

彩叶矾根幼苗形态生理特性变化及耐阴性综合评价

许红娟, 陈之林, 罗孝明, 杨 澜, 石乐娟, 张朝君

(贵州省农业科学院 贵州省园艺研究所, 贵州 贵阳 550006)

摘 要:以“巧克力纱”“银色卷轴”“教堂窗户”“李子布丁”“拼图”“红宝石”“海浪”“紫晶”“侃侃”“红卷毛”“天鹅绒”“黑暗之星”12个不同矾根品种为试材,采用形态生长指标和生理生化指标测定及方差和隶属函数值的分析方法,研究了弱光环境对不同彩叶矾根品种在贵州耐阴能力强弱的影响,以期对矾根在西南地区园林景观布置提供依据。结果表明:在弱光环境下,“李子布丁”“海浪”的幼苗生长前期表现出较强的耐阴特性;这些矾根品种耐阴能力大小依次为“天鹅绒”>“教堂窗户”>“李子布丁”>“银色卷轴”>“拼图”>“海浪”>“巧克力纱”>“红宝石”>“紫晶”>“侃侃”>“红卷毛”>“黑暗之星”。

关键词:矾根; 苗期; 形态; 生理特性; 耐阴性

中图分类号:S 687 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)15-0089-09

贵州以高原山地居多,气候温暖湿润,降水较多,阴天多,光照较少。近年来贵州花卉产业的发展集中在搞好“大旅游、大生态”的花卉生态配置格局上,但是贵州在园林景观植物种类和优新耐阴花卉品种的应用上配置单一,彩叶阴地被植物在景观中的应用还没有足够的创新。而引进的矾根植物本身就比较耐阴,在不同的环境中表现出不同的变化规律,因此从生理生化指标以及形态指标上进行集中研究观察,才能确定矾根品种在类似贵州气候条件下的生长发育状态,找出在光照较弱环境下的适应性,筛选出适宜生长的矾

根品种,并对其耐阴性做综合评价,为在园林景观上更好的应用提供参考依据。

矾根(*Heuchera micrantha*)属虎耳草科矾根属植物,又名珊瑚铃,叶色繁多,可分为绿色系、金色系、橙色系、红色系、紫色系、混色及花叶系等,复总状花序,花小巧,钟状,以红色和白色为主,花期4—6月。我国引进矾根后,在北方地区种植良好,并且被驯化为优良宿根地被观叶花卉。目前国内对矾根的研究主要集中在组织培养、栽培和引种驯化及某些品种光合特性方面的研究^[1-3]。国外对矾根的研究主要集中在对矾根的园艺品种的杂交育种方面,并且进行杂交新品种的组织培养技术研究,使得矾根叶色在原有的基础上越来越丰富,并且在国外园林景观上的用途越来越广泛。矾根在国外家庭园艺和花园布置中,自然式花丛和花境应用较多,在花丛的边缘往往可以采用较为密集的花卉材料来表现这种厚实感,矾根属的一些品种因其色系较多,可以起到压边收尾的功能,也可以称作花园的边饰材料,同其它株形较高的花卉材料形成对比,增加景观的完整度。该研究通过对矾根苗期叶面积、叶长、叶宽等形态

第一作者简介:许红娟(1984-),女,硕士,助理研究员,现主要从事园林观赏植物栽培与育种等研究工作。E-mail: xhj07522443219@126.com

责任作者:陈之林(1974-),男,博士,副研究员,现主要从事园林观赏植物栽培及分子生物育种等研究工作。E-mail:Chenzhilin@126.com

基金项目:贵州省科技合作计划资助项目(黔科合LH字7083);贵州省特色兰花与百合种质资源研究与应用科技创新人才团队资助项目(黔科合平台人才[2016]5628)。

收稿日期:2017-02-17

指标以及生理生化指标叶绿素含量、可溶性糖含量等测定,利用方差和隶属函数值分析方法对矾根不同品种的耐阴性进行综合性比较,找出适合贵州生长的矾根品种。

植物的耐阴性是一个由多种因素相互作用而形成的一个对环境逐渐适应的过程,是一个复杂的综合性状,目前还没有发现一个性状可以作为唯一、可靠的耐阴性鉴定指标。自然界中植物的耐阴性是一种遗传特性,一般指植物在隐蔽的环境下,也能够使其自身正常生长发育的能力。目前有许多学者对植物的耐阴性进行了研究,罗耀等^[4]对9种暖季型草坪草的耐阴能力通过测定叶面积、叶片长度、叶片长宽比、节间距离、地上生物量、叶绿素a含量、叶绿素b含量、叶绿素总量、可溶性糖含量、POD活性等12个形态和生理生化指标,并通过相关分析和主成分分析,最后求得隶属函数值,得出了9种草坪草耐阴性强弱排序。尹立辉^[5]对3种不同的非洲紫罗兰进行遮荫处理后,通过研究光强对叶绿素含量及生长量等方面的影响,指出了非洲紫罗兰最适合的生长环境。外国对植物耐阴性的研究主要偏重于叶内色素含量、叶片解剖结构、植物CO₂气体交换,光谱组成等方面的研究^[6]。而矾根也采用对耐阴性的分析,得出耐阴能力强弱,筛选出耐阴能力强的品种在景观园林上进行应用,为发展花卉旅游产业提供新思路。

彩叶矾根在贵州等地区的引种栽培和耐阴性方面的研究目前尚鲜见报道,现选择“巧克力纱”“银色卷轴”“教堂窗户”“李子布丁”“拼图”“红宝石”“海浪”“紫晶”“侃侃”“红卷毛”“天鹅绒”“黑暗之星”为试材,根据苗期生长的形态指标和生理生化指标,利用方差和隶属函数值分析,筛选出耐阴能力强的品种,为优新耐阴地被植物矾根在类似贵州气候条件的西南地区园林景观上的开发利用提供科学应用。探究其苗期的形态和生理特性指标差异,从而推测耐阴性差异,以期为西南地区园林景观上的应用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为珠海诺德生物科技有限公司提供

的矾根(*Heuchera micrantha*)200穴盘品种幼苗,分别是“巧克力纱”(‘Chocolat Veil’),“银色卷轴”(‘Silver Scrolls’),“教堂窗户”(‘Cathedral Windows’),“李子布丁”(‘Plum Pudding’),“拼图”(‘Quilthers Joy’),“红宝石”(‘Montrose Ruby’),“海浪”(‘Stormy Seas’),“紫晶”(‘Amethyst Mist’),“侃侃”(‘Can Can’),“红卷毛”(‘Crimson Curl’),“天鹅绒”(‘Velvet Night’),“黑暗之星”(‘Dark Star’),依次用F、N、D、L、E、J、OO、A、C、HH、O、P表示。

1.2 试验方法

2015年10月下旬在贵州省园艺研究所日光温室大棚内进行营养钵盆栽移栽,将木质泥炭、椰壳粉和腐熟松针制成的椰糠、火山石、珍珠岩全部按体积比例为1:1混合,混合后的营养土每25 kg加入250 g缓释肥,选择长势一致的矾根品种幼苗移栽入直径7 cm的营养钵内,每盆1株,常规统一肥水管理。幼苗恢复生长成活7 d后,选择成活健壮的叶片进行标记,每品种选择32株标记的叶片进行测量,分8组进行重复测量。生长形态指标的测量,利用CI-202便携式叶面积仪在苗期的3个生长时期进行测定,第一阶段形态测量选在2016年1月20日,第二阶段选在第一次测量植株换直径为11 cm型号的盆,生长2个月后的2016年3月20日,第三阶段选在第二次测量植株换直径为15 cm型号的盆,生长2个月后的2016年5月20日,3次测量均进入矾根苗期生长的旺盛时期,在日光温室环境下进行。

1.3 项目测定

1.3.1 观赏性状的生长形态指标测量

采用CI-202便携式叶面积仪测量的生长性状及观赏指标:叶面积、叶长、平均叶宽、最大叶宽。

1.3.2 苗期叶片生理生化指标测定

叶片采样的时期选在矾根苗期生长的旺盛时期2016年4月26日至5月26日,每10 d取样一次,共3次重复,采取同一品种多株混合多次重复取样,于08:00—10:00矾根植株向阳面的中部叶叶片(从上往下数第3~4片)进行。

丙二醛含量采用硫代巴比妥酸法测定,可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定,可溶性蛋白质含量采用考马斯亮蓝G-250法测定,叶绿素含量采

用 96%酒精提取叶绿体色素,用紫外分光光度计法测定,游离脯氨酸含量采用南京建成提供的试剂盒的酸性茚三酮法测定,超氧化物歧化酶(SOD)活性采用南京建成提供的试剂盒的植物测定方法测定^[7-8]。

1.4 数据分析

试验数据中生长形态和生理生化指标均采用 SAS 8.1 软件 Duncan's 多重比较法进行方差分析,生理生化指标采用 Excel 2007 分析并绘图,矾根的耐阴性综合评价采用应用模糊数学中的隶属函数值法,以叶绿素含量、脯氨酸含量等生理生化指标进行综合计算结合形态指标进行评价。隶属函数值计算公式: $Z_{ij} = (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$,如果为负相关,则用反隶属函数值进行转换,计算公式为: $Z_{ij} = 1 - (X_{ij} - X_{imin}) / (X_{imax} - X_{imin})$,其中 Z_{ij} 表示 i 品种 j 指标的耐阴隶属函数值, X_{ij} 表示 i 品种 j 指标的测定值; X_{imax} 和 X_{imin} 分

别表示各品种中指标的最大和最小的测定值。

2 结果与分析

2.1 生长指标分析

2.1.1 彩叶矾根苗期第一阶段测量时期不同形态指标的生长变化

表 1 表明,矾根品种在同样的生长环境下,移栽恢复生长后,在第一生长阶段的叶面积指标上,“李子布丁”“海浪”与“红卷毛”表现显著差异($P < 0.05$)。“银色卷轴”“教堂窗户”“红宝石”3 个品种之间没有显著差异($P > 0.05$),均达到了 15 cm 以上的生长值。在叶长上,“海浪”与其它品种之间差异显著($P < 0.05$),并且达到最大值,“黑暗之星”表现出最小值。在平均叶宽和最大叶宽性状上,“红卷毛”表现出与“李子布丁”差异显著($P < 0.05$)。

表 1 不同矾根品种在第一测量阶段不同形态指标的观赏性状表现

Table 1 Different varieties of *Heuchera micrantha* ornamental charactersistic indices of different forms in the first stage

品种	测量时期	叶面积	叶长	平均叶宽	最大叶宽
Cultivars	Measured time/(年-月-日)	Leaf area/cm ²	Leaf length/cm	AV-width/cm	MX-width/cm
F	2016-01-20	8.6±0.716 1cd	4.8±1.085 3bc	2.1±0.257 4de	3.7±0.257 7cd
N	2016-01-20	15.5±1.082 6b	5.4±0.142 7bc	2.9±0.212 9cb	4.8±0.176 3ab
D	2016-01-20	15.7±0.737 9b	4.9±0.113 3bc	3.2±0.131 5ab	4.9±0.140 2ab
L	2016-01-20	22.0±1.381 6a	6.1±0.255 7b	3.6±0.138 2a	5.5±0.138 8a
E	2016-01-20	13.5±2.218 8b	4.4±0.705 1bc	2.7±0.407 1bcd	4.1±0.655 7cb
J	2016-01-20	15.7±0.894 6b	5.2±0.200 4bc	3.0±0.128 8b	4.8±0.141 4ab
OO	2016-01-20	20.4±2.184 3a	7.8±1.260 3a	2.7±0.246 4bcd	4.8±0.293 8ab
A	2016-01-20	9.2±0.499 2c	3.9±0.133 6c	2.3±0.088 5cd	3.8±0.092 6cd
C	2016-01-20	6.6±0.525 3cd	4.1±0.225 9c	1.6±0.105 2ef	3.3±0.153 2de
HH	2016-01-20	5.3±0.656 7d	4.0±0.234 3c	1.3±0.126 0f	2.7±0.134 2e
O	2016-01-20	9.2±0.708 8c	4.2±0.154 4c	2.2±0.132 3de	3.9±0.158 1cd
P	2016-01-20	10.1±0.963 1c	3.8±0.259 0c	2.6±0.092 6bcd	3.6±0.071 8cd

注:同列数据中小写字母表示不同品种同一时期不同形态指标差异达 5%的显著水平。下同。

Note: The same column data lowercase letters represent different forms of index difference of 0.05 level of significance of different varieties of the same period. The same below.

2.1.2 苗期彩叶矾根在第二阶段测量时期形态比较及观赏性状的变化

由表 2 可知,同样的肥水管理下,标记后的植株在第一次测量换盆生长 2 个月后,表现出生长速度不一致,叶面积和叶长上“海浪”和“天鹅绒”分别达到了 28.5、27.0 cm² 和 8.8、7.2 cm 的生长范围值,与“黑暗之星”差异显著($P < 0.05$),其它品种之间比较相近。在平均叶宽上,“巧克力

纱”表现最小值,与“侃侃”表现显著差异,最大叶宽上与“天鹅绒”表现出显著差异。与第一阶段的生长相比,“黑暗之星”在叶长指标上,经过 2 个月的生长后,由 3.8 cm 达到 3.9 cm,生长比较缓慢。

2.1.3 第三阶段测量时期彩叶矾根苗期生长性状的变化

由表 3 可知,在第二阶段测量后,12 个彩叶矾

根品种同样的日常管理生长 2 个月后,在各生长性
状上变化较大。叶面积和平均叶宽上,“教堂窗户”
和“紫晶”2 个品种都表现出最大值,其中叶面积上
与“红卷毛”差异显著($P<0.05$),平均叶宽上与“银
色卷轴”差异显著。叶长和最大叶宽性状上,“教堂
窗户”与“红卷毛”表现显著差异($P<0.05$)。

表 2 不同矾根品种在第二测量阶段不同形态指标的生长性状表现

Table 2 Different varieties of *Heuchera micrantha* growth charactersistic indices of different forms in the second stage

品种	测量时期	叶面积	叶长	平均叶宽	最大叶宽
Cultivars	Measured time/(年-月-日)	Leaf area/cm ²	Leaf length/cm	AV-width/cm	MX-width/cm
F	2016-03-20	11.2±1.310 9cb	5.3±0.540 1abc	2.3±0.163 1e	3.7±0.119 2d
N	2016-03-20	18.6±1.182 8b	6.1±0.886 6ab	3.3±0.331 4abc	5.0±0.162 6c
D	2016-03-20	21.1±2.388 8ab	7.0±0.910 7ab	3.3±0.152 3bcd	5.3±0.142 7bc
L	2016-03-20	23.5±1.311 6ab	6.7±0.343 8ab	3.9±0.132 9ab	5.7±0.140 7abc
E	2016-03-20	18.7±1.819 0b	5.9±0.560 5ab	3.2±0.205 1abcd	5.1±0.191 7c
J	2016-03-20	17.8±1.889 3bc	5.2±0.493 9cb	3.4±0.171 6ab	5.5±0.235 2abc
OO	2016-03-20	28.5±2.392 6a	8.8±0.549 9a	3.0±0.223 4bcd	5.3±0.200 9c
A	2016-03-20	17.5±3.200 0bc	6.9±0.625 4ab	2.5±0.368 4cde	5.7±0.418 5abc
C	2016-03-20	24.3±3.351 4ab	5.8±0.625 9ab	4.1±0.345 9a	6.2±0.550 5ab
HH	2016-03-20	19.3±2.238 6b	6.3±0.473 0ab	3.0±0.261 9bcd	5.2±0.255 6c
O	2016-03-20	27.0±3.241 8a	7.2±0.661 2a	3.8±0.499 8ab	6.4±0.407 5a
P	2016-03-20	11.7±1.296 3d	3.9±0.300 0c	2.9±0.286 0de	3.9±0.380 1d

表 3 不同矾根品种在第三阶段不同形态指标的生长性状表现

Table 3 Different varieties of *Heuchera micrantha* growth charactersistic indices of different forms in the third stage

品种	测量时期	叶面积	叶长	平均叶宽	最大叶宽
Cultivars	Measured time/(年-月-日)	Leaf area/cm ²	Leaf length/cm	AV-width/cm	MX-width/cm
F	2016-05-20	36.0±2.674 5d	8.6±0.572 8dc	4.6±0.329 5 def	7.1±0.275 8d
N	2016-05-20	31.0±2.274 0d	8.0±0.478 1d	3.9±0.236 8f	7.2±0.334 8d
D	2016-05-20	73.8±3.290 0a	11.1±0.521 9a	6.7±0.329 0a	10.5±0.205 3a
L	2016-05-20	52.8±5.838 9c	10.2±0.414 0ab	5.1±0.433 8cdef	8.8±0.311 5bc
E	2016-05-20	39.5±3.957 0d	9.4±0.467 8bcd	4.2±0.392 2ef	7.9±0.578 9cd
J	2016-05-20	55.4±4.888 0bc	9.0±0.361 5bcd	4.8±0.467 3cdef	9.2±0.247 8b
OO	2016-05-20	54.9±3.667 1bc	9.5±0.384 9bc	5.7±0.350 0abc	8.7±0.334 3bc
A	2016-05-20	65.4±3.942 6ab	9.7±0.336 9a	6.7±0.276 7a	9.5±0.248 9ab
C	2016-05-20	51.0±3.990 3c	8.7±0.783 2dc	5.9±0.229 1ab	8.8±0.210 2cb
HH	2016-05-20	29.3±2.186 7d	6.5±0.307 6e	4.4±0.273 7ef	6.9±0.337 8d
O	2016-05-20	60.8±5.114 3bc	9.0±0.319 8bcd	6.7±0.391 4a	9.5±0.454 5ab
P	2016-05-20	52.8±2.613 5c	9.4±0.352 0bcd	5.6±0.167 4bcd	9.3±0.316 5b

2.2 彩叶矾根苗期叶片叶绿素 a、叶绿素 b、类胡
萝卜素及叶绿素总量的变化

叶绿素是重要的光合作用物质,其含量的多
少在一定程度上反映了植物光合作用强度的高
低,从而影响植物的生长和发育。并且有学者认
为,叶绿素总量的多少以及叶绿素 a/b 比值与植
物的耐阴性存在着关联,应用叶绿素来推断植物
的耐阴性在植物不同阶段耐阴性研究中已经得到
认可^[9-10]。叶绿素是植物的光合色素,具有吸收
和传递光量子的功能,叶绿素含量的高低也影响

植物的耐阴能力,付晓萍等^[11]认为,叶绿素含量
越高,植物的耐阴能力越强。由图 1 可知,不同矾
根品种苗期叶片内叶绿素 a、b、类胡萝卜素及叶
叶绿素总量在一定趋势上是一致的,“天鹅绒”和“红
卷毛”差异性最大($P<0.05$),并且“天鹅绒”和
“海浪”相对于其它 10 个矾根品种,耐阴能力最
强,而“银色卷轴”“教堂窗户”“李子布丁”“拼图”4
个品种体内的叶绿体色素含量相当,“红卷毛”品
种叶片内叶绿素 a、b、类胡萝卜素及叶绿素总量
最低,耐阴能力相对较弱。

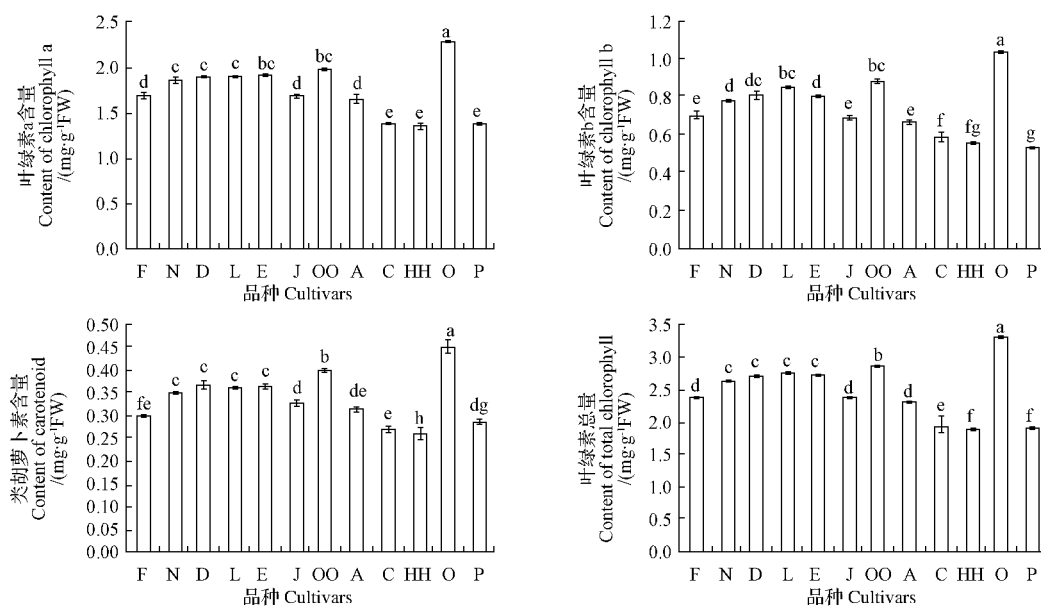


图 1 不同矾根品种苗期叶绿素 a、叶绿素 b、类胡萝卜素、叶绿素总量变化

Fig. 1 Change of contents of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoid and total chlorophyll in the seedlings of different *Heuchera micrantha* cultivars

2.3 彩叶矾根苗期叶片丙二醛、脯氨酸含量的变化

丙二醛(MDA)是膜脂氧化的主要产物,它可与细胞膜上的蛋白质、酶结合、交联使之失活,从而破坏生物膜的结构和功能,是细胞有毒性的物质,对许多生物大分子均有破坏作用。植物体内游离脯氨酸是一种环状的亚氨基酸,在组成蛋白质的常见 20 种氨基酸中唯一的亚氨基酸。脯氨酸是植物蛋白质的组分之一,并可以游离状态广泛存在的植物体中。同时脯氨酸也是植物逆境胁迫较敏感的指标之一。因此植物体内丙二醛含

量的多少代表着植物细胞遭受逆境伤害的程度和膜脂过氧化程度,体内脯氨酸含量的多少代表着植物对环境的适应能力大小。图 2 表明,不同矾根品种苗期体内丙二醛含量这个生理指标上,“天鹅绒”含量最高,“李子布丁”“紫晶”其次,“天鹅绒”“黑暗之星”表现显著差异。而在脯氨酸这个生理指标上,“天鹅绒”含量最高,与“黑暗之星”“红卷毛”之间差异显著。因此,按照植物体内丙二醛和脯氨酸含量的多少,反而是“黑暗之星”“红卷毛”耐阴能力强,“天鹅绒”“李子布丁”耐阴能力差。

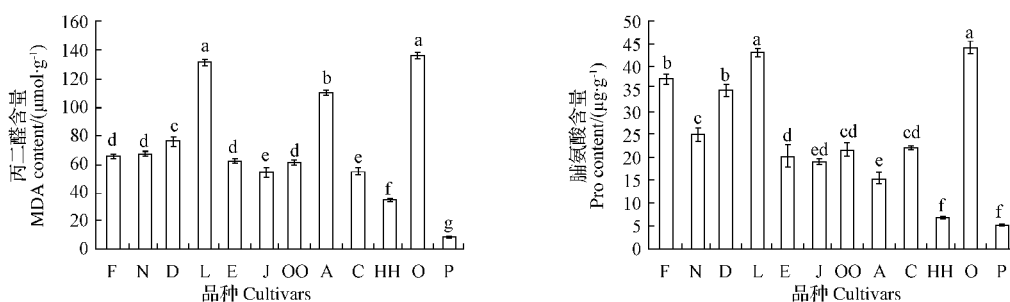


图 2 苗期不同矾根品种丙二醛、脯氨酸含量变化

Fig. 2 Change of contents of MDA and proline at the seedling stage in different *Heuchera micrantha* cultivars

2.4 苗期彩叶矾根叶片可溶性蛋白质、可溶性糖含量的变化

植物体内可溶性蛋白质多少也是衡量植物对环境变化的适应,而植物体内的碳素营养状况常以可溶性糖含量作为重要指标,可溶性糖是很多植物的主要渗透调节物质,也是合成其它有机溶质的碳架和能量来源,作为较为有效的渗透保护剂,对细胞膜和原生质胶体也有保护作用,植物为

了适应渗透胁迫会主动积累一些可溶性糖和可溶性蛋白质,来抵御恶劣的生境带来的伤害,使得自身得以正常生长。从图3可以看出,可溶性蛋白质生理指标中,“红宝石”含量最高,与“红卷毛”差异最明显;“巧克力纱”其次,说明“红宝石”耐阴能力较强。而可溶性糖含量上,“教堂窗户”含量最高,与“紫晶”“侃侃”差异最明显,反而说明“教堂窗户”耐阴能力较强。

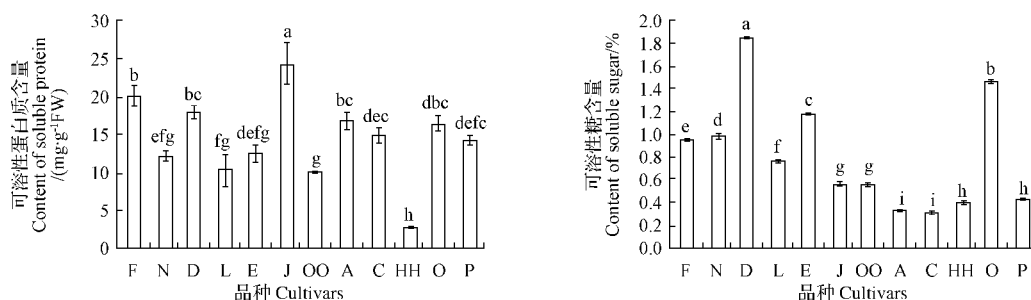


图3 苗期不同矾根品种叶片可溶性蛋白质、可溶性糖含量变化

Fig. 3 Change of contents of soluble protein and soluble sugar at the seedling stage in different *Heuchera micrantha* cultivars

2.5 矾根苗期叶片铜锌超氧化物歧化酶(Cu-Zn SOD)和总超氧化物歧化酶(SOD)活性的变化

植物体内的 SOD 活性是植物体内抵御活性氧自由基伤害的第一道防线,植物体内的超氧化物歧化酶可分为 3 类,高等植物以 Cu-Zn SOD 为主,Cu-Zn SOD 主要位于细胞质和叶绿体中。一般认为,耐阴性强的植物具有较高的 SOD 活

性^[12],由图4可知,单从彩叶矾根苗期叶片的 Cu-Zn SOD 的活性看来,“侃侃”最高,与“紫晶”“黑暗之星”差异显著,又说明“侃侃”耐阴能力较强,“紫晶”和“黑暗之星”较弱;而总 SOD 活性高低的这个指标上,反而是“巧克力纱”“李子布丁”SOD 活性最高,与“黑暗之星”差异显著,说明“黑暗之星”耐阴能力较差。

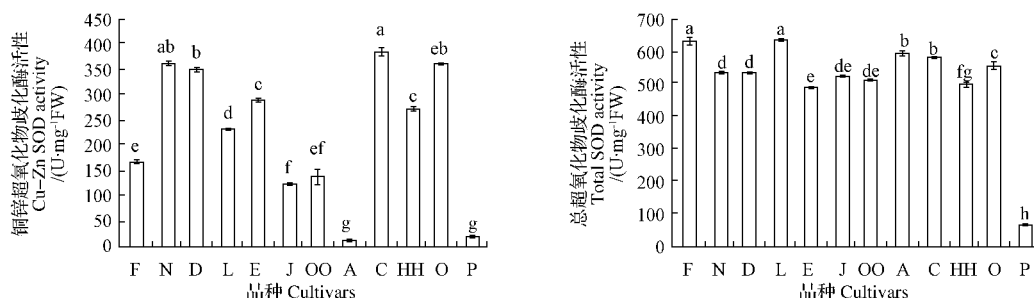


图4 不同矾根品种苗期铜锌超氧化物歧化酶和总超氧化物歧化酶活性差异

Fig. 4 Change of activities of Cu-Zn SOD and total SOD in the seedlings of different *Heuchera micrantha* cultivars

2.6 结合彩叶矾根形态指标和隶属函数值法评价 12 种彩叶矾根在贵州地区的耐阴性

植物的耐阴性是植物适应新环境的一种抗性表现,表现出一个非常复杂的过程。如何正确评

价植物抗逆性能力的大小,一般利用模糊数学中主成分和隶属函数值法来综合评价的方面应用较多^[13-15]。评价植物对环境适应能力,单一的形态指标和生理生化指标不能作为正确评价的唯一方

法,植物体内的抗性信息会发生交叉重叠,利用隶属函数法将生理生化指标隶属函数值计算出来,能够消除单项指标的片面性,再结合植物生长过程中的形态指标,能够比较全面的反映砧根对贵州环境的适应能力,并能说明品种之间的耐阴性差异,使耐阴性的评价量化直观。由表 4 可以看

出,根据隶属函数值公式计算出各品种的隶属函数值,“天鹅绒”隶属函数值最大,“黑暗之星”最小,“教堂窗户”“李子布丁”其次,“银色卷轴”“拼图”“海浪”接近,因此根据综合分析后的隶属函数值法说明“天鹅绒”的耐阴能力相对其它品种最强,“黑暗之星”最差。

表 4 不同砧根品种耐阴性隶属函数综合评价值

Table 4 Comprehensive evaluation of membership function for shade-endurance of different *Heuchera micrantha* cultivars

品种	叶绿素 a 含量	叶绿素 b 含量	类胡萝卜 素含量	叶绿素 总量	丙二醛 含量	脯氨酸 含量	可溶性蛋 白质含量	可溶性糖 含量	铜锌超氧 化物歧化 酶活性	总超氧化 物歧化酶 活性	平均隶属 函数值
Cultivars	Chlorophyll a content	Chlorophyll b content	Carotenoids content	Total chlorophyll content	MDA content	Proline content	Soluble protein content	Soluble sugar content	Cu-Zn SOD activity	Total SOD activity	membership index value
F	0.354 0	0.335 3	0.215 8	0.336 2	0.452 6	0.819 8	0.802 0	0.418 0	0.412 6	0.987 2	0.513 4
N	0.541 2	0.484 1	0.473 7	0.512 7	0.459 7	0.503 6	0.435 9	0.446 8	0.938 8	0.827 4	0.562 4
D	0.586 1	0.557 5	0.563 2	0.568 5	0.524 4	0.7594	0.704 5	1.000 0	0.899 1	0.823 5	0.698 6
L	0.590 4	0.627 0	0.531 6	0.596 0	0.965 7	0.965 8	0.348 0	0.295 5	0.585 4	1.00 00	0.650 5
E	0.617 1	0.521 8	0.547 4	0.576 3	0.424 8	0.382 3	0.449 8	0.570 7	0.740 9	0.737 1	0.556 8
J	0.366 8	0.321 4	0.352 6	0.339 7	0.358 1	0.350 4	1.000 0	0.170 9	0.298 9	0.806 6	0.436 5
OO	0.679 1	0.690 5	0.747 4	0.677 3	0.412 3	0.422 4	0.329 0	0.167 4	0.338 9	0.785 6	0.525 0
A	0.316 6	0.279 8	0.300 0	0.291 7	0.794 1	0.258 5	0.649 6	0.012 7	0.000 0	0.939 1	0.384 2
C	0.016 0	0.105 2	0.052 6	0.030 4	0.359 1	0.434 3	0.559 9	0.000 0	1.000 0	0.913 7	0.347 1
HH	0.000 0	0.047 6	0.000 0	0.000 0	0.208 4	0.036 0	0.000 0	0.059 4	0.700 9	0.760 2	0.181 3
O	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	0.634 3	0.757 9	0.938 9	0.863 3	0.919 4
P	0.047 1	0.000 0	0.131 6	0.014 1	0.000 0	0.000 0	0.528 3	0.079 3	0.018 9	0.000 0	0.081 9

3 讨论

植物的耐阴性是指植物长时间处于弱光照(或低光量子密度)条件下的生活能力,是植物为适应低光量子密度而产生的一系列变化。我国对植物的耐阴性研究始于 20 世纪 70 年代末,对农作物、林木、花卉、牧草、观赏植物都有较系统的研究,有学者对广州常见的 32 种室内植物就其不同光照环境下的生长量、叶面积及叶的解剖结构等做了深入研究,并对植物的耐阴程度进行了等级划分^[16]。在园林观赏植物方面,1981 年苏雪痕^[17]对几种园林观赏植物不同光照条件下的生长发育及光合作用特性进行了研究,提出了园林植物耐阴性及群落配置理论。而张德顺等^[18]针对 24 个园林树种叶片蛋白质含量、糖含量、叶绿素总量等 7 项生理指标作了测定,将其划分为:强耐阴、中耐阴和弱耐阴植物,为济南市的筛选耐阴植物提供了依据,也有学者就黄馨、金钟等 10 种园林植物的耐阴性进行了评价并排序^[19]。而国

外主要从光合作用入手,对光合作用单位、激素和酶的变化进行了较为深入的研究报道。

植物的耐阴性是植物在生长发育过程中的一种遗传特性,单从形态和生理生化指标上只能初步鉴定一些砧根品种对贵州弱光环境的适应能力。对于植物的耐阴性,许多学者都进行了研究,有学者对马铃薯在人工遮阴条件下的耐阴性做了分析比较,指出随着遮阴时间的延长,植物叶片内的生理生化指标会有不同程度的升高,并且光合特性方面也出现很大的变化^[20]。对于植物耐阴性方面的研究,许多学者选择的耐阴指标也不相同^[21],也有针对天津市 6 种园林植物耐阴性进行了研究,其中利用了植物形态特征中叶片的叶面积大小及植物体内叶绿素含量等指标来衡量园林植物的耐阴性,并且通过分析 6 种园林植物的形态指标和生理指标及光合作用方面得出结论^[22]。采用量化研究的方法,通过对某些测定生理指标和形态指标进行分析比较,来判定植物耐阴性结论更有科学依据,使用上更有实际的指导意义^[23]。

4 结论

该试验利用砧根苗期生理生化指标利用隶属函数值法并结合形态生长指标综合分析了12种引种的砧根品种在贵州光照环境下的耐阴性,初步分析出耐阴能力大小为:“天鹅绒”>“教堂窗户”>“李子布丁”>“银色卷轴”>“拼图”>“海浪”>“巧克力纱”>“红宝石”>“紫晶”>“侃侃”>“红卷毛”>“黑暗之星”,并且引种后在幼苗在贵州特殊弱光环境下生长前期“李子布丁”和“海浪”表现出较强的适应能力。为西南地区优良耐阴地被植物在景观园林中的应用提供参考依据,该试验初步得出砧根在贵州耐阴能力的大小排列,因不同植物的耐阴性及耐阴机理极其复杂,还需要进一步通过光合作用进行深入研究。

参考文献

- [1] 孙国峰,张金政,吴东启. 砧根杂种‘银王子’的组织培养和快速繁殖[J]. 植物生理学通讯,2007,43(6):500.
- [2] 陈宏,唐莹,施月欢,等. 砧根的组织培养与快速繁殖[J]. 上海农业学报,2011,27(4):80-82.
- [3] 秦登,唐吕君,陈尧,等. 夏季高温环境下3个砧根品种的光合特性比较[J]. 西北林学院学报,2014,29(3):32-36.
- [4] 罗耀,席嘉宾,谭筱弘,等. 9种暖季型草坪草耐阴性综合评价及其指标的筛选[J]. 草业学报,2013,22(5):239-247.
- [5] 尹立辉. 三种不同花色品种非洲紫罗兰的耐阴性研究[J]. 长春大学学报,2014,24(12):1704-1707.
- [6] BUCHANAN B B, GRUISSSEN W, JONES R L. Biochemistry and molecular biology of plants[J]. The American Society of Plants Physiologist, 2000(12):260-310.
- [7] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:兴居地图出版公司,2000.
- [8] 张志良,瞿伟菁,李小方. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [9] 余洪伟. 引进日喀则地区的3种宿根花卉的生理生化指标分析[J]. 上海农业学报,2011,27(2):129-131.
- [10] 高传友. 广西地区15种典型园林观赏植物的耐阴性及光合特性[J]. 江苏农业科学,2016,44(4):209-214.
- [11] 付晓萍,曾冠文,徐位力,等. 隶属函数值法对5种岭南乡土植物耐阴性的综合评价[J]. 安徽农业科学,2014,42(32):11390-11391,11408.
- [12] 曾冠文,付晓萍,徐位力,等. 6种岭南乡土灌木耐阴性比较研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(34):12142-12143,12194.
- [13] 王溢,王芳,王舰. 应用隶属函数法对马铃薯进行抗旱性综合评价[J]. 云南农业大学学报,2014,29(4):476-481.
- [14] 盛业龙,王莎莎,许美玲,等. 应用隶属函数法综合评价不同烤烟品种苗期抗旱性[J]. 南方农业学报,2014,45(10):1751-1758.
- [15] 王来平,聂佩显,卢洁,等. 山东矮化中间砧苹果抗旱性主成分及隶属函数分析[J]. 中国农学通报,2015,31(10):107-111.
- [16] 伍世平,王君健,于志熙. 11种地被植物的耐阴性研究[J]. 武汉植物学研究,1994(4):259-262.
- [17] 苏雪痕. 园林植物耐阴性及其配置[J]. 北京林业大学学报,1981(6):63-71.
- [18] 张德顺,李秀芬. 24个园林树种耐阴性分析[J]. 山东林业科技,1997(3):27-30.
- [19] 林树燕,张庆峰,陈其旭. 10种园林植物的耐阴性[J]. 东北林业大学学报,2007,35(7):32-34.
- [20] 刘钟,薛英利,杨圆满,等. 人工遮阴条件下3个马铃薯品种耐阴性研究[J]. 云南农业大学学报,2015,30(4):566-574.
- [21] 朱洁英,王菊凤. 野外条件下光强对盾叶薯蓣影响的初步研究[J]. 生命科学研究,2001,5(2):155-159.
- [22] 常博明. 天津市六种园林植物耐阴性研究及应用[D]. 雅安:四川农业大学,2005.
- [23] 王瑞. 12种园林植物耐阴性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2008.

Comprehensive Evaluation on Shade-tolerance of *Heuchera micrantha* Seedling and Morphological and Physiological Characteristics

XU Hongjuan, CHEN Zhilin, LUO Xiaoming, YANG Lan, SHI Lejuan, ZHANG Chaojun

(Guizhou Horticulture Institute, Guizhou Academy of Agricultural Sciences, Guiyang, Guizhou 550006)

Abstract: Twelve *Heuchera micrantha* varieties (‘Chocolat Veil’ ‘Silver Scrolls’ ‘Cathedral Windows’ ‘Plum Pudding’ ‘Quilthers Joy’ ‘Montrose Ruby’ ‘Stormy Seas’ ‘Amethyst Mist’ ‘Can Can’ ‘Crimson Curl’ ‘Velvet Night’ ‘Dark Star’) were used as research materials. Morphological growth indexes, physiological/biochemical indexes, variance and subordinate function values were used as determination and analysis methods, to analyze the effect of leak light on *Heuchera micrantha* in

doi:10.11937/bfyy.20164449

绿绒蒿属植物不同 DNA 提取方式的比较

刘 伟, 赵琬玥, 周长梅, 武科君, 屈 燕

(西南林业大学 园林学院, 云南 昆明 650224)

摘 要:以绿绒蒿属(*Meconopsis* Vig.) 3种植物叶片为试材,采用研钵手动研磨和电动匀浆马达研磨器 2 种研磨方式处理叶片,采用改良的 CTAB 法、国产天根试剂盒、德国 Qia-gen 试剂盒法 3 种提取方式从绿绒蒿属植物叶片中提取 DNA,研究了不同提取方式对绿绒蒿属植物 DNA 提取效果的影响,以期为绿绒蒿属植物的分子遗传学研究奠定基础。结果表明:几种不同提取方法均能获得较为完整的 DNA,研钵手动研磨的植物叶片提取的 DNA 无论是从质量、纯度还是得率均好于电动匀浆马达研磨器研磨。3 种提取方式提取的 DNA 均可直接用于下游 PCR 反应,改良的 CTAB 法提取的 DNA 纯度和得率均很高;天根试剂盒法和 Qiagen 试剂盒法提取的 DNA 得率不高;Qiagen 提取的 DNA 纯度和质量均比较好,但成本较高。

关键词:绿绒蒿属植物;DNA 提取;研磨;改良 CTAB 法;试剂盒法

中图分类号:S 681.903.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)15-0097-06

绿绒蒿属(*Meconopsis* Vig.)为罂粟科(Papaveraceae)中绿绒蒿属植物的总称,该属建立于 1814 年,全属共 49 种,间断分布于东亚和西欧^[1-4],属于北温带植物区系成分^[5]。我国以西藏

和云南分布种类最多,资源十分丰富。绿绒蒿属植物是一类具有较高经济价值的一年生或多年生草本植物,株高 7~150 cm,不少种类具有柔长的绒毛,因而得名“绿绒蒿”。绿绒蒿属植物花大,颜色丰富,种类不同,花型各异,具有很高的观赏价值^[6-7],是有巨大育种潜力的高山植物花卉。另外,绿绒蒿属植物为传统藏医药用植物,有清热解毒、利尿、消炎、止痛等功效,收载于《中华人民共和国卫生部药品标准藏药》第一册^[1,8]。

绿绒蒿属植物对物种的形成、植物地理区系和环境变迁的研究具有重要的价值。从现状来看,绿绒蒿属植物的分子生物学研究起步较晚^[9],

第一作者简介:刘伟(1993-),女,硕士研究生,研究方向为分子生物学。E-mail:821411486@qq.com.

责任作者:屈燕(1979-),女,博士,副教授,研究方向为园林植物资源保护与开发利用。E-mail:flyersw@163.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31460218);云南省高校重点学科(风景园林学)建设资助项目;国家级质量工程园林专业综合改革试点资助项目(50126002)。

收稿日期:2017-04-06

Guizhou, and provided the evidence for arrangement of *Heuchera micrantha* in the southwest landscape. This study provided a scientific basis for the application of landscape architecture in Southwest China. The results showed that the seedling growth of ‘Plum Pudding’ and ‘Stormy Seas’ species showed stronger resistance to the weak light environment than others. The resistive ability of these *Heuchera micrantha* varieties were ‘Velvet Night’>‘Cathedral Windows’>‘Plum Pudding’>‘Silver Scrolls’>‘Quilthers Joy’>‘Chocolat Veil’>‘Montrose Ruby’>‘Amethyst Mist’>‘Can Can’>‘Crimson Curl’>‘Dark Star’.

Keywords: *Heuchera micrantha*; seedling; morphological; physiological characteristics; shade-tolerance