



## 月季花部性状表型多样性研究

尹世华 李传林 黄晓霞 李淑斌 程小毛

### Study on Phenotypic Diversity of Related Characters in Flower of *Rosa hybrida*

Yin Shihua, Li Chuanlin, Huang Xiaoxia, Li Shubin, Cheng Xiaomao

引用本文:

尹世华, 李传林, 黄晓霞, 李淑斌, 程小毛. 月季花部性状表型多样性研究[J]. 西南林业大学学报, 2022, 42(4):38–47. doi: 10.11929/j.swfu.202105060

Yin Shihua, Li Chuanlin, Huang Xiaoxia, Li Shubin, Cheng Xiaomao. Study on Phenotypic Diversity of Related Characters in Flower of *Rosa hybrida*[J]. *Journal of Southwest Forestry University(Natural Science)*, 2022, 42(4):38–47. doi: 10.11929/j.swfu.202105060

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202105060>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 云南猕猴桃资源的收集及表型多样性分析

Kiwifruit Resources Collection in Yunnan Province and Phenotypic Diversity Analysis  
西南林业大学学报. 2021, 41(2): 38–45 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201908040>

#### 不同生长优势等级云南松针叶表型多样性分析

Needles Phenotypic Diversity Analysis in Different Dominance Hierarchies of *Pinus yunnanensis*  
西南林业大学学报. 2019, 39(5): 1–7 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201812060>

#### 不同择伐方式云南松针叶表型多样性比较

Needles Phenotypic Diversity Analysis of *Pinus yunnanensis* in Different Selective Cutting Ways  
西南林业大学学报. 2018, 38(5): 65–70 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2018.05.011>

#### 西藏蚂蚁区系及物种多样性研究

Ant Fauna and Species Diversity of Tibet  
西南林业大学学报. 2021, 41(1): 1–16 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.202010014>

#### 贵州西部废弃煤矿地先锋树种物种组成及多样性研究

Species Composition and Diversity of Pioneer Tree of Abandoned Coal Mines in Western Guizhou  
西南林业大学学报. 2020, 40(1): 52–61 <https://doi.org/10.11929/j.swfu.201902078>

#### 海口城市公园植物群落多样性研究

Analysis on Plant Community Diversity in Haikou City Parks  
西南林业大学学报. 2017, 37(1): 88–93,103 <https://doi.org/10.11929/j.issn.2095-1914.2017.01.015>

DOI: 10.11929/j.swfu.202105060

引文格式: 尹世华, 李传林, 黄晓霞, 等. 月季花部性状表型多样性研究 [J]. 西南林业大学学报 (自然科学), 2022, 42(4): 38-47.

## 月季花部性状表型多样性研究

尹世华<sup>1</sup> 李传林<sup>1</sup> 黄晓霞<sup>1</sup> 李淑斌<sup>2</sup> 程小毛<sup>1</sup>

(1. 西南林业大学园林园艺学院国家林业和草原局西南风景园林工程技术研究中心, 云南 昆明 650233;

2. 云南省农业科学院国家观赏园艺工程技术研究中心, 云南 昆明 650205)

**摘要:** 为研究月季花部性状的遗传多样性, 从73份月季资源中选定了9个花部性状进行相关分析、聚类分析、主成分分析和综合评价。结果表明: 月季各品种间存在显著不同, 遗传多样性变异丰富。其中, 6个定量性状的变异系数均值为64.00%, 花头数的变异系数最大; 定量描述性状的多样性大于定性描述性状的多样性, 花瓣数的多样性指数最大。73份月季品种中存在极显著相关的性状有15对; 在欧氏距离为10处可将73份月季品种划分为3组; 前3个主成分能够表现出9个花部性状的多数信息, 累计贡献率为71.19%, 贡献率最大的为第一主成分, 达44.50%。73份月季资源中‘绯扇月季’的综合得分最高, ‘无刺野玫瑰’的综合得分最低, 结合逐步回归分析筛选出花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积和花头数可作为月季花部性状的综合评价指标。

**关键词:** 月季; 花; 表型性状; 多样性; 综合评价

中图分类号: S685.12

文献标志码: A

文章编号: 2095-1914(2022)04-0038-10

## Study on Phenotypic Diversity of Related Characters in Flower of *Rosa hybrida*

Yin Shihua<sup>1</sup>, Li Chuanlin<sup>1</sup>, Huang Xiaoxia<sup>1</sup>, Li Shubin<sup>2</sup>, Cheng Xiaomao<sup>1</sup>

(1. Research Center of National Forestry and Grassland Administration for Engineering Technology of Landscape Architecture in Southwest China, College of Landscape Architecture and Horticulture, Southwest Forestry University, Kunming Yunnan 650233, China; 2. National Engineering Research Center for Ornamental Horticulture, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming Yunnan 650205, China)

**Abstract:** In order to study the genetic diversity of floral traits of *Rosa hybrida*, 9 flower characters were selected from 73 *R. hybrida* resources for correlation analysis, cluster analysis, principal component analysis and comprehensive evaluation. The results showed that the phenotypic traits of *R. hybrida* germplasm resources have a high degree of variation, diverse types, and rich genetic diversity. Among of them, the average coefficient of variation of the 6 quantitative traits is 64.00%, and the coefficient of variation of the number of flower heads is the largest; the diversity of quantitative description traits is greater than the diversity of qualitative description traits, and the diversity of petal numbers is the largest. Correlation analysis showed that there were 15 pairs of extremely significant related traits in 73 *R. hybrida* varieties. Cluster analysis showed that 73 rose varieties can be divided into 3 groups at the Euclidean distance of 10. According to principal component analysis, the first three

收稿日期: 2021-05-28; 修回日期: 2021-07-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(31560217)资助; 云南省万人计划青年拔尖人才项目(YNWR-QNBJ-2019-280和YNWR-QNBJ-2020-222)资助; 云南省省级重点学科园林植物与观赏园艺建设经费(50097401)资助; 云南省高校重点建设学科(风景园林学)建设项目资助。

第1作者: 尹世华(1996—), 男, 硕士研究生。研究方向: 风景园林植物资源与应用。Email: 1821482195@qq.com。

通信作者: 程小毛(1979—), 女, 博士, 教授, 博士生导师。研究方向: 植物分子遗传与生理。Email: 30375713@qq.com。

principal components can show most of the information of 9 flower traits, with a cumulative contribution rate of 71.19%. And the contribution rate of the first principal component was the largest, which is 44.50%. Among the 73 *R. hybrida* resources, *R. hybrida* 'Hiogi' has the highest overall score, and *R. hybrida* 'multiflora inermis' has the lowest overall score. Combined with stepwise regression analysis, the flower diameter, petal length, petal width, petal area and number of flower heads can be selected as the comprehensive evaluation indexes for the flower traits of *R. hybrida*.

**Key words:** *Rosa hybrida*; flower; phenotypic trait; diversity; comprehensive evaluation

月季 (*Rosa hybrida*) 是我国十大传统名花之一, 素有“花中皇后”的美誉<sup>[1]</sup>。月季花因具花色丰富、花型优美、花香馥郁等优点, 成为了园林绿化、鲜切花市场中极其重要的观赏花卉, 深受人们的喜爱。研究种质资源的表型遗传多样性, 对促进种质资源的创新和高效利用具有重要意义<sup>[2-3]</sup>。因此, 通过对月季花部相关性状进行表型多样性相关分析可为月季种质资源的高效利用提供物质基础, 从而促进月季花卉产业的发展。

月季最重要的观赏部位在于花, 花部性状在月季的观赏价值定位和品种分类中起到重要作用<sup>[4-6]</sup>。花瓣数是月季品种间差异性最为明显的性状, 花量则是品种间变异性最大的性状<sup>[7-8]</sup>。花部性状 (花瓣数, 花量和花径) 是月季品种分类的重要指标<sup>[7, 9-10]</sup>。花色、花瓣、花香等其它花部性状一直以来也都是月季表型多样性研究的热点, 并且已在月季品种分类、种质资源的高效利用等方面得到了应用<sup>[11-16]</sup>, 但这些相关研究大多基于现代月季展开, 尚未在更多的月季种质资源中得到进一步验证。因此, 本研究选定了花头数、花

瓣数量、花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积、花色、花香、瓣形等 9 个花部相关性状对 73 份月季种质资源 (34 份中国古老月季品种、9 份野生蔷薇和 30 份现代月季品种) 进行遗传变异分析、逐步回归分析、相关性分析、聚类分析与主成分分析, 以期对月季种质鉴定、品种选育和高效利用等工作提供理论指导, 为月季种质资源的合理利用与综合评价奠定基础。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

于 2019 年 6—10 月在昆明市晋宁区 (24°60'34"N, 102°59'39"E) 进行, 供试的月季品种来源于艾蔷薇科技有限公司和云南省农业科学院, 共记 73 份月季品种材料。其中, 中国古老月季品种 34 份 (Ch); 野生蔷薇 9 份 (W); 现代月季品种 30 份, 包含 7 份灌丛月季 (S), 7 份藤本月季 (Cl), 11 份丰花月季 (F), 2 份微型月季 (Min), 2 份壮花月季 (Gr) 以及 1 份杂交茶香月季 (HT)。试验期间进行正常的水肥管理 (表 1)。

表 1 73 份月季品种资源及编号

Table 1 Resources and numbers of 73 *R. hybrida* varieties

编号	品种名	来源地	类型	编号	品种名	来源地	类型
1	白色金樱子	晋宁	W	38	FS 月月红	晋宁	Ch
2	单瓣猩红月月红	晋宁	Ch	39	春水绿波	晋宁	Ch
3	人面桃花	晋宁	Ch	40	月月粉	晋宁	Ch
4	无刺野蔷薇	晋宁	W	41	花蝴蝶	云南农业科学研究院	Ch
5	无籽缙丝花	晋宁	W	42	中甸刺玫	云南农业科学研究院	W
6	长尖叶蔷薇	晋宁	W	43	重瓣黄木香	云南农业科学研究院	W
7	大花香水月季	晋宁	Ch	44	藤本樱霞	晋宁	Cl
8	单瓣白木香檀芯	晋宁	W	45	朱丽叶	晋宁	Cl

续表 1

编号	品种名	来源地	类型	编号	品种名	来源地	类型
9	红花金樱子	晋宁	W	46	御用马车	晋宁	Cl
10	粉晕大花香水月季	晋宁	Ch	47	金色珊瑚心	晋宁	Cl
11	五元月月红	晋宁	Ch	48	凯特琳娜	晋宁	Cl
12	赤龙含珠	晋宁	Ch	49	红色龙沙宝石	晋宁	Cl
13	粉红香水月季	晋宁	Ch	50	安琪儿	晋宁	Cl
14	佛见笑	晋宁	Ch	51	环美空	晋宁	F
15	变色月季	晋宁	Ch	52	贝壳	晋宁	F
16	大富贵	晋宁	Ch	53	莫奈	晋宁	F
17	广陵散	晋宁	Ch	54	红苹果	晋宁	F
18	湖中月	晋宁	Ch	55	蓝色风暴	晋宁	F
19	金粉莲	晋宁	Ch	56	梦之蕾	晋宁	F
20	橘囊	晋宁	Ch	57	完美香气	晋宁	F
21	绿萼	晋宁	Ch	58	微蓝	晋宁	F
22	匍匐红	晋宁	Ch	59	紫雾泡泡	晋宁	F
23	青莲学士	晋宁	Ch	60	红色达芬奇	晋宁	F
24	软香红	晋宁	Ch	61	白桃草莓冻糕	晋宁	F
25	四面镜	晋宁	Ch	62	凯丽	晋宁	S
26	铁瓣月月红	晋宁	Ch	63	慷慨的园丁	晋宁	S
27	五色月季	晋宁	Ch	64	蓝色绒球	晋宁	S
28	小花藤本月月粉	晋宁	Ch	65	心之水滴	晋宁	S
29	小花香水月季	晋宁	Ch	66	漂亮的妮娜	晋宁	S
30	一季粉	晋宁	Ch	67	瑞典女王	晋宁	S
31	映日荷花	晋宁	Ch	68	真宙	晋宁	S
32	羽仕妆	晋宁	Ch	69	浪漫比克	晋宁	Min
33	月月红	晋宁	Ch	70	天方夜谭	晋宁	Min
34	重瓣白木香檀芯	晋宁	W	71	焦糖古董	晋宁	Gr
35	紫香绒	晋宁	Ch	72	绯扇	晋宁	Gr
36	甸头1	晋宁	Ch	73	莫妮卡贝鲁奇	晋宁	HT
37	甸头3	晋宁	Ch				

## 1.2 表型性状观测

由表 2 可知, 月季的 9 个花部性状均在盛花期进行观测, 调查性状包括 3 个质量性状 (花色、花香和瓣形) 和 6 个数量性状 (花头数、花瓣数量、花朵直径、花瓣长、花瓣宽和花瓣面积)。用游标卡尺测量长度、宽度以及直径, 用

CI-202 便携式叶面积计测量面积, 用国际通用的英国皇家园艺学会比色卡 (RHSCC, 2001 年版)<sup>[17]</sup> 进行颜色测量, 并记录其数字编码。月季品种的调查根据 GB/T 1955.7.1<sup>[18]</sup> 进行。所有测试材料均设置 3 个重复, 每个重复中材料来源于同一品种的 3 个不同植株。

表2 月季形态多样性指标及赋值标准

Table 2 The main morphological characters and value assignment criteria for *R. hybrida*

代号	形态性状	赋值	记载标准
FF	花香	1~4	无香=1, 淡香=2, 香=3, 浓香=4
PS	瓣形	1~5	扇形=1, 心形=2, 圆形=3, 圆阔形=4, 长阔=5
FC	花色	0~7	0: 白, 1: 黄, 2: 间色: 粉 4: 红, 5: 橘红, 6: 复合7: 珍奇
PN	花瓣数量	数值	0: 5~10 玫(单瓣), 1: 10~20 玫(半重瓣), 2: 20~60 玫(重瓣), 3: >60 玫(千重瓣)
FN	花头数	数值	0: 单头花序, 1: 多头花序
FD	花朵直径	数值	取测量平均值
LP	花瓣长	数值	取测量平均值
WP	花瓣宽	数值	取测量平均值
PA	花瓣面积	数值	取测量平均值

### 1.3 数据统计与分析

试验数据利用 EXCEL 2016 软件进行整理。在材料数量性状方面的分级, 以标准差 ( $\delta$ ) 和平均数 ( $\mu$ ) 为依据进行 10 个层级的划分, 从第 1 级  $X_1 < (x-2s)$  至第 10 级  $X_{10} \geq (x+2s)$ , 每  $0.5s$  为 1 级, 并计算各个级别数目及分布频率。如公式 (1) 计算变异系数, 公式 (2) 计算 Shannon-Wiener 多样性指数 ( $H'$ ), 质量性状依据赋值标准计算频率分布, 然后根据频率分布比例计算出遗传多样性指数<sup>[19-20]</sup>。表型数据采用 SPSS 23.0 软件进行主成分、相关性、逐步线性回归及聚类分析<sup>[21-22]</sup>。

$$CV = \delta/\mu \quad (1)$$

$$H' = -\sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

## 2 结果分析

### 2.1 月季花部形态的数量性状多样性分析

73 个月季品种在 6 个数量性状间呈现出不同差异 (表 3)。变异系数为 38.00%~112.00%, 平均变异系数为 64.00%, 其中花头数的变异系数最高, 为 112.00%, 花朵直径的变异系数最低, 为 38.00%。在多样性指数方面, 6 个数量性状的变化区间是 1.21~1.91, 平均值是 1.70, 这些性状中花瓣数的多样性指数最高, 为 1.91, 其次为花瓣面积、花瓣宽、花瓣长和花朵直径, 分别为 1.87、1.81、1.79 与 1.62; 多样性指数最低的是花头数, 为 1.21。

表3 月季资源数量性状多样性分析

Table 3 Diversity analysis of quantitative character of *R. hybrida* resources

序号	代号	平均值	最小值	最大值	标准差	CV/%	$H'$
1	PN	51	5	232	41.15	81.00	1.91
2	FD	69	20	178	26.02	38.00	1.62
3	LP	3	1	9	1.37	42.00	1.79
4	WP	4	1	9	1.62	46.00	1.81
5	PA	10	2	42	6.42	62.00	1.87
6	FN	2	1	14	2.75	112.00	1.21
平均值					13.22	64.00	1.70



## 2.2 月季花部形态的质量性状多样性分析

由表4可知,在多样性指数方面,3个质量性状的变化为1.32~1.62,均值是1.45。多样性指数最高的是花色,达1.62;最低的是花香,为1.32。花色多样性指数最高是因为在颜色变化幅度上由6个级别构成,占比优势明显的为红色、

粉色与橘红色,占比最小的则为黄色、间色与复色;瓣形分为了5个级别,其中扇形、长阔形、圆阔形所占比例最大。花香按照有无香气划分为4个级别,淡香所占比例最大;其次为香和浓香,所占比例最小的是无香。

表4 月季资源质量性状的频率分布及多样性

Table 4 Frequency distribution and diversity index on qualitative characteristics of *R. hybrida* resources

序号	代号	表型级别							<i>H'</i>
		0	1	2	3	4	5	6	
1	FF	—	0.15	0.40	0.20	0.25	—	—	1.32
2	PS	—	0.22	0.05	0.08	0.27	0.38	—	1.42
3	FC	—	0.08	0.05	0.25	0.22	0.32	0.08	1.62
平均值									1.45

## 2.3 月季花部性状相关性分析

对73份月季品种的9个花部性状进行了相关性分析(表5),发现月季的花部性状间存在不同程度的相关性。其中,花朵直径正向相关于花瓣长、宽以及面积,且表现出极显著性( $P<0.01$ );花瓣长正向相关于花瓣宽与面积,且表现出极显著性( $P<0.01$ );花瓣宽正向相关与花瓣面积,且

表现出极显著性( $P<0.01$ );花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积分别与花头数和瓣形呈极显著负相关( $P<0.01$ );瓣形和花头数之间呈极显著正相关( $P<0.01$ )。以上结果说明,月季花朵直径大则花瓣长和宽、花瓣面积大;长和宽越大则花朵越大,花头数越多,瓣形轮廓越大,其花朵就越小。

表5 月季花部性状的相关性分析

Table 5 Correlation coefficient among flower traits of *R. hybrida* resources

性状	PN	FD	LP	WP	PA	FF	PS	FN
FD	0.104							
LP	-0.021	0.862**						
WP	-0.019	0.799**	0.855**					
PA	-0.019	0.862**	0.872**	0.901**				
FF	0.040	0.089	0.044	0.035	0.107			
PS	0.204	-0.410**	-0.400**	-0.327**	-0.453**	0.070		
FN	0.031	-0.378**	-0.372**	-0.300**	-0.324**	0.006	0.323**	
FC	0.111	0.128	0.133	0.147	0.093	-0.120	0.054	0.112

注:\*\*表示极显著相关( $P<0.01$ )。

## 2.4 月季花部性状聚类分析

由图1可知,在欧氏距离为10处时,供试月季品种可分为3组。第I组是绯扇月季,主要特征为:花朱红色,背色较深而呈暗红,花大型,其花朵直径达到了18 cm,花丝暗红色,花蕾壶形,老玫瑰发散性香味;第II组为绿萼月季,主要特征为:花绿色,瓣形长阔形,簇花花群,花

瓣数232瓣,单头,无香。其他71份月季品种归属为第III组,第III组月季种质资源又可划分为2个亚类。第III-1类涉及月季种类有37份,其突出特点为:花瓣数量少,花瓣数量介于5~49瓣之间;第III-2类有34份月季种质资源,其突出特点为:花瓣数量偏多,花瓣数量介于50~122瓣。

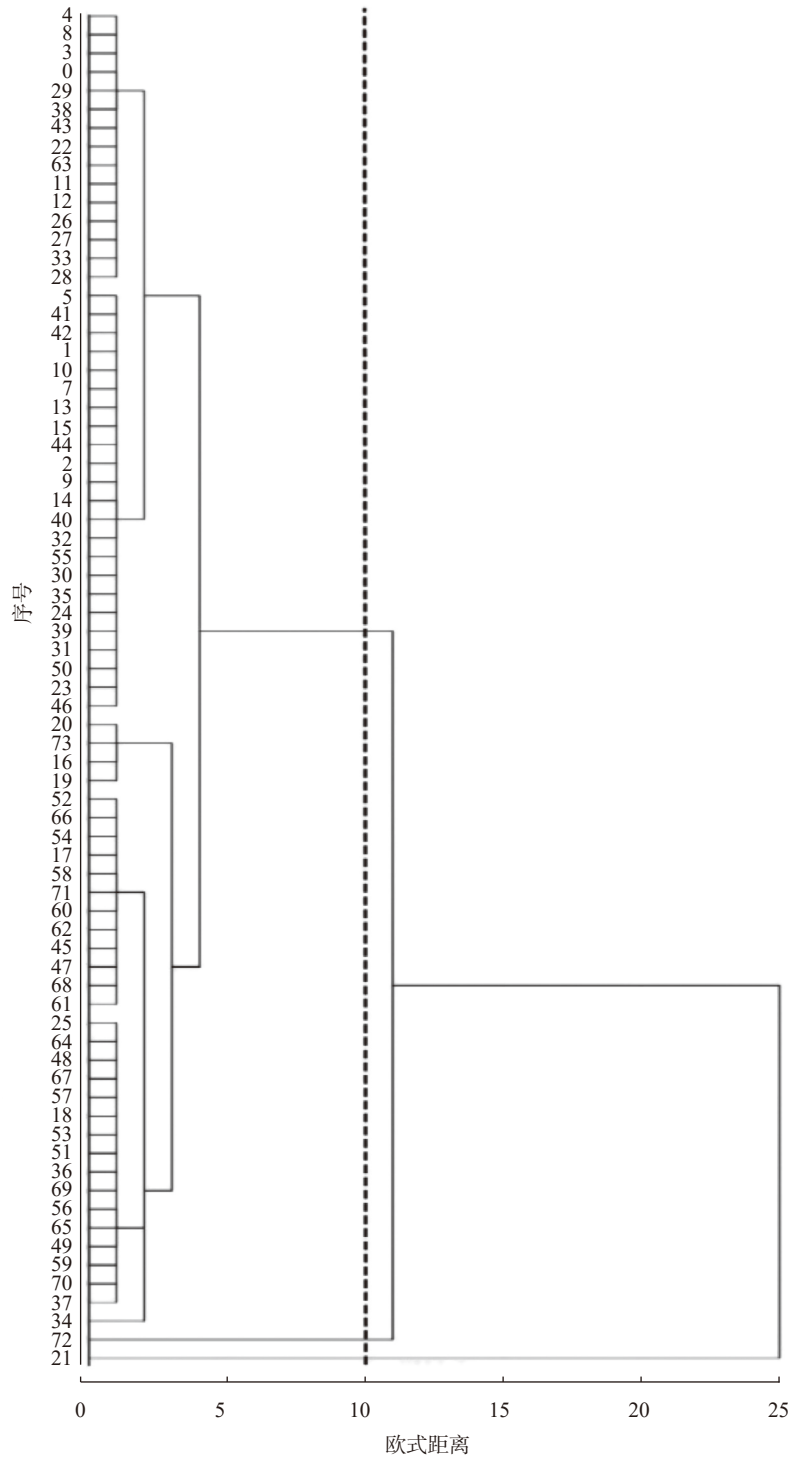


图1 73份月季资源的聚类分析

Fig. 1 The cluster analysis of 73 *R. hybrida* resources

2.5 月季花部性状主成分分析

由表6可知，前3个主成分呈现出71.19%的累计贡献率，反映出月季花部性状的多数信息。其中贡献率最大的为第1主成分，达44.50%，花瓣面积的特征向量最大，为0.949，花朵直径、花瓣长、花瓣宽的特征向量值都大于0.9，分别为0.924、0.937和0.910，反应了最为直接的表观性

状，即花朵直径、花瓣长、花瓣宽和花瓣面积能够反映出月季花部的基本特征情况；其次为第2主成分，贡献率为14.34%，花色与花瓣数的特征向量值均超出了0.5，为0.663和0.655；第3主成分的贡献率最低，为12.35%，从特征向量值来看，花瓣面积的的特征向量值最小，为0.054，超过0.5的只有花香，为0.859。

表6 月季花部性状的主成分分析

Table 6 Principal component analysis of flower traits of *R. hybrida*

表型性状	主成分		
	1	2	3
PN	-0.023	0.663	0.284
FD	0.924	0.135	0.071
LP	0.937	0.078	-0.005
WP	0.910	0.135	-0.010
PA	0.949	0.057	0.054
FF	0.067	0.034	0.859
PS	-0.542	0.480	0.226
FN	-0.479	0.380	-0.058
FC	0.124	0.655	-0.480
特征值	4.005	1.291	1.111
贡献率	44.50	14.34	12.35
累计贡献率	44.50	58.84	71.19

## 2.6 月季花部性状的综合评价

由表7可知, 月季花部性状的综合得分变化范围为-1.62~3.82, 其中绯扇月季在所有供试月季资源中的综合评分最高, 为3.82, 且远远高于其它月季品种的综合得分; 花朵直径大、花瓣又长又宽、花瓣面积大的月季品种整体排名靠前, 月季种质资源中现代月季和古老月季的整体排名高于野生蔷薇, 同时, 在现代月季种质资源中丰花月季的整体排名最为靠前。综合得分与9个花部性状的相关分析表明, 综合得分与花朵直径、花瓣长、花瓣宽和花瓣面积呈极显著正相关 ( $P < 0.01$ ), 相关系数分别为0.934、0.926、0.909和0.943, 而负向相关于花头数与瓣形, 且表现出极显著性 ( $P < 0.01$ ), 相关系数依次是0.409、0.410 (表8)。

表7 月季花部性状的综合得分值

Table 7 Comprehensive value of *R. hybrida* resources based on flower traits

编号	综合得分	排名	月季编号	综合得分	排名	月季编号	综合得分	排名
72	3.82	1	23	0.31	26	69	-0.58	51
73	1.49	2	70	0.3	27	2	-0.60	52
16	1.48	3	67	0.27	28	61	-0.61	53
19	1.45	4	66	0.24	29	15	-0.67	54
18	1.34	5	25	0.24	30	33	-0.69	55
20	1.26	6	42	0.23	31	36	-0.71	56
58	1.22	7	62	0.22	32	21	-0.77	57
50	1.01	8	48	0.17	33	22	-0.79	58
46	0.98	9	1	0.17	34	27	-0.83	59
7	0.90	10	47	0.05	35	37	-0.9	60
24	0.88	11	17	0.02	36	26	-0.94	61
39	0.88	12	60	-0.07	37	34	-0.96	62
71	0.76	13	5	-0.09	38	3	-1.00	63
52	0.65	14	63	-0.13	39	11	-1.04	64
57	0.65	15	49	-0.14	40	28	-1.08	65
13	0.62	16	64	-0.14	41	12	-1.08	66
10	0.61	17	59	-0.16	42	29	-1.09	67
35	0.60	18	41	-0.19	43	38	-1.09	68
51	0.56	19	56	-0.25	44	44	-1.12	69
54	0.52	20	65	-0.26	45	43	-1.38	70
53	0.50	21	9	-0.34	46	6	-1.48	71
31	0.45	22	45	-0.36	47	8	-1.61	72
32	0.45	23	68	-0.44	48	4	-1.62	73
55	0.42	24	40	-0.45	49			
30	0.42	25	14	-0.46	50			



表8 综合得分与9个花部性状的相关系数  
Table 8 Correlation coefficients between comprehensive value and 9 flower traits

表型性状	相关系数
PT	0.134
FD	0.934**
LP	0.926**
WP	0.909**
PA	0.943**
FF	0.191
PS	-0.410**
FN	-0.409**
FC	0.169

注：\*\*表示极显著相关 ( $P < 0.01$ )。

### 2.7 月季花部性状的综合评价指标筛选

通过已知综合得分与9个花部性状等有关参数,完成最优回归方程的构建。因变量、自变量分别为综合得分、9个花部性状指标,通过逐步回归分析得到最优回归方程  $Y = -2.498 + 0.003X_1 + 0.009X_2 + 0.159X_3 + 0.125X_4 + 0.039X_5 + 0.111X_6 - 0.149X_8 + 0.038X_9$ , 式中  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ 、 $X_6$ 、 $X_8$ 、 $X_9$  分别代表花瓣数、花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积、花香、花头数和花色8个表型性状,方程的相关系数  $R = 0.999$ , 决定系数  $R^2 = 0.999$ ,  $F$  值为 9156.828,  $P < 0.01$ , 说明方程极显著,表明8个表型性状可代表总变异的99.9%。结合  $F$  值与9个花部性状的相关系数得到在8个花部性状中,除花瓣数、花色和花香外,花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积和花头数5个指标对月季花部性状综合值影响显著,可以作为月季花部形态的综合评价指标(表8)。

## 3 结论与讨论

月季花部相关性状是一类重要的表型性状,受遗传和环境效应的影响,这类性状表现出复杂的数量性状特点。由于在个体或微观水平上对表型性状进行研究,较难取得突出进展<sup>[23]</sup>,因此,本研究选取了73份月季资源开展花部相关性状研究,73份月季涵盖了以WFRS分类方法划分的古老月季品种、现代月季品种、野生蔷薇或蔷薇原种的所有品种群<sup>[24]</sup>,选取这3个品种群进行研究,有利于从宏观水平上开展整体趋势分析和探讨,以便更准确探明性状的遗传变异规律。但3个品种群中现代月季品种群中的壮花月季、杂

交茶香月季在此次研究中选取资源较少,因此月季花相关的遗传多样性信息有待进一步完善。遗传变异往往以表型性状间的变异为表现形式,前者的丰富性通常以后者的丰富性表现出来<sup>[25-26]</sup>。在本研究中,月季花部性状表现出丰富的变异和表型多样性,花部数量性状多样性指数(1.70)大于质量性状的多样性指数(1.45),与前人对紫薇(*Lagerstroemia indica*)<sup>[27]</sup>、石榴(*Punica granatum*)<sup>[28]</sup>、香瓜(*Cucumis melo*)<sup>[29]</sup>等的表型多样性研究观点相符。其中,花瓣数的遗传多样性指数最高,花头数的变异系数最大,同现代月季的表型性状研究观点一致,表明花瓣数在品种间的差异性大,花量在品种间的变异程度高可能是月季种质资源中普遍存在的表型特征。但值得关注的是,除花头数外,其它性状的多样性指数和变异系数变化趋势一致,此结论与David<sup>[30]</sup>在多样性指数同变异系数间联系分析方面的发现有所不同,这可能是由于选取的中甸刺玫、金樱子等野生种与现代月季、古老月季的种质资源差异较大造成的。但整体来说,供试月季品种存在较大变异区间,呈现出丰富的遗传多样性,有利于优质月季种质的筛选。另外,变异系数在一定程度上反映了进化的快慢,花瓣数的变异系数大说明重瓣的月季品种形成相对较晚;人工育种加速了花瓣数量的增多,这与矮牵牛(*Petunia hybrida*)<sup>[31]</sup>、龙胆花(*Gentiana scabra*)<sup>[32]</sup>等观赏植物品种选育方向一致,说明月季的选育也是朝着花瓣数增多的方向进行的。

相关性分析可以看出,月季花部各性状间存在着程度不等的联系,其中7对性状互相表现出极显著正相关关系,另有8对则呈现为极显著负相关关系,其中,花朵直径、花瓣长、宽和面积相互之间呈极显著正相关关系,与瓣形和花头数呈极显著负相关,说明花朵大小与花瓣长、宽、面积以及瓣形和花头数存在一定的遗传关系,在实际应用中,月季开花初期,对花的大小与形态的推测可利用观测花朵的直径来实现。

聚类分析结果表明,73个月季品种可划分为3个组群,其遗传聚类与花朵直径、花瓣数关系密切,这同现代月季的品种划分标准基本一致<sup>[7]</sup>,其中,花朵直径大和花瓣数相近的月季都分别聚为一类,表明它们具有较近的亲缘关系,也进一步说明月季的花瓣数、花朵直径性状可能与月季种质资源的亲缘关系存在一定的联系,但由于形态学性状会受环境和遗传双重因素影响,

因而要全面准确地对种质资源进行鉴定和遗传研究, 还需采用现代生物技术进一步验证。

主成分分析能够使若干个变量转化成少数几项指标, 由此实现分析步骤的简化, 实现对总变异构成特征的更佳描述<sup>[33]</sup>。本研究在9个花部相关性状中, 提取出3个主成分, 累计贡献率达71.19%, 可体现出月季花部表型的多数信息。利用主成分分析和逐步线性回归相结合的方法评价了月季花部性状, 通过综合得分值和观赏评价指标<sup>[7]</sup>判断月季品种的综合优劣程度, 且 $F$ 值与花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积、花头数和瓣形等表型性状呈极显著相关, 表明73份月季资源中花型巨大、花香浓郁、花瓣宽大的绯扇月季综合特性最好, 观赏价值最高, 花型小、花色白色、花瓣极小的无刺野蔷薇综合特性最差, 月季的观赏价值可能与花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积、花头数和瓣形有一定联系。通过逐步线性回归分析筛选出5个花部相关性状, 分别是花朵直径、花瓣长、花瓣宽、花瓣面积和花头数可作为月季花部性状的综合评价指标。

综上所述, 月季花部表型性状变异十分丰富, 基于多样性来说, 相较花部质量性状, 数量性状的变异更为明显; 花朵直径和花瓣数可作为月季品种划分的重要依据, 同时通过相关性分析, 找到了影响月季花朵大小变化的因素; 通过主成分分析得到月季花部性状的综合评价, 结合逐步线性回归筛选出5个主要表型性状, 为月季种质资源的综合评价提供直观参考。

#### [参 考 文 献]

- [1] 张景普. 现代月季的主要特征及其分类 [J]. *现代农业科技*, 2019(24): 114-115.
- [2] 陆婷, 陈少瑜, 吴涛, 等. 迪庆州核桃种质资源的遗传多样性与遗传结构 [J]. *西部林业科学*, 2021, 50(2): 71-77.
- [3] 程璧瑄, 于超, 周利君, 等. 蔷薇属月季组植物的花粉形态学研究 [J]. *云南农业大学学报 (自然科学)*, 2021, 36(2): 314-323.
- [4] Tholl D, Gershenzon J. The flowering of a new scent pathway in rose [J]. *Science*, 2015, 349(6243): 28-29.
- [5] 吴超, 郭方其, 彭娟, 等. 国外微型月季品种资源主要表型分析及综合评价 [J]. *分子植物育种*, 2018, 16(8): 2646-2655.
- [6] Bai J, Kong Y, Lang L, et al. Morphological classification of Chinese old roses using numerical taxonomy [J]. *Acta Horticulturae*, 2016(1127): 409-414.
- [7] 王镭, 张英杰, 张京伟, 等. 53个月季品种资源分析及观赏性综合评价 [J]. *分子植物育种*, 2019, 17(15): 5154-5162.
- [8] 过聪, 关伟, 曾祥国, 等. 现代月季品种表型性状分析与评价 [J]. *中国农业科学*, 2019, 52(24): 4632-4646.
- [9] 王辉, 谢利娟, 罗丹, 等. 深圳外来月季品种的数量分类研究 [J]. *西南林业大学学报*, 2013, 33(2): 81-87, 110.
- [10] 李保忠. 月季品种的引种、分类与综合评价研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2006.
- [11] Muneer S, Jeong H K, Park Y G, et al. Proteomic analysis of aphid-resistant and -sensitive rose (*Rosa hybrida*) cultivars at two developmental stages [J]. *Proteomes*, 2018, 6(2): E25.
- [12] 王峰. 月季种质资源花色表型及花青苷组分分析 [D]. 北京: 北京林业大学, 2017.
- [13] Rusanov K, Kovacheva N, Rusanova M, et al. Flower phenotype variation, essential oil variation and genetic diversity among *Rosa alba* L. accessions used for rose oil production in Bulgaria [J]. *Scientia Horticulturae*, 2013, 161: 76-80.
- [14] Khaleghi A, Khadivi A. Morphological characterization of Damask rose (*Rosa × damascena* Herrm.) germplasm to select superior accessions [J]. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 2020, 67(8): 1981-1997.
- [15] 赵玲. 单瓣月季花与亮叶月季的系统关系及遗传多样性研究 [D]. 昆明: 西南林业大学, 2019.
- [16] 尹世华, 王康, 黄晓霞, 等. 47份月季品种表型多样性分析及综合评价 [J]. *江西农业大学学报*, 2021, 43(1): 94-105.
- [17] 裘靓. 观赏海棠品种群色彩评价技术研究 [D]. 南京: 南京林业大学, 2011.
- [18] 谢秋兰. 蔷薇属 DUS 测试指南和已知品种数据库管理信息系统的研发 [D]. 南京: 南京农业大学, 2008.
- [19] 陶萍, 宋焱, 张晴晖, 等. 云南普洱茶种古茶树资源表型性状数据分析研究 [J]. *西部林业科学*, 2020, 49(6): 144-151, 157.
- [20] 姜存良, 吴勇, 邓浪, 等. 云南猕猴桃资源的收集及表型多样性分析 [J]. *西南林业大学学报 (自然科学)*, 2021, 41(2): 38-45.
- [21] 董胜君, 孙永强, 陈建华, 等. 野杏无性系表型性状多样性分析及综合评价 [J]. *植物遗传资源学报*, 2020, 21(5): 1156-1166.
- [22] 张勇, 朱文, 高梅, 等. 橡胶树无性系苗期生长和叶片表型性状比较分析 [J]. *西部林业科学*, 2020, 49(3):

- 66-73.
- [23] 李颖, 张树航, 郭燕, 等. 211份板栗种质资源花序表型多样性和聚类分析 [J]. *中国农业科学*, 2020, 53(22): 4667-4682.
- [24] 张佐双, 朱秀珍. 中国月季 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [25] Zeneli G, Kola H, Dida M. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania [J]. *Scientia Horticulturae*, 2005, 105(1): 91-100.
- [26] 陈丽君, 刘明骞, 谢正生, 等. 不同种源刨花润楠苗期生长及叶片性状变异的研究 [J]. *西南林业大学学报 (自然科学)*, 2020, 40(5): 32-39.
- [27] 王业社, 侯伯鑫, 索志立, 等. 紫薇品种表型多样性分析 [J]. *植物遗传资源学报*, 2015, 16(1): 71-79.
- [28] 火艳, 招雪晴, 黄厚毅, 等. 观赏石榴表型遗传多样性分析 [J]. *浙江农林大学学报*, 2020, 37(5): 939-949.
- [29] Csaba S, Ilknur S, Nebahat S, et al. Morphological evaluation and comparison of Hungarian and Turkish melon (*Cucumis melo* L.) germplasm [J]. *Scientia Horticulturae*, 2009, 124(2): 170-182.
- [30] David T. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles [J]. *Ecology*, 1999, 80(5): 1455-1474.
- [31] Caixian L, Yanhong H, Tianyun G, et al. Identification of molecular markers associated with the double flower trait in *Petunia hybrida* [J]. *Scientia Horticulturae*, 2016, 206: 43-50.
- [32] Nakatsuka T, Saito M, Yamada E, et al. Isolation and characterization of the C-class MADS-box gene involved in the formation of double flowers in Japanese gentian [J]. *BMC plant biology*, 2015, 15(1): 182-196.
- [33] 张莹, 曹玉芬, 霍宏亮, 等. 基于枝条和叶片表型性状的梨种质资源多样性 [J]. *中国农业科学*, 2018, 51(17): 3353-3369.

(责任编辑 冯雪)

