

# 基于灰色系统理论的天彭牡丹品种综合评价

刘光立<sup>1</sup>, 陈其兵<sup>1,2</sup>, 曹 洋<sup>3</sup>, 潘远智<sup>1</sup>, 江明艳<sup>2</sup>

(1. 四川农业大学 林学院, 四川 雅安 625014; 2. 四川农业大学 园林研究所, 四川 成都 611130;

3. 中国科学院 水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:** 运用灰色系统理论对 15 个天彭牡丹品种进行了综合评价。结果表明:‘丹景玉楼’与参考品种的关联度最大( $r=0.7547$ ), 综合性状最好, 其次是‘红晕白’( $r=0.7274$ )、‘绿晕白’( $r=0.7149$ ), 综合性状优良, 而‘醉西施’关联度最小( $r=0.5039$ ), 表现最差。评价结果与品种的实际表现比较一致, 证明在对观赏性状合理确定分值前提下, 利用灰色关联度分析方法对天彭牡丹进行性状综合评价是科学可行的。

**关键词:** 天彭牡丹; 品种资源; 综合评价; 灰色系统理论; 灰色关联度分析

**中图分类号:** S 685.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)14-0109-04

灰色关联度分析法是邓聚龙教授 1982 年创立的一种重要统计分析方法<sup>[1]</sup>, 该方法可以克服单一性状两两比较的局限性。近年来, 灰色关联度分析已广泛应用于大豆、玉米、油菜等农作物性状评价<sup>[2-4]</sup>, 但灰色关联分析法在观赏植物的性状综合评价中的应用起步相对较晚, 目前仅在石蒜属花卉<sup>[5]</sup>以及北京多年生观赏草生长状况和观赏价值的综合评价中有应用<sup>[6]</sup>。该研究利用灰色关联度分析方法对天彭牡丹现存的 15 个品种资源进行综合评价, 为天彭牡丹催花、盆栽及切花方面的品种选育创新和园林利用提供科学依据。

**第一作者简介:** 刘光立(1976-), 男, 博士, 讲师, 现主要从事园林植物与野生植物资源的教学与科研工作。

**通讯作者:** 陈其兵(1963-), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事园林植物与观赏园艺的教学与研究工作。

**基金项目:** 四川省“十一五”花卉育种攻关资助项目(2006-YZGG-9); 四川农业大学风景园林省级重点实验室基金资助项目(D18BA153)。

**收稿日期:** 2010-04-12

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

参评品种为 2007~2009 年对彭州各地牡丹品种调查得到的 14 个天彭牡丹原有记载品种‘红晕白’(*Paeonia suffruticosa* ‘Hongyun Bai’), ‘绿晕白’(*P. suffruticosa* ‘Lvyun Bai’), ‘五星玉’(*P. suffruticosa* ‘Wuxing Yu’), ‘垫江红’(*P. suffruticosa* ‘Dianjiang Hong’), ‘泼墨紫’(*P. suffruticosa* ‘Pomo Zi’), ‘醉西施’(*P. suffruticosa* ‘Zui Xishi’), ‘彭州紫’(*P. suffruticosa* ‘Pengzhou Zi’), ‘胭脂楼’(*P. suffruticosa* ‘Yanzhi Lou’), ‘红腰楼’(*P. suffruticosa* ‘Hongyao Lou’), ‘金腰楼’(*P. suffruticosa* ‘Jinyao Lou’), ‘丹景玉楼’(*P. suffruticosa* ‘Danjing Yulou’), ‘血丝红’(*P. suffruticosa* ‘Xuesi Hong’), ‘太平红’(*P. suffruticosa* ‘Taiping Hong’), ‘紫绣球’(*P. suffruticosa* ‘Zi Xiuqiu’)和 1 个新品种‘胭脂红’(*P. suffruticosa* ‘Yanzhi Hong’), 共 15 个品种。

### 1.2 评价理论与方法

按照灰色系统理论, 把 15 个参评品种视为一个灰色系统, 把每个品种视为该系统中的一个因素, 计算系

## Resources Indagate of Tannic Plants in Kunyu Mountain

LIU Li-li WANG Li-ning WANG Lu-si GUAN Hong-bin  
(Marine College of Shandong University at Weihai, Weihai, Shandong 264209)

**Abstract:** In order to improve the protection and use of tannic plant in Mountain Kunyu. This paper investigated 36 subjects and 71 kinds of tanning plant of it. The reasonable suggestion about the development and protection of tannic plants was discussed.

**Key words:** Kunyu mountain; tannic plants; plants resources.

统中各因素的关联度、关联度越大,则因素的相似程度就越高,反之则低。根据育种目标的要求和试验结果,若先设一个“理想品种”,以其各项性状指标构成一个参考数列,以 15 个参评品种的各项性状指标构成被比较数列,其参考数列和被比较数列是:  $X_0 = \{X_0(1), X_0(2), X_0(3), \dots, X_0(n), X_i = X_i(1), X_i(2), X_i(3), \dots, X_i(n)\}$ 。则称

$$(e_i(K)) = \frac{\min_i \min_k D_i(K) + r_i^{\max_k \max} D_i(K)}{D_i(K) + r_i^{\max_k \max} D_i(K)} \quad (1),$$

为  $X_0$  与  $X_i$  在第  $K$  点的关联系数。式中  $\Delta_i(K) = \text{绀}_0(K) - C_i(K)$ , 表示  $X_0$  数列与  $X_i$  数列在第  $K$  点的绝对差。 $\min_k \text{绀}_0(K) - C_i(K)$  是一级最小差,即在绝对差  $\text{绀}_0(K) - C_i(K)$  中按不同  $K$  值挑选其中最小者; $\min_i \min_k \text{绀}_0(K) - C_i(K)$  是二级最小差,即在  $\min_k \text{绀}_0(K) - C_i(K)$  中按不同  $i$  值(比较数列值)挑选其中最小者。同理  $\max_k \text{绀}_0(K) - C_i(K)$  是一级最大差,  $\max_i \max_k \text{绀}_0(K) - C_i(K)$  是二级最大差,其含义与二级最小差相似。 $\rho$  为分辨系数,常取  $\rho = 0.5$ 。由于关联系数  $e_i(K)$  数目较多,

信息较分散,不便于进行比较,为此将比较数列  $X_i$  与参考数列  $X_0$  各点的关联系数集中为一个值,灰色系统理论把它定义为比较数列  $X_i$  与参考数列  $X_0$  的关联度,为:

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N e_i(K) \quad (2).$$

由  $r_i$  依大小排成的数列称为关联序列,根据排位次序即可知比较数列  $X_i$  与参考数列  $X_0$  的相似程度。

2 评价结果

2.1 评价指标、评分标准与参考品种构建

根据牡丹的特点,参考《中国牡丹品种图志》<sup>7</sup>、《洛阳牡丹种苗质量标准》(DB41/T 300-2002)<sup>8</sup> 等相关文献,筛选出花色、花径、花型、花期早晚、单花花期、花香、花态、花梗长、当年生枝长、单枝复叶数、花显示度、生长势 12 个评价因素对所调查的天彭牡丹 15 个品种进行评价。各数量性状直接按数值进行评价,描述性性状进行数量化赋值见表 1。并根据牡丹育种目标及生产标准构建参考品种,参评品种与参考品种各指标平均值见表 2。

表 1		描述性性状评价标准					
花型	花香	花色	花态	花显示度	生长势	分值	
楼子台阁类						5	
千层台阁类	浓香					4	
楼子单花类	淡香	黑色(墨紫)、绿色、黄色	直立	高于叶面	强	3	
千层单花类	微香	白色、紫色、蓝色	斜伸	平于叶面	中	2	
单瓣类	不香	红色、粉色	侧垂	低于叶面	弱	1	

表 2		参试牡丹品种和标准品种各性状平均值										
品种	花色	花径/cm	花型	花期早晚	单花花期/d	花香	花态	花梗长/cm	当年生枝长/cm	单枝复叶数	花显示度	生长势
红晕白( $x_1$ )	2	14.3	1	6.0	8.0	3	3	6.5	50.4	9.8	3	3
绿晕白( $x_2$ )	2	16.1	1	6.0	6.0	2	3	6.3	55.0	9.8	3	3
五星玉( $x_3$ )	2	15.0	1	4.0	8.0	3	3	4.3	44.3	11.2	3	3
垫江红( $x_4$ )	1	15.1	1	5.0	8.0	1	3	6.9	34.3	5.8	3	3
泼墨紫( $x_5$ )	3	14.9	1	0.0	7.0	4	2	4.0	24.6	6.4	2	3
醉西施( $x_6$ )	1	13.3	3	0.0	6.0	2	1	9.3	35.3	8.3	1	2
彭州紫( $x_7$ )	2	14.0	4	0.0	5.0	4	3	9.8	39.3	8.0	3	3
胭脂楼( $x_8$ )	1	16.6	4	0.0	7.0	1	2	8.8	44.5	9.2	2	3
红腰楼( $x_9$ )	1	16.8	5	0.0	8.0	2	2	15.5	33.0	7.0	2	2
金腰楼( $x_{10}$ )	1	17.1	5	0.0	9.0	1	1	8.7	39.9	8.5	2	3
丹景玉楼( $x_{11}$ )	2	13.8	5	4.0	8.0	4	2	11.0	48.3	11.4	3	3
血丝红( $x_{12}$ )	1	14.0	5	0.0	6.0	1	1	8.0	45.3	6.7	2	3
太平红( $x_{13}$ )	1	12.4	5	4.0	8.0	1	2	7.9	27.4	6.3	2	3
紫绣球( $x_{14}$ )	3	16.4	5	0.0	6.0	4	1	9.3	45.2	9.0	1	3
胭脂红( $x_{15}$ )	1	6.5	1	0.0	6.0	3	3	3.9	16.8	6.0	3	1
标准品种( $x_0$ )	3	17.8	5	6.0	10.0	4	3	15.5	55.0	12.0	3	3

2.2 数据标准化处理

由于数列中各数据的单位、数量级不同,在关联分析前必须对原始数据进行无量纲化处理,因此该试验比较数列  $X_i$  除以参考数列  $X_0$ , 所得数据列于表 3。

2.3 计算参评品种与参考品种关联系数

根据表 3 中数据,求出  $X_0$  与  $X_i$  各对应点的绝对差值,即  $\Delta_i(K) = \text{绀}_0(K) - C_i(K)$ , 结果见表 4。从中找出  $\min_i \min_k \text{绀}_0(K) - C_i(K) = 0, \max_i \max_k \text{绀}_0(K) - C_i(K) = 1$ , 将

二级差值代入(1)式,取  $\rho = 0.5$ , 则:

$$a_i(K) = \frac{0 + 0.5}{D_i(K) + 0.5}.$$

代入表 7 数据,得出  $X_i(K)$  对  $X_0(K)$  的关联系数结果见表 5。

2.4 计算关联度

将关联系数代入公式(2),可得各供试品种与标准品种的关联度,然后按大小排序,见表 6。

2.5 关联度分析及品种性状综合评价

按灰色系统理论关联分析原则, 关联度越大的数列与参考数列越接近, 说明该品种的综合性状越好。通过比较指标的关联系数大小, 可以明确各品种的优劣。由关联度排序可知, 各品种与标准品种的关联度大小, 即综合性状的优劣依次是: ‘丹景玉楼’ > ‘红晕白’ > ‘绿晕白’ > ‘彭州紫’ > ‘五星玉’ > ‘紫绣球’ > ‘垫江红’ > ‘红腰楼’ > ‘泼墨紫’ > ‘金腰楼’ > ‘太平红’ > ‘胭脂楼’ >

‘血丝红’ > ‘胭脂红’ > ‘醉西施’。 ‘丹景玉楼’ 的关联度最大 0.7547, 综合性状最好, 其次是 ‘红晕白’ 0.7274, ‘绿晕白’ 0.7149, 它们与理想品种较接近, 说明综合性状优良, 而 ‘醉西施’ 关联度仅为 0.5039, 表现最差。由关联系数可知, ‘丹景玉楼’ 的花型、花香、花显示度在各品种中最优, 其它各性状也与标准品种较为接近; ‘红晕白’ 虽只有花期、花态、花显示度、生长势在各品种最优, 但其它性状均较好; ‘绿晕白’ 的花期早晚、花态、花显示度、

表 3数据标准化处理

品种编号	花色	花径/ cm	花型	花期早晚/ d	单花花期/ d	花香	花态	花梗长/ cm	当年生枝长/ cm	单枝复叶数	花显示度	生长势
$X_1$	0.6667	0.8034	0.2000	1.0000	0.8000	0.7500	1.0000	0.4194	0.7200	0.5765	1.0000	1.0000
$X_2$	0.6667	0.9045	0.2000	1.0000	0.6000	0.5000	1.0000	0.4065	0.7857	0.5765	1.0000	1.0000
$X_3$	0.6667	0.8427	0.2000	0.6667	0.8000	0.7500	1.0000	0.2774	0.6329	0.6588	1.0000	1.0000
$X_4$	0.3333	0.8483	0.2000	0.8333	0.8000	0.2500	1.0000	0.4452	0.4900	0.3412	1.0000	1.0000
$X_5$	1.0000	0.8371	0.2000	0.0000	0.7000	1.0000	0.6667	0.2581	0.3514	0.3765	0.6667	1.0000
$X_6$	0.3333	0.7472	0.6000	0.0000	0.6000	0.5000	0.3333	0.6000	0.5043	0.4882	0.3333	0.6667
$X_7$	0.6667	0.7865	0.8000	0.0000	0.5000	1.0000	1.0000	0.6323	0.5614	0.4706	1.0000	1.0000
$X_8$	0.3333	0.9326	0.8000	0.0000	0.7000	0.2500	0.6667	0.5677	0.6357	0.5412	0.6667	1.0000
$X_9$	0.3333	0.9438	1.0000	0.0000	0.8000	0.5000	0.6667	1.0000	0.4714	0.4118	0.6667	0.6667
$X_{10}$	0.3333	0.9607	1.0000	0.0000	0.9000	0.2500	0.3333	0.5613	0.5700	0.5000	0.6667	1.0000
$X_{11}$	0.6667	0.7753	1.0000	0.6667	0.8000	1.0000	0.6667	0.7097	0.6900	0.6706	1.0000	1.0000
$X_{12}$	0.3333	0.7865	1.0000	0.0000	0.6000	0.2500	0.3333	0.5161	0.6471	0.3941	0.6667	1.0000
$X_{13}$	0.3333	0.6966	1.0000	0.6667	0.8000	0.2500	0.6667	0.5097	0.3914	0.3706	0.6667	1.0000
$X_{14}$	1.0000	0.9213	1.0000	0.0000	0.6000	1.0000	0.3333	0.6000	0.6457	0.5294	0.3333	1.0000
$X_{15}$	0.3333	0.3652	0.2000	0.0000	0.6000	0.7500	1.0000	0.2516	0.2400	0.3529	1.0000	0.3333
$X_0$	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

表 4 $X_0$  与  $X_i$  的绝对差值

品种	花色	花径/ cm	花型	花期早晚/ d	单花花期/ d	花香	花态	花梗长/ cm	当年生枝长/ cm	单枝复叶数	花显示度	生长势
$\Delta_1(K)$	0.3333	0.1966	0.8000	0.0000	0.2000	0.2500	0.0000	0.5806	0.2800	0.4235	0.0000	0.0000
$\Delta_2(K)$	0.3333	0.0955	0.8000	0.0000	0.4000	0.5000	0.0000	0.5935	0.2143	0.4235	0.0000	0.0000
$\Delta_3(K)$	0.3333	0.1573	0.8000	0.3333	0.2000	0.2500	0.0000	0.7226	0.3671	0.3412	0.0000	0.0000
$\Delta_4(K)$	0.6667	0.1517	0.8000	0.1667	0.2000	0.7500	0.0000	0.5548	0.5100	0.6588	0.0000	0.0000
$\Delta_5(K)$	0.0000	0.1629	0.8000	1.0000	0.3000	0.0000	0.3333	0.7419	0.6486	0.6235	0.3333	0.0000
$\Delta_6(K)$	0.6667	0.2528	0.4000	1.0000	0.4000	0.5000	0.6667	0.4000	0.4957	0.5118	0.6667	0.3333
$\Delta_7(K)$	0.3333	0.2135	0.2000	1.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.3677	0.4386	0.5294	0.0000	0.0000
$\Delta_8(K)$	0.6667	0.0674	0.2000	1.0000	0.3000	0.7500	0.3333	0.4323	0.3643	0.4588	0.3333	0.0000
$\Delta_9(K)$	0.6667	0.0562	0.0000	1.0000	0.2000	0.5000	0.3333	0.0000	0.5286	0.5882	0.3333	0.3333
$\Delta_{10}(K)$	0.6667	0.0393	0.0000	1.0000	0.1000	0.7500	0.6667	0.4387	0.4300	0.5000	0.3333	0.0000
$\Delta_{11}(K)$	0.3333	0.2247	0.0000	0.3333	0.2000	0.0000	0.3333	0.2903	0.3100	0.3294	0.0000	0.0000
$\Delta_{12}(K)$	0.6667	0.2135	0.0000	1.0000	0.4000	0.7500	0.6667	0.4839	0.3529	0.6059	0.3333	0.0000
$\Delta_{13}(K)$	0.6667	0.3034	0.0000	0.3333	0.2000	0.7500	0.3333	0.4903	0.6086	0.6294	0.3333	0.0000
$\Delta_{14}(K)$	0.0000	0.0787	0.0000	1.0000	0.4000	0.0000	0.6667	0.4000	0.3543	0.4706	0.6667	0.0000
$\Delta_{15}(K)$	0.6667	0.6348	0.8000	1.0000	0.4000	0.2500	0.0000	0.7484	0.7600	0.6471	0.0000	0.6667

表 5各参评品种与参考品种的关联系数

品种	花色	花径/ cm	花型	花期早晚/ d	单花花期/ d	花香	花态	花梗长/ cm	当年生枝长/ cm	单枝复叶数	花显示度	生长势
$\epsilon_1(K)$	0.6000	0.7177	0.3846	1.0000	0.7143	0.6667	1.0000	0.4627	0.6410	0.5414	1.0000	1.0000
$\epsilon_2(K)$	0.6000	0.8396	0.3846	1.0000	0.5556	0.5000	1.0000	0.4572	0.7000	0.5414	1.0000	1.0000
$\epsilon_3(K)$	0.6000	0.7607	0.3846	0.6000	0.7143	0.6667	1.0000	0.4090	0.5766	0.5944	1.0000	1.0000
$\epsilon_4(K)$	0.4286	0.7672	0.3846	0.7500	0.7143	0.4000	1.0000	0.4740	0.4950	0.4315	1.0000	1.0000
$\epsilon_5(K)$	1.0000	0.7542	0.3846	0.3333	0.6250	1.0000	0.6000	0.4026	0.4353	0.4450	0.6000	1.0000
$\epsilon_6(K)$	0.4286	0.6642	0.5556	0.3333	0.5556	0.5000	0.4286	0.5556	0.5022	0.4942	0.4286	0.6000
$\epsilon_7(K)$	0.6000	0.7008	0.7143	0.3333	0.5000	1.0000	1.0000	0.5762	0.5327	0.4857	1.0000	1.0000
$\epsilon_8(K)$	0.4286	0.8812	0.7143	0.3333	0.6250	0.4000	0.6000	0.5363	0.5785	0.5215	0.6000	1.0000
$\epsilon_9(K)$	0.4286	0.8990	1.0000	0.3333	0.7143	0.5000	0.6000	1.0000	0.4861	0.4595	0.6000	0.6000
$\epsilon_{10}(K)$	0.4286	0.9271	1.0000	0.3333	0.8333	0.4000	0.4286	0.5326	0.5376	0.5000	0.6000	1.0000
$\epsilon_{11}(K)$	0.6000	0.6899	1.0000	0.6000	0.7143	1.0000	0.6000	0.6327	0.6173	0.6028	1.0000	1.0000
$\epsilon_{12}(K)$	0.4286	0.7008	1.0000	0.3333	0.5556	0.4000	0.4286	0.5082	0.5863	0.4521	0.6000	1.0000
$\epsilon_{13}(K)$	0.4286	0.6224	1.0000	0.6000	0.7143	0.4000	0.6000	0.5049	0.4510	0.4427	0.6000	1.0000
$\epsilon_{14}(K)$	1.0000	0.8641	1.0000	0.3333	0.5556	1.0000	0.4286	0.5556	0.5853	0.5152	0.4286	1.0000
$\epsilon_{15}(K)$	0.4286	0.4406	0.3846	0.3333	0.5556	0.6667	1.0000	0.4005	0.3968	0.4359	1.0000	0.4286

生长势在各品种中都最优,所以它们的综合性状较其它品种优良;而‘醉西施’的各项指标离标准品种都较远,所以在各品种中表现最差。

表 6 供试品种与标准品种关联度

品种	关联度	排序
丹景玉楼	0.7547	1
红晕白	0.7274	2
绿晕白	0.7149	3
彭州紫	0.7036	4
五星玉	0.6922	5
紫绣球	0.6888	6
垫江红	0.6538	7
红腰楼	0.6351	8
泼墨紫	0.6317	9
金腰楼	0.6268	10
太平红	0.6137	11
胭脂楼	0.6016	12
血丝红	0.5828	13
胭脂红	0.5393	14
醉西施	0.5039	15

3 讨论

利用灰色系统理论关联度法对牡丹品种资源评价的结果,与牡丹各品种的实际表现基本相符,说明该方法是客观可行的。它是以育种目标为依据,合理确定适于本地情况的参考品种,并以此为标准对品种的综合性状加以评判,这在品种资源的评价上,特别是骨干亲本的确定上,具有很大的实际意义。

灰色系统关联分析法克服了以往“性状加权法”的主观性和粗放性,所构造的“标准品种”综合了供试品种的全部优良信息,从而提高了品种综合评估的准确性和有效性<sup>[9]</sup>;克服了以往只对某一性状进行常规评估,使众多主要性状处于孤立分散状态、难以相互比较的弊端,此方法对多个性状加以综合比较,有利于优良品种的选择,也对创造新品种起到指导作用。

灰色关联分析法的关键是参考数列  $X_0$  的确定,参考数列  $X_0$  是关联分析的标准尺度,它决定着关联分析结果的可靠性。在育种过程中运用灰色关联分析法选取材料时,参考数列的确定应紧扣当地育种目标,才能达到目的,真正提高选育效果。如在选育牡丹切花品种时,应注重当年生枝长、花梗硬度、花态、花香、花瓣质地等指标,而在选育盆栽品种时则应注意株型、株高、花态、花显示度、生长势等指标,这些都应在参考数列中得到体现。

综合排序时,各性状指标均良好的品种,如 丹景玉楼’、‘五星玉’等得分较高,而特点显著的品种如‘泼墨紫’,花色为墨紫色,具有浓郁的玫瑰香味等优点,但同时又具有花梗较软、花梢藏于叶丛之中、花型演化程度不高等缺点,在此评价系统中排序却靠后。所以,用综合评分法往往掩盖了花卉品种的某些显著特点。

参考文献

[1] 邓聚龙. 灰色系统综述[J]. 世界科学, 1983(7): 1-5.  
[2] 荆建国, 范彦英, 王素阁, 等. 灰色系统理论在大豆品种综合评价中的应用[J]. 大豆科学, 1995, 14(4): 365-369.  
[3] 于树林. 灰色系统理论在玉米新品种综合评估中的应用[J]. 玉米科学, 1994, 2(2): 6-8.  
[4] 王军, 张太平. 灰色系统理论在油菜品种综合评价中的应用[J]. 种子, 2001(3): 11-12, 15.  
[5] 李淑顺, 赵九洲, 袁娥. 几种石蒜属花卉观赏性状的灰色评价[J]. 徐州师范大学学报(自然科学版), 2004, 22(1): 69-72.  
[6] 武菊英, 滕文军, 王庆海, 等. 多年生观赏草在北京地区的生长状况与观赏价值评价[J]. 园艺学报, 2006, 33(5): 1145-1148.  
[7] 李嘉珏. 中国牡丹品种图志. 西北、西南、江南卷[M]. 北京: 中国林业出版社, 2005.  
[8] 河南省质量技术监督局. 洛阳牡丹种苗质量标准(DB41/T300-2002). 2002.  
[9] 梁川, 陈秉谱, 谢宗棠. 甘肃省农业经济发展中的灰色系统分析[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(24): 6669-6671, 6673.

Comprehensive Evaluation of Tianpeng Tree Peony  
Cultivar Resources Based on Grey System Theory

LIU Guang-li<sup>1</sup>, CHEN Qi-bing<sup>1,2</sup>, CAO Yang<sup>3</sup>, PAN Yuan-Zhi<sup>1</sup>, JIANG Ming-yan<sup>2</sup>

(1. College of Forestry, Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014; 2. The Institute of Landscape of Sichuan Agricultural University, Chengdu, Sichuan 611130; 3. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610041)

**Abstract:** Based on the grey system theory, 15 cultivars resources of Tianpeng tree peony were comprehensively evaluated. The results showed that ‘Danjing Yulou’ had the highest relation grade ( $r=0.7551$ ) with reference cultivar and the comprehensive characters of it was the best, next to ‘Hongyun Bai’ ( $r=0.7274$ ) and ‘Lvyun Bai’ ( $r=0.7149$ ) with excellent comprehensive characters and the relation grade of ‘Zui Xishi’ was the smallest ( $r=0.5039$ ) with the worst comprehensive characters. It showed that the result was suitable to the actual performance of cultivars and it proved that using grey relational analysis to comprehensively evaluate the cultivars resources of Tianpeng tree peony was scientific and feasible under the premise of the value of ornamental characteristics determined.

**Key words:** tianpeng tree peony; cultivar resources; comprehensive evaluation; grey system theory; grey relational analysis