

基于灰色关联度分析法评价筛选紫斑牡丹切花品种

罗浩¹, 成仿云^{1,*}, 郭鑫¹, 陶熙文², 王旭²

(¹北京林业大学园林学院, 北京林木分子设计育种高精尖创新中心, 牡丹国际研究院, 国家花卉工程技术研究中心, 北京 100083; ²北京国色牡丹科技有限公司, 北京 102199)

摘要: 针对牡丹切花生产的专用目标, 基于灰色关联度分析法, 选取 14 个性状构建“标准品种”, 对 51 个紫斑牡丹 (*Paeonia rockii*) 品种进行评价并筛选出适宜切花的品种, 为牡丹切花生产提供重要的种质资源。结果表明: 参试品种分为 4 类: 第 I 类 4 个品种, 关联度为 0.7841 ~ 0.8203, 为适宜切花的品种, 分别是‘京玉红’、‘粉面桃腮’、‘京粉岚’及‘京冠辉红’; 第 II 类 14 个品种, 关联度为 0.7082 ~ 0.7561, 具备良好的切花生产潜力, 为较适宜切花的品种; 第 III 类 19 个品种, 关联度为 0.6361 ~ 0.6950, 切花生产潜力一般, 可作为后备切花品种资源; 第 IV 类 14 个品种, 关联度为 0.5771 ~ 0.6291, 不适宜作切花。

关键词: 紫斑牡丹; 切花; 品种; 评价; 灰色关联度分析法

中图分类号: S 685.11

文献标志码: A

文章编号: 0513-353X (2020) 11-2169-12

Evaluation and Selection of Cut-flower Cultivars Based on Grey Relational Grade Analysis in Flare Tree Peony (*Paeonia rockii*)

LUO Hao¹, CHENG Fangyun^{1,*}, GUO Xin¹, TAO Xiwen², and WANG Xu²

(¹ School of Landscape Architecture, Beijing Advanced Innovation Center of Tree Breeding by Molecular Design, Peony International Institute, National Engineering Research Center for Floriculture, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; ² Beijing Guose Peony Technology Co. Ltd, Beijing 102199, China)

Abstract: In order to screen out the cultivars suitable for cut-flower production, we investigated 14 traits in 51 cultivars of flare tree peony (*Paeonia rockii*) and built an “Ideal Cultivar” to comprehensively evaluate them by using grey relational grade analysis method. Through systematic cluster analysis of weighted relational grade, the 51 cultivars were divided into four groups. The first group included 4 cultivars, ‘Jingyuhong’, ‘Fenmian Taosai’, ‘Jingfenlan’ and ‘Jingguan Huihong’, with weighted relational grade of 0.7841 - 0.8203, which were the most suitable to be used for cut-flower and popularized preferentially. The second group included 14 cultivars with weighted relational grade of 0.7082 - 0.7561 which were greatly potential for cut-flower production, and they were recommended to be more suitable for cut-flower application. The third group including 19 cultivars with weighted relational grade of 0.6361 - 0.6950 had general potential for cut-flower and could be recommended as reserve

收稿日期: 2020 - 07 - 16; 修回日期: 2020 - 09 - 29

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFD1001502); 北京市科技计划项目 (Z181100002518001)

* 通信作者 Author for correspondence (E-mail: chengfy8@263.net)

resources for cut-flower. The fourth group included 14 cultivars with weighted relational grade of 0.5771 - 0.6291 and they were not suitable to be used for cut-flower production.

Keywords: *Paeonia rockii*; cut-flower; cultivar; evaluation; grey relational grade analysis

鲜切花作为花卉产业的重要组成部分,近年来随着中国花卉市场的成熟及居民的消费升级不断发展。根据农业部数据,2015、2016和2017年中国鲜切花种植面积分别为6.29、6.45和6.97万 hm^2 ,鲜切花销售额分别为127.1、143.5和197.8亿元(秦光远等,2019),出口日本、韩国等40多个国家。目前中国鲜切花产业中,传统名花鲜切花产品销售量占比较高(李琴和陈德富,2019),但附加值较小,传统名花的新优品种受限于技术及规模,进入市场流通难度大。与世界发达国家相比,中国花卉品种创新能力落后,严重制约着鲜切花生产发展(张启翔,2014)。

牡丹(*Paeonia Sect. Moutan*)鲜切花作为高档次、高价值的花材,应用历史悠久,消费前景广阔(郑青,2004; Mornya & Cheng, 2018)。然而,目前中国主栽的传统中原牡丹品种(*P. suffruticosa*)普遍生长势较弱、枝条短,瓶插寿命较短,不能满足切花生产的需要,迫切需要适宜的切花新品种。紫斑牡丹(*P. rockii*)作为中国牡丹的特色资源之一,其植株高大,茎秆长,花香馥郁,花色变异丰富,抗旱性和抗寒性强,分布范围较广,切花生产潜力巨大(成仿云等,2005; Cheng & Yu, 2008),但目前尚缺乏针对切花专用品种的研究,生产中品种选择多以经验为主,许多具有切花生产潜力的品种未被开发。同时,随着切花产业的不断发展,要求适宜切花的品种不仅要观赏性好,而且在枝条长度、产量、瓶插寿命等方面皆有良好的表现。因此,通过科学方法,针对切花生产的专用目标,评价与筛选出适用切花生产的紫斑牡丹品种,对指导中国牡丹切花生产及产业化发展具有重要现实意义。

灰色关联度分析法(Grey relational grade analysis, GRA)是一种重要统计分析方法(邓聚龙,1983),可对参试对象的主要性状进行综合描述和量化评估,能够克服单一性状两两比较的局限性,可较全面地评价参试对象的优劣,因而在不同植物中被应用(曹洋,2008;高平等,2013;卢珍红等,2014;王晓晖等,2016;刘红凡等,2017;解玮佳等,2017;袁苗苗和安运华,2018;纪薇等,2019)。在牡丹中,高平等(2013)利用灰色系统理论,针对园林绿化、盆花及切花栽培3个专用目标及应用特点,对196个中原牡丹品种进行了评价与筛选,获得各目标下的适宜品种,其中包括12个切花品种。王晓晖等(2016)利用灰色系统理论,对洛阳引种的30个紫斑牡丹品种进行了评价,筛选出观赏价值高且适合在洛阳生长的20个品种,其结果与实际生产中的表现基本一致。这些研究结果充分说明灰色关联度分析法在牡丹品种评价与筛选中的可行性。

在本课题组对紫斑牡丹品种系统研究的基础上(成仿云等,2005;庞利铮等,2012;吴静等,2016a,2016b),根据切花生产的应用目标及要求,调查了51个紫斑牡丹品种的综合性状,通过采用灰色关联度分析法评价,筛选出适宜切花栽培的品种,旨在为进一步研究配套栽培技术与推广应用提供科学依据。

1 材料与amp;方法

1.1 试验材料及性状选择

试验材料来自北京延庆区大榆树镇阜高营村北京国色牡丹公司牡丹园(40.45°N, 115.97°E)。从该园培育的紫斑牡丹品种中初步筛选出成花率高、长势强、花梗挺直的品种51个。根据紫斑牡丹生

长特点及观赏特性, 参考相关文献资料 (王莲英, 1994; 成仿云 等, 2005; 庞利铮 等, 2012), 选取 14 个性状 (表 1) 用于切花评价。2019 年 4—6 月进行调查, 每个品种随机选取 3 个植株, 每株随机选取 3 个花枝, 共计 9 个重复。

表 1 待选紫斑牡丹品种性状指标与赋值标准
Table 1 Traits and evaluation criteria of flare tree peony cultivars to be selected

一级性状 Primary trait	二级性状 Secondary trait	赋值标准 Evaluation standard	权重分配 Weight assignment
植株生长性状 Plant growth	切枝长/mm Cut branch length (CBL)		0.15
	1 年生枝长/mm Annual branch length (ABL)		0.10
	单株花数 Flower number (FN)		0.10
	分蘖数 Tiller number (TN)		0.03
	长势 Growth potential (GP)	长势强 3, 长势一般 2, 长势差 1 Strong 3, medium 2, weak 1	0.03
瓶插性状 Vase characteristic	株高/mm Plant height (PH)		0.02
	瓶插寿命/d Vase life (VL)		0.20
	最佳观赏期/d Optimum ornamental period (OOP)		0.15
观赏性状 Ornamental characteristic	花型 Flower type (FT)	重瓣 3, 半重瓣 2, 单瓣 1 Double 3, semi-double 2, single 1	0.03
	花态 Flower gesture (FG)	花头直立 3, 侧垂 2, 下垂 1 Upright 3, lateral 2, drooping 1	0.05
	花显示度 Flower display degree (FDD)	高于叶面 3, 平于叶面 2, 低于叶面 1 Over the leaves 3, same level as the leaves 2, under the leaves 1	0.04
	花径/mm Flower diameter (FD)		0.04
	花香 Flower fragrance (FF)	浓香 3, 香 2, 淡香 1 Strong 3, medium 2, light 1	0.03
	初花期 Initial florescence (IF)	早花 2, 中花 1, 晚花 2 Early 2, medium 1, late 2	0.03

1.2 权重分配及调查方法

14 个性状指标中包括 8 个数量性状及 6 个描述性性状, 根据不同性状指标在切花品种筛选中的重要性分配其权重 (表 1), 植株生长性状、瓶插性状和观赏性状等 3 个一级指标的权重分别为 0.43、0.35 和 0.22。

瓶插寿命指在自然散射光, 室温 18 ~ 30 °C, 湿度 34% ~ 60% 的条件下, 从瓶插当日到花朵出现落瓣萎蔫的前 1 d 的瓶插天数 (史国安, 2010); 最佳观赏期指瓶插期间半开期到盛花期结束持续的天数 (年林可 等, 2017); 一年生枝长为一年生开花枝的长度; 切枝长为开花枝二年生和一年生的枝条总长度; 花型为实际调查中出现频率最高的花型; 花径为盛花期使用游标卡尺测量单花的最大直径; 初花期指大田约 5% 的花朵开放的时期 (成仿云 等, 2005), 早花及晚花品种为佳 (曹洋, 2008); 长势为依据枝干粗壮程度、花叶茂盛情况分为强、一般、差; 单株花数为单株当年正常开花的朵数; 分蘖数量为当年萌发的分蘖数量; 株高为植株顶部至地面的垂直距离。

1.3 标准品种的构建

以参试的 51 个牡丹品种作为 1 个灰色系统, 每个品种作为系统中的 1 个元素, 根据切花生产的应用目标构建“标准品种”, 该“标准品种”集合了本次试验调查 14 个性状指标的最大值, 这些最大值所构成的数列即为参考数列 X_0 , 各品种性状指标构成的数列为比较数列 X_i (参试品种数 $i = 1$,

2, 3, ..., 51), 计算出参试品种与“标准品种”之间的关联度。关联度越大, 说明性状的相似程度越高, 品种综合性状越优, 反之则越差(邓聚龙, 1983; 刘红凡等, 2017)。

1.4 数据处理及分析

由于性状调查中涉及描述性指标和数量指标, 其数量级和单位不同, 因此关联分析前需对原始数据进行标准化及无量纲化处理。用比较数列 X_i 除以参考数列 X_0 ; 利用公式 (1) 计算参试品种与标准品种的各性状的关联系数 (ξ_i), 把参试品种各性状指标的权重和关联系数代入公式 (2) 求得参试品种与标准品种的加权关联度 (r_i)。

$$\xi_i = \frac{\min_k |X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_k |X_0(k) - X_i(k)|}{|X_0(k) - X_i(k)| + \rho \max_k |X_0(k) - X_i(k)|} \quad (1)$$

$$r_i = \sum_{k=1}^n \omega_i(k) \xi_i(k) \quad (2)$$

公式 (1) 和公式 (2) 中, $k=1, 2, 3, \dots, 14$ 为待评价性状数; $|X_0(k) - X_i(k)|$ 为第 i 个品种第 k 个性状的无量纲化处理的数值与最优性状值的绝对差值; ρ 为分辨系数, 取值范围 $[0, 1]$, 本研究取 $\rho=0.5$; r_i 为第 i 品种的灰色关联度, $\omega_i(k)$ 为第 k 个性状的权重值。

利用 SPSS 19.0 软件对 51 个品种的加权关联度值进行聚类分析, 聚类方法选择最远邻法, 度量标准采用欧式距离 (Euclidean distance)。

2 结果与分析

2.1 基于切花生产目标的品种性状调查与分析

对于切花品种而言, 除基本观赏性状外, 瓶插表现及植株生长表现是品种筛选的重要标准。待选牡丹品种各性状标准化及无量纲化处理赋值详见表 2。51 个参试品种的观赏性普遍较高, 整体表现为花型演化程度高, 多为半重瓣或重瓣, 花头多直立, 无叶下藏花现象; 花径中等, 主要集中在 130~160 mm, 仅 3 个品种的花径小于 120 mm。参试品种中瓶插寿命 ≥ 6 d 的有 5 个, 5~6 d 的有 20 个, 其余主要在 3.2~5.0 d 之间; 最佳观赏期在 4 d 及以上的品种有 6 个, 其余集中在 1.5~4.0 d 之间。参试品种中一年生枝长大于 400 mm 的品种有 8 个, 其余品种分布在 300~400 mm 之间; 有 49 个品种的切枝长度大于 500 mm, 占比 96%; 分蘖数在 20 以上的品种有 41 个; 有 20 个品种单株花量在 40 朵以上。

2.2 基于灰色关联度分析的切花品种评价筛选结果

按灰色系统理论, 加权关联度值越大的数列, 即与参考数列越接近, 表明该品种的综合性状越好。通过比较关联度大小, 可明确品种的优劣。待选牡丹品种各性状关联度与加权关联度排名见表 3。基于 51 个参试品种的灰色关联度进行系统聚类分析, 结果显示在平方欧氏距离为 5 时, 参试品种可分为 4 类(图 1, 表 4), 第 I 类为‘京玉红’、‘粉面桃腮’、‘京粉岚’及‘京冠辉红’4 个品种, 关联度为 0.7841~0.8203, 主要特点是瓶插寿命 (5.83 d) 与最佳观赏期 (4.05 d) 长, 生长势强、植株高大、一年生枝 (385.04 mm) 与可采切长度 (803.00 mm) 表现最优, 切花产量最高 (48.67

表 2 待选牡丹品种各性状指标赋值
Table 2 The value of each trait index of the flare tree peony cultivars to be selected

序号 No.	品种 Cultivar	性状 Trait													
		VL/d	OOP/ d	ABL/ mm	CBL/ mm	FT	FG	FDD	FD/ mm	FF	IF	GP	FN	TN	PH/ mm
1	京玉红 Jingyuhong	6.0	4.0	357.1	814.3	1	3	3	139.37	1	2	3	75	34	1 617
2	粉面桃腮 Fenmian Taosai	6.3	4.2	355.0	684.3	2	3	3	136.80	2	2	3	53	23	1 367
3	京粉岚 Jingfenlan	5.5	3.7	442.9	945.7	2	3	3	169.77	1	1	3	38	22	1 567
4	京冠辉红 Jingguan Huihong	5.5	4.3	385.1	767.7	3	3	3	205.51	3	2	3	28	12	1 289
5	京彩红 Jingcaihong	6.0	4.5	312.4	694.9	3	2	2	115.46	2	2	3	45	31	827
6	京绚红 Jingxuanhong	5.3	3.8	348.6	805.7	3	2	2	157.54	3	2	3	59	32	1 100
7	高原圣火 Gaoyuan Shenghuo	5.5	3.6	428.6	805.7	2	3	3	148.77	1	2	3	41	35	1 170
8	京山云岫 Jingshan Yunxiu	5.5	3.8	442.9	741.9	2	3	3	168.85	1	1	3	40	20	1 217
9	京桔粉 Jingjufen	5.9	3.4	363.6	782.1	2	3	3	160.33	1	1	3	43	38	1 143
10	京红映波 Jinghong Yingbo	4.8	4.0	363.6	640.7	2	3	3	144.80	1	2	3	67	23	1 510
11	京云香 Jingyunxiang	5.4	3.7	405.9	656.3	3	3	3	158.85	2	2	3	10	16	1 417
12	京云冠 Jingyunguan	4.8	2.6	407.4	752.1	3	3	3	143.56	2	1	3	70	10	1 483
13	粉楼藏金 Fenlou Cangjin	5.3	4.1	329.1	787.6	3	3	2	163.91	2	1	3	32	19	1 532
14	京醉美 Jingzuimei	4.3	2.3	425.0	742.9	3	3	3	136.73	1	2	3	69	40	1 283
15	京雁落雪 Jingyan Luoxue	5.6	3.4	398.6	775.7	3	3	3	149.34	2	1	2	33	42	1 083
16	京华墨冠 Jinghua Moguan	5.2	2.8	320.0	701.4	3	3	3	139.25	3	2	3	63	37	1 233
17	京墨洒金 Jingmo Sajin	4.6	3.3	418.6	565.7	3	3	3	146.84	3	2	3	25	57	1 140
18	京城紫 Jingchengzi	4.5	3.9	336.4	593.1	2	3	3	154.48	3	2	3	51	36	1 433
19	京娇紫 Jingjiaozhi	5.1	3.2	328.9	708.0	3	2	2	146.31	2	1	3	71	35	1 653
20	紫楼艳 Zilouyan	6.0	3.1	341.9	640.0	2	3	2	133.30	2	1	3	40	47	1 083
21	京玉玲珑 Jingyu Linglong	5.3	3.5	293.6	687.9	3	3	2	120.86	2	1	3	58	49	1 257
22	京月蓝 Jingyuelan	4.5	3.3	327.9	665.7	2	3	2	144.68	2	2	3	66	51	1 293
23	京艳紫 Jingyanzi	4.9	2.1	374.3	767.9	3	3	2	134.59	2	1	3	52	34	1 483
24	京燕踏雪 Jingyan Taxue	5.0	2.8	384.4	742.9	2	3	3	131.27	2	1	3	31	28	1 157
25	红线女 Hongxiannü	5.5	3.3	366.4	573.6	3	3	3	152.57	2	1	2	26	43	1 283
26	赛胡红 Saihuhong	5.2	2.9	321.4	720.4	3	3	2	94.35	3	2	3	14	23	947
27	京熙紫 Jingxizi	4.8	2.7	345.9	788.4	3	2	3	148.72	2	1	3	42	34	1 137
28	京瑰镶翠 Jinggui Xiangcui	4.4	2.9	388.9	579.1	3	3	2	140.62	2	2	3	53	35	1 200
29	京冠紫 Jingguanzi	5.0	3.4	327.1	567.9	3	3	3	138.35	1	1	3	42	24	1 217
30	京云熙 Jingyunxi	4.5	3.3	332.0	777.1	3	3	2	134.94	3	1	2	23	26	1 559
31	白狮子 Baishizi	5.1	3.9	364.7	531.3	2	3	3	140.39	2	1	2	20	16	1 153
32	紫冠玉带 Ziguan Yudai	4.7	1.9	308.8	646.3	1	3	3	159.20	1	2	3	56	63	1 125
33	京菊粉 Jingjufen	5.0	3.0	431.6	666.6	2	3	2	138.52	1	1	3	30	34	1 127
34	紫海银波 Zihai Yinbo	5.4	3.4	364.7	529.9	2	3	3	165.57	1	1	2	20	16	1 153
35	京玉香 Jingyuxiang	4.4	3.5	367.1	668.6	2	3	2	131.41	3	2	2	22	21	967
36	京龙望月 Jinglong Wangyue	6.0	3.5	296.6	516.7	1	3	2	142.30	1	2	2	13	29	893
37	京优满 Jingyouman	4.0	2.0	359.6	762.9	1	3	3	146.14	3	1	3	39	19	1 334
38	京紫冠彩 Jingzi Guancai	4.0	2.5	362.9	751.4	3	3	2	127.30	2	2	2	31	31	1 077
39	黄云 Huangyun	4.3	3.3	388.9	624.1	2	3	2	121.39	1	1	3	24	20	1 164
40	京紫插花 Jingzi Chahua	4.0	3.4	320.0	598.6	3	2	1	131.98	2	2	3	35	26	1 308
41	京雪飞蝉 Jingxue Feichan	4.8	3.6	288.1	507.9	3	3	2	125.50	1	1	2	15	38	930
42	玉关月 Yuguanyue	4.2	3.5	346.3	477.9	2	2	3	159.91	1	2	3	20	13	967
43	京绢 Jingjuan	3.3	1.9	361.4	568.6	3	3	2	163.95	1	2	3	57	31	1 000
44	粉西施 Fenxishi	4.5	1.7	335.0	789.8	2	3	2	133.00	2	1	3	24	21	959
45	京门玛瑙红 Jingmen Manaohong	3.5	1.8	394.7	696.6	3	3	2	122.31	2	1	3	36	34	1 564
46	京雪绢 Jingxuejuan	3.3	2.3	345.1	650.3	2	3	3	146.67	3	1	3	29	23	1 297
47	京辉红 Jinghuihong	3.5	1.5	337.9	625.0	3	3	2	124.68	3	2	3	30	19	1 017
48	京玉天成 Jingyu Tiancheng	3.2	2.6	362.3	559.4	1	3	3	156.22	1	2	3	20	3	1 500
49	京娟红 Jingjuanhong	4.2	2.4	307.1	418.6	2	3	2	138.42	2	2	3	40	36	1 117
50	千姿百态 Qianzi Baitai	4.0	1.7	267.4	557.3	2	3	2	101.68	3	2	3	35	34	750
51	京雪映辉 Jingxue Yinghui	3.5	2.5	319.5	593.0	2	2	1	127.45	2	1	3	39	58	1 509
X ₀	标准品种	6.3	4.5	442.9	945.7	3	3	3	205.50	3	2	3	75	63	1 653

注: 各性状详见表 1。下同。

Note: Each trait is shown in Table 1. The same below.

朵), 以半重瓣花型为主, 花头直立且高于叶面, 因此推荐作为适宜的切花品种并优先开发利用。第 II 类为‘京彩红’‘京绚红’‘高原圣火’等 14 个品种, 关联度为 0.7082~0.7561, 整体表现与第 I 类相近, 部分权重占比较高的性状低于第 I 类, 主要特点是瓶插寿命 (5.19 d) 与最佳观赏期 (3.51 d) 较长, 生长势强, 一年生枝 (378.61 mm) 与可采切长度 (717.56 mm) 长, 切花产量高 (46.24 朵), 以重瓣花型为主, 花头多直立且基本高于叶面, 具备良好的切花生产潜力, 因此推荐为较适宜的切花品种。第 III 类为‘京娇紫’、‘紫楼艳’和‘京玉玲珑’等 19 个品种, 关联度为 0.6361~0.6950, 整体表现中等, 瓶插寿命 (4.99 d) 较长, 最佳观赏期 (3.04 d), 一年生枝 (348.72 mm) 与可采切长度 (660.05 mm) 处中等水平, 产量一般 (37.71 朵), 以半重瓣花型为主, 花基本平于叶面, 切花生产潜力一般, 可作为后备切花品种资源进一步展开研究。第 IV 类为‘京紫冠彩’、‘黄云’和‘京紫插花’等 14 个品种, 关联度为 0.5771~0.6291, 主要特点是权重占比高的性状整体处于最低水平, 如瓶插寿命 (3.88 d) 及最佳观赏期 (2.47 d) 短、一年生枝 (338.33 mm) 及可采切长度 (601.31 mm) 短, 产量最低 (31.14 朵), 以半重瓣花型为主, 花平于叶面, 整体表现较差, 不推荐作为切花品种。

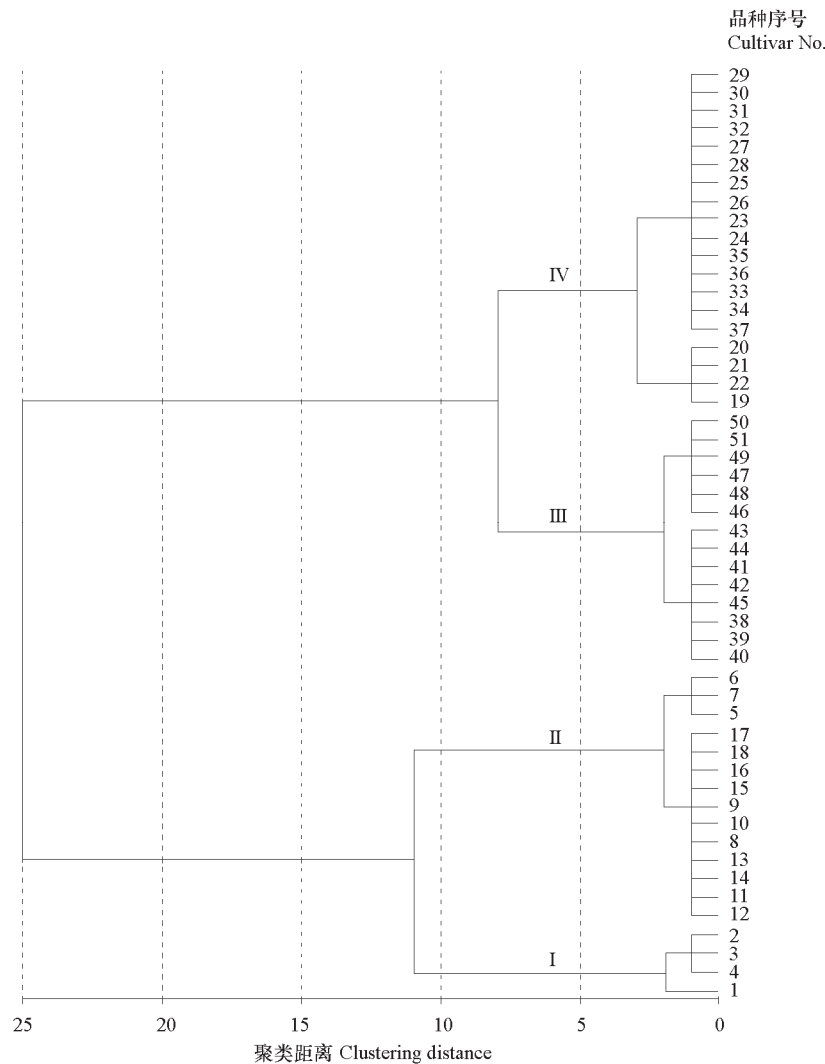


图 1 51 个参试紫斑牡丹品种加权关联度聚类分析结果 (品种详见表 2)

Fig. 1 The results of cluster analysis on 51 *Paeonia rockii* cultivars (Cultivar see Table 2)

表 3 待选牡丹品种各性状关联度与加权关联度 (r) 排名
Table 3 The traits' relational grade and the rank of weighted relational grade (r) of flare tree peony cultivars to be selected

品种 Cultivar	性状关联度 Trait's relational grade														r	排名 Rank	
	VL	OOP	ABL	CBL	FT	FG	FDD	FD	FF	IF	GP	FN	TN	PH			
京玉红 Jingyuhong	0.9091	0.8108	0.7110	0.7741	0.4167	1.0000	0.9091	0.5967	0.4167	1.0000	1.0000	1.0000	0.5114	0.9559	0.8203	1	
粉面桃腮 Fenmian Taosai	1.0000	0.8772	0.7059	0.6327	0.5882	1.0000	1.0000	0.5875	0.5882	1.0000	1.0000	1.0000	0.6188	0.4286	0.7333	0.7953	2
京粉岚 Jingfenlan	0.7895	0.7282	1.0000	1.0000	0.5882	1.0000	1.0000	0.7324	0.4167	0.4878	1.0000	0.4934	0.4225	0.9012	0.7912	3	
京冠辉红 Jingguan	0.7895	0.9146	0.7851	0.7167	1.0000	0.7692	0.9091	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.4335	0.3719	0.6836	0.7841	4	
Huihong																	
京彩红 Jingcaihong	0.9091	1.0000	0.6179	0.6422	1.0000	0.7143	0.5882	0.5208	0.5882	1.0000	1.0000	0.5407	0.4865	0.4879	0.7561	5	
京绚红 Jingxuanhong	0.7500	0.7538	0.6910	0.7628	1.0000	0.7143	0.5882	0.6710	1.0000	1.0000	1.0000	0.6862	0.4891	0.5874	0.7477	6	
高原圣火 Gaoyuan	0.7895	0.7004	0.9366	0.7628	0.5882	0.9091	0.8333	0.6330	0.4167	1.0000	1.0000	0.5123	0.5172	0.6197	0.7444	7	
Shenghuo																	
京山云岫 Jingshan	0.7895	0.7538	1.0000	0.6884	0.5882	0.9091	0.9091	0.7275	0.4167	0.4878	1.0000	0.5027	0.4110	0.6434	0.7354	8	
Yunxiu																	
京桔粉 Jingjiefen	0.8824	0.6608	0.7268	0.7336	0.5882	1.0000	1.0000	0.6841	0.4167	0.4878	1.0000	0.5274	0.5455	0.6070	0.7317	9	
京红映波 Jinghong	0.6667	0.8108	0.7268	0.5962	0.5882	0.9091	1.0000	0.6171	0.4545	1.0000	1.0000	0.8170	0.4265	0.8463	0.7299	10	
Yingbo																	
京云香 Jingyunxiang	0.7692	0.7282	0.8507	0.6088	1.0000	1.0000	1.0000	0.6771	0.5882	1.0000	1.0000	0.3546	0.3913	0.7691	0.7268	11	
京云冠 Jingyunguan	0.6694	0.5288	0.8562	0.6994	1.0000	1.0000	0.9091	0.6123	0.7143	0.4878	1.0000	0.8701	0.3629	0.8227	0.7250	12	
粉楼藏金 Fenlou Cangjin	0.7500	0.8427	0.6497	0.7401	1.0000	1.0000	0.5882	0.7017	0.5882	0.4878	1.0000	0.4537	0.4054	0.8664	0.7211	13	
京醉美 Jingzuimei	0.5941	0.4878	0.9219	0.6894	1.0000	1.0000	1.0000	0.5872	0.4167	1.0000	1.0000	0.8631	0.5696	0.6804	0.7206	14	
京雁落雪 Jingyan Luoxue	0.8108	0.6608	0.8264	0.7260	1.0000	0.8333	1.0000	0.6353	0.5882	0.4878	0.5882	0.4576	0.5921	0.5801	0.7150	15	
京华墨冠 Jinghua	0.7317	0.5576	0.6319	0.6483	1.0000	0.7692	0.8333	0.5963	1.0000	1.0000	1.0000	0.7538	0.5357	0.6523	0.7106	16	
Moguan																	
京墨洒金 Jingmo Sajin	0.6433	0.6358	0.8967	0.5424	1.0000	1.0000	1.0000	0.6252	1.0000	1.0000	1.0000	0.4167	0.8333	0.6054	0.7088	17	
京城紫 Jingchengzi	0.6250	0.7813	0.6646	0.5609	0.5882	1.0000	1.0000	0.6572	1.0000	1.0000	1.0000	0.6014	0.5233	0.7818	0.7082	18	
京娇紫 Jingjiaoz	0.7143	0.6224	0.6491	0.6545	1.0000	0.5882	0.5882	0.6231	0.5882	0.4878	1.0000	0.8993	0.5202	1.0000	0.6950	19	
京娇紫 Jingjiaoz	0.9091	0.6048	0.6762	0.5956	0.5882	1.0000	0.6250	0.5754	0.5882	0.4878	1.0000	0.5027	0.6569	0.5801	0.6890	20	
紫楼艳 Zilouyan																	
京玉玲珑 Jingyu Linglong	0.7500	0.6818	0.5855	0.6359	1.0000	0.9091	0.5000	0.5362	0.5882	0.4878	1.0000	0.6818	0.6870	0.6651	0.6875	21	
京月蓝 Jingyuelan	0.6250	0.6410	0.6471	0.6166	0.5882	0.8333	0.6667	0.6167	0.5882	1.0000	1.0000	0.8047	0.7200	0.6864	0.6825	22	
京艳紫 Jingyanzi	0.6818	0.4717	0.7546	0.7169	1.0000	1.0000	0.6250	0.5798	0.5882	0.4878	1.0000	0.6048	0.5114	0.8227	0.6729	23	
京燕踏雪 Jingyan Taxue	0.6977	0.5576	0.7830	0.6894	0.5882	1.0000	1.0000	0.5686	0.5882	0.4878	1.0000	0.4480	0.4592	0.6133	0.6684	24	
红线女 Hongxiannü	0.7895	0.6410	0.7340	0.5475	1.0000	0.7692	0.9091	0.6489	0.6250	0.4878	0.5882	0.4199	0.5960	0.6804	0.6649	25	
赛胡红 Saihuhong	0.7317	0.5725	0.6346	0.6666	1.0000	0.9091	0.5882	0.4682	1.0000	1.0000	1.0000	0.3706	0.4306	0.5271	0.6639	26	
京熙紫 Jingxizi	0.6667	0.5435	0.6849	0.7411	1.0000	0.6250	1.0000	0.6328	0.5556	0.4878	1.0000	0.5172	0.5114	0.6039	0.6615	27	
京瑰镶翠 Jinggui	0.6122	0.5725	0.7961	0.5513	1.0000	0.9091	0.5556	0.6013	0.5882	1.0000	1.0000	0.6224	0.5172	0.6347	0.6605	28	
Xiangcui																	
京冠紫 Jingguanzi	0.6977	0.6608	0.6457	0.5438	1.0000	1.0000	0.8333	0.5930	0.4167	0.4878	1.0000	0.5223	0.4369	0.6434	0.6572	29	

续表 3

品种 Cultivar	性状关联度 Trait's relational grade															r	排名 Rank
	VL	OOP	ABL	CBL	FT	FG	FDD	FD	FF	IF	GP	FN	TN	PH			
京云熙 Jingyunxi	0.6250	0.6410	0.6554	0.7276	1.0000	1.0000	0.5882	0.5810	1.0000	0.4878	0.5882	0.4072	0.4500	0.8933	0.6570	30	
白狮子 Baishizi	0.7143	0.7813	0.7296	0.5208	0.5882	1.0000	1.0000	0.6004	0.5882	0.4878	0.5882	0.3923	0.3913	0.6117	0.6559	31	
紫冠玉带 Ziguan Yudai	0.6522	0.4518	0.6113	0.6006	0.4167	0.9091	1.0000	0.6788	0.4167	1.0000	1.0000	0.6468	1.0000	0.5985	0.6537	32	
京菊粉 Jingjufen	0.6977	0.5882	0.9492	0.6173	0.5882	0.8333	0.5882	0.5936	0.4167	0.4878	1.0000	0.4425	0.5085	0.5993	0.6505	33	
紫海银波 Zihai Yinbo	0.7692	0.6608	0.7296	0.5199	0.5882	1.0000	1.0000	0.7102	0.4167	0.4878	0.5882	0.3937	0.3913	0.6117	0.6481	34	
京玉香 Jingyuxiang	0.6122	0.6818	0.7358	0.6190	0.5882	1.0000	0.5882	0.5691	1.0000	1.0000	0.5882	0.4011	0.4147	0.5342	0.6460	35	
京龙望月 Jinglong Wangyue	0.9091	0.6818	0.5904	0.5121	0.4167	0.9091	0.5556	0.6075	0.4167	1.0000	0.5882	0.3643	0.4688	0.5089	0.6452	36	
京优满 Jingyouman	0.5660	0.4615	0.7169	0.7112	0.4167	1.0000	1.0000	0.6224	0.9091	0.4878	1.0000	0.4957	0.4072	0.7116	0.6361	37	
京紫冠彩 Jingzi Guancai	0.5660	0.5111	0.7250	0.6986	1.0000	1.0000	0.5882	0.5558	0.5882	1.0000	0.5882	0.4480	0.4839	0.5773	0.6291	38	
黄云 Huangyun	0.6000	0.6410	0.7961	0.5834	0.5882	1.0000	0.7143	0.5377	0.4167	0.4878	1.0000	0.4135	0.4128	0.6170	0.6242	39	
京紫插花 Jingzi Chahua	0.5660	0.6608	0.6319	0.5647	1.0000	0.7143	0.4545	0.5710	0.5882	1.0000	1.0000	0.4717	0.4455	0.6955	0.6190	40	
京雪飞蝉 Jingxue Feichan	0.6667	0.7042	0.5768	0.5070	1.0000	1.0000	0.6667	0.5502	0.4545	0.4878	0.5882	0.3731	0.5488	0.5212	0.6115	41	
玉关月 Yuguanyue	0.5882	0.6818	0.6859	0.4905	0.5882	0.5882	1.0000	0.6821	0.4167	1.0000	1.0000	0.3937	0.3750	0.5342	0.6102	42	
京绢 Jingjuan	0.5000	0.4518	0.7214	0.5442	1.0000	0.8333	0.5882	0.7019	0.4167	1.0000	1.0000	0.6649	0.4813	0.5466	0.6092	43	
粉西施 Fenxishi	0.6250	0.4335	0.6616	0.7428	0.5882	1.0000	0.5882	0.5744	0.5882	0.4878	1.0000	0.4119	0.4138	0.5313	0.6083	44	
京门玛瑙红 Jingmen Manaohong	0.5172	0.4455	0.8141	0.6438	1.0000	0.8333	0.5263	0.5405	0.5882	0.4878	1.0000	0.4759	0.5085	0.8984	0.6057	45	
京雪绢 Jingxuejuan	0.5000	0.4934	0.6834	0.6039	0.5882	0.9091	0.8333	0.6245	1.0000	0.4878	1.0000	0.4371	0.4265	0.6884	0.5992	46	
京辉红 Jinghuihong	0.5172	0.4167	0.6676	0.5841	1.0000	0.7692	0.5556	0.5477	1.0000	1.0000	1.0000	0.4443	0.4072	0.5530	0.5906	47	
京玉天成 Jingyu Tiancheng	0.4918	0.5300	0.7236	0.5383	0.4167	1.0000	0.7692	0.6650	0.4167	1.0000	1.0000	0.3937	0.3333	0.8373	0.5894	48	
京娟红 Jingjuanhong	0.5861	0.5008	0.6084	0.4607	0.5882	0.7692	0.5556	0.5932	0.5882	1.0000	1.0000	0.5074	0.5263	0.5948	0.5804	49	
千姿百态 Qianzi Baitai	0.5660	0.4335	0.5459	0.5369	0.5882	0.9091	0.5000	0.4852	1.0000	1.0000	1.0000	0.4738	0.5085	0.4657	0.5778	50	
京雪映辉 Jingxue Yinghui	0.5172	0.5172	0.6309	0.5608	0.5882	0.7143	0.4348	0.5563	0.6250	0.4878	1.0000	0.4980	0.8571	0.8454	0.5771	51	

表 4 4 类紫斑牡丹各性状平均值

Table 4 The average value of traits in four groups of *Paeonia rockii* cultivars

类群 Group	品种数 Cultivar number	VL/d	OOP/d	ABL/mm	CBL/mm	FT	FM	FDD	FD/mm	FF	IF	GP	FN	TN	PH/mm
I	4	5.83	4.05	385.04	803.00	2.00	3.00	3.00	162.86	1.75	1.75	3.00	48.67	22.92	1 459.67
II	14	5.19	3.51	378.61	717.56	2.64	2.84	2.72	149.19	1.98	1.64	2.93	46.24	31.19	1 255.12
III	19	4.99	3.04	348.72	660.05	2.32	2.81	2.39	139.16	1.94	1.32	2.68	37.71	33.16	1 211.63
IV	14	3.88	2.47	338.33	601.31	2.36	2.72	2.03	134.32	1.89	1.57	2.86	31.14	27.61	1 154.11

综合评价第 1 的‘京玉红’（图 2, a）为中花品种，花色纯白、淡香，荷花型；花瓣大而舒展；瓣基部菱形色斑鲜红色；切花产量高达 75 朵，在所有参试品种中最高，其余权重占比较高的指标如 1 年生枝长（357.1 mm）、切枝长度（814.3 mm），瓶插寿命（6.0 d）与最佳观赏期（4.0 d）等在所有参试品种中居前列。排名第 2 的‘粉面桃腮’（图 2, b）为中晚花品种，花白色、有香，菊花型，

花瓣成轮排列整齐, 由外向内逐渐变小, 瓣基部色斑淡红色; 瓶插寿命 (6.3 d) 及最佳观赏期 (4.2 d) 优于 ‘京玉红’, 但切花产量 (53 朵) 与切枝长度 (684.3 mm) 表现中等。排名第 3 的 ‘京粉岚’ (图 2, c) 是早花品种, 花粉色、淡香, 菊花型或蔷薇型, 外瓣舒展, 瓣基部菱形色斑紫红色; 1 年生枝长 (442.9 mm) 及切枝长度 (945.7 mm) 在所有参试品种中最优, 植株高大, 长势强, 但切花产量中等 (38 朵), 切花瓶插寿命 5.5 d, 最佳观赏期平均 3.7 d。排名第 4 的 ‘京冠辉红’ (图 2, d) 为中晚花品种, 重瓣花且大, 花红色、浓香, 皇冠型, 外瓣大而舒展, 内瓣宽阔皱褶, 瓣端形态多变, 瓣基部菱形色斑较小; 瓶插寿命 (5.5 d)、最佳观赏期 (4.3 d)、1 年生枝长 (385.1 mm) 及切枝长度 (767.7 mm) 表现优异但分蘖能力较差, 切花产量一般 (28 朵)。



图 2 紫斑牡丹优良切花品种

Fig. 2 Excellent cultivars of *Paeonia rockii* selected for cut-flower production

3 讨论

3.1 标准品种与评价指标确定

牡丹品种的应用目的不同, 对其性状目标的要求也不同。如园林绿化中对牡丹叶色、绿叶期及抗逆性方面有综合要求, 在盆栽应用方面则是特定要求植株低矮, 株形紧凑等 (高平等, 2013), 而切花生产则更注重在花枝长度、切花产量、瓶插寿命及耐贮藏性等方面的表现。在品种评价筛选过程中, 标准品种与评价指标的确定是关键。本研究中主要基于紫斑牡丹长势强、枝条长的主要特点, 从前期已经根据观赏性进行了初步筛选的品种中, 选择了 51 个较高观赏价值的品种, 进一步针对切花专用目标进行评价与筛选。因此, 本研究在传统的评价筛选方法上进行了改良, 一级性状指标中重点关注了切花产前 (植株生长表现) 与产后 (瓶插表现) 特点, 相对弱化了观赏性状 (袁

苗苗和安运华, 2018)。

本研究中在确定标准品种与评价指标时, 首先赋予植株生长表现最大权重 (0.43), 这是因为品种的生长性状直接决定切花产量与品质; 基于同样理由, 在二级性状权重分配中侧重于切枝长、一年生枝长及单株切花产量, 因为枝长是切花采后的重要分级标准, 而产量决定品种的经济效益; 长势、分蘖数及株高 3 项指标因为受生产栽培管理水平的影响较大, 因此权重分配至较低水平, 以便降低生产操作对品种评价结果的影响。本研究中的第 2 赋值权重为品种的切花瓶插表现 (0.35), 这在切花商品生产中具有重要价值, 由于大多数牡丹切花瓶插寿命短, 所以采后表现良好的品种市场竞争优势大, 因此瓶插寿命和最佳观赏时间这两个指标占比最高。观赏性是评价切花品种不可缺少的指标, 以描述性性状居多, 为减小主观因素影响, 该部分的权重分配最低 (0.22), 其中花态、花径及花朵显示度的权重略高于花型、花香及初花期, 因为前者的主观性相对较弱且切花的开放表现直接影响了商品价值。在前人有关的权重分配研究中, 王晓辉 (2016) 注重紫斑牡丹 (*P. rockii*) 观赏性评价, 其性状指标中花型、花色、花显示度、群体花期等权重占比高达 70%, 主观性较强; 刘红凡等 (2017) 在中原牡丹 (*P. suffruticosa*) 切花品种筛选时, 强调综合性, 将权重均分至观赏性、花梗特点、产量及瓶插寿命 4 个一级指标中, 但其在切枝长度中仅考虑一年生枝条的长度, 未将二年生枝条纳入调查范围, 同时瓶插寿命中未考虑到最佳观赏期时间; 同样, 高平等 (2013) 在研究中原牡丹时, 主要集中在生长势及开花表现, 未对切花采后瓶插表现方面进行研究。本研究中结合紫斑牡丹的特点, 以及切花生产对产前与产后切花的特殊要求, 更加合理地分配了评价权重, 从而能够更为准确地筛选出符合切花专用目标的品种。同时认为, 在利用灰色关联分析法进行类似研究时, 权重分配应在明确筛选目标及其与该目标密切相关的关键性状的基础上, 选择区分明显的权重分配, 并尽可能选取数量性状, 降低主观因素影响, 在保证评价系统目的明确的同时, 又使其综合性得到了较好的体现。

3.2 适宜切花的品种筛选

适宜切花的紫斑牡丹品种, 不仅应具备花型整齐、花色纯正、花头挺立、花香怡人的观赏性特点, 同时还应该具备长势强、单株成花率高、分蘖多、切枝长以及瓶插寿命及最佳观赏期长等特点。本研究中充分考虑切花生产对品种的专用要求, 利用灰色系统理论获得参试品种的加权关联度排名, 明确各品种的优劣, 对加权关联度结果进一步聚类分析后, 共计筛选出 18 个具有良好切花生产潜力的品种, 为牡丹切花生产提供了优良种质资源。综合评价排名前 4 的‘京玉红’、‘粉面桃腮’、‘京粉岚’与‘京冠辉红’, 建议作为优良切花品种优先推广, 并针对性地开展配套栽培技术、采后保鲜与贮藏技术的研究, 完善切花生产链。这 4 个品种中, 除‘粉面桃腮’ (成仿云 等, 2005) 外, 其余 3 个均为本课题组培育的新品种, 正在申报植物新品种权。

本研究中根据评价对象与标准品种的关联度, 结合聚类分析推荐 18 个紫斑牡丹品种作为切花的品种资源, 并推荐其中 4 个作为优先推广的品种。但目前仅从外部表现形态开展了研究, 未来应对品种的耐修剪性及耐贮藏性展开进一步评价, 同时由于品种内部生理生化特性对品种适应性及稳定性上起更重要的作用, 因此有必要结合生理、栽培、采切及保鲜等技术方面开展研究, 形成一套完整的从品种、栽培到切花商品的生产流程, 建立健全牡丹切花生产的技术链体系, 通过技术升级推动中国牡丹产业发展。

References

Cao Yang. 2008. Investigation and evaluation on the cultivar resources of Tianpeng tree peony [M. D. Dissertation]. Ya'an: Sichuan Agricultural

- University. (in Chinese)
- 曹洋. 2008. 天彭牡丹品种资源调查及评价[硕士论文]. 雅安: 四川农业大学.
- Cheng F, Yu X. 2008. Flare tree peonies (*Paeonia rockii* hybrids) and the origin of the cultivar group. *Acta Horticulturae*, (766): 375.
- Cheng Fang-yun, Li Jia-jue, Chen De-zhong. 2005. Chinese flare mudan. Beijing: China Forestry Publishing House: 53 - 58, 85 - 87, 113. (in Chinese)
- 成仿云, 李嘉珏, 陈德忠. 2005. 中国紫斑牡丹. 北京: 中国林业出版社: 53 - 58, 85 - 87, 113.
- Deng Ju-long. 1983. The research summary of grey theory. *World Science*, (7): 1 - 5. (in Chinese)
- 邓聚龙. 1983. 灰色系统综述. *世界科学*, (7): 1 - 5.
- Gao Ping, Liu Yu-ying, Cheng Fang-yun, Liu Gai-xiu, Li Min. 2013. Cultivar evaluation and selection in *Paeonia* × *suffruticosa* Zhongyuan group for specialized purpose to use. *Journal of Beijing Forestry University*, 35 (4): 106 - 111. (in Chinese)
- 高平, 刘玉英, 成仿云, 刘改秀, 李敏. 2013. 基于专用目标的中原牡丹品种评价与筛选. *北京林业大学学报*, 35 (4): 106 - 111.
- Ji Wei, Guo Rongrong, Wang Jingbo, Jiao Xiaobo, Yan Zhao, Chang Qinxiang, Dong Zhigang, Wang Yuejin. 2019. Grey correlation analysis of physiological and biochemical factors in embryo abortion of seedless grape. *Acta Horticulturae Sinica*, 46 (8): 1473 - 1485. (in Chinese)
- 纪薇, 郭荣荣, 王静波, 焦晓博, 闫钊, 昌秦湘, 董志刚, 王跃进. 2019. 无核葡萄胚败育生理生化因子灰色关联分析. *园艺学报*, 46 (8): 1473 - 1485.
- Li Qin, Chen De-fu. 2019. The present situation, problems and countermeasures of chinese fresh cut flowers export development. *Practice in Foreign Economic Relations and Trade*, (7): 46 - 49. (in Chinese)
- 李琴, 陈德富. 2019. 我国鲜切花出口发展的现状、问题与对策. *对外经贸实务*, (7): 46 - 49.
- Liu Hong-fan, Wang Xiao-hui, Shao An-ling, Ji Han-le, Wang Zhan-ying. 2017. Application of gray correlative degree analysis in screening of peony varieties for cut flower. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 29 (6): 49 - 53. (in Chinese)
- 刘红凡, 王晓晖, 邵安领, 冀含乐, 王占营. 2017. 灰色关联度分析法在切花牡丹品种筛选中的应用. *江西农业学报*, 29 (6): 49 - 53.
- Lu Zhen-hong, Cai Cheng-liang, Gu Qiang-jian, Tian Min, Mo Xi-jun, Wu Xue-wei, Gui Min. 2014. Grey correlation degree analysis of 11 ornamental chrysanthemum varieties. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 26 (1): 41 - 43. (in Chinese)
- 卢珍红, 蔡承良, 顾强健, 田敏, 莫锡君, 吴学尉, 桂敏. 2014. 11个观赏菊花品种灰色关联度分析. *江西农业学报*, 26 (1): 41 - 43.
- Mornya P M P, Cheng F Y. 2018. Effect of combined chilling and GA₃ treatment on bud abortion in forced 'Luoyanghong' tree peony (*Paeonia suffruticosa* Andr.). *Horticultural Plant Journal*, 4 (6): 250 - 256.
- Nian Lin-ke, Meng Hai-yan, Su Xiao-lin, Shi Guo-an. 2017. Effects of adding chlorine dioxide to vase solution on fresh-keeping of tree peony cut flower. *Plant Physiology Journal*, 53 (11): 2022 - 2030. (in Chinese)
- 年林可, 孟海燕, 苏笑林, 史国安. 2017. 瓶插液添加二氧化氯对牡丹切花的保鲜效果. *植物生理学报*, 53 (11): 2022 - 2030.
- Pang Li-zheng, Cheng Fang-yun, Zhong Yuan, Cai Chang-fu, Cui Hu-liang. 2012. Phenotypic analysis of association population for flare tree peony. *Journal of Beijing Forestry University*, 34 (6): 115 - 120. (in Chinese)
- 庞利铮, 成仿云, 钟原, 蔡长福, 崔虎亮. 2012. 紫斑牡丹关联分析群体的表型分析. *北京林业大学学报*, 34 (6): 115 - 120.
- Qin Guang-yuan, Dai Yan-xuan, Cheng Bao-dong. 2019. An analysis of chinese fresh cut flowers import demand elasticity. *Economics of Xinjiang*, (4): 5 - 14. (in Chinese)
- 秦光远, 代亚轩, 程宝栋. 2019. 中国鲜切花进口需求弹性分析. *新疆财经*, (4): 5 - 14.
- Shi Guo-an. 2010. Studies on physiological and biochemical mechanisms of blooming and senescence in tree peony [Ph. D. Dissertation]. Wuhan: Huazhong Agricultural University. (in Chinese)
- 史国安. 2010. 牡丹开花与衰老的生理生化机制研究[博士论文]. 武汉: 华中农业大学.
- Wang Lian-ying. 1994. Chinese tree peony. Beijing: China Forestry Publishing House: 39 - 46. (in Chinese)
- 王莲英. 1994. 中国牡丹品种图志. 北京: 中国林业出版社: 39 - 46.
- Wang Xiao-hui, Wang Zhan-ying, Wu Jian-mei, Liu Ying-feng. 2016. Evaluation of thirty varieties of *Paeonia papaveracea* based on grey correlation analysis method. *Northern Horticulture*, (18): 57 - 61. (in Chinese)
- 王晓晖, 王占营, 吴建梅, 刘迎锋. 2016. 灰色关联度分析法评价三十个紫斑牡丹品种. *北方园艺* (18): 57 - 61.

- Wu Jing, Cheng Fang-yun, Pang Li-zheng, Zhong Yuan, Cai Chang-fu. 2016a. Association analysis of phenotypic traits with SSR markers in *Paeonia rockii*. *Journal of Beijing Forestry University*, 38 (8): 80 - 87. (in Chinese)
吴 静, 成仿云, 庞利铮, 钟 原, 蔡长福. 2016a. 紫斑牡丹表型性状与 SSR 分子标记的关联分析. *北京林业大学学报*, 38 (8): 80 - 87.
- Wu Jing, Cheng Fang-yun, Zhong Yuan. 2016b. The numerical classification of flower color phenotype in flare tree peony. *Acta Horticulturae Sinica*, 43 (5): 947 - 956. (in Chinese)
吴 静, 成仿云, 钟 原. 2016b. 紫斑牡丹花色表型数量分类研究. *园艺学报*, 43 (5): 947 - 956.
- Xie Wei-jia, Tang Yu-wei, Song Jie, Peng Lü-chun, Wang Ji-hua, Li Shu-fa, Li Shi-feng. 2017. Comprehensive evaluation of *Rhododendron* varieties based on grey-relational grade method. *Journal of Henan Agricultural University*, 51 (4): 513 - 520. (in Chinese)
解玮佳, 唐毓玮, 宋 杰, 彭绿春, 王继华, 李树发, 李世峰. 2017. 基于灰色关联度分析法的高山杜鹃品种综合评价. *河南农业大学学报*, 51 (4): 513 - 520.
- Yuan Miao-miao, An Yun-hua. 2018. Analysis on the grey relational degree of 18 species gramineous ornamental grasses in Jinzhou city. *Journal of Yangtze University (Natural Science Edition)*, 15 (6): 24 - 27. (in Chinese)
袁苗苗, 安运华. 2018. 荆州市 18 种禾本科观赏草的灰色关联度分析. *长江大学学报 (自科版)*, 15 (6): 24 - 27.
- Zhang Qi-xiang. 2014. The innovation development and tendency of main commercial flower cultivars' commodities at home and abroad. *China Flowers & Horticulture*, (23): 20 - 22. (in Chinese)
张启翔. 2014. 国内外主要商品花卉品种创新进展与趋势. *中国花卉园艺*, (23): 20 - 22.
- Zheng Qing. 2004. The application of peony in traditional flower arrangement. *China Flowers & Horticulture*, (23): 52 - 53. (in Chinese)
郑 青. 2004. 牡丹在传统插花中的应用. *中国花卉园艺*, (23): 52 - 53.

征订

欢迎订阅 2021 年《现代园艺》

《现代园艺》是中国核心期刊(遴选)数据库、中文科技期刊数据库、龙源期刊网收录期刊, 中国期刊网全文收录期刊, 江西省优秀期刊, 中国学术期刊综合评价数据库统计期刊。聚集当代果树林木、瓜果蔬菜、药材菌菇、花卉园林、景观设计等先进科技信息, 预测市场发展动态, 生产与营销并重, 突出新产品、新技术、新成果、新情况、新观点、新经验, 交流致富信息, 传播成功范例, 信息量大, 针对性强, 引导广大农民发家致富。国内外公开发行, 是目前最具影响力的综合性园艺科技期刊之一。

热忱欢迎广大园艺园林生产企业、科研院所、大中专院校、农技推广等工作、管理员、专业户及爱好者赐稿、订阅。

全国各地邮局均可订阅, 邮发代号: 44-114, 全年 12 期, 每期定价 10 元 (全年 120 元)

国内统一刊号: CN 36-1287/S, 国际标准刊号: ISSN 1006-4958。

汇款地址: 江西省樟树市双金 《现代园艺》杂志社 邮编: 331213

杂志社电话: 0795-7831008 (编辑部)、7831108 (发行部)

投稿网址: www.xdyzys.com 广告邮箱: xdy008@163.com

现代园艺 QQ 群: 132644508 206684182 杂志官网: www.xdyzys.com