

许震寰,韩菊兰,刘静,等. 大花蕙兰杂交种灰色关联分析与评判[J]. 江苏农业科学,2016,44(2):226-230.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.02.065

# 大花蕙兰杂交种灰色关联分析与评判

许震寰, 韩菊兰, 刘静, 白为, 刘玉珊, 王辉, 李臻

(四川省植物工程研究院,四川资中 611730)

**摘要:**应用灰色关联度分析方法,对14个大花蕙兰杂交组合共计24株杂交种及相应7个亲本系的11个主要性状进行综合评判和定量分析。从关联度、性状熵权等方面分析表明,在24株杂交种中,177-1、094-1、176-11为较好的杂交后代植株,与杂交种田间表现相吻合。

**关键词:**大花蕙兰;杂交组合;灰色关联分析;综合评判

**中图分类号:**S682.310.36 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)02-0226-05

大花蕙兰的杂交育种以人工杂交获得第1代基础材料F<sub>1</sub>代,从中筛选出杂交后代优良株,并结合组织培养扩大繁殖,选育出优质新品种<sup>[1]</sup>。F<sub>1</sub>组合是双亲或多亲基因结合后显性态的表现,因此其各个性状所反映的组合信息就整体而言并不十分完全。对F<sub>1</sub>代所有性状运用灰色关联度分析,充分利用育种信息对育种现象进行解释,可为品种选育作出最优决策<sup>[2]</sup>。本研究运用灰色关联与评价原理对大花蕙兰育种目标性状之间的相互关系进行研究,对各个F<sub>1</sub>杂交种后代进行评价,以期对杂交种的选择和有效利用提供依据。

## 1 材料与与方法

### 1.1 供试材料

试验于2012年6月至2014年6月在四川省西昌市川兴镇基地大棚进行。供试材料来源于大花蕙兰育种组配置的7个大花蕙兰亲本植株与作为亲本组成相互杂交组合后所得的24株大花蕙兰杂种苗(F<sub>1</sub>代),材料均来源于四川省,编号见表1。

### 1.2 研究内容

对大花蕙兰杂种苗整个生育期进行系统调查,从每个杂交组合中选出有代表性的20株进行观测记载。在开花期,对每株开花植株皆进行测量。调查内容:(1)调查开花期,根据实际情况进行评分:花期晚=1分,花期早=2分,花期适中=3分;(2)每株随机选取10朵花,测定冠幅、基部冠幅、株高、单茎叶片数、花箭数、花箭粗度、花箭长度、花序长度、花朵直径、每箭花朵数。假鳞茎长短径比、株型紧凑度、花序花箭比、叶子挺拔度和花箭整齐度的计算方法<sup>[3]</sup>分别如下:

$$\text{假鳞茎长短径比} = \frac{\text{假鳞茎宽}}{\text{假鳞茎长}} \times 100\%; \quad (1)$$

$$\text{株型紧凑度} = \frac{\text{基部冠幅}}{\text{冠幅}} \times 100\%; \quad (2)$$

$$\text{花序花箭比} = \frac{\text{花序长度}}{\text{花箭长度}} \times 100\%; \quad (3)$$

$$\text{叶子挺拔度} = \frac{\text{自然高度}}{\text{叶长}} \times 100\%。 \quad (4)$$

表1 供试材料及来源

| 材料名称   | 编号 | 材料名称  | 编号 | 材料名称  | 编号 |
|--------|----|-------|----|-------|----|
| 094-1  | 1  | 176-2 | 12 | 191-2 | 23 |
| 094-4  | 2  | 176-3 | 13 | 191-3 | 24 |
| 151-1  | 3  | 176-4 | 14 | 黄奥斯   | 25 |
| 154-2  | 4  | 176-5 | 15 | 黄金薄荷  | 26 |
| 154-3  | 5  | 176-7 | 16 | 浪漫    | 27 |
| 161-1  | 6  | 177-1 | 17 | 红颜    | 28 |
| 168-4  | 7  | 177-2 | 18 | 阳春4号  | 29 |
| 169-1  | 8  | 179-1 | 19 | 马州利卡  | 30 |
| 169-2  | 9  | 182-1 | 20 | 爱我    | 31 |
| 171-1  | 10 | 185-3 | 21 |       |    |
| 176-11 | 11 | 189-1 | 22 |       |    |

### 1.3 分析方法

按照灰色系统理论<sup>[4]</sup>,把参加试验杂交后代开花植株视为一个整体,即灰色系统。每个参试植株为系统中的1个因素,计算系统中各因素的关联度。本试验选设参试植株的各种性状值的最佳表型值为参考数列,记为CK;以株型紧凑度、单茎叶片数、叶子挺拔度、假鳞茎长宽比、开花期、花箭数、花箭粗度、花箭长度、花序花箭比、花朵直径、每箭花朵数为比数列,利用如下公式对各性状进行考察。

对原始数据进行标准化处理:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j \{x_{ij}\}}{\max_j \{x_{ij}\} - \min_j \{x_{ij}\}}。$$

式中: $r_{ij}$ 为第*j*个评价对象在第*i*个评价指标上的标准值, $r_{ij} \in [0,1]$ , $x_{ij}$ 为第*j*个评价对象在第*i*个评价指标上的原始值。

各指标的熵:

$$H_i = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij}^{[5-6]}。$$

式中: $f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}$ ;  $k = 1/\ln n$ 。当 $f_{ij} = 0$ 时,令 $f_{ij} \ln f_{ij} = 0$ 。

收稿日期:2015-06-15

基金项目:四川省省级公益性科研单位基本科研业务费专项资金(编号:2013CZYJBKY07)。

作者简介:许震寰(1980—),男,四川三台人,助理研究员,主要从事花卉栽培与新品种选育研究。E-mail:cz27@163.com。

通信作者:韩菊兰,硕士,助理研究员,主要从事花卉栽培与新品种选育研究。E-mail:455041615@qq.com。

第  $i$  个指标的熵权:

$$W_i = \frac{1 - H_i}{m - \sum_{i=1}^m H_i}。$$

式中:  $0 \leq W_i \leq 1, \sum_{i=1}^m W_i = 1。$

$x_0$  与  $x_i$  各对应点的绝对值:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)| = (i = 1, 2, \dots, 24, k = 1, 2, \dots, 11)。$$

关联系数:

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}。$$

式中:  $i$  为品种;  $k$  为某个性状;  $\varepsilon_i(k)$  为  $x_0$  与  $x_i$  在  $k$  点的关联

系数;  $\rho$  为分辨系数, 取值范围  $0 \sim 1$ , 本研究取  $0.5$ ;  $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最小差;  $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|$  为二级最大差。

各参试品种的关联度值, 并按关联度值大小进行排序。

$$r_i = \sum_{k=1}^n W(k) \xi_i(k)。$$

## 2 结果与分析

### 2.1 参考品种构建

大花蕙兰杂交后代开花植株各性状以参试植株的最大值为参考品种值, 各性状的原始数据和参考品种数据见表 2。

表 2 7 个亲本植株与其杂交后代 24 株杂种苗 11 个性状的测量结果

| 植株编号 | 株型紧凑度 (%) | 单茎叶片数 | 叶子挺拔度 (%) | 假鳞茎长宽比 | 开花期 (d) | 花箭数 (枝) | 花箭粗度 (cm) | 花箭长度 (cm) | 花序花箭比 (%) | 花朵直径 (cm) | 每箭花朵数 (朵) |
|------|-----------|-------|-----------|--------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| CK   | 25        | 14    | 96        | 94     | 3       | 3       | 1.2       | 70.0      | 58.0      | 12.5      | 13        |
| 1    | 25        | 11    | 74        | 94     | 3       | 2       | 0.8       | 52.5      | 43.0      | 7.7       | 8         |
| 2    | 19        | 9     | 89        | 81     | 3       | 2       | 0.6       | 39.4      | 49.0      | 6.8       | 7         |
| 3    | 15        | 12    | 81        | 75     | 3       | 2       | 0.8       | 55.0      | 52.0      | 9.2       | 9         |
| 4    | 20        | 14    | 88        | 80     | 2       | 2       | 1.0       | 45.0      | 51.0      | 11.2      | 7         |
| 5    | 21        | 9     | 81        | 92     | 3       | 2       | 0.8       | 49.8      | 53.0      | 7.0       | 9         |
| 6    | 21        | 11    | 81        | 80     | 3       | 2       | 0.8       | 40.7      | 51.0      | 8.8       | 8         |
| 7    | 19        | 10    | 90        | 73     | 3       | 1       | 0.9       | 55.7      | 47.0      | 7.1       | 10        |
| 8    | 18        | 11    | 93        | 94     | 2       | 2       | 0.9       | 70.0      | 49.0      | 10.9      | 8         |
| 9    | 20        | 10    | 91        | 80     | 3       | 1       | 0.9       | 41.5      | 34.0      | 7.3       | 5         |
| 10   | 20        | 11    | 96        | 82     | 3       | 2       | 0.9       | 49.0      | 58.0      | 9.8       | 8         |
| 11   | 21        | 11    | 96        | 84     | 3       | 2       | 1.2       | 43.3      | 45.0      | 12.5      | 9         |
| 12   | 14        | 9     | 96        | 75     | 3       | 1       | 0.9       | 64.0      | 50.0      | 7.7       | 12        |
| 13   | 12        | 9     | 74        | 93     | 2       | 2       | 0.4       | 53.5      | 36.0      | 4.0       | 7         |
| 14   | 20        | 10    | 83        | 90     | 3       | 2       | 0.6       | 41.5      | 53.0      | 5.0       | 7         |
| 15   | 21        | 10    | 92        | 68     | 1       | 3       | 1.1       | 60.4      | 51.0      | 7.4       | 7         |
| 16   | 23        | 11    | 58        | 76     | 2       | 1       | 0.8       | 41.7      | 45.0      | 4.5       | 6         |
| 17   | 19        | 10    | 96        | 80     | 3       | 3       | 1.0       | 38.4      | 45.0      | 6.7       | 9         |
| 18   | 21        | 10    | 77        | 76     | 3       | 2       | 0.7       | 41.2      | 45.0      | 5.2       | 7         |
| 19   | 19        | 9     | 89        | 88     | 3       | 1       | 1.1       | 64.6      | 54.0      | 9.5       | 13        |
| 20   | 22        | 8     | 94        | 92     | 1       | 1       | 1.2       | 41.5      | 54.0      | 7.5       | 10        |
| 21   | 10        | 8     | 84        | 84     | 1       | 1       | 1.1       | 61.0      | 47.0      | 8.6       | 8         |
| 22   | 19        | 10    | 91        | 89     | 2       | 1       | 1.0       | 54.6      | 44.0      | 11.4      | 9         |
| 23   | 14        | 10    | 89        | 86     | 1       | 1       | 1.0       | 45.5      | 34.2      | 7.5       | 6         |
| 24   | 18        | 11    | 86        | 83     | 3       | 1       | 0.9       | 42.8      | 48.0      | 7.9       | 10        |
| 25   | 16        | 9     | 64        | 72     | 3       | 2       | 1.1       | 40.0      | 53.0      | 11.9      | 7         |
| 26   | 18        | 14    | 93        | 75     | 3       | 2       | 0.9       | 70.0      | 42.0      | 5.4       | 8         |
| 27   | 22        | 10    | 96        | 85     | 3       | 1       | 1.0       | 58.0      | 47.0      | 10.8      | 8         |
| 28   | 24        | 11    | 76        | 83     | 3       | 2       | 0.8       | 58.0      | 38.0      | 12.5      | 8         |
| 29   | 25        | 8     | 70        | 83     | 2       | 2       | 0.6       | 46.0      | 35.0      | 8.2       | 5         |
| 30   | 19        | 12    | 68        | 75     | 2       | 2       | 0.5       | 45.0      | 34.0      | 7.6       | 5         |
| 31   | 19        | 12    | 67        | 68     | 3       | 3       | 0.9       | 56.0      | 35.0      | 5.4       | 8         |

### 2.2 数据标准化处理

由于各性状量纲不一致, 因此在进行关联分析之前必须做无量纲处理。本研究对表 2 进行原始数据标准化处理, 变换得到 24 株杂种苗 11 个性状测量结果的标准化数据 (表 3)。

### 2.3 各指标熵权计算

杂交组合各个性状在灰色评判过程中各自的重要程度并不等同。熵权是指在给定评价对象集合各评价指标值确定的

情况下, 各指标在竞争意义上的相对激烈程度。从信息角度考虑, 它代表该指标在该问题中, 提供有效信息量的多寡程度<sup>[7]</sup>。对表 2 计算得到各指标熵权, 结果见表 4。

### 2.4 灰色关联系数及关联度的计算

首先, 求得参考数列 CK 与 24 个参试植株相应性状的绝对差值, 结果列于表 5。由表 5 可知:

$$\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| = 0, \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| = 1.00。$$

表3 原始数据标准化结果

| 植株编号 | 株型紧凑度 | 单茎叶片数 | 叶子挺拔度 | 假鳞茎长宽比 | 开花期  | 花箭数  | 花箭粗度 | 花箭长度 | 花序花箭比 | 花朵直径 | 每箭花朵数 |
|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| CK   | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00   | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00  | 1.00 | 1.00  |
| 1    | 1.00  | 0.50  | 0.42  | 1.00   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.45 | 0.38  | 0.44 | 0.38  |
| 2    | 0.60  | 0.17  | 0.81  | 0.50   | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 0.03 | 0.63  | 0.33 | 0.25  |
| 3    | 0.33  | 0.67  | 0.61  | 0.27   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.53 | 0.75  | 0.61 | 0.50  |
| 4    | 0.67  | 1.00  | 0.79  | 0.46   | 0.50 | 0.50 | 0.75 | 0.20 | 0.71  | 0.85 | 0.25  |
| 5    | 0.73  | 0.17  | 0.61  | 0.92   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.36 | 0.79  | 0.35 | 0.50  |
| 6    | 0.73  | 0.50  | 0.61  | 0.46   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.07 | 0.71  | 0.56 | 0.38  |
| 7    | 0.60  | 0.33  | 0.84  | 0.19   | 1.00 | 0.00 | 0.62 | 0.54 | 0.54  | 0.36 | 0.63  |
| 8    | 0.53  | 0.50  | 0.92  | 1.00   | 0.50 | 0.50 | 0.62 | 1.00 | 0.63  | 0.81 | 0.38  |
| 9    | 0.67  | 0.33  | 0.87  | 0.46   | 1.00 | 0.00 | 0.62 | 0.09 | 0.00  | 0.39 | 0.00  |
| 10   | 0.67  | 0.50  | 1.00  | 0.54   | 1.00 | 0.50 | 0.62 | 0.34 | 1.00  | 0.68 | 0.38  |
| 11   | 0.73  | 0.50  | 1.00  | 0.61   | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.15 | 0.46  | 1.00 | 0.50  |
| 12   | 0.27  | 0.17  | 1.00  | 0.27   | 1.00 | 0.00 | 0.62 | 0.81 | 0.67  | 0.44 | 0.88  |
| 13   | 0.13  | 0.17  | 0.42  | 0.96   | 0.50 | 0.50 | 0.00 | 0.47 | 0.08  | 0.00 | 0.25  |
| 14   | 0.67  | 0.33  | 0.66  | 0.84   | 1.00 | 0.50 | 0.25 | 0.09 | 0.79  | 0.12 | 0.25  |
| 15   | 0.73  | 0.33  | 0.89  | 0.00   | 0.00 | 1.00 | 0.87 | 0.69 | 0.71  | 0.40 | 0.25  |
| 16   | 0.87  | 0.50  | 0.00  | 0.31   | 0.50 | 0.00 | 0.50 | 0.10 | 0.46  | 0.06 | 0.13  |
| 17   | 0.60  | 0.33  | 1.00  | 0.46   | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.00 | 0.46  | 0.32 | 0.50  |
| 18   | 0.73  | 0.33  | 0.50  | 0.31   | 1.00 | 0.50 | 0.37 | 0.08 | 0.46  | 0.14 | 0.25  |
| 19   | 0.60  | 0.17  | 0.82  | 0.77   | 1.00 | 0.00 | 0.87 | 0.83 | 0.83  | 0.65 | 1.00  |
| 20   | 0.80  | 0.00  | 0.95  | 0.92   | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.09 | 0.83  | 0.41 | 0.63  |
| 21   | 0.00  | 0.00  | 0.68  | 0.61   | 0.00 | 0.00 | 0.87 | 0.71 | 0.54  | 0.54 | 0.38  |
| 22   | 0.60  | 0.33  | 0.87  | 0.81   | 0.50 | 0.00 | 0.75 | 0.51 | 0.42  | 0.87 | 0.50  |
| 23   | 0.27  | 0.33  | 0.81  | 0.69   | 0.00 | 0.00 | 0.75 | 0.22 | 0.01  | 0.41 | 0.13  |
| 24   | 0.53  | 0.50  | 0.73  | 0.57   | 1.00 | 0.00 | 0.62 | 0.13 | 0.58  | 0.46 | 0.63  |
| 25   | 0.41  | 0.23  | 0.17  | 0.16   | 1.00 | 0.50 | 0.91 | 0.05 | 0.79  | 0.93 | 0.26  |
| 26   | 0.57  | 1.00  | 0.93  | 0.26   | 1.00 | 0.50 | 0.72 | 1.00 | 0.33  | 0.17 | 0.38  |
| 27   | 0.78  | 0.31  | 1.00  | 0.66   | 1.00 | 0.00 | 0.87 | 0.62 | 0.54  | 0.80 | 0.37  |
| 28   | 0.94  | 0.46  | 0.47  | 0.59   | 1.00 | 0.50 | 0.56 | 0.63 | 0.17  | 1.00 | 0.40  |
| 29   | 1.00  | 0.00  | 0.31  | 0.60   | 0.50 | 0.50 | 0.26 | 0.25 | 0.06  | 0.50 | 0.07  |
| 30   | 0.61  | 0.66  | 0.28  | 0.27   | 0.50 | 0.50 | 0.15 | 0.21 | 0.00  | 0.42 | 0.00  |
| 31   | 0.60  | 0.71  | 0.25  | 0.00   | 1.00 | 1.00 | 0.69 | 0.55 | 0.04  | 0.17 | 0.38  |

表4 各指标的熵值及权重

| 指标     | 熵值   | 权重   |
|--------|------|------|
| 株型紧凑度  | 0.95 | 0.06 |
| 单茎叶片数  | 0.92 | 0.09 |
| 叶片挺拔度  | 0.96 | 0.04 |
| 假鳞茎长宽比 | 0.94 | 0.07 |
| 开花期    | 0.91 | 0.10 |
| 花箭数    | 0.80 | 0.22 |
| 花箭粗度   | 0.95 | 0.06 |
| 花箭长度   | 0.88 | 0.13 |
| 花序花箭比  | 0.94 | 0.07 |
| 花朵直径   | 0.93 | 0.08 |
| 每箭花朵数  | 0.93 | 0.08 |

将二级差值与表5中的相应数值代入相关公式,即可得到CK对 $x_i$ 各性状的关联系数,计算结果见表6。

将求得的关联系数代入公式中计算加权关联度,求得每株植株的加权关联度并排序,结果见表7。

### 2.5 关联度分析

根据关联度的分析原理,把植株各性状的综合表现优劣用加权关联度值大小表示,关联度大的植株与参考品种越接近。参考品种的各性状均优,故加权关联度大的植株综合性

状表现好<sup>[8]</sup>。加权关联度的排序为:黄金薄荷>浪漫>红颜、177-1>179-1、169-1>176-11、176-5>171-1>094-1>黄奥斯、爱我>151-1、154-2、154-3、176-2>161-1>176-4>168-4、189-1、191-3>182-1>094-4、177-2>169-2、阳春4号>176-3、185-3>马州立卡>176-7、191-2。其中黄金薄荷、浪漫、红颜、177-1、179-1、169-1、176-11、176-5、171-1、094-1关联度较高,大于0.6,综合性状较好;黄奥斯、爱我、151-1、154-2、154-3、176-2、161-1、176-4、168-4、189-1、191-3、182-1、094-4、177-2关联度值大于0.5,小于0.6,综合性状表现一般;169-2、阳春4号、176-3、185-3、马州立卡、176-7、191-2关联度值小于0.5,综合性状表现不好。

### 3 结论与讨论

灰色系统理论是近年来发展起来的决策科学。应用灰色系统理论对原始数据进行处理,具有表格化、计算简便、精确度和量化程度高等优点。通过应用杂交组合灰色评判方法,可以对杂交种进行多性状优势的综合评估,综合判断出的优良杂交种,可为杂交种的有效利用提供依据<sup>[2]</sup>。

本研究从株型、花期、花朵数等观赏性方面对24株大花

表5 各参试植株与参考品种的绝对值[ $\Delta_i(k)$ ]

| 植株编号 | 株型紧凑度 | 单茎叶片数 | 叶子挺拔度 | 假鳞茎长宽比 | 开花期  | 花箭数  | 花箭粗度 | 花箭长度 | 花序花箭比 | 花朵直径 | 每箭花朵数 |
|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 1    | 0.00  | 0.50  | 0.58  | 0.00   | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 0.55 | 0.62  | 0.56 | 0.62  |
| 2    | 0.40  | 0.83  | 0.19  | 0.50   | 0.00 | 0.50 | 0.75 | 0.97 | 0.37  | 0.67 | 0.75  |
| 3    | 0.67  | 0.33  | 0.39  | 0.73   | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 0.47 | 0.25  | 0.39 | 0.50  |
| 4    | 0.33  | 0.00  | 0.21  | 0.54   | 0.50 | 0.50 | 0.25 | 0.80 | 0.29  | 0.15 | 0.75  |
| 5    | 0.27  | 0.83  | 0.39  | 0.08   | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 0.64 | 0.21  | 0.65 | 0.50  |
| 6    | 0.27  | 0.50  | 0.39  | 0.54   | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 0.93 | 0.29  | 0.44 | 0.62  |
| 7    | 0.40  | 0.67  | 0.16  | 0.81   | 0.00 | 1.00 | 0.38 | 0.46 | 0.46  | 0.64 | 0.37  |
| 8    | 0.47  | 0.50  | 0.08  | 0.00   | 0.50 | 0.50 | 0.38 | 0.00 | 0.37  | 0.19 | 0.62  |
| 9    | 0.33  | 0.67  | 0.13  | 0.54   | 0.00 | 1.00 | 0.38 | 0.91 | 1.00  | 0.61 | 1.00  |
| 10   | 0.33  | 0.50  | 0.00  | 0.46   | 0.00 | 0.50 | 0.38 | 0.66 | 0.00  | 0.32 | 0.62  |
| 11   | 0.27  | 0.50  | 0.00  | 0.39   | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.85 | 0.54  | 0.00 | 0.50  |
| 12   | 0.73  | 0.83  | 0.00  | 0.73   | 0.00 | 1.00 | 0.38 | 0.19 | 0.33  | 0.56 | 0.12  |
| 13   | 0.87  | 0.83  | 0.58  | 0.04   | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.53 | 0.92  | 1.00 | 0.75  |
| 14   | 0.33  | 0.67  | 0.34  | 0.16   | 0.00 | 0.50 | 0.75 | 0.91 | 0.21  | 0.88 | 0.75  |
| 15   | 0.27  | 0.67  | 0.11  | 1.00   | 1.00 | 0.00 | 0.13 | 0.31 | 0.29  | 0.60 | 0.75  |
| 16   | 0.13  | 0.5   | 1.00  | 0.69   | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.90 | 0.54  | 0.94 | 0.87  |
| 17   | 0.40  | 0.67  | 0.00  | 0.54   | 0.00 | 0.00 | 0.25 | 1.00 | 0.54  | 0.68 | 0.50  |
| 18   | 0.27  | 0.67  | 0.50  | 0.69   | 0.00 | 0.50 | 0.63 | 0.92 | 0.54  | 0.86 | 0.75  |
| 19   | 0.40  | 0.83  | 0.18  | 0.23   | 0.00 | 1.00 | 0.13 | 0.17 | 0.17  | 0.35 | 0.00  |
| 20   | 0.20  | 1.00  | 0.05  | 0.08   | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.91 | 0.17  | 0.59 | 0.37  |
| 21   | 1.00  | 1.00  | 0.32  | 0.39   | 1.00 | 1.00 | 0.13 | 0.29 | 0.46  | 0.46 | 0.62  |
| 22   | 0.40  | 0.67  | 0.13  | 0.19   | 0.50 | 1.00 | 0.25 | 0.49 | 0.58  | 0.13 | 0.50  |
| 23   | 0.73  | 0.67  | 0.19  | 0.31   | 1.00 | 1.00 | 0.25 | 0.78 | 0.99  | 0.59 | 0.87  |
| 24   | 0.47  | 0.50  | 0.27  | 0.43   | 0.00 | 1.00 | 0.38 | 0.87 | 0.42  | 0.54 | 0.37  |
| 25   | 0.59  | 0.77  | 0.83  | 0.84   | 0.00 | 0.50 | 0.09 | 0.95 | 0.21  | 0.93 | 0.74  |
| 26   | 0.43  | 0.00  | 0.07  | 0.74   | 0.00 | 0.50 | 0.28 | 0.00 | 0.67  | 0.83 | 0.62  |
| 27   | 0.22  | 0.69  | 0.00  | 0.34   | 0.00 | 1.00 | 0.13 | 0.38 | 0.46  | 0.20 | 0.63  |
| 28   | 0.06  | 0.54  | 0.53  | 0.41   | 0.00 | 0.50 | 0.44 | 0.37 | 0.83  | 0.00 | 0.60  |
| 29   | 0.00  | 1.00  | 0.69  | 0.40   | 0.50 | 0.50 | 0.74 | 0.75 | 0.94  | 0.50 | 0.93  |
| 30   | 0.39  | 0.34  | 0.72  | 0.73   | 0.50 | 0.50 | 0.85 | 0.79 | 1.00  | 0.58 | 1.00  |
| 31   | 0.40  | 0.29  | 0.75  | 1.00   | 0.00 | 0.00 | 0.31 | 0.45 | 0.96  | 0.83 | 0.62  |

表6 各参试植株在各性状上的关联系数

| 植株编号 | 株型紧凑度 | 单茎叶片数 | 叶子挺拔度 | 假鳞茎长宽比 | 开花期  | 花箭数  | 花箭粗度 | 花箭长度 | 花序花箭比 | 花朵直径 | 每箭花朵数 |
|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 1    | 1.00  | 0.50  | 0.46  | 1.00   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.48 | 0.45  | 0.47 | 0.45  |
| 2    | 0.56  | 0.38  | 0.72  | 0.50   | 1.00 | 0.50 | 0.40 | 0.34 | 0.57  | 0.43 | 0.40  |
| 3    | 0.43  | 0.60  | 0.56  | 0.41   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.52 | 0.67  | 0.56 | 0.50  |
| 4    | 0.60  | 1.00  | 0.70  | 0.48   | 0.50 | 0.50 | 0.67 | 0.38 | 0.63  | 0.77 | 0.40  |
| 5    | 0.65  | 0.38  | 0.56  | 0.86   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.44 | 0.70  | 0.43 | 0.50  |
| 6    | 0.65  | 0.50  | 0.56  | 0.48   | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.35 | 0.63  | 0.53 | 0.45  |
| 7    | 0.56  | 0.43  | 0.76  | 0.38   | 1.00 | 0.33 | 0.57 | 0.52 | 0.52  | 0.44 | 0.57  |
| 8    | 0.52  | 0.50  | 0.86  | 1.00   | 0.50 | 0.50 | 0.57 | 1.00 | 0.57  | 0.72 | 0.45  |
| 9    | 0.60  | 0.43  | 0.79  | 0.48   | 1.00 | 0.33 | 0.57 | 0.35 | 0.33  | 0.45 | 0.33  |
| 10   | 0.60  | 0.50  | 1.00  | 0.52   | 1.00 | 0.50 | 0.57 | 0.43 | 1.00  | 0.61 | 0.45  |
| 11   | 0.65  | 0.50  | 1.00  | 0.56   | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.37 | 0.48  | 1.00 | 0.50  |
| 12   | 0.41  | 0.38  | 1.00  | 0.41   | 1.00 | 0.33 | 0.57 | 0.72 | 0.60  | 0.47 | 0.81  |
| 13   | 0.36  | 0.38  | 0.46  | 0.93   | 0.50 | 0.50 | 0.33 | 0.49 | 0.35  | 0.33 | 0.40  |
| 14   | 0.60  | 0.43  | 0.60  | 0.76   | 1.00 | 0.50 | 0.40 | 0.35 | 0.70  | 0.36 | 0.40  |
| 15   | 0.65  | 0.43  | 0.82  | 0.33   | 0.33 | 1.00 | 0.79 | 0.62 | 0.63  | 0.45 | 0.40  |
| 16   | 0.79  | 0.50  | 0.33  | 0.42   | 0.50 | 0.33 | 0.50 | 0.36 | 0.48  | 0.35 | 0.36  |
| 17   | 0.56  | 0.43  | 1.00  | 0.48   | 1.00 | 1.00 | 0.67 | 0.33 | 0.48  | 0.42 | 0.50  |
| 18   | 0.65  | 0.43  | 0.50  | 0.42   | 1.00 | 0.50 | 0.44 | 0.35 | 0.48  | 0.37 | 0.40  |
| 19   | 0.56  | 0.38  | 0.74  | 0.68   | 1.00 | 0.33 | 0.79 | 0.75 | 0.75  | 0.59 | 1.00  |

续表 6

| 植株编号 | 株型紧凑度 | 单茎叶片数 | 叶子挺拔度 | 假鳞茎长宽比 | 开花期  | 花箭数  | 花箭粗度 | 花箭长度 | 花序花箭比 | 花朵直径 | 每箭花朵数 |
|------|-------|-------|-------|--------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| 20   | 0.71  | 0.33  | 0.91  | 0.86   | 0.33 | 0.33 | 1.00 | 0.35 | 0.75  | 0.46 | 0.57  |
| 21   | 0.33  | 0.33  | 0.61  | 0.56   | 0.33 | 0.33 | 0.79 | 0.63 | 0.52  | 0.52 | 0.45  |
| 22   | 0.56  | 0.43  | 0.79  | 0.72   | 0.50 | 0.33 | 0.67 | 0.51 | 0.46  | 0.79 | 0.50  |
| 23   | 0.41  | 0.43  | 0.72  | 0.62   | 0.33 | 0.33 | 0.67 | 0.39 | 0.34  | 0.46 | 0.36  |
| 24   | 0.52  | 0.50  | 0.65  | 0.54   | 1.00 | 0.33 | 0.57 | 0.36 | 0.54  | 0.48 | 0.57  |
| 25   | 0.46  | 0.39  | 0.37  | 0.37   | 1.00 | 0.40 | 0.90 | 0.35 | 0.71  | 0.88 | 0.40  |
| 26   | 0.54  | 1.00  | 0.87  | 0.40   | 1.00 | 0.45 | 0.67 | 1.00 | 0.43  | 0.38 | 0.45  |
| 27   | 0.70  | 0.42  | 1.00  | 0.59   | 1.00 | 0.33 | 0.84 | 0.57 | 0.52  | 0.71 | 0.44  |
| 28   | 0.89  | 0.48  | 0.48  | 0.55   | 1.00 | 0.44 | 0.54 | 0.57 | 0.38  | 1.00 | 0.45  |
| 29   | 1.00  | 0.33  | 0.42  | 0.55   | 0.50 | 0.38 | 0.41 | 0.40 | 0.35  | 0.50 | 0.35  |
| 30   | 0.56  | 0.59  | 0.41  | 0.41   | 0.50 | 0.43 | 0.37 | 0.39 | 0.33  | 0.46 | 0.33  |
| 31   | 0.55  | 0.64  | 0.40  | 0.33   | 1.00 | 0.76 | 0.64 | 0.53 | 0.34  | 0.38 | 0.45  |

表 7 各品种的关联度值及其排序

| 植株编号 | 关联度值 $r_1$ | 排序 |
|------|------------|----|
| 1    | 0.60       | 7  |
| 2    | 0.50       | 14 |
| 3    | 0.57       | 9  |
| 4    | 0.57       | 9  |
| 5    | 0.57       | 9  |
| 6    | 0.55       | 10 |
| 7    | 0.52       | 12 |
| 8    | 0.64       | 4  |
| 9    | 0.48       | 15 |
| 10   | 0.61       | 6  |
| 11   | 0.63       | 5  |
| 12   | 0.57       | 9  |
| 13   | 0.46       | 16 |
| 14   | 0.54       | 11 |
| 15   | 0.63       | 5  |
| 16   | 0.42       | 18 |
| 17   | 0.65       | 3  |
| 18   | 0.50       | 14 |
| 19   | 0.64       | 4  |
| 20   | 0.51       | 13 |
| 21   | 0.46       | 16 |
| 22   | 0.52       | 12 |
| 23   | 0.42       | 18 |
| 24   | 0.52       | 12 |
| 25   | 0.58       | 8  |
| 26   | 0.70       | 1  |
| 27   | 0.69       | 2  |
| 28   | 0.65       | 3  |
| 29   | 0.48       | 15 |
| 30   | 0.45       | 17 |
| 31   | 0.58       | 8  |

蕙兰杂交后代植株及其相应亲本进行了关联度分析,177-1、179-1、169-1、176-11、176-5、171-1、094-1 关联度均大于 0.6。177-1 亲本为马州立卡与爱我,179-1、176-11、176-5 亲本为浪漫与黄金薄荷,169-1 亲本为马州立卡与红颜,171-1 亲本为阳春 4 号与浪漫,094-1 亲本为浪漫与爱我。177-1 和 094-1 综合性状表现比亲本更好。176-11 综合性状与亲本相差无几。

花箭数、花箭长度均为反映品种观赏度的重要因素。开花期为评价品种优劣的一个重要指标。表 4 中花箭数权重赋值最大(0.22),其次为花箭长度(0.13),再次为开花期(0.10)。177-1、094-1、176-11 开花期适宜,花箭数较多,株型较好,综合性状较好。鉴于以上分析,综合得出 177-1、094-1、176-11 为较好杂交后代植株。

灰色关联系统在遗传育种中已有较多应用,主要集中在小麦、玉米、棉花等大田作物<sup>[8-10]</sup>,而在花卉观赏领域则重于品种综合评价<sup>[4,11]</sup>。应用加权关联度方法进行综合评价杂交后代的优劣,将不同类型的指标进行标准化处理,最大程度反映了被评价对象的真实水平,分析结果全面、有效。本研究将该分析方法用于大花蕙兰杂交后代的综合评估,使灰色系统理论在育种中的应用领域更进一步扩展。

#### 参考文献:

- [1] 张志胜,何超英,谢利,等. 兰花新品种日出的选育和快速繁殖[C]. 武夷山:2005 年全国作物生物技术与诱变技术学术研讨会,2005:126-128.
- [2] 郭瑞林. 作物灰色育种学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,1995:20-25.
- [3] 高兰阳,尚迪,许震寰,等. 熵权赋权法灰色系统理论在大花蕙兰(*Cymbidium hybridum*)品种综合评价中的应用初探[J]. 西南农业学报,2010,23(1):176-180.
- [4] 郭显光. 如何用 SPSS 软件进行主成分分析[J]. 统计与信息论坛,1998(2):61-65.
- [5] 董寒青. 解析 SPSS 对主成分分析的计算技术[J]. 统计与决策,2004(3):117-118.
- [6] 邱宛华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京:机械工业出版社,2002:193-196.
- [7] 刘录祥,孙其信,王士芸. 灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J]. 中国农业科学,1989,22(3):22-27.
- [8] 曹雯梅,刘松涛,路红卫. 灰色系统理论在小麦新品种综合评判中的应用[J]. 中国种业,2005(11):47-49.
- [9] 李伟,邹小红,杨涛,等. 利用灰色关联分析法对糯玉米新组合进行综合评价[J]. 中国种业,2013(8):72-75.
- [10] 熊仁次,曹新川,何良荣,等. 应用灰色关联分析综合评价陆地棉杂交组合[J]. 中国棉花,2003,30(6):14-16.
- [11] 卢珍红,蔡承良,顾强健,等. 11 个观赏菊花品种灰色关联度分析[J]. 江西农业学报,2014,26(1):41-43.