

六出花属 DUS 测试性状筛选与评价

褚云霞^{1,2}, 邓 姗^{1,2}, 杨旭红³, 黄志城^{1,2}, 李寿国², 陈海荣^{1,2}

(¹上海市农业科学院农产品质量标准与检测技术研究所, 上海 201403;

²农业部植物新品种测试(上海)分中心, 上海 201415; ³农业部科技发展中心, 北京 100122)

摘要: 以 39 份六出花品种为试材, 对 51 个候选性状进行观测, 对比不同测量方式对花相关数量性状的影响, 并同时研究了同品种中外花被片与侧外花被片长度的相关性。结果表明“花序: 花序梗长度”和“花: 花梗长度”不满足 DUS 测试性状要求, 最后筛选出 43 个性状作为 DUS 测试性状。12 个数量性状可分别划分为 3~7 级; 不同观测方式对花相关数量性状具有影响, 推荐 DUS 测试时采用随机观测方式; 不同批次的同一品种观测结果部分性状上存在差异; 多数品种的中外花被片长度与侧外花被片长度之间呈线性正相关; 形态性状的聚类分析结果支持将“花: 主色”作为分组性状。

关键词: 六出花属; 数量性状; 观测方法; 分组性状

Selection and Assessment for *Alstroemeria* DUS Testing Traits

CHU Yun-xia^{1,2}, DENG Shan^{1,2}, YANG Xu-hong³, HUANG Zhi-cheng^{1,2}, LI Shou-guo², CHEN Hai-rong^{1,2}

(¹Institute for Agri-food Standards and Testing Technology Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403;

²Shanghai Station for DUS Testing Center of New Plant Varieties, Ministry of Agriculture, Shanghai 201415;

³Development Center for Science and Technology, Ministry of Agriculture, Beijing 100122)

Abstract: The 51 traits were evaluated and 12 quantitative characteristics were classified with 39 *Alstroemeria* L. varieties. The measure method of 6 quantitative traits of inflorescence were studied. The relationship between the length of outer middle tepal and outer lateral tepal was also studied. The results showed that "Inflorescence: length of peduncle" and "Inflorescence: length of pedicle" were not suitable for DUS testing. 43 characteristics were selected as DUS testing characteristics. 12 quantitative traits can be classified into 3-7 continuous grades respectively. The measure method had obvious effect on the quantitative characteristics of inflorescence, random observation was recommended in DUS testing. Some characteristics of the same variety were different between two batches. In most *Alstroemeria* L. varieties, there were linear correlation between length of outer middle tepal and outer lateral tepal. Clustering analysis based on the morphological characters agreed with that "flower: the main color" could be used as grouping characteristic.

Key words: *Alstroemeria* L.; quantitative characteristic; measure method; grouping characteristic

1753 年 Clas von Alstroemer 在南美收集到六出花的种子并送给了他的老师——著名的植物学家 Carl Linnaeus, 随后 Linnaeus 以他的名字命名了六出花属^[1]。六出花属(*Alstroemeria* spp.) 有 93 种, 原产南美及中美墨西哥等地^[2], 1754 年引种到英国, 20 世纪 20 年代就已被人们栽培应用。黄六出花

(*A. aurantiaca* D. Don) 与其他栽培种多年杂交产生很多杂种, 统称六出花杂种群, 花色有白、黄、橙、粉红、红、紫及复色等^[3]。六出花具有独特的品种优势, 其环境适应能力强, 产量高、花色丰富、花朵漂亮、花期长且瓶插寿命长。大花、长枝条以及花色艳丽的新品种系列使得六出花迅速成为国际花卉市场

收稿日期: 2016-08-19 修回日期: 2016-10-16 网络出版日期: 2017-04-17

URL: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20170417.0855.016.html>

基金项目: 农业部品种资源保护项目(农财发(2015)11号)

第一作者研究方向为植物新品种 DUS 测试及分子生物学。E-mail: chuyx@189.cn

通信作者: 陈海荣, 研究方向为植物新品种 DUS 测试技术和种质资源研究。E-mail: sh57460009@163.com

排名前 10 位的主要切花品种,在荷兰和国际鲜切花市场上占据重要地位^[4],矮生品种也可作盆栽及园林应用^[5],1995 年以后,盆栽六出花发展很快。

六出花新品种主要由种间杂交或辐射诱变产生^[6]。早期主要由荷兰的 van Staaveren 公司和英国的 Parigo Seed 公司育成,近年来荷兰的 Wulfinghoff、Knost 等公司也推出了部分新品种。现代杂种的主要亲本有: *A. aurantiaca* D. Don、*A. pelegrina* L.、*A. ligtu* L.^[7] 和 *A. pulchella* L. f.、*A. psittacina* Lehm.、*A. paupercula phil.*^[8] 等。

尽管形态特征是植物分类的重要依据,六出花属资源评价却多采用染色体组型^[9]、分子标记^[10] 等进行,对于形态性状的观测却极少。六出花属新种进行描述时,常涉及植株高度、茎粗度、茎质地、叶长宽、花主色、花大小、花被片大小等 40 多个性状^[11],但各形态性状在品种内的稳定性及品种区分能力并未见研究报告。具有六出花属 DUS 测试经验的有加拿大、欧盟、意大利、日本、荷兰等 9 个国家或组织,荷兰起草的六出花属 DUS 测试指南于 2006 年被国际植物新品种保护联盟采纳成为国际指南(TG/29/7),其中包括 30 个测试性状,而日本 DUS 测试性状则多达 43 个。

我国自 20 世纪 60 年代引进六出花后,长期以

来存在生产规模小、品种落后、品质不高、消费者认知度低等问题,六出花生产与研究均处于萌芽阶段。品种落后、非法繁殖等使得六出花品质不高,存在枝条细弱、花头小等问题,致使花店对此花材的认可度不高,限制了六出花在国内的发展。上海园林科学研究所曾通过反复杂交育成了一系列的新品系^[12],但未能应用于生产。目前生产上应用的均为国外品种,解决品种权的问题是突破发展瓶颈的关键,只有引进受市场欢迎的好品种,六出花的发展才有出路。为了促进六出花属列入我国农业部植物新品种保护名录,农业部植物新品种测试(上海)分中心承担了六出花属 DUS 测试指南研制任务。本研究旨在对候选测试性状进行筛选与评价,为科学制定六出花属 DUS 测试指南指供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

分 2 批收集六出花品种 39 份,其中 3 份盆栽品种为种子繁殖品种,2015 年 11 月经 1 个月低温层积处理,到 12 月 2 日播种于 50 孔穴盘,其余 36 份切花品种为营养繁殖材料,于 2016 年 2 月种植,6 月 1 日至 7 月 15 日调查性状,详见表 1。

表 1 供试材料表

Table 1 Varieties for test

| 代号 Number | 品种名 Name of variety | 来源 Source | 代号 Number | 品种名 Name of variety | 来源 Source | 代号 Number | 品种名 Name of variety | 来源 Source |
|--------------|------------------------|----------------|--------------|------------------------|----------------|--------------|------------------------|--------------|
| 1 | 爵士乐紫玫瑰红色* | PanAmerican | 14 | Lovely | Hilverda kooij | 27 | Jaffa | Konst |
| 2 | 爵士乐玫瑰红霜* | PanAmerican | 15 | Madrid | Hilverda kooij | 28 | Las Palmas | Konst |
| 3 | 爵士乐深玫瑰红色* | PanAmerican | 16 | Marian | Hilverda kooij | 29 | Leblon | Konst |
| 4 | Aruba | Hilverda kooij | 17 | Pink Floyd | Hilverda kooij | 30 | Modena | Konst |
| 5 | Bali | Hilverda kooij | 18 | Party | Hilverda kooij | 31 | Napoli | Konst |
| 6 | Clear | Hilverda kooij | 19 | Primadonna | Hilverda kooij | 32 | Olympia | Konst |
| 7 | Cleo | Hilverda kooij | 20 | Rome | Hilverda kooij | 33 | Picanto | Konst |
| 8 | Cocktail | Hilverda kooij | 21 | San Marino | Hilverda kooij | 34 | Shakira | Konst |
| 9 | Dirty Dancing | Hilverda kooij | 22 | Chanel | Konst | 35 | Stratus | Konst |
| 10 | Famke | Hilverda kooij | 23 | Disco | Konst | 36 | Temotation | Konst |
| 11 | Hercules | Hilverda kooij | 24 | Dubai | Konst | 37 | Vision | Konst |
| 12 | Isis | Hilverda kooij | 25 | Greenfield | Konst | 38 | Vivaro | Konst |
| 13 | Leone | Hilverda kooij | 26 | Himalaya | Konst | 39 | Xanadu | Konst |

* 为种子繁殖品种,未标* 为营养繁殖品种

* seed propagated variety,without * means vegetatively propagated variety

1.2 性状筛选

按照 TG/29/7 规定的方法对性状进行观测^[13],

在其基础上参考日本六出花属 DUS 测试指南^[14],增加了部分候选性状,详见表 2。

表 2 候选性状表

Table 2 Characteristic list

| 代号 Code | 性状 Characteristic | 备注 Note | 代号 Code | 性状 Characteristic | 备注 Note |
|------------|-----------------------|------------|------------|----------------------------|------------|
| Chr1 | * 植株: 高度 | 1 | Chr27 | * 外花被片: 花瓣上表面条纹数量(侧边除外) | 18 |
| Chr2 | 茎: 粗度 | 2 | Chr28 | 外花被片: 下表面中央区主色 | 新增 |
| Chr3 | 茎: 花青甙分布 | 新增 | Chr29 | 中外花被片: 长度 | 新增 |
| Chr4 | 茎: 花青甙显色强度 | 新增 | Chr30 | * 内花被片: 花瓣形状 | 19 |
| Chr5 | 叶: 长度 | 3 | Chr31 | 内花被片: 先端着色类型 | 新增 |
| Chr6 | 叶: 宽度 | 4 | Chr32 | 侧内花被片: 主色 | 新增 |
| Chr7 | 叶: 上表面颜色数量 | 新增 | Chr33 | * 侧内花被片: 上表面条纹区大小(爪和顶端除外) | 20 |
| Chr8 | 叶: 银色纵向条纹 | 新增 | Chr34 | * 侧内花被片: 上表面条纹区主色(爪和顶端除外) | 21 |
| Chr9 | * 花序: 分枝数 | 5 | Chr35 | * 侧内花被片: 上表面条纹区数量(爪和顶端除外) | 22 |
| Chr10 | * 花序: 分枝长度 | 6 | Chr36 | * 侧内花被片: 上表面最长条纹长度(爪和顶端除外) | 23 |
| Chr11 | 花序: 花序梗长度 | 新增 | Chr37 | * 侧内花被片: 上表面最宽条纹宽度(爪和顶端除外) | 24 |
| Chr12 | * 花: 花梗长度 | 7 | Chr38 | * 中内花被片: 条纹与侧内花被片差异 | 25 |
| Chr13 | * 花: 主色 | 8 | Chr39 | * 花丝: 主色 | 26 |
| Chr14 | * 花: 长度 | 由性状 10 拆分 | Chr40 | 花丝: 斑点 | 27 |
| Chr15 | * 花: 宽度 | 由性状 10 拆分 | Chr41 | * 花药: 开裂前颜色 | 28 |
| Chr16 | 花: 高度 | 新增 | Chr42 | 柱头: 斑点 | 新增 |
| Chr17 | 花: 花被片开展度 | 新增 | Chr43 | * 子房: 花青甙显色 | 29 |
| Chr18 | * 外花被片: 形状 | 10 | Chr44 | * 子房: 花青甙显色强度 | 30 |
| Chr19 | * 外花被片: 边缘凹缺深度 | 11 | Chr45 | 子房: 花青甙显色分布 | 新增 |
| Chr20 | 外花被片: 先端着色类型 | 新增 | Chr46 | 侧内花被片: 条纹 | 新增 |
| Chr21 | * 外花被片: 中央区主色 | 12 | Chr47 | 中内花被片: 主色 | 新增 |
| Chr22 | * 外花被片: 顶端主色(绿尖除外) | 13 | Chr48 | 中内花被片: 条纹 | 新增 |
| Chr23 | * 外花被片: 侧边主色 | 14 | Chr49 | 中内花被片: 条纹数量 | 新增 |
| Chr24 | * 外花被片: 基部主色 | 15 | Chr50 | 中内花被片: 条纹区大小 | 新增 |
| Chr25 | * 外花被片: 花瓣上表面侧边条纹 | 16 | Chr51 | 侧外花被片: 长度 | 新增 |
| Chr26 | * 外花被片: 花瓣上表面条纹(侧边除外) | 17 | | | |

备注中的数字代表 TG/29/7 中的性状编号; * 标注的性状为星号性状

The number in note is the serial number of characteristic of TG/29/7, the characteristics with * are the asterisk characteristics

1.3 数量性状评价

以 Primadonna、Rome、Party、Leblon、Temotation 和 Isis 6 个品种为试材,比较不同测量方式对花相关数量性状的影响。观测的性状包括“花序:花序梗长度”、“花:花梗长度”、“花:长度”、“花:宽度”、“花:高度”和“中外花被片:长度”,测量方式有 5 种,分别为 A:测量最大花及相应的花序梗;B:测量最长花及相应的花序梗;C:测量最长花序梗及着生于其上的花;D:随机测量;E:测量最长花梗上着生的花及相应的花序梗。以上所有测量均以完全开放的花为观测对象。

分 2 批测量 Temotation 和 Primadonna 的花相关数量性状,观测随机取样对花相关数量性状的影响。

分别测量 11 个品种同一朵花的中外花被片长度与侧外花被片长度,分析两者间的相关性。

1.4 数据统计

通过 Excel 软件的数据分析功能计算出各数量性状的最小值、最大值、平均值和标准差,按照级差大于等于两倍平均标准差的要求,对各数量性状进行分级;用 SPSS 20 计算各数量性状间的相关系数^[15],通过 NTSYS 2.1 采用 UPGMA 法进行聚类分析。

其中:极差 = 最大值 - 最小值;

级数 1 = 极差 / (标准差平均值 × 2);

级数 2 是级数 1 按照 1、3、5、7、9 的就小取值;

级差 = 极差 / 级数 2;

分级数是根据中值和级差而确定的、连续的不同数据分布范围的数量。

2 结果与分析

2.1 数量性状分级

对所有品种的数量性状观测数据进行分析发现,12 个数量性状可分别划分成 3~7 级,其中“叶:长度”和“花序:分枝长度”平均变异系数较小,极差较大,可分为 7 级,而“花:长度”、“花:宽度”、“花:高度”、“中外花被片:长度”由于极差不大,仅能分成 3 级(表 3、4、5),而其他性状均可分为 5 级。

2.2 不同观测方式对花相关数量性状的影响

观测结果表明,所有品种不同测量方式花高度和中外花被片长度均无显著差异(图 1)。而花宽度除 Isis 外,其他品种不同测量方式测量值间无显著差异,在 Isis 中,C 方式测量值最小,A 方式测量值最大,B 方式与 A 方式无显著差异。测量方式对 Primadonna、Rome、Party 和 Leblon 4 个品种的花长度无显著影响,但对 Temotation 和 Isis 花长度

则有影响,其中 Temotation 中 B 方式测量值最大,E 方式测量值最小,而 Isis 中,B 方式测量值最大,但 A 方式与 B 方式无显著差异,C 方式测量值最小。不同观测方式对花序梗长度测量值在不同品种中表现不同,其中 Primadonna、Rome、Isis 中表现相同的规律,均为 C 方式测量值最大,E 方式测量值最小,其他 3 种方式无显著差异,而 Leblon 总体与前 3 个品种类似,不过 D 方式测量值最小,但与 E 方式相差仅 0.03 cm,而品种 Party 中不同测量方式间无差异,Temotation 中 E 方式测量值最小且与其他 4 种方式测量值有明显差异。对于花梗长度,不同测量方式对 Rome 的花梗长度无影响,而 Temotation 中 E 方式测量值是其 4 种方式的 2 倍,其余 4 个品种表现出相同的规律,即 E 方式测量值最大,C 方式测量最小,其他 3 种方式无显著差异,可能是由于同一花序上的不同花花梗长度变异幅度不同,Temotation 变化较大,因此测量方式对结果影响非常大,而 Rome 变化较小,因此测量值间无显著差异。在前面的分析中也发现花序梗长度、花梗长度的变异系数均超过了 20%,选择正确的测量方式可以减小这两个性状的变异系数。由于 Isis 的以上两个性状变异系数极大,因此进一步分析不考虑该品种,对其他 5 个品种的不同观测方式的花序梗长度、花梗长度的变异系数分析(表 6、表 7),发现 A、D 两种测量方式可使两个数量性状的变异系数相对较小。因此 DUS 观测时可采用随机观测方式。

表 3 12 个数量性状的分布范围

Table 3 The data of 12 quantitative characteristics

| 性状 Characteristic | 品种范围 Scope | 品种内标准差范围 Scope of SD in varieties |
|----------------------|---------------|--------------------------------------|
| 植株:高度(cm) | 34.8~128.4 | 4.32~26.11 |
| 茎:粗度(mm) | 2.40~10.63 | 0.44~2.48 |
| 叶:长度(cm) | 7.5~19.71 | 0.21~1.94 |
| 叶:宽度(cm) | 1.50~3.71 | 0.05~0.66 |
| 花序:分枝数 | 2.00~7.33 | 0.32~1.62 |
| 花序:分枝长度(cm) | 7.00~21.00 | 0.72~3.18 |
| 花序:花序梗长度(cm) | 0.50~9.60 | 0.49~2.28 |
| 花:花梗长度(cm) | 1.50~3.71 | 0.16~1.00 |
| 花:长度(cm) | 3.80~7.19 | 0.25~1.04 |
| 花:宽度(cm) | 3.60~6.99 | 0.22~1.30 |
| 花:高度(cm) | 4.56~6.45 | 0.10~0.83 |
| 中外花被片:长度(cm) | 4.20~5.93 | 0.07~0.52 |

表 4 12 个数量性状的数据

Table 4 The data of 12 quantitative characteristics

| 性状 Characteristic | 最小值 Min. | 最大值 Max. | 均值 Mean | 中值 Middle | 标准差 SD mean | 变异系数(%) CV mean | 级数 1 Step 1 | 级数 2 Step 2 | 级差 Range | 分级数 Grade number |
|----------------------|-------------|-------------|------------|--------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|-------------|---------------------|
| 植株: 高度(cm) | 34.80 | 128.40 | 99.37 | 104.30 | 14.35 | 14.44 | 3.26 | 3 | 31.20 | 5 |
| 茎: 粗度(mm) | 2.40 | 10.63 | 8.05 | 8.37 | 1.09 | 13.54 | 3.78 | 3 | 2.74 | 5 |
| 叶: 长度(cm) | 7.50 | 19.71 | 15.69 | 16.00 | 1.13 | 7.20 | 5.40 | 5 | 2.44 | 7 |
| 叶: 宽度(cm) | 1.50 | 3.71 | 2.88 | 2.89 | 0.26 | 9.03 | 4.25 | 3 | 0.74 | 5 |
| 花序: 分枝数 | 2.00 | 7.33 | 5.48 | 5.62 | 0.88 | 16.06 | 3.03 | 3 | 1.78 | 5 |
| 花序: 分枝长度(cm) | 7.00 | 21.00 | 12.40 | 11.94 | 1.34 | 10.81 | 5.22 | 5 | 2.80 | 7 |
| 花序: 花序梗长度(cm) | 0.50 | 9.60 | 4.82 | 4.77 | 1.32 | 27.39 | 3.45 | 3 | 3.03 | 5 |
| 花: 花梗长度(cm) | 0.65 | 3.80 | 1.91 | 1.76 | 0.46 | 24.08 | 3.42 | 3 | 1.05 | 5 |
| 花: 长度(cm) | 3.80 | 7.19 | 5.55 | 5.52 | 0.60 | 10.81 | 2.83 | 1 | 3.39 | 3 |
| 花: 宽度(cm) | 3.60 | 6.99 | 5.55 | 5.65 | 0.62 | 11.17 | 2.73 | 1 | 3.39 | 3 |
| 花: 高度(cm) | 4.56 | 6.45 | 5.68 | 5.73 | 0.40 | 7.04 | 2.36 | 1 | 1.89 | 3 |
| 中外花被片: 长度(cm) | 4.20 | 5.93 | 4.98 | 5.03 | 0.32 | 6.43 | 2.70 | 1 | 1.73 | 3 |

表 5 12 个数量性状的分级

Table 5 The grade of 12 quantitative characteristics

| 性状 Characteristic | 分级 Scale | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----------|------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 植株: 高度(cm) | | | ≤57.4 | 57.5 ~ 88.6 | 88.7 ~ 119.8 | 119.9 ~ 151.0 | ≥151.1 | | | |
| 茎: 粗度(mm) | | | ≤4.2 | 4.3 ~ 6.9 | 7.0 ~ 9.6 | 9.7 ~ 12.4 | ≥12.5 | | | |
| 叶: 长度(cm) | | ≤9.8 | 9.9 ~ 12.2 | 12.3 ~ 14.7 | 14.8 ~ 17.1 | 17.2 ~ 19.6 | 19.7 ~ 22.0 | ≥22.1 | | |
| 叶: 宽度(cm) | | | ≤1.7 | 1.8 ~ 2.4 | 2.5 ~ 3.2 | 3.3 ~ 3.9 | ≥4.0 | | | |
| 花序: 分枝数 | | | ≤2.9 | 3.0 ~ 4.6 | 4.7 ~ 6.4 | 6.5 ~ 8.2 | ≥8.3 | | | |
| 花序: 分枝长度(cm) | | ≤4.8 | 4.9 ~ 7.6 | 7.7 ~ 10.4 | 10.5 ~ 13.2 | 13.3 ~ 16.0 | 16.1 ~ 18.8 | ≥18.9 | | |
| 花序: 花序梗长度(cm) | | | ≤0.1 | 0.2 ~ 3.1 | 3.2 ~ 6.2 | 6.3 ~ 9.2 | ≥9.3 | | | |
| 花: 花梗长度(cm) | | | ≤0.1 | 0.2 ~ 1.1 | 1.2 ~ 2.2 | 2.3 ~ 3.2 | ≥3.3 | | | |
| 花: 长度(cm) | ≤3.7 | 3.8 ~ 7.1 | ≥7.2 | | | | | | | |
| 花: 宽度(cm) | ≤3.8 | 3.9 ~ 7.2 | ≥7.3 | | | | | | | |
| 花: 高度(cm) | ≤4.6 | 4.7 ~ 6.6 | ≥6.7 | | | | | | | |
| 中外花被片: 长度(cm) | ≤4.1 | 4.2 ~ 5.8 | ≥5.9 | | | | | | | |

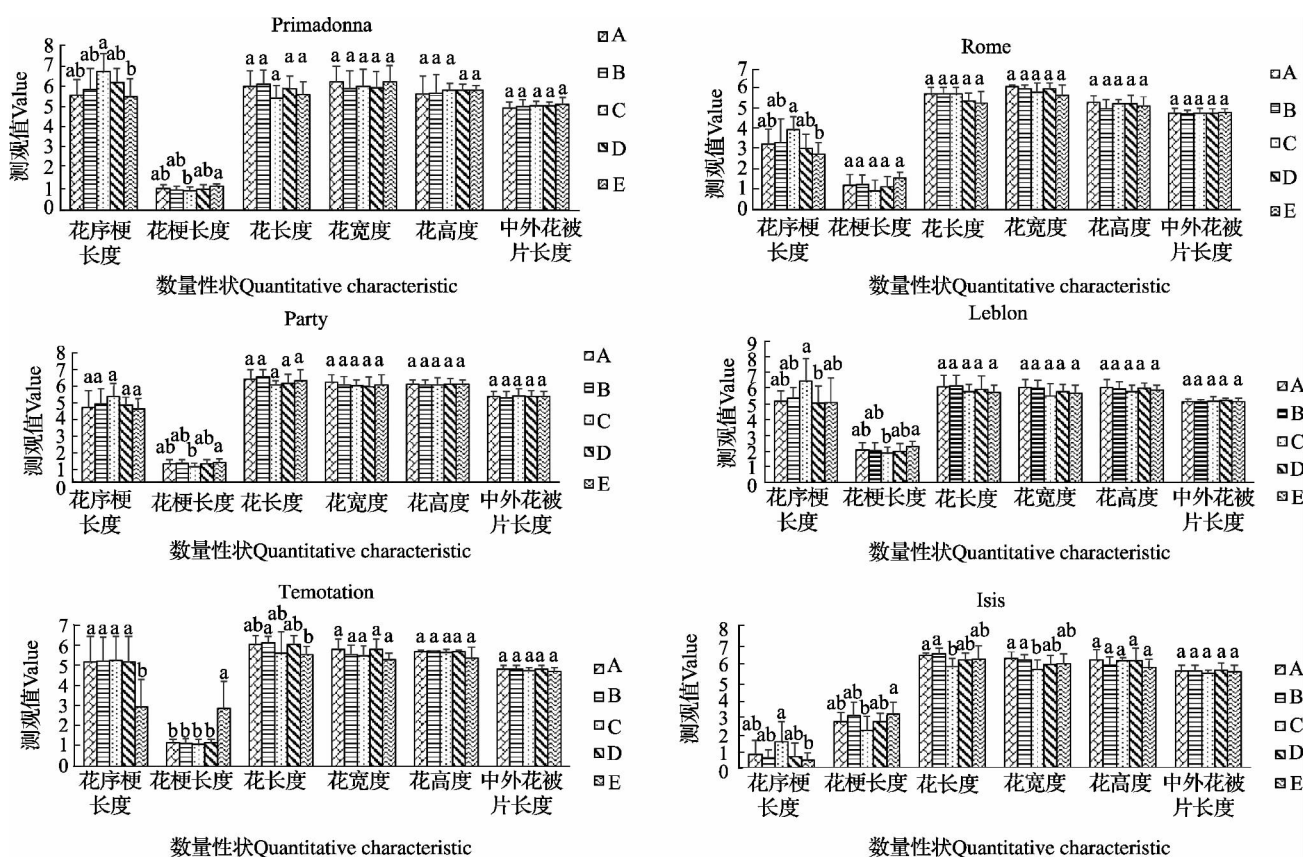


图 1 测量方式对数量性状的影响

Fig. 1 The data of different measure method

表 6 不同测量方式的花序梗长度变异系数

Table 6 The CV of length of peduncle

(%)

| 测量方式 Measure method | 品种 Variety | | | | | 平均 Mean |
|------------------------|------------|------|-------|--------|------------|------------|
| | Primadonna | Rome | Party | Leblon | Temotation | |
| A | 13.9 | 23.8 | 21.9 | 12.2 | 24.4 | 19.2 |
| B | 17.1 | 35.4 | 19.6 | 12.8 | 23.5 | 21.7 |
| C | 12.7 | 16.7 | 14.9 | 21.6 | 33.8 | 17.7 |
| D | 11.1 | 23.6 | 10.9 | 21.6 | 24.3 | 18.3 |
| E | 16.2 | 20.0 | 14.4 | 30.4 | 48.2 | 25.8 |

表 7 不同测量方式的花梗长度变异系数

Table 7 The CV of length of pedicle

(%)

| 测量方式 Measure method | 品种 Variety | | | | | 平均 Mean |
|------------------------|------------|------|-------|--------|------------|------------|
| | Primadonna | Rome | Party | Leblon | Temotation | |
| A | 17.4 | 43.6 | 24.9 | 23.2 | 15.1 | 24.8 |
| B | 17.1 | 39.1 | 20.4 | 23.8 | 22.3 | 24.6 |
| C | 17.3 | 58.1 | 25.3 | 20.5 | 24.5 | 29.1 |
| D | 19.0 | 43.8 | 23.6 | 24.6 | 15.1 | 25.2 |
| E | 10.4 | 20.0 | 17.6 | 15.5 | 47.0 | 22.1 |

2.4 花相关数量性状的品种内变异

分2批测量 Temotation 和 Primadonna 的花相关数量性状,观测随机取样对花相关数量性状的影响。结果表明, Temotation 两次取样观测结果比较一致(表8),“花序:花序梗长度”测量值有较大差异,但方差分析未达显著差异,“中外花被片:长度”达到显著差异,但根据分级标准所赋予的代码相同。而

Primadonna 则在较多性状上存在明显差异,特别是“花:长度”、“花:高度”和“中外花被片:长度”上都存在极显著差异,不过代码也相同,而“花序:分枝长度”和“花序:花序梗长度”为相邻代码,因此在 DUS 测试过程中,当数量性状为相邻代码时,建议进行第2年测试或扩大样本容量以确定是否存在特异性。

表8 不同批次观测结果

Table 8 The quantitative characteristics of different batch

| 性状 Characteristic | Temotation | | Primadonna | |
|----------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | 第1批 First batch | 第2批 Second batch | 第1批 First batch | 第2批 Second batch |
| 花序:分枝数 | 6.2 ± 1.2/6 | 6.0 ± 1.1/6 | 5.4 ± 0.5/5 | 5.5 ± 0.8/5 |
| 花序:分枝长度(cm) | 12.0 ± 1.4/5 | 12.8 ± 1.5/5 | 14.2 ± 1.3* /6 | 12.6 ± 0.6/5 |
| 花序:花序梗长度(cm) | 4.2 ± 1.4/5 | 5.9 ± 1.9/5 | 6.8 ± 1.3/6 | 6.2 ± 0.7/5 |
| 花:花梗长度(cm) | 1.7 ± 1.5* /5 | 1.6 ± 1.0/5 | 1.0 ± 0.2/4 | 0.9 ± 0.4/4 |
| 花:长度(cm) | 5.5 ± 0.2/5 | 6.0 ± 0.7/5 | 6.4 ± 0.7** /5 | 4.8 ± 0.7/5 |
| 花:宽度(cm) | 5.8 ± 0.6/5 | 6.3 ± 0.7/5 | 6.3 ± 0.7/5 | 5.2 ± 1.3/5 |
| 花:高度(cm) | 5.4 ± 0.6/5 | 5.9 ± 0.5/5 | 6.5 ± 0.3** /5 | 5.4 ± 0.2/5 |
| 中外花被片:长度(cm) | 4.5 ± 0.3* /5 | 5.2 ± 0.4/5 | 5.5 ± 0.2** /5 | 4.6 ± 0.1/5 |

表中数据表示平均数 ± 标准差/代码,* : 显著差异,** : 极显著差异,下同

Datas in the table were Mean ± STD/Note,* : Significant difference,** : Highly significant difference. The same as below

2.5 中外花被片与侧外花被片长度关系

分别测量 Primadonna、Rome、Party、Leblon、Temotation、Isis、Himalaya、Madrid、Modena、Greenfield 和 Picanto 的中外花被片与侧外花被片的长度,结果表明除品种 Modena 外,其他品种的中外花被片均长于侧外花被片,其中 Isis 中两者达极显著差异,而 Party 和 Rome 中为显著差异,其他品种则差异不显著(表9)。回归分析发现,中外花被片与侧外花被

片长度之间存在线性相关,相关系数 $R^2 = 0.921$ (图2),表明两个性状间具有良好的正相关。两个性状的平均变异系数分别为 5.8% 和 5.2%。结果表明一般情况下,可通过中外花被片长度,估算侧外花被片长度,但由于有些品种如 Modena 不满足这种线性关系,因此推荐除非特殊说明不需测量侧外花被片长度。

表9 不同品种中外花被片与侧外花被片长度(cm)

Table 9 The length of outer middle tepal and outer lateral tepal

| 性状 Characteristic | 代号 Number | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | 12 | 15 | 18 | 19 | 20 | 25 | 26 | 29 | 30 | 33 | 36 |
| 中外花被片长度 | 5.31** | 4.70 | 5.27* | 5.12 | 4.80* | 5.43 | 5.09 | 5.14 | 4.07 | 4.93 | 4.77 |
| 侧外花被片长度 | 5.07 | 4.56 | 5.06 | 4.96 | 4.54 | 5.39 | 4.99 | 5.06 | 4.14 | 4.69 | 4.76 |

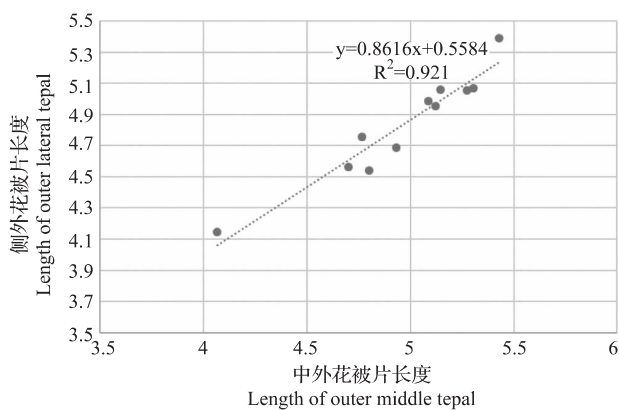


图2 中外花被片与侧外花被片长度回归分析

Fig. 2 The relation between length of outer middle tepal and outer lateral tepal

表 10 各数量性状间的相关系数

Table 10 The correlation coefficient of 12 quantitative characteristics

| 代号 Code | CH1 | CH2 | CH5 | CH6 | CH9 | CH10 | CH11 | CH12 | CH14 | CH15 | CH16 | CH29 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|------|
| CH1 | 1 | | | | | | | | | | | |
| CH2 | 0.635** | 1 | | | | | | | | | | |
| CH5 | 0.634** | 0.730** | 1 | | | | | | | | | |
| CH6 | 0.188 | 0.452** | 0.477** | 1 | | | | | | | | |
| CH9 | 0.723** | 0.697** | 0.670** | 0.386* | 1 | | | | | | | |
| CH10 | 0.369* | 0.186 | 0.177 | -0.051 | 0.317* | 1 | | | | | | |
| CH11 | 0.170 | 0.000 | -0.062 | -0.201 | 0.000 | 0.780** | 1 | | | | | |
| CH12 | 0.119 | -0.115 | -0.052 | -0.115 | 0.107 | 0.037 | -0.312* | 1 | | | | |
| CH14 | 0.324* | 0.801** | 0.429** | 0.539** | 0.548** | -0.069 | -0.195 | -0.198 | 1 | | | |
| CH15 | 0.172 | 0.591** | 0.267 | 0.477** | 0.404** | -0.196 | -0.216 | -0.229 | 0.892** | 1 | | |
| CH16 | -0.043 | -0.081 | -0.142 | -0.342* | -0.015 | 0.031 | 0.000 | 0.204 | -0.050 | -0.037 | 1 | |
| CH29 | -0.300 | -0.165 | -0.172 | -0.159 | -0.148 | -0.123 | -0.144 | 0.019 | -0.035 | -0.026 | -0.037 | 1 |

性状 7、8、40、42 只有一种表达状态, 性状 15 除 2 个品种代码为 4 外其余均为 5, 因此删除这 5 个性状后进行主成分分析。

主成分分析法可以将多个变量简化为较少的几个综合性指标而便于理解与分析, 并且仍可再现原有变量与综合指标之间的关系。从主成分分析结果可看到, 六出花属的 45 个性状可以合成 11 个主成分(表 11)。第 1 主成分主要包括“花: 主色”、“外花被: 中央区主色”、“中内花被片: 主色”、“外花被片: 侧边主色”和“侧内花被片: 主色”等花颜色相关性状; 第 2 主成分主要为“子房: 花青甙显色分布”、“中内花被片: 条纹数量”、“中内花被片: 条纹数

2.6 测试性状筛选

通过计算各数量性状间的相关系数, 结果表明除性状 29 外, 各性状至少与 1 个其他性状存在显著相关(表 10), 如性状 15 分别和性状 2、性状 6、性状 9 和性状 14 极显著相关; 性状 14 与性状 1 显著正相关, 与性状 2、性状 5 和性状 6、性状 9 极显著相关; 性状 12 与性状 11 显著负相关; 性状 11 与性状 10 极显著正相关; 性状 10 与性状 1、性状 9 显著正相关, 与性状 11 存在极显著正相关; 性状 1 与性状 2、性状 5、性状 9 极显著相关, 和性状 10、性状 14 显著相关。可见由性状 1、性状 6、性状 10、性状 12、性状 29 等 5 个数量性状基本能反映所有数量性状的表达状态, 推荐以上 5 个性状作为星号性状。

量”、“中内花被片: 条纹”和“子房: 花青甙显色强度”均为中内花被片条纹和子房显色相关性状; 第 3 主成分主要由“植株: 高度”、“茎: 粗度”、“叶: 长度”、“花序: 分枝数”等植株大小相关性状决定; 第 4 主成分主要由“花序: 分枝长度”和“花序: 花序梗长度”及“子房: 花青甙显色”等花序大小和子房显色相关性状决定; 第 5 主成分主要由“叶: 宽度”、“花: 花被片开展度”、“外花被片: 基部主色”、“侧内花被片: 上表面条纹区大小(爪和顶端除外)”、“花药: 开裂前颜色”和“花序: 花序梗长度”等决定; 第 6 主成分是“侧内花被片: 上表面条纹区数量(爪和顶端除外)”和“花序: 分枝长度”等; 第 7 主成分

是“侧内花被片:上表面最长条纹长度(爪和顶端除外)”、“中外花被片:长度”和“茎:花青甙分布”等;第8主成分是“外花被片:边缘凹缺深度”、“侧内花被片:上表面条纹区数量”、“中内花被片:条纹”等;第9主成分主要由“中外花被片:长度”、“花:花被片开展度”和“花:长度”等花大小相关性状决定;第10主成分主要由“侧内花被片:条纹”、“茎:花青甙显色强度”和“花:花梗长度”等性状决定;第11主成分主要由“茎:花青甙分布”、“花药:开裂前颜色”和“中外花被片:长度”等决定。其中“中外花被片:长度”在4个主成分中起主要决定作用。

表 11 各成分主要决定性状

Table 11 The main characteristics in different component

| 主成分 Main component | 得分系数大于 0.1 的性状 Characteristics which score coefficient is greater than 0.1 |
|-----------------------|---|
| 1 | CH13、CH21、CH47、CH23、CH32 |
| 2 | CH45、CH49、CH50、CH48、CH44 |
| 3 | CH2、CH43、CH5、CH44、CH37、CH1、CH9、CH30、CH14 |
| 4 | CH11、CH10、CH43、CH46、CH44、CH45 |
| 5 | CH6、CH17、CH11、CH33、CH41、CH24 |
| 6 | CH35、CH10、CH49、CH16、CH9、CH50、 CH34、CH22、CH24、CH11、CH1 |
| 7 | CH36、CH29、CH3、CH37、CH4、CH35 |
| 8 | CH19、CH35、CH48、CH11、CH46、CH30、CH4、CH3、CH10 |
| 9 | CH29、CH17、CH14、CH36、CH30、CH38、CH24、CH44、CH39 |
| 10 | CH46、CH4、CH12、CH6、CH23、CH24、CH39、CH29 |
| 11 | CH3、CH41、CH29、CH14、CH38、CH32 |

“花序梗:长度”对观赏价值有较大影响,因此进行了该性状的观测,但其平均变异系数高达 27.39%,不符合测试性状的要求。尽管“花:花梗长度”的平均变异系数同样大于 20%,但为星号性状,为了方便与其他 UPOV 成员国的交流,本指南中保留了该性状。测量“花:大小”时需分别测量长度和宽度,然后求平均值,将原性状“花:大小”拆成“花:长度”、“花:宽度”两个性状更方便记录,而且由于花的展开度不同,不同品种具有不同的长/宽比,分别记录长度和宽度,可以增加性状的区分能力。“花:高度”平均变异系数仅为 7.04%,但其变化幅度较小,仅能分成 3 级,因此不增加该性状。分析发现“中外花被片:长度”与所有数量性状均不存在相关性,尽管该性状变化幅度也比较小,但在多个主成分中起重要作用,因此建议增加该性状。

“花:花被片开展度”对花的观赏特性有较大影

响,且为第 5 和第 9 主成分的重要决定性状,因此建议增加该性状。观测发现不同品种的“茎:花青甙分布”和“茎:花青甙显色强度”有明显差异,建议增加该性状。一般侧内花被片主色与外被片主色一致,但也有不一致的品种如 Party 侧内花被片以黄色为主,而外花被片主色是橙色,中内花被片颜色则与外被片主色更接近。因此建议增加“侧内花被片:主色”。所有收集的品种柱头上都没有斑点,因此认为不需增加该性状。多数品种都在侧内花被片上有条纹,但有的品种如 Divali 则无条纹,因此建议增加此性状,以方便对无条纹品种的描述。由于性状“中内花被片:条纹与侧内花被片差异”不仅指条纹形态如长短、粗细的差异,也包括数量上的差异,而多数品种都有差异,为了明确差异的类型,拟增加“中内花被片:条纹”、“中内花被片:条纹数量”、“中内花被片:条纹区大小”3 个选测性状。

2.7 分组性状确定

从聚类图 3 可以看出,在相似系数 0.807 处可分为 4 个类群,第 I 类群为 1 号;第 II 类群为 3 号;第 III 类群包括 23 个品种,而在 0.825 处可将第 III 群分为 4 组,第 III-1 组为 2 号和 14 号,花主色均为红色,第 III-2 组包括 5、29、34、12 四个黄色品种,第 III-3 组则为包括 7、39、32、15 四个紫色品种,第 III-4 组则包括其他 13 个品种;第 IV 类群共有 14 个品种,在 0.825 处可分为 3 组,第 IV-1 组由白色和粉色、黄绿色品种组成,第 IV-2 组包括 16 和 20 两个紫红色品种和一个黄绿色品种,第 IV-3 组则包括 11、19、22 和 24 四个粉紫色品种。因此该聚类结果支持将“花:主色”作为分组性状。

3 结论与讨论

测试指南性状根据重要性不同可分为基本性状、星号性状、分组性状和选测性状 4 种,基本性状是测试指南采纳的描述品种最为基本的性状;星号性状又称必测性状是品种测试时必须进行观测的性状,对于国际间统一品种描述十分重要;分组性状一般选择品种内稳定或较少变化的性状,其主要作用是排除种植鉴定需要种植的已知品种,在栽培试验时常将同组相似品种相邻种植,便于性状的观测与比较^[16];选测性状是符合 DUS 性状要求,一般不进行观测,在 DUS 审查时根据需要可以增加的性状^[17]。本研究提出了数量性状划分类别的新思路,通过统计分析判断各性状的重要程度从而划分成不同类型,为测试指南的研制指供科学依据。本研究最终筛选出 43 个测试性状,其中 38 个基本性状,5 个选测性状。并对 12 个数量

性状进行了分级,确定了不同性状的测定方法,为 “花: 主色”作为分组性状提供了依据。

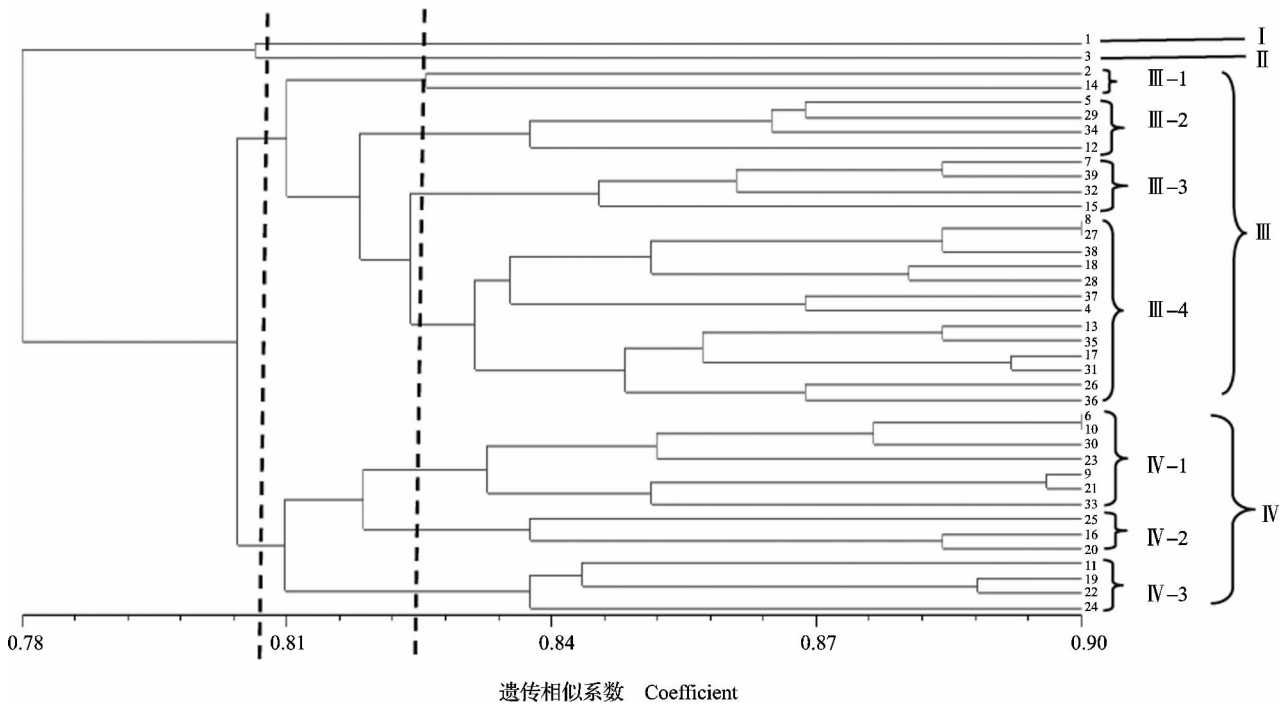


图 3 基于形态性状六出花品种的聚类结果

Fig. 3 Clustering analysis of Alstroemria based on morphological characteristics

日本测试指南中尝试通过“外花被片: 先端着色类型”和“内花被片: 先端着色类型”两个性状来描述花被片的颜色方式,但观测时发现表达状态描述不明确,不具备可操作性,因此不增加该性状。多数品种外花被片下表面中央区主色与上表面不同,因此拟增加“外花被片: 下表面中央区主色”。但由于中央区通常不是均匀颜色,不仅从上向下变浅,而且常为底色上存在覆盖色,很难用 RHS 比色卡进行测量,因此建议表达状态参照“花: 主色”性状用色组进行表示。

温度是影响花色的主要环境条件,一般花青素系统的色素受温度影响变化较大。花色随温度的升高、阳光的加强而变淡^[18],复色品种不同颜色的比例受温度影响更大,如矮牵牛与非洲凤仙中都存在此类现象^[19]。在观测中发现花主色与育种公司网站公布的图片有较大差异,如品种 10 应该为浅粉色品种,而在观察时却表现为白色,因此聚类分析时与 6 号的相似系数高达 90.2%。可能是因为观测时期为夏季,高温环境下花青素容易降解,同时合成减少,造成花色偏淡。因此 DUS 测试时应考虑环境因子对花色的影响,筛选近似品种时应放宽要求,如考虑将粉色品种及白色品种作为浅粉色品种的近似品种。观测时应充分考虑取样时间,尽量避免夏季进

行六出花属的 DUS 测试。

Konst 公司于 40 年前开始六出花育种,是荷兰最著名的六出花育种公司,几乎每年推出新品种,也是率先培育出盆栽六出花的单位。Hilverda kooij 公司从 1997 年开始销售和繁殖六出花。聚类分析不能将来自不同公司的品种分开,反而不同公司的品种常常首先聚在一起,如品种 7 和 39 相似程度非常高,两品种花主色相似,主要差异表现在内花被片的条纹数量上;品种 8 和 27 主要区别是花主色及其他花色相关性状,而其他性状差异较小,推测 2 家育种公司部分品种具有相同或相似的亲本。该结果进一步说明六出花现代杂种群的遗传基础较窄,亲本过于集中,胚挽救、遗传转化等新技术的运用有望给六出花育种带来新的突破。

主成分分析表明“植株: 高度”等大小相关性状可作为分组性状,但是聚类分析却将盆栽品种爵士乐玫瑰红霜与切花品种 Lovely 聚在一起,对比 Lovely 与爵士乐玫瑰红霜的观测结果发现,两个品种在“植株: 高度”、“茎: 花青甙显色强度”、“花序: 分枝数”等性状上均有显著差异,但许多花色相关性状如“花: 主色”等都相同,因此两个品种间的相似系数高达 82.5%,也有报道利用诱变技术可以改变

六出花的株高^[20],许多矮生品种都是从切花品种中选育出来的,由此推测两个品种可能具有相同或相似亲本。

致谢:本研究得到了昆明海盛园艺有限公司的大力支持,在此表示诚挚的谢意!

参考文献

- [1] Aker S, Healy W. The phylogeography of the genus *Alstroemeria* [J]. *Herbertia*, 1990, 46(2): 76-87
- [2] Singh J. Standardization of growing substrates and NPK doses for growth and flowering of alstroemeria (*Alstroemeria hybrida* L.) [D]. Nauni: Dr Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry, 2013
- [3] Healy W E, Wilkins H F. *Alstroemeria* culture [J]. *Herbertia*, 1986, 42: 16-20
- [4] Park T H, Han I S, Kim J B. Review on the development of virus resistant plants in *Alstroemeria* [J]. *J Plant Biotechnol* 2010, 37: 370-378
- [5] Wazir J S, Sharma Y D, Dhiman S R. Performance of potted *Alstroemeria* (*Alstroemeria hybrida* L.) in different growing media under wet temperate conditions [J]. *J Ornament Hort*, 2009, 12(3): 167-174
- [6] Hoshino Y. Advances in *Alstroemeria* biotechnology [M] // Teixeira da Silva J A • Floriculture, Ornamental and Plant Biotechnology: advances and topical issues. London: Global Science Book, 2008: 540-547
- [7] Tsuchiya T, Hang A, Healy W E, et al. Chromosome studies in the genus *Alstroemeria*. I. Chromosome numbers in 10 cultivars [J]. *Botanical Gazette*, 1987, 148(4): 519-524
- [8] Dubouzet J G, Murata N, Shinoda K. Relationships among some cultivated species and varieties of *Alstroemeria* L. based on RAPD analysis [J]. *Sci Hortic*, 1998, 73(1): 37-44
- [9] Baezal C, Finot V, Ruiz E, et al. Comparative karyotypic analysis and cytotaxonomy in the *Alstroemeria ligata* L. (*Alstroemeriaceae*) complex of Chile [J]. *Braz J Bot*, 2016, 39(1): 305-313
- [10] Kuipers A G J, Kamstra S A, de Jeu M J, et al. Molecular characterization and physical localization of highly repetitive DNA sequences from Brazilian *Alstroemeria* species [J]. *Chromosome Res*, 2002, 10: 389-398
- [11] Assis M C de. New species of *Alstroemeria* (*Alstroemeriaceae*) from Brazil [J]. *Novon*, 2009, 19: 145-149
- [12] 周晓容. 六出花良种选育的研究 [J]. *北京林业大学学报*, 1998, 20(2): 121-122
- [13] International Union for the Protection of New Plant Varieties (UPOV). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability *Alstroemeria* TG/29/7 [S]. Geneva, 2006
- [14] アルストロメリア属 [EB/OL] (2017-03-10) <http://www.hi-nisyu.maff.go.jp/info/sinsakijun/kijun/1045.pdf>
- [15] 褚云霞, 邓姍, 黄志城, 等. 朱顶红新品种 DUS 测试数量性状筛选与分级 [J]. *植物遗传资源学报*, 2016, 17(3): 466-474
- [16] 苟守华, 周建仁, 黄发吉, 等. 刺槐属植物新品种 DUS 测试指南研究 [J]. *北京林业大学学报*, 2013, 35(2): 135-140
- [17] 黄志城, 徐岩, 顾晓君, 等. 草莓属新品种 DUS 测试指南的修订 [J]. *中国农学通报*, 2013, 29(7): 173-178
- [18] 陈建, 陈晨甜, 吕长平. 观赏植物花色形成影响因子研究进展 [J]. *现代园艺*, 2009(6): 4-6, 10
- [19] 芦建国. 花卉学 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2004
- [20] Broertjes C, Verboom H. Mutation breeding of *Alstroemeria* [J]. *Euphytica*, 1974, 23(1): 39-44
- [15] Norris K H, Barnes R F, Moore J E, et al. Predicting forage quality by Infrared Reflectance Spectroscopy [J]. *J Anim Sci*, 1976, 43(4): 899-897
- [16] 曹干. 现代近红外光谱分析技术在农业研究中的应用 [J]. *广东农业科学*, 2004(51): 26-31
- [17] 王文真, 贺微仙. 近红外分析仪 (GQA-31EL) 及其在作物品质分析中的应用 [J]. *中国种业*, 1987(4): 32-33
- [18] 朱志华, 王文真, 刘三才, 等. 近红外漫反射光谱分析技术在作物种质资源品质性状鉴定中的应用 [J]. *现代科学仪器*, 2006(1): 64-66
- [19] 张晔晖, 赵龙莲, 李晓薇, 等. 用傅里叶变换近红外光谱法测定完整油菜籽三种品质性状的初步研究 [J]. *激光生物学报*, 1998, 7(2): 138-141
- [20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/24895-2010 粮油检验 近红外分析定标模型验证和网络管理与维护通用规则 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010
- [21] 王凤花, 朱海龙, 杨菊, 等. 基于近红外光谱荞麦淀粉、蛋白质和总黄酮含量测定方法研究 [J]. *食品工业科技*, 2014, 35(5): 281-284
- [22] 韩雍. 荞麦芦丁和蛋白质的近红外光谱分析 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008
- [23] Bruker. OPUS/QUANT spectroscopy software user manual (Version 6) [EB/OL]. [2016-09-01]. <https://www.bruker.com/cn/>
- [24] Williams P, Norris K. Near-infrared technology in the agricultural and food industries [M]. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 2001
- [25] Roussel V, Branlard G, Vézine J C, et al. NIRS analysis reveals temporal trends in the chemical composition of French bread wheat accessions cultivated between 1800 and 2000 [J]. *J Cereal Sci*, 2005, 42(2): 193-203
- [26] 阎顺耕, 覃方丽, 李宁, 等. 傅里叶变换近红外光谱法测定大麦中蛋白质、淀粉和赖氨酸含量 [J]. *分析化学*, 2003, 31(7): 843-845
- [27] 阎顺耕, 李宁, 张明祥. 近红外光谱分析中异常值的判别与定量模型优化 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2004, 24(10): 1205-1209
- [28] 刘三才, 李为喜, 刘方, 等. 苦荞麦种质资源总黄酮和蛋白质含量的测定与评价 [J]. *植物遗传资源学报*, 2007, 8(3): 317-320
- [29] 史永刚, 冯新沪, 李子存, 等. 近红外光谱分析中应考虑的几个问题 [J]. *光谱实验室*, 2001, 18(4): 435-437

(上接第 471 页)