

# 十二个藤本月季品种的适生性评价与筛选

于文剑, 高鹏华, 熊阳阳, 王 锦

(西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224)

**摘 要:**以 12 个引自美国的藤本月季品种为试材, 测定了不同品种植株的超氧化物歧化酶(SOD)活性、过氧化物酶(POD)活性、叶绿素 a(Chl-a)含量、叶绿素 b(Chl-b)含量、叶绿素总量(T-chl)、可溶性糖含量和可溶性蛋白质含量等 7 个与适生性相关的生理指标。采用主成分分析、隶属函数分析以及聚类分析法对相关变量进行分析, 对引种藤本月季原株适生性进行评价和筛选。结果表明:利用主成分分析将 7 个相关指标可转化为 3 个主成分, 累计贡献率达到 82.626%;并通过聚类分析将 12 个供试藤本月季品种的适生性分为适生性强、适生性中等和适生性较弱 3 个等级。初步筛选出‘Super Excelsa’‘Eden Rose’88’‘Handel’‘Alchymist’‘Aloha’等 5 个适生性较好的品种, 可为藤本月季引种和园林应用提供借鉴。

**关键词:**藤本月季; 适生性; 主成分分析; 隶属函数; 聚类分析; 评价

**中图分类号:**S 685.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)15-0079-05

月季(*Rosa* L.)属蔷薇科(Rosaceae), 其中藤本月季为月季八大类中一类, 主要以我国野蔷薇及其品种和其它藤本蔷薇与杂种香水月季或香水月季杂交育成, 或由后二者经芽变培育而得<sup>[1]</sup>。20 世纪末, 我国开始展开对藤本月季的引种工作。目前有许多学者对藤本月季的抗性进行了研究。项延军等<sup>[2]</sup>研究表明, 随着温度的降低, 胁迫时间的延长, 5 种藤本植物的叶片细胞膜透性增加, SOD 活性增大, 可溶性蛋白质含量呈上升趋势, 其中扶芳藤较抗寒, 南蛇藤抗寒性最差。廖伟彪等<sup>[3]</sup>在正常供水与水分胁迫下, 对 4 种藤本月季品种进行全面的综合评价, 结果表明藤本月季主要的抗旱途径为生理性抗旱。在耐盐性方面,

杨永花等<sup>[4]</sup>发现‘西方大帝’‘莫扎特’‘夏令营’‘欢藤’在盐浓度 $\leq 2\%$ 的条件下, 4 个藤本月季品种均对盐胁迫具备一定的缓冲、调节和适应的能力。目前, 国内藤本月季种质资源较少, 故为丰富藤本月季品种多通过从国外的引种, 但品种间性状差异性较大, 故在实际引种和推广过程中, 对引种品种要求不断提高, 特别是对引进品种的植株适生性的要求, 然而目前对于藤本月季适生性的研究尚鲜见报道。该研究以 12 个引自美国的藤本月季品种为材料, 通过对其健康植株相关生理指标的测定, 鉴定出适生性强的优质品种, 以期为今后藤本月季育种及园林应用工作提供了优质的材料。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

试验地设置在昆明市西南林业大学校园攀援月季资源圃, 地处东经 102°45', 北纬 25°03', 海拔 1 936 m, 属于低纬度高原山地季风气候, 年平均气温 14.5 °C, 最热时月平均气温 19.7 °C, 最冷时月平均气温 7.6 °C, 年相对湿度 74%, 年降雨量 1 035 mm, 年日照

**第一作者简介:**于文剑(1991-), 男, 蒙古族, 硕士研究生, 研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail:445922844@qq.com

**责任作者:**王锦(1966-), 女, 博士, 教授, 研究方向为园林植物与观赏园艺。E-mail:908505685@qq.com

**基金项目:**国家林业局 948 资助项目(2014-4-19); 云南省高校林下生物资源保护及利用科技创新团队资助项目。

**收稿日期:**2017-03-14

时数 2 445.6 h, 无霜期 240 d 以上。

## 1.2 试验材料

试验材料为 2014 年 11 月从美国引进的 12 个藤本月季品种, 'The Wedgwood Rose', 'Abraham Darby', 'Handel', 'Alchymist', 'Glorie de Dijon', 'Souvenir du Doctor', 'Aloha', 'Eden Rose', '88', 'Sir Paul Smith', 'Super Excelsa', 'Lady Hillingdon', 'Uetersen', 均为 1.5 年生裸根苗。

## 1.3 试验方法

于 2014 年 11 月末将 12 个品种藤本月季引种裸根苗在西南林业大学月季资源圃进行栽种, 植物材料定植于 35 cm×30 cm 花盆中, 每盆 1 株, 每品种 20 盆, 盆间距 25 cm×25 cm, 基质根据培养土和红土 2:1 进行配制, 栽培后进行缓苗, 缓苗期后正常管理。2015 年 8 月每品种 20 盆随机选择长势相似 3 盆藤本月季, 并选取叶片大小、叶位、向阳面相似的叶片对其生理指标进行测定。采用主成分分析, 隶属函数分析以及聚类分析法对相关变量进行分析, 对引种藤本月季原株适生性进行评价和筛选。隶属函数计算公式:

$X(u) = \frac{Xi - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$ , 其中,  $X(u)$  为隶属函数

值;  $Xi$  为每个指标测定值的平均数;  $X_{max}$  每个品种对应指标的最大值,  $X_{min}$  为每个品种对应指标的最小值。

## 1.4 项目测定

采用丙酮-乙醇法测定叶绿素含量<sup>[5]</sup>; 采用苯酚-硫酸法测定可溶性糖含量<sup>[6]</sup>; 采用 Bradford 法测定可溶性蛋白质含量<sup>[7]</sup>; 采用 NBT 法测定超氧化物歧化酶(SOD)活性<sup>[8]</sup>; 采用愈创木酚法测定过氧化物酶(POD)活性<sup>[8]</sup>。

## 1.5 数据分析

采用 Excel 软件对数据进行整理并计算相关生理指标平均值, 运用 SPSS 16.0 软件进行相关性分析、主成分分析和聚类分析。

# 2 结果与分析

## 2.1 12 个藤本月季适生性指标相关性分析

由表 1 可知, 所测的 7 个指标中, 叶绿素 a 含量和叶绿素总量呈极显著正相关( $P < 0.01$ ), 与可溶性蛋白质含量呈显著负相关( $P < 0.05$ ), 同时叶绿素总量与可溶性蛋白质含量亦呈显著负相关( $P < 0.05$ )。

表 1 12 个藤本月季适生性指标相关性分析

Table 1 Correlation analysis of adaptability indexes for 12 climbing rose varieties

指标 Indexes	过氧化物酶活性 POD activity	超氧化物歧化酶活性 SOD activity	叶绿素 a 含量 Chl-a concent	叶绿素 b 含量 Chl-b concent	叶绿素总量 T-chl concent	可溶性糖含量 Soluble sugar content	可溶性蛋白质含量 Soluble protein content
过氧化物酶活性 POD activity	1						
超氧化物歧化酶活性 SOD activity	0.417	1					
叶绿素 a 含量 Chl-a concent	-0.181	0.331	1				
叶绿素 b 含量 Chl-b concent	0.061	0.348	0.358	1			
叶绿素总量 T-chl concent	-0.153	0.348	0.992**	0.467	1		
可溶性糖含量 Soluble sugar content	-0.208	0.320	-0.137	0.240	-0.113	1	
可溶性蛋白质含量 Soluble protein content	0.310	-0.314	-0.681*	-0.121	-0.654*	0.168	1

注: “\*” “\*\*” 分别表示数据在 5% 和 1% 水平上差异显著。

Note: “\*” “\*\*”, respectively indicate significant correlation ( $P < 0.05$ ) and extremely significant correlation ( $P < 0.01$ ).

## 2.2 12 个藤本月季适生性指标主成分分析

主成分分析是将原始的多个变量指标通过线

性组合, 转化为少数几个综合指标, 简化后的指标既能反映原来指标的主要信息, 同时使新的指标

之间又不存在相互关系的统计方法。

该研究选取 12 个藤本月季品种的超氧化物歧化酶活性、过氧化物酶活性、叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量、叶绿素总量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量等 7 个生理指标进行主成分分析。由表 2 可知,第 1、2、3 主成分的特征值均大于 1,其中第 1 主成分的特征值为 2.980,其贡献率为 42.566%,是最重要的主成分;第 2 主成分的特征

值为 1.570,其贡献率为 22.426%;第 3 主成分的特征值为 1.234,贡献率为 17.633%,前 3 个成分的累计贡献率达到 82.626%,能够将 12 个品种藤本月季的适生性的 82.626%的信息表达出来,其它主成分的特征值和贡献率依次递减。因此前 3 个主成分可作为 12 个品种藤本月季植株适生性评价的综合分析指标。

表 2 12 个藤本月季品种适生指标的主成分分析

Table 2 Principal component analysis of adaptability indexes for 12 climbing rose varieties

主成分 Principal component	特征值 Characteristic value	贡献率 Contribution rate/%	累计贡献率 Cumulative contribution rate/%
1	2.980	42.566	42.566
2	1.570	22.426	64.992
3	1.234	17.633	82.626
4	0.747	10.672	93.298
5	0.355	5.064	98.362
6	0.114	1.635	99.997
7	0.000	0.003	100.000

主成分是原变量的正规化线性组合,主成分中各性状载荷值的大小体现了各性状在主成分中的重要程度,故根据表 3 中的 3 个主成分的特征向量,列出下列 3 个主成分的函数表达式:

$$Y_1 = -0.090\ 9X_2 + 0.293\ 1X_1 + 0.547\ 4X_3 + 0.304\ 7X_4 + 0.555\ 5X_5 - 0.014\ 5X_6 - 0.452\ 4X_7 \quad (1),$$

$$Y_2 = 0.510\ 0X_2 + 0.575\ 4X_1 - 0.132\ 5X_3 + 0.379\ 1X_4 - 0.079\ 8X_5 + 0.419\ 8X_6 + 0.253\ 8X_7 \quad (2),$$

$$Y_3 = -0.654\ 4X_2 - 0.105\ 3X_1 - 0.066\ 6X_3 + 0.192\ 6X_4 - 0.051\ 3X_5 + 0.718\ 3X_6 + 0.027\ 9X_7 \quad (3).$$

结合相关函数表达式以及表 3 可知,第 1 主成分中叶绿素 a 含量、叶绿素总量载荷值较大,其中载荷值最大的为叶绿素总量,为 0.555 5,故第 1 主成分主要以叶绿素 a 含量,叶绿素总量能够反映原始数据信息量的 42.566%,因此可以成为叶绿素含量因子。第 2 主成分中 SOD 活性、POD 活性载荷值较大,能够反映原始数据信息量的 22.426%,因此可以称为保护酶因子,第 3 主成分中可溶性糖含量的值较大,为 0.718 3,说明可溶性糖含量与植株的适生性有关,为可溶性糖因子。

表 3 相关矩阵特征向量

Table 3 Correlation matrix feature vector

主成分 Principal component	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
Y <sub>1</sub>	0.293 1	-0.090 9	0.547 4	0.304 7	0.555 5	-0.014 5	-0.452 4
Y <sub>2</sub>	0.575 4	0.510 0	-0.132 5	0.379 1	-0.079 8	0.419 8	0.253 8
Y <sub>3</sub>	-0.105 3	-0.654 4	-0.066 6	0.192 6	-0.051 3	0.718 3	0.027 9

注: X<sub>1</sub>. 超氧化物歧化酶活性; X<sub>2</sub>. 过氧化物酶活性; X<sub>3</sub>. 叶绿素 a 含量; X<sub>4</sub>. 叶绿素 b 含量; X<sub>5</sub>. 叶绿素总量; X<sub>6</sub>. 可溶性糖含量; X<sub>7</sub>. 可溶性蛋白质含量。  
Note: X<sub>1</sub>. SOD activity; X<sub>2</sub>. POD activity; X<sub>3</sub>. Chlorophyll-a content; X<sub>4</sub>. Chlorophyll-b content; X<sub>5</sub>. Total-chlorophyll content; X<sub>6</sub>. Soluble sugar content; X<sub>7</sub>. Soluble protein content.

2.3 12 个藤本月季适生性隶属函数分析

主成分分析中,将 7 个指标分为 3 个主成分,第 1、2、3 主成分的贡献率达到 82.626%,表明这 3 个主成分反映了全部信息的 82.626%,因此选择其中 SOD 活性、POD 活性、叶绿素 a 含量、叶绿素总量、可溶性糖含量等 5 个指标行隶属函数

分析,对 5 个指标的平均隶属函数值进行计算和排序。

由表 4 可以看出,平均隶属函数最大的为‘Super Excelsa’,为 0.744 7,说明其适生性最好。‘Uetersen’的平均隶属函数值最小,仅为 0.225 7,故说明其植株适生性最差。

表 4

12 个藤本月季品种隶属函数值

Table 4

Subordinate function value of 12 climbing rose varieties

序号 Serial number	品种 Varieties	过氧化物酶 活性 POD activity	超氧化物歧 化酶活性 SOD activity	叶绿素 a 含量 Chl-a content	叶绿素总量 T-chl content	可溶性糖含量 Soluble sugar content	平均隶属函数 Average subordinate function value	排名 Rank
1	'Sir Paul Smith'	0.498 8	0.063 0	0.464 1	0.496 7	0.115 1	0.327 5	8
2	'Handel'	0.155 8	0.8431	1.000 0	0.988 0	0.321 2	0.661 6	3
3	'Souvenir du Doctor'	0.009 9	0.324 2	0.510 6	0.576 3	0.460 6	0.376 3	6
4	'Lady Hillingdon'	0.000 0	0.150 0	0.400 5	0.482 3	0.448 5	0.296 3	10
5	'Eden Rose'88'	0.714 2	0.967 3	0.402 4	0.505 4	1.000 0	0.717 9	2
6	'Alchymist'	0.913 8	0.697 4	0.540 6	0.630 8	0.000 0	0.556 5	5
7	'Aloha'	1.000 0	1.000 0	0.295 3	0.327 3	0.297 0	0.583 9	4
8	'Super Excelsa'	0.312 3	0.779 5	0.940 9	1.000 0	0.690 9	0.744 7	1
9	'Uetersen'	0.412 6	0.376 5	0.128 1	0.138 5	0.072 7	0.225 7	12
10	'Abraham Darby'	0.642 9	0.272 0	0.146 4	0.158 2	0.660 6	0.376 0	7
11	'Glorie de Dijon'	0.140 8	0.451 0	0.000 0	0.000 0	0.921 2	0.302 6	9
12	'The Wedgwood Rose'	0.448 2	0.000 0	0.434 3	0.448 5	0.078 8	0.282 0	11

#### 2.4 12 个藤本月季适生性聚类分析

根据主成分分析结果,以过氧化物酶活性、超氧化物歧化酶活性、叶绿素含量、叶绿素总量、可溶性糖含量等 5 个指标为基础,对 12 个藤本月季品种进行聚类分析。由图 1 可知,设欧式距离为 10,将 12 个品种的藤本月季分为三大类,第Ⅰ类为'Eden Rose'88'、'Alchymist'、'Aloha',其平均隶属函数为 0.619 4;第Ⅱ类'Handel'、'Super Excelsa',其平均隶属函数为 0.703 2。第Ⅲ类'Sir Paul Smith'、'Souvenir du Doctor'、'Lady Hillingdon'、'Uetersen'、'Abraham Darby'、'Glorie de Dijon'、'The Wedgwood Rose',其平均隶属函数为-0.311 0。

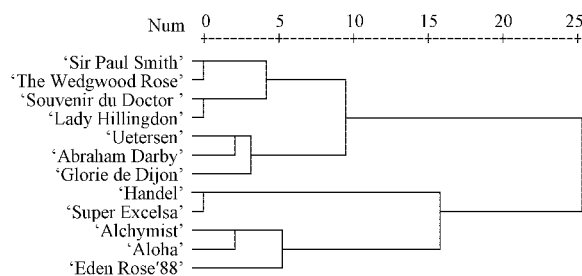


图 1 12 个品种藤本月季聚类分析

Fig. 1 Cluster analysis of twelve climbing rose varieties

故可以将 12 个品种藤本月季分为 3 个适生性等级:1 级,平均隶属函数值在 0.7 以上,为适生性强品种;2 级,其平均隶属函数值在 0.4~0.7,为适生性中等品种;3 级,其平均隶属函数在

0.4 以下,为适生性较差品种。供试 12 个品种的藤本月季中,属于 1 级的有'Super Excelsa'、'Eden Rose'88',2 级的有'Handel'、'Alchymist'、'Aloha';3 级的有'Sir Paul Smith'、'Souvenir du Doctor'、'Lady Hillingdon'、'Uetersen'、'Abraham Darby'、'Glorie de Dijon'、'The Wedgwood Rose'。

#### 3 讨论与结论

随着对于园林植物引种工作的不断开展,在实际园林应用中,针对不同环境和不同需求,对于引进植株自身各个方面品质的要求亦不同。关于藤本月季抗逆性的研究,前人多集中于极端逆境环境<sup>[9-10]</sup>,但相较于植株对于一些特殊极端逆境环境的适应性,在引种地正常栽培条件下,引进的健康植株自身对于环境适应性的研究显得愈重要,通过此能对引种植株的进行初步筛选,从而达到引进、推广的效果最大化,邓艳等<sup>[11]</sup>对不同油茶品种健康叶片中的 3 种保护酶,为油茶的抗病性和适生机理研究提供了参考,而在藤本月季品种尚鲜见对于健康植株的抗性的评价。植株适生性主要表现为其生物学特性和生理特性上。在该研究选取健康藤本月季植株的为试验材料,并对其 SOD 活性、POD 活性等 7 个相关生理指标进行检测。

主成分分析能够在不损失或少损失原始信息的前提下,有效地简化数据,分析各指标间的关系,起到浓缩数据的作用,在此基础上,进一步利

用隶属函数分析使得抗旱品种筛选更具科学性和可靠性<sup>[12]</sup>。令凡等<sup>[13]</sup>对 6 个品种油橄榄的相对电导率、可溶性糖含量等 9 个指标进行测定,运用主成分分析、隶属函数和灰色关联度评价了不同品种的抗寒性,结果表明隶属函数和主成分分析综合评价结果一致,并表明 SOD 活性、可溶性蛋白质含量、CAT 活性、叶绿素含量能够作为鉴定油橄榄抗寒性的首要指标。

该研究结合主成分分析,隶属函数分析和聚类分析对藤本月季品种适生性进行综合评价,在主成分分析提取出 3 个主成分的基础上,并对 3 个主成分中特征向量较大的 5 个生理指标进行隶属函数分析和聚类分析,可以将 12 个品种藤本月季分为 3 个适生性等级:1 级,平均隶属函数值在 0.7 以上,为适生性强品种;2 级,其平均隶属函数值在 0.4~0.7,为适生性中等品种;3 级,其平均隶属函数在 0.4 以下,为适生性较差品种。初步筛选出 5 个适生性较好的品种,为以后引种者对于藤本月季的引种提供参考,同时为今后园林应用提供了借鉴。

## 参考文献

[1] 李保忠. 引进不同月季品种的分类与评价研究[J]. 现代园

艺,2012(20):10.

[2] 项延军,李新芝,王小德. 5 种藤本植物的抗寒性研究初探[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2011,37(4):421-424.

[3] 廖伟彪,肖洪浪,张美玲,等. 4 种藤本月季抗旱性综合评价[J]. 中国沙漠,2010,30(3):546-550.

[4] 杨永花,张志霞,廖伟彪,等. 四种藤本月季耐盐性的比较[J]. 甘肃农业大学学报,2007,42(2):81-83.

[5] 张宪政. 植物叶绿素含量测定:丙酮乙醇混合液法[J]. 辽宁农业科学,1986(3):26-28.

[6] 叶尚红. 植物生理生化实验教程[M]. 昆明:云南科技出版社,2002.

[7] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1995.

[8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000.

[9] 张涛,段大娟,王振一,等. 5 种藤本月季抗寒性比较研究[J]. 西北林学院学报,2006,21(5):81-83.

[10] 张美玲,杨永花,廖伟彪,等. 四种藤本月季抗旱性综合评价[J]. 干旱地区农业研究,2008,26(5):173-179.

[11] 邓艳,常明山,朱英芝,等. 不同油茶品种叶片 3 种保护酶活性分析[J]. 南方农业学报,2016,47(5):686-689.

[12] 孙静,曾俊,王银杰,等. 20 个切花菊品种抗旱性评价与筛选[J]. 南京农业大学学报,2013,36(1):24-28.

[13] 令凡,焦健,杨北胜,等. 6 个品种油橄榄幼苗抗寒性及其与抗旱指标的灰色关联度分析[J]. 四川农业大学,2016,34(2):167-184.

## Evaluation and Selection of Adaptability of Twelve Climbing Rose Varieties

YU Wenjian,GAO Penghua,XIONG Yangyang,WANG Jin

(School of Landscape Architecture,Southwest Forestry University,Kunming,Yunnan 650224)

**Abstract:** Twelve climbing rose varieties from the United States were used as materials. Seven physiological indexes related to the adaptability were measured,including SOD activity,POD activity, chlorophyll a (Chl-a), chlorophyll b (Chl-b), total chlorophyll (T-chl), soluble sugar content and soluble protein content. The adaptability of the introduction of the original plant of climbing rose varieties were evaluated and selected by principal components analysis, membership function analysis and clustering analysis. The results indicated that principal component analysis was used to transform the seven related indexes into three principal components, and the cumulative contribution rate was 82.626%; the results of cluster analysis showed that the adaptability of 12 varieties of climbing roses were divided into three levels, strong adaptability, medium adaptability and weak adaptability. ‘Super Excelsa’ ‘Eden Rose’ ‘88’ ‘Handel’ ‘Alchymist’ ‘Aloha’ were screened out, which provided a reference for the introduction and application of climbing rose.

**Keywords:** climbing rose; adaptability; principal component analysis; membership function; cluster analysis; evaluation