	白色	浅红	中红	深红

1.2.3 数据处理及分析 记载数据在 Excel 中进行整理,计算各性状的最大值、最小值、平均值、标准差(S)及变异系数(CV, coefficient of variance),并对数量性状进行 10 级分类,1 级 $< X - 2S$, 10 级 $\geq X + 2S$, 中间每级差 0.5S (X 为群体性状平均值, S 为标准差),采用 Shannon-Weaver 多样性指数($I = -\sum P_i \ln P_i$, P_i 为某性状第 i 个代码值出现的概率)反映品种群体的遗传多样性状况^[5-9]。采用 DPS v 7.05 软件对数量性状数据进行主成分分析^[10]。

1.2.4 聚类分析 运用 NTSYS-pc 2.1 软件^[11] 计算欧氏遗传距离,按照非加权类平均法聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同表型性状的变异与多样性

由表 3 可见,在数量性状中,主茎最长节间长和株高的变异系数较大,分别为 31.55% 和 25.82%,离散程度较高;花序性状其次;播种至始花时间(3.04%)和盛花时间(4.09%)离散度较小,说明在花期表现上比较相近。遗传多样性指数表明,主茎直径和花冠直径的多样性最为丰富,其次是叶柄长、始花时间和花间长,株高的表型变异基础狭窄,多样性水平较低。

表 4 结果显示,质量性状中叶片中度绿色居多(60%);大部分品种叶面呈微弱泡状突起(75%);叶柄显色程度多为中等程度(65%),少数品种不显色或显色较强;较多品种的花冠和花萼呈中度红色(分别占 65% 和 80%)。遗传多样性分析结果发现,叶面泡状突起程度及叶柄显色强度表现出更加丰富的遗传多样性,多样性指数分别为 1.47、1.09。

表 3 一串红种质资源数量性状表现与多样性指数

Table 3 Quantitative traits and Shannon-Weaver diversity index of *Salvia splendens* germplasm resources

性状 Trait	平均 Average	变化范围 Range	标准差 SD	变异系数(%) CV	多样性指数 <i>I</i> Diversity index <i>I</i>
株高(cm) Plant height	16.22	12.25 ~ 31.60	4.19	25.82	1.37
冠幅(cm) Crown diameter	24.82	17.80 ~ 28.40	2.33	9.40	1.74
主茎最长节间长(cm) Longest internode of main stem	2.65	1.63 ~ 5.40	0.84	31.55	1.57
主茎直径(cm) Main stem diameter	0.55	0.47 ~ 0.64	0.05	8.32	1.97
叶长(cm) Leaf length	6.47	5.52 ~ 7.16	0.37	5.74	1.70
叶宽(cm) Leaf width	4.74	4.07 ~ 5.39	0.37	7.90	1.75
叶面积(cm ²) Leaf area	16.99	12.46 ~ 21.78	2.19	12.87	1.82
叶柄长(cm) Petiole length	4.19	2.93 ~ 5.36	0.61	14.44	1.96
始花时间(d) Flowering time	109.25	104 ~ 115	3.32	3.04	1.96
盛花时间(d) Blooming time	122.95	112 ~ 130	5.03	4.09	1.77
单花序观赏时间(d) Ornamental period of single flower branch	29.45	23.99 ~ 36.30	2.79	9.46	1.47
花序长(cm) Inflorescence length	14.74	10.69 ~ 20.71	2.60	17.65	1.85
花间长(cm) Internode length	1.42	0.96 ~ 1.88	0.27	18.75	1.96
花序最长节间长(cm) Longest internode length of inflorescence	2.25	1.54 ~ 2.96	0.34	15.24	1.87
花序梗长(cm) Peduncle length	4.08	3.42 ~ 5.61	0.49	12.09	1.58
花萼长(cm) Calyx length	2.09	1.93 ~ 2.28	0.10	4.93	1.87
花萼直径(cm) Calyx diameter	1.02	0.92 ~ 1.19	0.06	5.81	1.71
花冠长(cm) Corolla length	4.27	3.95 ~ 4.70	0.19	4.41	1.75
花冠直径(cm) Corolla diameter	0.90	0.78 ~ 0.99	0.06	6.27	1.97
花柄长(cm) Flower stalk length	0.48	0.40 ~ 0.58	0.05	10.03	1.92

表 4 一串红种质资源的质量性状分布和多样性指数

Table 4 Qualitative traits and Shannon-Weaver diversity index of *Salvia splendens* germplasm resources

性状 Trait	频率分布(%) Frequency distribution				多样性指数 <i>I</i> Diversity index <i>I</i>
	1	2	3	4	
叶色	10	60	30		0.89
叶面泡状突起	75	20	5		1.47
叶柄显色强度	5	25	65	5	1.09
花冠颜色	5	65	30		0.79
花萼颜色	5	10	80	5	0.71

从表 5、表 6 可见,外引及中国一串红品种资源间数量性状的平均变异系数(CV)及多样性指数(*I*)相近,分别为 10.81%、1.57 和 11.15%、1.60,说明外引与中国品种资源间总体上遗传变异的离散程度及丰富性相似。具体到各性状,除了在株高、主茎最长节间长上,两者之间的差异较大外,其他性状 CV 值差异较小;多样性指数在 2.0 以上的是中国品种资源的叶柄长,多样性丰富。5 个质量性状表现上,

两类群体间叶色的多样性指数比较接近;对比之下,外引品种在叶片泡状突起程度和花色的多样性表现上高于中国品种,叶柄显色强度则相反,中国品种具有更加丰富的资源多样性。

2.2 主成分分析

根据数值大小选取前 5 个特征根,其累计贡献率达到 83.96% (表 7),这 5 个主成分包含了表型性状的大部分信息,能基本反映一串红种质资源的表型特征。第一主成分的方差贡献率最大,占 28.85%,特征向量以株高、冠幅、花序长、花间长、花序最长节间长较大,可概括为株型因子和花序因子。第二和第三主成分的方差贡献率分别为 19.07% 和 16.13%,特征向量以叶片性状较大,包括叶柄长、叶长、叶宽和叶面积,可大致概括为叶型因子。第四主成分中盛花时间特征向量为正值且最大,单花序观赏时间为负且绝对值较大,称作花期因子,反映花期长短表现。第五主成分的方差贡献率仅占 7.98%,其中花柄长和花冠直径的特征向量为正且较大,称作花朵因子,体现花部性状上的细微特征。

表 5 外引及中国品种数量性状的变异系数及多样性指数

Table 5 Coefficient of variance and Shannon-Weaver diversity index of quantitative traits among exotic and domestic varieties

性状 Trait	外引品种 Exotic varieties				中国品种 Domestic varieties			
	X	S	CV(%)	I	X	S	CV(%)	I
株高(cm) Plant height	15.0	2.06	13.72	1.47	17.5	5.43	31.11	1.28
冠幅(cm) Crown diameter	24.0	2.57	10.70	1.50	25.6	1.85	7.20	1.75
主茎最长节间长(cm) Longest internode of main stem	2.5	0.58	23.86	1.19	2.9	1.02	35.90	1.28
主茎直径(cm) Main stem diameter	0.6	0.04	6.99	1.89	0.5	0.05	9.46	1.70
叶长(cm) Leaf length	6.4	0.46	7.15	1.61	6.6	0.27	4.05	1.61
叶宽(cm) Leaf width	4.7	0.39	8.23	1.64	4.8	0.38	8.00	1.70
叶面积(cm ²) Leaf area	16.7	2.37	14.22	1.70	17.3	2.06	11.90	1.47
叶柄长(cm) Petiole length	4.0	0.54	13.54	1.70	4.4	0.64	14.71	2.03
始花时间(d) Flowering time	109.0	3.62	3.32	1.83	109.5	3.17	2.90	1.70
盛花时间(d) Blooming time	123.30	5.51	4.48	1.70	122.5	4.77	3.89	1.70
单花序观赏时间(d) Ornamental period of single flower branch	28.74	3.10	10.80	1.50	30.2	2.38	7.89	1.28
花序长(cm) Inflorescence length	14.0	2.56	18.27	1.70	15.5	2.57	16.61	1.70
花间长(cm) Internode length	1.4	0.30	21.75	1.50	1.5	0.23	15.83	1.70
花序最长节间长(cm) Longest internode length of inflorescence	2.1	0.39	18.37	1.47	2.4	0.26	11.09	1.50
花序梗长(cm) Peduncle length	3.9	0.37	9.64	1.56	4.3	0.51	11.91	1.28
花萼长(cm) Calyx length	2.1	0.11	5.09	1.56	2.1	0.10	4.59	1.75
花萼直径(cm) Calyx diameter	1.0	0.07	7.03	1.17	1.0	0.05	4.60	1.75
花冠长(cm) Corolla length	4.2	0.22	5.16	1.70	4.3	0.15	3.47	1.64
花冠直径(cm) Corolla diameter	0.9	0.05	5.82	1.22	0.9	0.06	6.31	1.56
花柄长(cm) Flower stalk length	0.5	0.04	8.12	1.70	0.5	0.06	11.64	1.61
平均 Average			10.81	1.57			11.15	1.60

表 6 外引与中国品种质量性状的多样性指数比较

Table 6 Shannon-Weaver diversity index of qualitative traits among exotic and domestic varieties

	叶色 Leaf color	叶面泡状突起 Leaf bubble protuberant degree	叶柄显色强度 Petiole color intensity	花冠颜色 Corolla color	花萼颜色 Calyx color
外引品种 Exotic varieties	0.90	1.19	1.42	0.94	0.64
中国品种 Domestic varieties	0.89	0.93	1.70	0.50	0.50

2.3 聚类分析

总体来看,不同品种间的平均遗传距离约为 7.0,说明品种间表型变异较为丰富。从不同品种来看,以篝火与其他品种间的遗传距离最大,平均约为 9.6。聚类结果发现(图 1),在欧氏距离 8.50 处,篝火首先从 20 个品种中分离出来,其株型较大,单独为一类;其余 19 个品种归为第二类,其株型相对矮小。在欧氏距离 7.20 处,第二类又可分

为 4 个亚类(A~D),卡宾枪(A)花序特别紧凑,花间长极短;桑格丽亚(C)花萼颜色与其他品种不同,且花冠最长;丽人(D)冠幅较小;其余的 16 个品种归为一类(B)。在欧氏距离 6.20 处,B 类群又分为 3 个次亚类,红孩叶片较大,单花序观赏时间长,自成一类;火娃与皇后叶片狭长型,归为一类;剩余的品种为一类,其中,神州红与帝王的差异最小。

表 7 入选主成分的特征根和特征向量

Table 7 Eigenvalue and eigenvector of selected principal component

性状 Trait	第一主成分 The first principal component	第二主成分 The second principal component	第三主成分 The third principal component	第四主成分 The fourth principal component	第五主成分 The fifth principal component
株高 Plant height	0.3472	-0.1626	0.0515	0.2128	-0.0076
冠幅 Crown diameter	0.3247	0.1690	-0.0117	0.1140	0.2501
主茎最长节间长 Longest internode of main stem	0.2995	-0.1927	0.1427	0.2117	-0.1516
主茎直径 Main stem diameter	0.0790	-0.1686	0.2223	0.2586	0.3040
叶长 Leaf length	0.1583	0.3753	0.1988	0.0329	0.2819
叶宽 Leaf width	0.1218	0.2582	0.3841	0.0251	-0.1324
叶面积 Leaf area	0.1481	0.3335	0.3410	0.0452	-0.0215
叶柄长 Petiole length	0.0582	0.4798	-0.0308	-0.0704	-0.0139
始花时间 Flowering time	0.2291	-0.0659	0.3183	0.1505	-0.1055
盛花时间 Blooming time	-0.0563	-0.0797	0.0070	0.5787	-0.1294
单花序观赏时间 Ornamental period of single flower branch	0.2350	0.1963	-0.0172	-0.3647	-0.1118
花序长 Inflorescence length	0.3478	-0.1058	-0.0449	-0.1857	0.1965
花间长 Internodelength	0.3392	-0.1235	-0.0738	-0.2185	0.0730
花序最长节间长 Longest internode length of inflorescence	0.3293	-0.1309	-0.2258	-0.1778	-0.0167
花序梗长 Peduncle length	0.2409	-0.0606	-0.3196	0.2527	0.0864
花萼长 Calyxlength	0.0879	0.3146	-0.2349	0.3085	-0.1880
花萼直径 Calyx diameter	-0.2375	0.2499	-0.1000	0.1016	0.2484
花冠长 Corollalength	0.0735	0.2294	-0.3285	0.1814	-0.2552
花冠直径 Corolla diameter	-0.1713	-0.1053	0.2900	0.0253	0.3806
花柄长 Flower stalk length	0.0220	0.0946	-0.3222	0.1188	0.5703
特征根值 Eigenvalue value	5.7707	3.8145	3.2258	2.3853	1.5966
方差贡献率(%) Variance contribution rate	28.85	19.07	16.13	11.93	7.98
累计贡献率(%) Total percentage	28.85	47.93	64.06	75.98	83.96

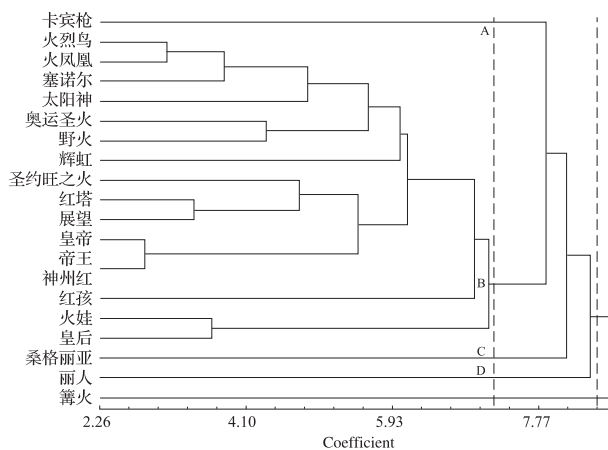


图 1 20 个一串红品种聚类分析

Fig. 1 Dendrogram of 20 *Salvia splendens* varieties

3 讨论

品种资源的遗传多样性是育种工作的基础,近些年育种家越来越注重提高育种材料的遗传多样性,以丰富育成品种的遗传变异^[12]。利用表型性状来研究植物的遗传变异具有简便、易行及快速等优势,因此长期以来,植物种质资源的分类、鉴定及育种材料的选择通常是依据表型性状来开展的^[13-16]。本研究通过调查 20 个不同基因型一串红品种的 25 个表型性状,首次研究了我国主栽一串红品种的表型多样性特点,明确了各性状的差异性表现和种质资源间的亲缘关系,并利用主成分分析筛选主导性状,为今后一串红杂交育种的亲本选配和育种材料

的选择与利用提供了依据。

研究结果显示,一串红品种间总体表型变异比较丰富。从各个性状指标来看,质量性状中叶片性状的差异较为明显,多样性丰富,而叶色与花色多样性指数较低,这可能与选择的参试品种均为红色系有关;数量性状的变异系数与多样性指数变化趋势不完全一致,这与刘金等^[6]在小扁豆上的试验结果一致,原因可能是数量性状通过 10 级分类,导致极端变异类型均衡化,分组后所占比例也呈缩小化,况且极端变异类型的频率也低,因此遗传多样性水平不高,这也说明表型数量性状离散程度大并不代表多样性丰富,反之亦然。

主成分分析可减少数据集的维数,保持数据集中方差贡献最大的特征,提供数量性状综合表现的主要信息^[17]。一串红 20 个数量性状的主成分分析发现,5 个主成分能基本反映一串红种质资源的表型特征,且与性状的变异系数趋势分析结果基本相符;其中株型因子在第一主成分,与聚类分析结果一致,说明株型是区别一串红资源的主要指标之一。神州红与帝王的遗传距离最近,表型性状最为相似;不同地域来源的中国与外引一串红资源交错分布聚类,没有较明显的地理位置规律性,且表型多样性丰富度差别不大,与本课题组采用 SRAP 分析的结果一致^[3],进一步说明表型性状虽存在表型数量有限,易受到生物发育阶段、环境条件影响等诸多缺点,但仍不失为评价品种资源多样性及遗传距离的重要手段^[15,18]。然而,若将基于表型性状的本研究结果与 SRAP 分析的聚类结果进行比对,也可以发现有些品种所处的类群是不相同的,这主要是因为分子标记揭示的是品种间在 DNA 序列上的差异,而表型性状除了显示基因的作用外,还包含着环境效应及基因型与环境互作的表型差异。

因此,在资源分析与利用中,把表型性状和分子标记分析的结果相结合,有利于提高鉴定和选择的准确性与效率。在根据表型性状进行选择时,首先应从株型、花序性状入手;其次,在关注花色的同时,

选择叶型美观、叶片大小适宜的材料;再次,注重选择开花早、单花序花期长的优良材料;最后关注花朵形态及大小。

参考文献

- [1] 刘晓青,李华勇,苏家乐,等. 17 个红色系一串红品种在南京地区的栽培表现[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 199-200
- [2] 田晔林,刘克锋,石爱平,等. 一串红品种(系)遗传多样性 RADP 分析[J]. 中国农学通报, 2006, 22(5): 76-78
- [3] 李春楠,傅巧娟,陈一,等. 中国一串红主栽品种遗传多样性的 SRAP 标记分析[J]. 分子植物育种, 2013, 11(6): 809-816
- [4] 胡国富,李凤兰,李成雁,等. 一串红花色遗传多样性研究[J]. 北方园艺, 2009(8): 194-198
- [5] 王述民,曹永生,Redden R J,等. 我国小豆种质资源形态多样性鉴定与分类研究[J]. 作物学报, 2002, 28(6): 727-733
- [6] 刘金,关建平,徐东旭,等. 小扁豆种质资源形态标记遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9(2): 173-179
- [7] 刘志斋,郭荣华,石云素,等. 中国玉米地方品种核心种质花期相关性状的表型多样性研究[J]. 中国农业科学, 2008, 41(6): 1591-1602
- [8] 陈秀萍,黄爱萍,蒋际谋,等. 枇杷属植物 4 个种的花序性状多样性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(6): 709-714
- [9] 胡建斌,马双武,简在海,等. 中国甜瓜种质资源形态性状遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2013, 14(4): 612-619
- [10] 唐启义,冯光明. 实用统计分析及 DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [11] Rohlf F J. NTSYS-PC: Numerical taxonomy and multivariate analysis system, Version 2.1. Exeter Software [M]. New York: Exeter Software, 2000
- [12] 王述民,李立会,黎裕,等. 中国粮食和农业植物遗传资源状况报告(1)[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(1): 1-12
- [13] 陈灵芝,马克平. 生物多样性科学:原理与实践[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2001
- [14] 张彩霞,明军,刘春,等. 岷江百合天然群体的表型多样性[J]. 园艺学报, 2008, 35(8): 1183-1188
- [15] 刘新龙,马丽,蔡青,等. 云南甘蔗品种表型性状的遗传多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(6): 703-708
- [16] 郭宁,杨树华,葛维亚,等. 新疆天山山脉地区疏花蔷薇天然居群表型多样性分析[J]. 园艺学报, 2011, 38(3): 495-502
- [17] 李清华,黄金堂,陈海玲,等. 27 份花生种质资源的主成分分析及遗传距离测定[J]. 植物遗传资源学报, 2011, 12(4): 519-524
- [18] 马艳明,范玉顶,李斯深,等. 黄淮麦区小麦品种(系)品质性状多样性分析[J]. 植物遗传资源学报, 2004, 5(2): 133-138