



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.
YIN S H,WANG K,HUANG X X,et al.Phenotypic diversity analysis and comprehensive evaluation of 47 rose resources[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2021,43(1):94-105.

47份月季品种表型多样性分析及综合评价

尹世华¹,王康¹,黄晓霞¹,李淑斌²,程小毛^{1*}

(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研究中心,云南 昆明 650224;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:【目的】分析47份月季品种11个表型性状指标,旨在探明不同月季种质资源表型性状的遗传多样性,为月季种质资源的选育和高效利用提供参考。【方法】以47份月季品种为材料,对花色(FC)、瓣型(PT)、花类型(FT)、花头类型(NFT)、花形(FS)、花香(FF)、小叶数(LN)、顶端小叶形状(ALS)、刺状态(TS)、刺颜色(TC)和品种类型(VT)等11个表型性状进行观测分析,计算Shannon-Wiener多样性指数,并进行聚类分析和相关性分析,最后对47份月季品种进行综合评价。【结果】47份月季种质资源表型性状存在丰富的变异,11个表型性状的遗传多样性指数变化范围在0.46~1.67,变异系数的变化范围在18.48%~63.32%,变异程度由大到小依次为刺状态(63.32%)、刺颜色(55.60%)、品种类型(54.00%)、花色(54.00%)、花形(46.10%)、花香(43.62%)、瓣型(39.61%)、顶端小叶形状(33.05%)、花头类型(31.40%)、花类型(20.85%)和小叶数(18.48%),其中小叶数的变异系数最低,刺状态的变异系数最高。相关性分析表明,刺状态(TS)和刺颜色(TC)呈极显著正相关水平($P < 0.01$),相关系数为0.870。品种类型(VT)与瓣型(PT)、花类型(FT)呈显著正相关,与刺状态(TS)呈显著负相关,花色(FC)和花类型(FT)呈显著负相关,相关系数分别为0.346、0.312、0.330和0.348。聚类分析表明,在欧式距离为20时,可将47份月季资源划分成三大类。第Ⅰ类包含40个月季品种,可进一步划分为2个亚类,第Ⅰ-1类包含30个品种,主要特征:花色以粉色、红色为主,主多头,重瓣,斜直状,红色刺为主,品种类型以切花月季、灌木月季、藤本月季为主。第Ⅰ-2类包含10个品种,主要特征:花色以粉色、黄色为主,主单头,重瓣,无刺,切花月季或灌木月季。第Ⅱ类包含4个月季品种,主要特征:花色以复色为主,主多头,重瓣,红色、斜枝刺为主,品种类型以切花月季和微型月季为主。第Ⅲ类包含3个月季品种,主要特征:花色白色,主单头,单瓣,钩刺或弯刺,紫色刺,品种类型以野生种为主。主成分分析表明,前5个主成分的特征值均大于1,累计贡献率为70.73%,特征向量为刺状态、刺颜色、花形(俯视)、花类型、花香、花头类型、瓣型、小叶数等,代表了前5个主成分能较好的解释所有变量所包含的全部遗传信息。【结论】47份供试月季材料中‘甜蜜漂流’的综合评分最高,其次是‘月月红’,‘粉红雪山’的综合评分最低。

关键词:月季资源;表型性状;表型多样性;综合评价

中图分类号:S685.12;Q944 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2021)01-0094-12

Phenotypic Diversity Analysis and Comprehensive Evaluation of 47 Rose Resources

YIN Shihua¹, WANG Kang¹, HUANG Xiaoxia¹, LI Shubin², CHENG Xiaomao^{1*}

收稿日期:2020-09-23 修回日期:2020-12-07

基金项目:国家自然科学基金项目(31560217)

Project supported by National Natural Science Foundation of China(31560217)

作者简介:尹世华,orcid.org/0000-0001-9155-4751,1821482195@qq.com;*通信作者:程小毛,副教授,博士,主要从事植物遗传育种研究,orcid.org/0000-0001-6979-3393,30375713@qq.com。

(1.College of Landscape Architecture and Horticulture,Southwest Forestry University/Southwest Landscape Engineering Research Center, National Forestry and Grassland Administration, Kunming 650224, China; 2.National Engineering Research Center For Ornamental Horticulture, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China)

Abstract: [Objective] In this study, 11 phenotypic traits (flower color, petal type, flower type, number of flowers type, flower shape (top view), floral fragrance, leaflet number, apical leaflet shape, thorn state, thorn color and variety type) derived from 47 rose variety resources were analyzed in order to provide a reference for the development and utilization of rose resources. [Method] 47 rose germplasm resources were used as materials to analyze and evaluate Shanon-Wiener diversity of trait indexes, cluster analysis and correlation analysis were carried out based on 11 phenotypic traits. Finally 47 rose varieties were comprehensively assessed by means of principal component analysis. [Result] The results showed that there were abundant variations in phenotypic traits of the 47 rose resources. The genetic diversity indexes of 11 phenotype traits ranged from 0.46 to 1.67. The genetic diversity index of flower color was the highest, and that of flower type was the lowest. The coefficients of variation of 11 phenotypic characters were 18.48%–63.32%, and the variation degrees was in the order of thorn state (63.32%) > thorn color (55.60%) > variety type (54.00%) = flower color (54.00%) > Flower shape (46.10%) > flower fragrance (43.62%) > petal type (39.61%) > apical leaflet shape (33.05%) > number of flowers type (31.40%) > flower type (20.85%) > leaflet number (18.48%). The results showed that the variation coefficient of the number of leaflets was the lowest, and that of the thorn state was the highest. The correlation analysis showed that there was a vary significant positive correlation ($P < 0.01$) between thorn state (TS) and thorn color (TC), and the correlation coefficient was 0.870. The flower color (FC) was significantly negatively correlated ($P < 0.05$) with the number of flower type (FT), the variety type (VT) was significantly positive correlated with ($P < 0.05$) the petal type (PT) and the number of flower type (FT), but significantly negative correlated with the thorn state (TS), and the correlation coefficients were 0.348、0.346、0.312、0.330, respectively. The cluster analysis divided the 47 rose resources at the Euclidean distance of 20 into 3 different groups. There were 40 rose varieties in class I, which could be further divided into two subgroups. And category I-1 contained 30 varieties. The main characteristics were: the flower color was mainly pink and red, with multiple heads, double petals, oblique straight, and red thorns. The varieties were mainly cut roses, shrub roses, and vine roses. Category I-2 contained 10 varieties, the main characteristics were: the flower color was mainly pink and yellow, main single head, double petal, thornless, cut rose or shrub rose. The second category contained four rose varieties, the main characteristics were: the flower color was mainly multicolored, main multiple heads, double petal, red, mainly oblique thorn, the various types were mainly cut rose and miniature rose. The third category included three rose varieties. The main characteristics were white flower color, single head, single petal, hook thorn or curved thorn, purple thorn. The variable type was mainly wild species. Principal component analysis showed that the eigenvalues of the first five principal components were greater than 1, and the cumulative contribution rate was 70.73%. The eigenvectors were thorn state, thorn color, flower type (top view), flower type, floral fragrance, number of flowers type, petal type and leaflet number. The results showed that the first five principal components could explain all the genetic information contained in all the variables. [Conclusion] Among the 47 tested materials, ‘Sweet Drift’ had the highest comprehensive score, followed by ‘chinensis Jacq’, and the ‘Sweet Avalanche’ had the lowest comprehensive score.

Keywords: rose resources; phenotypic traits; phenotypic diversity; comprehensive evaluation

【研究意义】月季为蔷薇科(Nymphaeaceae)蔷薇属(*Nymphaea* L.)的一种极具观赏价值的植物, 因具

花期较长、花色丰富、株型各异等特点,备受育种学家的青睐,至今已培育出 35 000 余个品种^[1]。但培育的新品种由于品质不高或推广应用不足,没有获得良好的经济效益^[2],这就需要应用相关的技术手段进行改进和探究,而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,因此,开展月季资源表型多样性分析及综合评价能为发展月季鲜切花^[3]、盆栽月季^[4]、月季深加工品^[5-6]提供一定的物质基础,对新品种选育和功能基因挖掘也具有重要意义。【前人研究进展】月季资源性状的评价方式多样,包括形态学观察、核型分析、细胞倍性检测、分子标记等手段^[7-11],近年来兴起的分子育种技术很大程度上能改良月季的某一性状,研究者们对月季花色、花香、抗病性等形成的分子机理的研究也在逐步深入^[12-16]。然而分子育种现在正处于“纸上谈兵”阶段,即分子育种的成果只在实验室里得到了体现,为月季育种提供理论支持,却没有在培育新优品种的生产实践中得以广泛应用^[17],并且目前月季分子的研究绝大部分都是基于二倍体展开的,这大大限制了月季多倍体的研究和发展^[18-19],加上现代月季大多都是四倍体^[20],月季花色、花瓣数等多种表型性状不仅是数量遗传,还是基因型与环境共同影响的结果^[21-22]。因此,在月季品种鉴别与育种方面仍需要全面而深入地结合形态学上的观察对表型性状进行分析。

【本研究切入点】表型观测是研究植物遗传多样性最直观和最基础的方法,通过这一方式可以从整体上了解资源的丰富程度,为基因和细胞研究提供直观依据。本研究根据《GB/T 1955.7.1 植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南蔷薇属》(中华人民共和国林业行业标准)选定 11 个表型性状,通过 Excel 2016,SPSS23.0 等软件对 11 个表型性状的遗传多样性、相关性、主成分以及聚类关系进行分析,从而对月季进行较全面的表型分析与综合评价。【拟解决的关键问题】本文以 47 份月季品种资源为研究材料,对其 11 个表型性状进行遗传多样性、相关性、主成分和聚类分析,旨在为月季种质鉴定、品种选育等工作提供基本参考。

1 材料与方 法

1.1 材 料

本研究中,所选用的试验材料为艾蔷薇园艺科技有限公司自主培育和收集的月季种质资源共 47 个月季品种。艾蔷薇公司自主培育品种 2 个(黄金戒指和 2016.07.08-4),古老月季品种 5 个,野生种 3 个,切花品种 18 个,藤本品种 7 个,灌木品种 10 个,微型品种 1 个,丰花品种 1 个(表 1)。实验于 2019 年在云南省昆明市晋宁区云南艾蔷薇园艺科技有限公司进行,实验期间进行正常的水肥管理。

表 1 试验材料主要性状

Tab.1 Main properties of test material

序号 Cold	品种 Cultivar	品种名 Cultivar name	品种类型 Cultivar type
1	‘黄金戒指’		
2	2016.07.08-4		
3	‘粉色的龙沙宝石’	R. ‘Rose Eden’	藤本
4	‘安琪儿’	R. ‘Angel Face’	藤本
5	‘红色龙沙宝石’	R. ‘Red Eden Rose’	藤本
6	‘艾拉绒球’	R. ‘Pomponella’	藤本
7	‘樱霞’	R. ‘Sakuragasumi’	藤本
8	‘安吉拉’	R. ‘Angela’	藤本
9	‘胭脂扣’	R. ‘chinensis Jacq’	藤本
10	‘果冻’	R. ‘Corail gelee’	灌木
11	‘新潮’	R. ‘New trend’	灌木
12	‘巨型梅迪兰’	R. ‘Giant Mediland’	灌木

续表 1 Continued tab.1

序号 Cold	品种 Cultivar	品种名 Cultivar name	品种类型 Cultivar type
13	‘居里夫人’	<i>R.</i> ‘Madame Curie’	灌木
14	‘粉色达芬奇’	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	灌木
15	‘权杖之岛’	<i>R.</i> ‘Scepter’d Isle’	灌木
16	‘伊芙克莱尔’	<i>R.</i> ‘Yves Clair’	灌木
17	‘甜蜜漂流’	<i>R.</i> ‘Sweet Drift’	灌木
18	‘娇羞绝代佳人’	<i>R.</i> ‘Cleopatra’	灌木
19	‘蓝月’	Blue moon	灌木
20	‘可爱的绿’	<i>R.</i> ‘Lovely Green’	微型
21	‘金玛丽’	<i>R.</i> ‘Goldmarie’	丰花
22	‘朱丽叶’	<i>R.</i> ‘Juliet’	切花
23	‘茶花女’	<i>R.</i> ‘Traviata’	切花
24	‘世霸’	<i>R.</i> ‘Sonus Faber’	切花
25	‘肯特公主’	<i>R.</i> ‘Princess Alexandra of Kent’	切花
26	‘浪漫俳句’	<i>Rosa</i> ‘Haiku Romantika’	切花
27	‘黑玫’	<i>R.</i> ‘Black rose’	切花
28	‘黑巴克’	<i>R.</i> ‘Blake Bacara’	切花
29	‘耐心’	<i>R.</i> ‘Patience’	切花
30	‘秋日胭脂’	<i>R.</i> ‘Autumn Rouge’	切花
31	‘洛可可’	<i>R.</i> ‘Lovely Rokoko’	切花
32	‘狮子座’	<i>R.</i> ‘Leo’	切花
33	‘丁香泡泡’	<i>R.</i> ‘Lilac bubbles’	切花
34	‘紫霞仙子’	<i>R.</i> ‘Zixia Fairy’	切花
35	‘白荔枝’	<i>R.</i> ‘White litchi’	切花
36	‘粉红雪山’	<i>Rosa</i> ‘Sweet Avalanche’	切花
37	‘乙女心’	<i>R.</i> ‘Otome Heart’	切花
38	‘自由女神’	<i>R.</i> ‘Goddess of liberty’	切花
39	‘黄蝴蝶’	<i>R.</i> ‘Yellow Butterfly’	切花
40	‘中甸刺玫’	<i>Rosa praelucens</i> Byhouwer	野生种
41	‘金樱子’	<i>Rosa laevigata</i> Michx.	野生种
42	‘长尖叶’	<i>Rosa longicuspis</i> Bertal	野生种
43	‘月月红’	<i>Rosa chinensis</i> Jacq.	古老月季
44	‘大花香水’	<i>Rosa odorata</i> var. <i>gigantea</i>	古老月季
45	‘匍匐红’	<i>R.</i> ‘Pu Fu Hong’	古老月季
46	‘小花香水月季’	<i>R.</i> ‘Xiao Hua Xiang Shui’	古老月季
47	‘甸头 3’	<i>R.</i> ‘Dian Tou 3’	古老月季

1.2 方法

1.2.1 性状评价的标准制定 性状的调查根据《GB/T 1955.7.1 植物新品种特异性、一致性、稳定性测试指南蔷薇属》(中华人民共和国林业行业标准)进行观测和测定,选择盛开期的花朵进行表型多样性测定,调查 47 个品种中各个材料的花色、瓣型、花类型、花头类型、花形(俯视)、花香、小叶数、顶端小叶形状、刺状态、刺颜色、品种类型共 11 个表型性状。所有测试材料设置 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,以此来避免实验过程中带来的特殊性。在一些性状的测定中,材料中的花

色统一由英国皇家园艺协会(RHS)出版的比色卡RHS colour chart测定^[23]。在对植株小叶观测时,观测部位为枝条的中部叶,每株取3~5片;花性状观测在花朵盛花期,花在刚充分开放(花药开裂)时进行;花瓣形状的观测:由于月季不同品种的瓣性有所不同,所以对月季品种的重瓣花、半重瓣花和单瓣花进行了不同位置的观测,但同一瓣性的花朵进行观测的轮数位置相同,重瓣花观测采用从外往内数第3轮的花瓣,半重瓣花采用中间一轮的花瓣观测;刺的观测部位为当年生枝上的刺。具体表型多样性测定标准见表2。

表2 表型多样性测定标准

Tab.2 Phenotypic diversity

编号 Code	形态性状 Morphological characters	测定标准 Determination of the standard
FC	花色	红色=1,黄色=2,紫色=3,粉色=4,橘红色=5,绿色=6,白色=7,复色=8
PT	瓣型	倒椭圆形=1,宽椭圆形=2,椭圆形=3,心形=4,圆形=5
FT	花类型	单瓣(<10瓣)=1,半重瓣(10~20瓣)=2,重瓣(>20瓣)=3
NFT	花头类型	单头=1,多头=2
FS	花形(俯视)	圆形=1,不规则圆形=2,星形=3
FF	花香	无=0,淡=1,浓=2
LN	小叶数	随机选择枝条中部的叶片,每株取3~5,数其小叶数,取平均值
ALS	顶端小叶形状	窄椭圆形=1,椭圆形=2,卵形=3,圆形=4
TS	刺状态	无=0,平直刺=1,斜直刺=2,弯刺=3,钩刺=4
TC	刺颜色	无=0,绿色=1,黄色=2,红色=3,紫色=4
VT	品种类型	自育=0,古老月季=1,藤本月季=2,灌木月季=3,微型月季=4,丰花月季=5,切花月季=6,野生种=7

1.2.2 数据统计和分析 使用Excel 2016进行数据处理,计算各表型频率分布、变异系数以及多样性指数;采用SPSS23.0进行相关性分析、主成分分析和聚类分析,主成分分析中按照特征值大于1的标准提取主成分,然后根据提取的各主成分特征向量,计算各主成分值 F_n (第 n 个主成分值),再以每个主成分所对应的特征值占所提取主成分总的特征值之和的比例作为权重计算综合主成分值 F ,最后根据综合主成分值 F 对47份月季品种进行排名^[24]。

2 结果与分析

2.1 月季种质资源表型性状基本统计分析

由表3可知,11个表型性状的变异系数为18.48%~63.32%,平均变异系数为41.82%,说明供试月季在表型性状间存在较大程度的变异。变异程度由大到小依次为刺状态(63.32%)、刺颜色(55.60%)、品种类型(54.00%)、花色(54.00%)、花形(46.10%)、花香(43.62%)、瓣型(39.61%)、顶端小叶形状(33.05%)、花头类型(31.40%)、花类型(20.85%)和小叶数(18.48%)。从遗传多样性指数来看,11个性状的平均多样性指数为1.10,多样性指数在不同性状间的差异较大。品种类型、花色、刺状态、瓣型、刺颜色、小叶数这6个表型的多样性指数均高于1.0,其中多样性指数最高的是花色,为1.67,香味、顶端小叶形状、花形、花头类型的多样性指数较低(0.68~0.89),花类型的多样性指数最低,为0.46,这说明月季资源表型多样性较为丰富。

2.2 月季资源表型性状间的相关性分析

47份月季品种11个表型性状进行相关性分析结果表明(表4):刺状态和刺颜色间呈现极显著正相关($P<0.01$),相关系数为0.870;花色和花类型呈显著负相关($P<0.05$),相关系数为0.348;品种类型和瓣型、花类型之间呈显著正相关($P<0.05$),而与刺状态呈显著负相关,相关系数分别是0.346、0.312和0.330;其他性状之间有一定的相关性,但相关性均不显著。

表 3 47 份材料的 11 个表型性状变异分析及遗传多样性分析
 Tab.3 Analysis of 11 phenotypic variations and genetic diversity of 47 materials

性状 Trait	类型频率/% Frequency of type									变异系数 CV	多样性指数 H'
	0	1	2	3	4	5	6	7	8		
FC		21.27	8.51	6.38	42.55	4.26	2.13	10.64	4.26	54.00	1.67
PT		14.89	27.66	34.04	19.15	4.26				39.61	1.46
FT		8.51	4.26	87.23						20.85	0.46
NFT		42.55	57.45							31.40	0.68
FS		70.21	21.28	8.51						46.10	0.79
FF	6.38	48.94	44.68							43.62	0.89
LN	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.48	1.06
ALS		14.89	74.47	4.26	6.38					33.05	0.81
TS	21.28	6.38	31.91	29.79	10.64					63.32	1.47
TC	21.28		8.51	55.32	14.89					55.60	1.15
VT	2.13	14.89	14.89	25.53	2.13	2.13	38.3			54.00	1.65
平均值 Mean										41.82	1.10

表 4 47 份材料的 11 个表型性状的相关性
 Tab.4 Correlation of 11 phenotypic traits in 47 materials

	FC	PT	FT	NFT	FS	FF	LN	ALS	TS	TC	VT
FC											
PT	-0.071										
FT	-0.348*	0.206									
NFT	0.152	0.002	0.129								
FS	-0.027	0.136	0.105	-0.023							
FF	0.059	0.144	-0.192	-0.167	0.282						
LN	-0.040	0.084	0.017	0.083	-0.200	-0.282					
ALS	-0.075	0.009	0.286	-0.037	-0.019	-0.126	-0.077				
TS	-0.039	-0.026	-0.280	0.149	0.146	0.045	0.075	0.024			
TC	0.055	0.014	-0.102	0.208	0.132	-0.070	0.111	0.061	0.870**		
VT	-0.102	0.346*	0.312*	-0.236	-0.027	0.042	0.045	0.228	-0.330*	-0.229	

*表示在 0.05 水平上显著, **表示在 0.01 水平上显著

*significant at 0.05 level, **significant at 0.01 level

2.3 月季资源聚类分析

对 47 个月季品种的 11 个表型性状进行聚类分析(图 1),在欧式距离为 20 时,将 47 个品种分为三大类。第 I 类包含 40 个月季品种,可进一步划分为 2 个亚类,第 I-1 类包含 30 个品种,主要特征为:花色以粉色、红色为主,重瓣,瓣型以椭圆形为主,主多头,花型圆形,淡香或浓香,小叶数以 5/7 为主,顶端小叶椭圆状,刺状态主要表现为斜直状、红色刺,品种类型以切花月季、灌木月季、藤本月季为主,其中包含古老月季品种 4 个(小花香月月季、甸头 3、月月红、匍匐红)。第 I-2 类包含 10 个品种,主要特征:花色以粉色、黄色为主,重瓣,椭圆状瓣型,主单头,圆形花型为主,淡香或浓香,小叶数 5~7,顶端小叶形状以椭圆状为主,无刺,切花月季或灌木月季。第 II 类包含 4 个月季品种,主要特征:花色以复色为主,稀白色、绿色,椭圆瓣型,重瓣,多头,花形圆形,无香或淡香,小叶数 5~7,顶端小叶数形状各异,无心形,红色、斜直刺为主,切花月季或微型月季。第 III 类包含 3 个月季品种,主要特征:花色白色,瓣型多样,单瓣,单

头,花形圆形,主浓香,小叶数 3/5/7,顶端小叶窄椭圆状,刺状态表现为钩刺或弯刺,紫色刺,有 1 份古老月季品种。

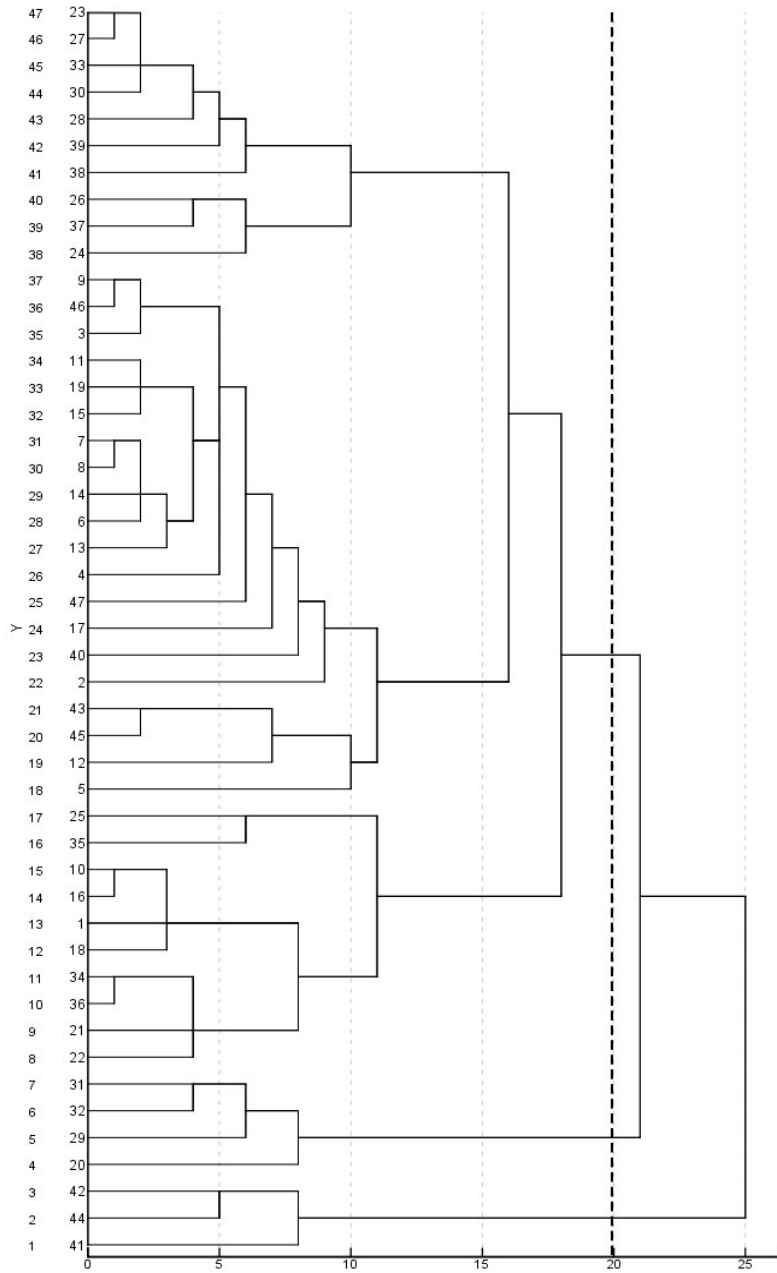


图 1 47 份月季资源的聚类分析

Fig.1 The cluster analysis of 47 rose resources

2.4 月季资源表型性状的主成分分析

对 47 份月季的 11 个表型性状进行主要成分分析见表 5,根据最小特征根大于 1 的原则从中提取了 5 个主要成分,其累计贡献率达 70.73%,能反映 11 个性状的基本特征。第 1 主成分的特征值为 2.31,贡献率为 20.97%,其特征向量高于 0.50 的性状是刺状态和刺颜色,反映了刺的特征状况;第 2 主成分的特征值为 1.68,贡献率为 15.25%,其特征向量最高的是花类型,为 0.60;第 3 主成分的特征值为 1.59,贡献率为 14.43%,特征向量高于 0.50 的性状是花形(俯视)和花香,反映了花的基本特征状况;第 4 主成分的特征值为 1.14,贡献率为 10.34%,特征向量高于 0.50 的性状是小叶数和瓣型;第 5 主成分的特征值为 1.07,贡献率为 9.75%,特征向量最高的性状是花头类型,为 0.77,特征向量值最低的是花香,为 0.01。以上结果说明,刺状态、刺颜色、花形(俯视)、花类型、花香、花头类型、瓣型、小叶数这 8 个表型性状,能反映月季品种花和刺部位的形态性状基本特征,这些形态指标的贡献率与实际的鉴别分类形态依据基本一致。

表 5 47 份材料的 11 个表型性状的主要成分
 Tab.5 Main ingredients of 11 phenotypic traits in 47 materials

表型性状 Phenotypic traits	主成分 Principal component				
	1	2	3	4	5
花色 FC	0.25	-0.41	-0.18	0.19	0.40
瓣型 PT	-0.26	0.28	0.45	0.61	0.19
花类型 FT	-0.51	0.60	0.12	-0.22	0.29
花头类型 NFT	0.32	0.30	-0.23	-0.03	0.77
花形(俯视) FS	0.10	-0.04	0.70	-0.12	0.27
花香 FF	0.01	-0.50	0.64	0.13	0.01
小叶数 LN	0.08	0.40	-0.42	0.59	-0.16
顶端小叶性状 ALS	-0.21	0.46	0.12	-0.47	-0.14
刺状态 TS	0.84	0.31	0.28	0.02	-0.23
刺颜色 TC	0.78	0.45	0.24	0.04	-0.11
品种类型 VT	-0.65	0.23	0.23	0.28	-0.13
特征值 Eigenvalue	2.31	1.68	1.59	1.14	1.07
贡献率/% Percentage	20.97	15.25	14.43	10.34	9.75
累积贡献率/% Cumulative percentage	20.97	36.22	50.64	60.98	70.73

2.5 月季资源表型性状的综合评价

由表 6 可知,所有供试的月季资源中古老月季的排名最为靠前,5 种供试的古老月季排在了所有供试月季的前 15,相对而言所供试的现代月季品种中,切花月季品种和灌木月季品种的排名波动较大,而藤本月季品种则基本位于所有供试品种的 50%~70% 的排名段内,艾蔷薇园艺科技有限公司自主培育的 2 个品种的排名也相较而言靠后,结合系统聚类谱系图,发现花色复色、主多头、红色弯刺或钩刺、花形星形特征的月季排名总体靠前,而第 1-2 类的主单头、无刺的月季品种基本都排在了末位。

表 6 47 份月季材料主成分值的筛选

Tab.6 The screening of principal component values of 47 rose materials

月季编号 Rose No.	主成分值 Math of principal component						排名 Rank
	F1	F2	F3	F4	F5	F	
17	0.50	0.66	1.72	1.23	1.44	1.02	1
43	1.56	1.14	1.59	-1.06	0.78	0.98	2
45	1.08	0.67	0.73	0.27	0.91	0.78	3
47	1.97	1.03	-0.22	-0.43	0.47	0.76	4
15	0.56	-0.16	2.04	-0.37	1.58	0.71	5
32	-0.18	1.23	0.48	0.76	1.57	0.63	6
39	-0.32	2.15	0.56	2.22	-1.51	0.60	7
24	-0.14	0.46	1.11	0.72	0.82	0.50	8
13	1.38	0.02	0.22	-0.43	0.54	0.47	9
30	0.13	0.62	0.48	1.29	-0.14	0.44	10
44	3.24	-1.73	-0.55	1.37	-1.87	0.42	11
19	0.68	0.28	0.55	-0.11	0.41	0.41	12
42	2.79	-2.01	-1.23	1.16	0.54	0.39	13
27	-0.59	0.55	2.51	0.52	-1.08	0.38	14
46	0.85	1.01	-1.36	0.59	0.57	0.36	15
31	0.31	0.95	-2.18	2.05	1.21	0.32	16

续表6 Continued tab.6

月季编号 Rose No.	主成分值 Math of principal component						排名 Rank
	F1	F2	F3	F4	F5	F	
11	-0.01	-0.21	1.10	-0.32	1.06	0.27	17
12	0.02	1.58	-0.11	1.19	-1.61	0.27	18
29	0.54	-0.27	0.20	0.11	0.81	0.27	19
33	-0.72	1.51	0.27	0.42	0.16	0.25	20
4	1.09	-0.93	1.82	-1.48	-0.36	0.23	21
41	3.51	-3.73	1.13	-0.84	-0.82	0.23	22
3	1.32	0.95	-1.80	-0.30	0.08	0.20	23
7	0.54	0.49	-0.63	-0.36	0.82	0.20	24
9	0.79	0.89	-1.61	0.20	0.33	0.17	25
23	-0.70	0.59	1.65	0.69	-1.48	0.15	26
40	2.18	-1.35	-0.31	1.33	-2.50	0.14	27
28	-0.13	1.57	1.30	-1.36	-1.71	0.13	28
20	-0.15	2.07	-1.13	-1.42	0.69	0.06	29
6	1.28	0.27	-1.11	-1.40	0.3	0.05	30
8	0.69	0.28	-0.96	-0.89	0.65	0.03	31
26	-1.34	0.71	1.88	-0.90	-0.96	-0.12	32
37	-1.13	-1.10	2.27	-0.85	-0.02	-0.24	33
5	0.23	1.54	-0.75	-3.00	-0.58	-0.27	34
14	-0.32	-0.07	-1.19	-0.80	0.84	-0.35	35
38	-0.75	1.89	-1.52	0.31	-1.99	-0.35	36
35	-2.64	-1.50	1.48	1.44	1.01	-0.45	37
18	-1.00	-2.33	-0.46	1.38	1.24	-0.52	38
25	-2.14	-0.79	-0.60	0.86	1.19	-0.63	39
2	0.26	-1.53	-1.57	-1.00	-0.44	-0.78	40
1	-2.22	-1.36	0.03	-0.27	-0.52	-1.06	41
10	-2.07	-1.02	-0.95	-0.29	-0.14	-1.09	42
34	-2.53	-0.85	-0.08	-0.69	-0.30	-1.09	43
21	-1.35	-1.29	-1.83	-0.97	0	-1.19	44
22	-2.62	-0.04	-1.53	0.47	-1.21	-1.19	45
16	-1.90	-1.87	-0.45	-0.62	-0.31	-1.19	46
36	-2.55	-0.96	-1.02	-0.43	-0.51	-1.30	47

3 讨论与结论

表型性状多样性的研究常常作为研究生物多样性的重要内容,基于表型性状方向检测植物的遗传变异多样性往往能在很短的时间内对遗传变异水平有个基本的了解,简便易行^[25-26]。表型性状的变异系数和多样性指数的大小能够体现材料的变异程度和多样性水平^[27],月季表型特征丰富度和变异情况是月季品种资源丰富度和多样性的具体体现。本试验通过对47份月季材料的11个表型性状进行统计分析发现不同品种间存在显著的表型多样性,多样性指数在0.46~1.67,据前人研究^[28]发现多样性指数达到1.00即为多样性程度高,本试验11个表型性状中共有6个性状的多样性指数大于1.00,说明月季具有较为丰富的表型多样性。变异系数则反映了某性状变量的离散程度^[29],一般认为,当变异系数大于10%时,说明样本间差异较大^[30]。本研究中47份月季资源的变异系数在18.48%~63.32%,均大于10%,证明其变异丰富,且花部性状的变异系数都大于20%,也进一步证实了月季资源表型性状的变异程度大,尤其是花部性状,这与王辉等^[31]的研究结果相吻合。通过多样性指数和变异系数的比较分析发现变异系数与多样性指数的变化趋势相同,月季变异系数越大的性状其多样性指数越高,变异系数越小的性状其

多样性指数越低,表现出同一性状的变异系数与多样性指数相一致性,说明,在实际应用中,选择表型多样性丰富的月季品种,能够大大丰富其月季品种的变异性。

相关性分析是对2个或2个以上有相关性的变量进行分析,从而确定变量之间的相关程度^[32]。本研究对11个表型性状之间的相关性联系较少,其中有1对性状即刺状态和刺颜色之间呈现极显著相关关系;有4对性状呈现显著相关关系:分别是花色和花类型、品种类型和瓣型、品种类型和刺状态以及品种类型和花类型;除这5对性状之外,其它性状相关性均不显著。

本研究通过聚类分析,初步明确了供试月季品种资源的不同类型,在欧式距离为20处将47份月季品种资源划分成了三大类,第I-1类花色以粉色、红色为主,主多头,斜直状、红色刺,且有小花香水、甸头3、月月红、匍匐红4份古老月季;第I-2类表现为花色粉色、黄色,单头,无刺。第II类4份月季材料花色主要以复色为主,主多头,无香或淡香。第III类花色白色,单瓣,单头,浓香,紫色钩刺或弯刺,有大花香水1份古老月季,每一类月季在花色、花量、花类型等方面都表现出一定的共性,也进一步证实了罗丹^[33]对相同花型的资源之间亲缘关系更近的研究结果。

主成分分析可在不损失或少损失原有形态性状信息的前提下,将形态学性状信息通过降维的方法分类出几个综合因子来反映原有众多形态性状变量的信息量,从而简化形态性状分类工作^[34]。本研究对11个表型性状提取了5个主成分,累计贡献率达70.73%,能够反映表型性状的大部分信息。植物种质资源综合评价是育种研究的重要环节。目前,植物种质资源表型性状综合评价已屡见不鲜^[35-36],其中基于隶属函数和主成分分析法的综合评价(F)应用较多^[37]。本研究利用主成分分析法结合月季观赏性评价指标^[38]对月季品种资源进行综合评价,结果表明‘甜蜜漂流’的综合得分最高,在供试的47份月季资源中综合特性最好,观赏价值最高,而‘粉红雪山’综合得分最低。从分类效果上看第I-1类的月季在观赏效果上最为突出,其次为第II类月季,相对而言第I-2类和第III类月季在观赏效果上较差。主多头、具红色弯刺或钩刺、古老月季为主的月季品种其观赏价值高,说明古老月季所蕴藏的优秀基因资源仍有开发的潜能,深入的挖掘与利用是未来月季育种的一个长期方向,也表明了月季的观赏价值除与花色、花量和花型有关系外,可能还与刺状态、刺颜色、品种类型存在一定联系。

月季品种资源具有丰富的表型多样性且选择多样性丰富的月季品种能够大大增强月季变异的几率。供试月季资源在欧式距离20处可划分成三大类,每一类月季在花色、花量和花型上都表现出一定的共性。47份月季品种资源中,花朵饱满,花星形的‘甜蜜漂流’最具观赏价值,综合评价排名高的古老月季品种最具研究价值。本研究为月季种质资源的开发和应用提供一定的参考,促进月季资源的产业化发展。

参考文献 References:

- [1] YAN H J, ZHANG H, WANG Q G, et al. The *Rosa chinensis* cv. *Viridiflora* phyllody phenotype is associated with misexpression of flower organ identity genes[J]. *Frontiers in plant science*, 2016, 7: 996.
- [2] 中国花卉协会月季分会. 中国月季发展报告(第2版)[J]. *农业科技与信息*, 2014, 5: 1-43.
Rose Branch of China Flower Association. Chinese rose development report(2nd edition)[J]. *Agricultural science and information*, 2014, 5: 1-43.
- [3] 张军云, 董春富. 切花月季新品种温馨[J]. *农村百事通*, 2017(17): 24.
ZHANG J Y, DONG C F. A new Chinese rose variety with cut flowers is warm[J]. *Rural bestong*, 2017(17): 24.
- [4] 杨世先, 张军云, 段家彬, 等. 盆栽微型月季新品种‘心悦’的选育[J]. *农业科技通讯*, 2018(7): 359-360.
YANG S X, ZHANG J Y, DUAN J B, et al. The breeding of a new variety ‘Xin Yue’ in potted miniature rose[J]. *Bulletin of agricultural science*, 2018(7): 359-360.
- [5] LIU Y, LU Z, WANG M, et al. Catechins and lignan from the flower buds of *Rosa chinensis* Jacq[J]. *Phytochemistry letters*, 2020, 38, 46-48.
- [6] 刘谋治, 宋霞, 姜远英, 等. 月季花化学成分及药理作用的研究进展[J]. *药学实践杂志*, 2015, 33(3): 198-200.
LIU M Z, SONG X, JIANG Y Y, et al. Advances in studies on chemical constituents and pharmacological effects of Chinese rose[J]. *Chinese journal of pharmaceutical practice*, 2015, 33(3): 198-200.
- [7] 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.

- LI B Z. Collection, classification and comprehensive evaluation of rose cultivars [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University, 2006.
- [8] 秦丹, 赵艺璇, 刘冬云, 等. 12个藤本月季品种核型分析[J]. 西部林业科学, 2019, 48(5): 89-94.
QIN D, ZHAO Y X, LU D Y, et al. Karyotype analysis of 12 species of Chinese rose vine [J]. Western forestry science, 2019, 48(5): 89-94.
- [9] 吉乃喆, 冯慧, 李纳新, 等. 三倍体古老月季在月季育种中的应用及其子代倍性分析[J]. 分子植物育种, 2019, 17(19): 6424-6433.
JI N Z, FENG H, LI N X, et al. Application in rose hybrid and progeny ploidy analysis of triploid Chinese old garden rose [J]. Molecular plant breeding, 2019, 17(19): 6424-6433.
- [10] 黄平. 月季品种分子鉴定与遗传关系分析[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2012.
HUANG P. Molecular identification of rose variety and analysis on genetic relationship [D]. Beijing: Chinese Academy of Forestry, 2012.
- [11] AGARWAL A, GUPTA V, UI H S, et al. Assessment of genetic diversity in 29 rose germplasms using ScoT marker [J]. Journal of king saud university-science, 2019, 31, 780-788.
- [12] 邱彤, 赵洁, 崔华蕾, 等. 不同花色杂种香水月季的 SSR 分析[J]. 河北林果研究, 2015, 30(3): 274-278.
QIU T, ZHAO J, CUI H L, et al. SSR analysis of hybrid Chinese rose with different colors [J]. Hebei forest fruit research, 2015, 30(3): 274-278.
- [13] 程怡. 月季‘仙境’花色色素组分及影响花色呈色因子分析[D]. 雅安: 四川农业大学, 2014.
CHENG Y. Anthocyanin composition and color factor analysis of the ‘Fairyland’ of Chinese rose [D]. Ya’an: Sichuan Agricultural University, 2014.
- [14] 李淑斌, 王炜佳, 吴高琼, 等. 月季组学及其开花习性和花香性状研究进展[J]. 园艺学报, 2019, 46(5): 995-1010.
LI S B, WANG W J, WU G Q, et al. Advances in the study of Chinese rose omics and its flowering habits and floral characteristics [J]. Acta horticulturae sinica, 2019, 46(5): 995-1010.
- [15] 王珍珍. 蔷薇属资源的花香成分分析及花香合成酶基因 RhNUDX1 的表达研究[D]. 昆明: 云南大学, 2019.
WANG Z Z. Floral composition analysis of Rose resources and expression of floral synthase gene RhNUDX 1 [D]. Kunming: Yunnan University, 2019.
- [16] 张非亚. 月季抗病基因同源序列的研究及杂交群体的构建[D]. 北京: 北京林业大学, 2016.
ZHANG F Y. Study on the homologous sequence of Chinese rose resistance gene and the construction of hybrid population [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2016.
- [17] 范莉娟, 周燕, 高述民. 月季育种技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2015, 31(13): 130-134.
FAN L J, ZHOU Y, GAO S M. Advances in Chinese rose breeding technology [J]. Chinese agricultural science bulletin, 2015, 31(13): 130-134.
- [18] BOURKE P M, GITONGA V W, VOORRIPS R E, et al. Multi-environment QTL analysis of plant and flower morphological traits in tetraploid rose [J]. Theoretical and applied genetics, 2018, 131(10): 2055-2069.
- [19] ROMAN H, RAPICAULT M, MICLOT A S, et al. Genetic analysis of the flowering date and number of petal in rose [J]. Tree Genetics & Genomes, 2015, 11(4): 85.
- [20] 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.
GUO C, GUAN W, ZENG X G, et al. Analysis and evaluation of phenotypic traits of modern Chinese rose cultivars [J]. Scientia agricultura sinica, 2019, 52(24): 4632-4646.
- [21] 李晓丽, 庄得凤, 马策, 等. 月季杂交后代花色遗传特性初探[J]. 北方园艺, 2017(14): 96-98.
LI X L, ZHUANG D F, MA C, et al. Inheritance characteristics of flower color in rose hybrid offspring [J]. Northern horticulture, 2017(14): 96-98.
- [22] GITONGA V W, STOLKER R, RIBOT S A, et al. Inheritance of determinants of flower colour in tetraploid roses [J]. Acta horticulturae, 2009, 836: 55-60.
- [23] 白新祥. 菊花花色形成的表型分析[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
BAI X X. Phenotypic analysis of flower color formation of *Chrysanthemum* [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2007.
- [24] 苏群, 杨亚涵, 田敏, 等. 49份睡莲资源表型多样性分析及综合评价[J]. 西南农业学报, 2019, 32(11): 2670-2681.
SU Q, YANG Y H, TIAN M, et al. Phenotypic diversity analysis and comprehensive evaluation of 49 water lily resources [J]. Acta agriculturae southwest, 2019, 32(11): 2670-2681.

- [25] 向贵生,王其刚,蹇洪英,等.云南川滇蔷薇天然居群表型多样性分析[J].云南大学学报,2018,40(4):786-794.
XIANG G S, WANG Q G, JIAN H Y, et al. Phenotypic diversity analysis of natural population of Rose in Sichuan and Yunnan[J]. Journal of Yunnan university, 2018, 40(4): 786-794.
- [26] 颌刚刚,欧阳雨婷,谢军,等.新疆地区欧洲李叶片表型性状多样性及亲缘关系分析[J].植物资源与环境学报,2018,27(3):72-78.
JI G G, OUYANG L T, XIE J, et al. Analysis of phenotypic character diversity and genetic relationship in European prunus sinkiangensis leaves in Xinjiang region[J]. Journal of plant resources and environment, 2018, 27(3): 72-78.
- [27] 万映伶,刘爱青,张孔英,等.菏泽和洛阳芍药品种资源表型多样性研究[J].北京林业大学学报,2018,40(3):110-121.
WANG Y L, LIU A Q, ZHANG K Y, et al. Phenotype diversity of herbaceous peony variety resources in Heze, Shandong of eastern China and Luoyang, Henan of central China[J]. Journal of Beijing forestry university, 2018, 40(3): 110-121.
- [28] 吴根松,孙丽丹,郝瑞杰,等.梅花种质资源表型多样性研究[J].安徽农业科学,2011,39(20):12008-12009.
WU G S, SUN L T, HAO R J, et al. Study on phenotypic diversity of Plum blossom germplasm resources [J]. Anhui agricultural science, 2011, 39(20): 12008-12009.
- [29] 柳江群,尹明宇,左丝雨,等.长柄扁桃天然种群表型变异[J].植物生态学报,2017,41(10):1091-1102.
LIU J Q, YIN M Y, ZUO S Y, et al. Phenotypic variation in natural population of *Amygdalus pedunculata* [J]. Chinese journal of plant ecology, 2017, 41(10): 1091-1102.
- [30] 白史且,苟文龙,张新全,等.假俭草种群变异与生态特性的研究[J].北京林业大学学报,2002,32(4):97-101.
BAI S Q, GOU W L, ZHANG X Q, et al. Ecological characteristics and morphological variations of centipede grass in different populations [J]. Journal of Beijing forestry university, 2002, 32(4): 97-101.
- [31] 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.
WANG H, XIE L J, LUO D, et al. Quantitative classification of Chinese rose species from Shenzhen [J]. Journal of southwest forestry university, 2013, 33(2): 81-87.
- [32] 董博文,李继东,郑先波,等.山茱萸种质资源表型性状多样性及相关性分析[J].经济林研究,2014,32(2):163-166.
DONG B W, LI J D, DENG X B, et al. Diversity and correlation analysis of phenotypic characteristics in *Cornus officinalis* germplasm resources [J]. Nonwood forest research, 2014, 32(2): 163-166.
- [33] 罗丹.72个月季品种数量分类及耐热性研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2013.
LUO D. Research form a the matic classification and the heat resistance of the 72 roses [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2013.
- [34] 李晓曼,段蒙蒙,王鹏,等.栽培萝卜植株地上部表型多样性分析[J].植物遗传资源学报,2018,19(4):668-675.
LI X M, DUAN M M, WANG P, et al. Phenotypic diversity analysis of cultivated radish (*Raphanus sativus* L.) [J]. Journal of plant genetic resources, 2018, 19(4): 668-675.
- [35] KIM E J, SA K J, PARK K C, et al. Study of genetic diversity and relationships among accessions of foxtail millet [*Setaria italica* (L.) P. Beauv.] in Korea, China, and Pakistan using SSR marker [J]. Genes & genomics, 2012, 34(5): 529-539.
- [36] LIN H S, LIAO G I, CHIANG C Y, et al. Genetic diversity in the foxtail millet (*Setaria italica*) germplasm as determined by agronomic traits and microsatellite markers [J]. Australian journal of crop science, 2012, 6(2): 342-349.
- [37] 孙珍珠,李秋月,王小柯,等.宽皮柑橘种质资源表型多样性分析及综合评价[J].中国农业科学,2017,50(22):4362-4372.
SUN Z Z, LI Q Y, WANG X K, et al. Comprehensive evaluation and phenotypic diversity analysis of germplasm resources in Mandarin [J]. Scientia agricultura Sinica, 2017, 50(22): 4362-4372.
- [38] 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.
WANG L, ZHANG Y J, ZHANG J W, et al. Species resource analysis and ornamental evaluation of 53 Chinese rose [J]. Molecular plant breeding, 2019, 17(15): 5154-5162.