

# 三种园林灌木抗性生理指标的测定及综合评价

赵晶怡, 郭佳佳, 樊保国

(山西师范大学 生命科学学院, 山西 临汾 041004)

**摘要:**为评价在自然条件下生长的金叶女贞、大叶黄杨、紫叶小檗的抗性强弱,于2011年7~8月和2011年10~11月取样,系统地测定了丙二醛含量、游离脯氨酸含量、SOD活性、叶绿素含量、细胞膜透性和植物组织含水量6项抗性生理指标,并用模糊数学隶属函数法进行综合评价。结果表明:大叶黄杨0.635>紫叶小檗0.613>金叶女贞0.467。大叶黄杨和紫叶小檗的抗性相近,均优于抗性最差的金叶女贞。以这3种园林灌木建造的彩色绿篱地段,应注意对金叶女贞的管理养护。在当地园林建设中,不宜大面积地应用金叶女贞。

**关键词:**园林灌木;抗性;综合评价

**中图分类号:**Q 945.79 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)16-0042-04

随着城市园林建设的发展,绿地面积日益增加。在有限的人力物力下,选择抗性较强的园林植物进行城市绿化建设,有利于节省社会资源。目前对园林植物抗性能力的研究主要集中在盆栽试验,自然条件下的报道较罕见<sup>[1]</sup>。现对在自然条件下生长的金叶女贞(*Ligustrum vicaryi*)、大叶黄杨(*Euonymus japonicus* Thunb.)、紫叶小檗(*Berberis thunbergii* cv. *atropurpurea*)的抗逆能力做出比较评价。这3种园林阔叶灌木是北方常见的绿篱植物,具有枝叶茂密、耐修剪的优点,常用以进行园林大色块布置或共同组成黄、绿、红三色绿篱,被广泛应用于城市绿化建设中。现在前人的研究基础上,主要测定了这3种园林灌木丙二醛含量、游离脯氨酸含量和SOD活性等6项抗性生理指标,用模糊数学隶属函数法进行综合评价,旨在使研究比较出的结果更具客观性、科学性,以期节水型园林建设和园林植物的选择管理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

以金叶女贞、大叶黄杨、紫叶小檗3种常见灌木植物为研究对象,于小暑至处暑(7~8月)以及寒露至小雪(10~11月)2个阶段,早上10:00以前进行取材,选择长势一致的植株,选取树冠外围中、上部分无虫害、健康生

长的枝条,取材后迅速带回实验室。

### 1.2 试验方法

该试验在山西师范大学校内进行,该研究选取了丙二醛含量、超氧化物歧化酶活性、游离脯氨酸含量、叶绿素含量、细胞膜透性、植物组织含水量共6个指标,丙二醛含量采用直线回归法计算;超氧化物歧化酶活性采用氮蓝四唑法测定<sup>[2]</sup>;游离脯氨酸含量采用改进的茚三酮比色法测定;叶片叶绿素用分光光度法测定;细胞膜透性采用 DDSJ-308A 型电导仪测定相对电导率<sup>[3]</sup>;植物组织含水量采用水分饱和和亏来表示。

### 1.3 综合评价

植物的抗性是由多种因素相互作用构成的综合性状,单项生理生化指标不能完全反映出植物抗性的整体能力,使用多指标进行综合评价可避免单因素评定的局限性,全面反应出植物的抗性。选取丙二醛含量、超氧化物歧化酶活性、游离脯氨酸含量、叶绿素含量、细胞膜透性、植物组织含水量6项生理指标,采用隶属函数值法,即用模糊数学隶属函数公式对各项指标测定值进行定量转换,用每个物种各项指标隶属度的平均值作为树种抗性能力综合鉴定指标,采用模糊数学评分法对3种园林灌木的抗性进行评价,总分数值越大的抗性越强。用模糊数学隶属函数法,各项抗性指标的隶属值进行累加,求取平均值。

如果指标与抗性呈正相关,用隶属函数进行定量转换,公式为:  $\hat{X}_{ij} = (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$ 。如果指标与抗性呈负相关,则用反隶属函数进行定量转换,计算公式为:  $\hat{X}_{ij}(\text{反}) = 1 - (X_{ij} - X_{jmin}) / (X_{jmax} - X_{jmin})$ 。

将抗性隶属值进行累加,求得平均数:  $\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{ij}$ 。

**第一作者简介:**赵晶怡(1985-),女,山西运城人,硕士,现主要从事生理生态学研究。E-mail: iamzhaojingyi@163.com。

**责任作者:**樊保国(1962-),男,山西洪洞人,硕士,副教授,硕士生导师,现主要从事生理生态研究工作。E-mail: fbg2003@tom.com。

**收稿日期:**2012-03-26

## 2 结果与分析

### 2.1 3种园林灌木丙二醛含量比较

植物器官在逆境条件下或衰老时,会发生膜脂过氧化作用,产生丙二醛(MDA),它能交联脂类、核酸、糖类及蛋白质,与细胞内各种成分发生剧烈反应,降低膜中不饱和脂肪酸含量,降低膜电阻及膜的流动,增加电解质泄漏量,改变质膜的结构和功能,从而引起一系列生理代谢的变化<sup>[4]</sup>。丙二醛含量的变化可以反映植物对逆境条件抗性的强弱<sup>[5]</sup>。丙二醛含量与植物遭受逆境伤害时抵御能力成反比。由图1可知,3种园林灌木的脂膜过氧化程度存在差异。夏季背阴面灌木丙二醛积累略小于向阳面,夏季到初冬植株丙二醛含量升高。在夏季3种园林灌木的抗性能力表现依次为:紫叶小檗>金叶女贞>大叶黄杨,在冬季3种园林灌木的抗性能力表现依次为:大叶黄杨>紫叶小檗>金叶女贞。

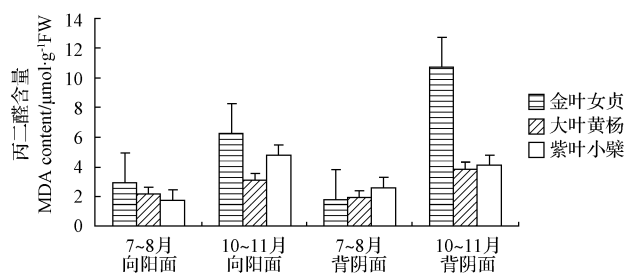


图1 丙二醛含量比较

Fig. 1 Comparison of MDA content

### 2.2 3种园林灌木超氧化物歧化酶活性比较

超氧化物歧化酶(SOD)是细胞抵御活性氧伤害的膜保护系统,在清除超氧自由基、过氧化氢和过氧化物,以及阻止羟基自由基形成方面起着重要的作用。超氧化物歧化酶的活性与植物抗性有关,可以通过测定超氧化物歧化酶活性的高低来反应植物抗性的能力<sup>[6]</sup>。植物遭受逆境胁迫,植物细胞自由基的平衡状态遭到破坏,过剩的自由基会损害细胞膜系统。超氧化物歧化酶活性增强以清除积累的超氧自由基,维持活性氧代谢平衡,减缓自由基对细胞膜系统造成的损害,从而使植物在一定程度上忍受、抵抗逆境胁迫<sup>[7]</sup>。由图2可知,植株超氧化物歧化酶呈先上升后下降的趋势,3种植物中大叶黄杨冬季超氧化物歧化酶活性表现较差,金叶女贞与紫叶小檗超氧化物歧化酶活性较强,在冬季测得的超氧化物歧化酶活性较夏季高。

### 2.3 3种园林灌木游离脯氨酸含量比较

脯氨酸是植物在逆境条件下产生并积累的一种小分子渗透调节物质,可结合较多的水分而减少水分丢失,在植物的抗逆性生理中发挥着重要的作用。采用磺基水杨酸法提取,减少其它氨基酸的干扰,不受样品状态限制。植物在胁迫条件下体内游离脯氨酸质量分数

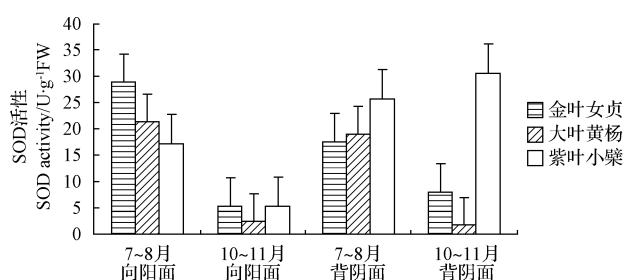


图2 SOD活性比较

Fig. 2 Comparison of SOD activity

增加是对逆境的一种适应。植物体内脯氨酸质量分数越高,抗性就越强。由图3可知,向阳组的金叶女贞脯氨酸含量显著高于背阴组。在低气温时期大叶黄杨叶片的脯氨酸含量显著升高,呈现良好的低温保护反应。游离脯氨酸含量这一指标对多项抗逆性状具指示作用。就此项指标反映出的抗性能力而言:大叶黄杨>紫叶小檗>金叶女贞。

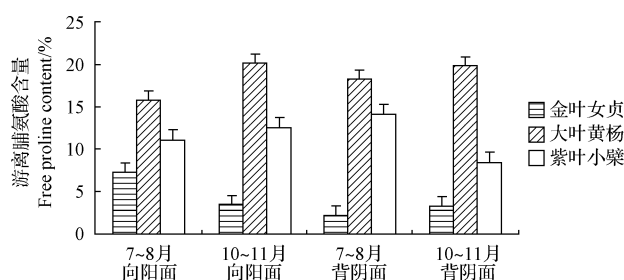


图3 游离脯氨酸含量比较

Fig. 3 Comparison of free proline content

### 2.4 3种园林灌木叶绿素含量比较

叶绿素作为光合作用中最重要的色素分子,参与光合作用中光能的吸收、传递和转化。叶绿素是光合作用中重要的光能吸收色素,其含量直接影响着植物的生长发育。叶绿素是一种双羧酸的酯,在光照下可产生暗红色的荧光,容易受强光的破坏,具光学活性,表现出一定的吸收光谱,可用分光光度计测定。洪法水等<sup>[8]</sup>研究表明,丙酮与乙醇混合液提取叶绿素存在协同效应,且二者在等摩尔混合时提取效果最好。植物为了抵御外界伤害,维持自身正常有序的生理生化机能,在物质代谢方面必然会产生一系列的变化,叶细胞超微结构变化主要表现在细胞系统,叶绿体和线粒体等细胞器上,其中受逆境影响最敏感的是叶绿体。当植物受到水分胁迫时,叶绿素生物合成受抑,已形成的叶绿素分解加速,使得叶绿素含量下降,胁迫越严重,下降的速度越快。抗性较强的种类能维持较高的叶绿素含量。此项测定于7~8月进行,将采集到的枝条基部插入400 mL水中,每隔3 d测定1次。由图4可知,这3种灌木植物叶绿素含量变化存在差异,随离体时间的变化,金叶女贞叶绿

素含量先升高再降低,大叶黄杨则在第2天出现一个小的回落然后再升高后降低,自离体后紫叶小檗的叶绿素含量一直处于降低的状态。总体来看,叶绿素含量均呈现出下降的趋势,从一定程度上反映了在离体缺水的状况下,对植株光合作用的影响。

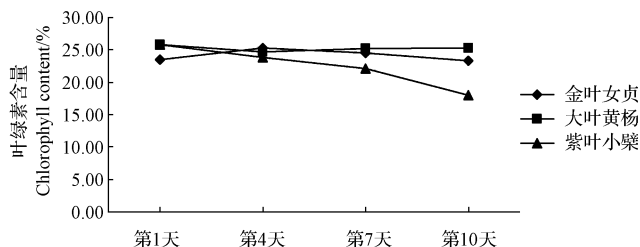


图4 叶绿素含量变化

Fig. 4 The change of chlorophyll contents

### 2.5 3种园林灌木细胞膜透性比较

细胞膜是细胞内复杂庞大的一类膜系统,对环境胁迫敏感,细胞间的物质交换与信息传递都必须通过细胞膜而起作用。细胞膜是植物细胞内外物质交流的界膜,任何对膜的伤害都会导致膜透性增大<sup>[9]</sup>。逆境胁迫下的细胞膜相对电导率在很大程度上可以反映膜的稳定性,因此可测定相对电导率的增加而得知伤害程度,抗性强的植物在逆境胁迫下膜受损较小,膜透性增加也较小。由图5可知,电导率随逆境胁迫的增强而增加,细胞质膜受伤程度加剧。在同一胁迫环境中,质膜相对电导率变化小的植株种其抗性较强<sup>[10]</sup>。大叶黄杨叶片的膜透性值,由夏季到初冬变化趋势较小。紫叶小檗在初冬,细胞膜透性出现较高值,而金叶女贞的质膜透性变化在三者中最为显著。在夏季质膜透性前后变化率表现为:紫叶小檗>大叶黄杨>金叶女贞,在初冬表现为:紫叶小檗>金叶女贞>大叶黄杨,在背阴面的细胞膜透性变化值略高于向阳面。原生质膜透性变化反映了原生质膜受水分胁迫伤害程度的大小,其值的增大与膜脂过氧化作用具有相关性。

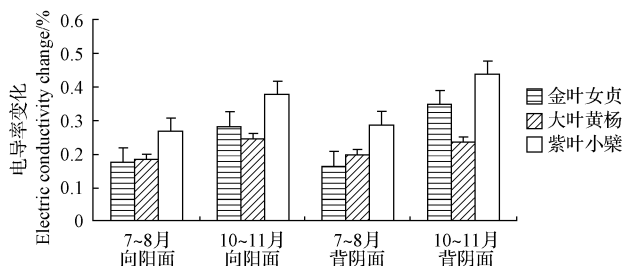


图5 细胞膜透性变化比较

Fig. 5 Comparison of the changes of cell membrane permeability

### 2.6 3种园林灌木植物离体叶含水量比较

植物组织相对含水量(RWC)和叶片水分饱和和亏缺(WSD)是比较衡量植物抗逆能力的2个指标<sup>[11]</sup>。水分

饱和和亏缺指的是植物组织的实际含水量距其饱和含水量的差值,植物的水分饱和和亏缺度可以表明其体内水分的亏缺程度,反映出植物受逆境伤害的程度,相对含水量就越大,它的抗逆能力越强<sup>[12]</sup>。植物叶片随离体时间的延长,各树种叶的相对含水量均呈下降趋势,不同的树种下降速率不同。一般而言,抗性强的植物,植物水分饱和和亏缺度越小,抗性弱的植物,植物水分饱和和亏缺度越大。因此,根据水分饱和和亏缺值大小可以比较植物抗性的强弱。该项指标的测定于7~8月进行,将采集到的枝条基部插入400 mL水中,每隔3 d测定1次。由图6、7可知,测量初期金叶女贞的含水量最高,大叶黄杨次之,紫叶小檗含水量最低。试验结束前,大叶黄杨含水量最高,金叶女贞含水量最低。试验过程中,金叶女贞相对含水量下降幅度最大,达15.18%。根据抗性强的植物,植物水分饱和和亏缺度越小,判断大叶黄杨抗性在3种园林灌木中最强。根据抗性弱的植物,植物水分饱和和亏缺度越大,判断金叶女贞抗性最弱。叶片保水力顺序为:大叶黄杨>紫叶小檗>金叶女贞。

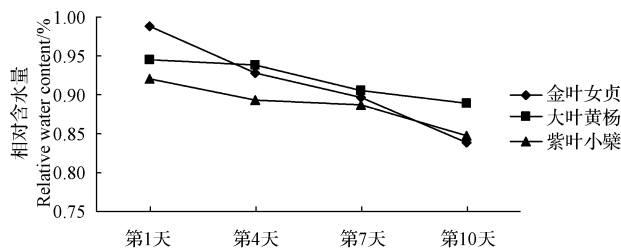


图6 相对含水量变化

Fig. 6 The changes of RWC

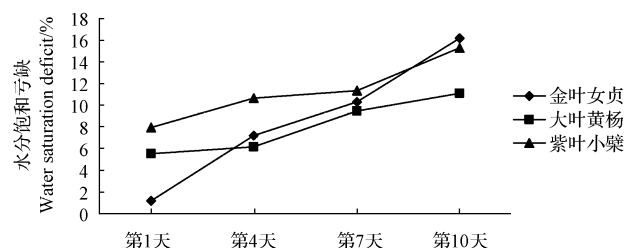


图7 水分饱和和亏缺变化

Fig. 7 The changes of WSD

### 2.7 3种园林灌木植物抗性综合评价

植物的抗性是由多种因素相互作用构成的综合性状。从不同视角分析植物抗性,得出的评价比较结果也必然会有差异。使用多指标进行综合评价弥补了单因素评定的局限性,全面反映出植物的抗性,使评定结果与实际情况更为接近。

该试验选取了丙二醛含量、超氧化物歧化酶活性、游离脯氨酸含量、叶绿素含量、细胞膜透性、植物组织含水量6项生理指标,采用模糊数学隶属函数法,对各指

标的隶属值进行累加,用每个物种各项指标隶属度的平均值作为树种抗逆能力综合鉴定指标,平均数越大的抗性就越强。3种灌木抗性在当地表现为:大叶黄杨 0.635>紫叶小檗 0.613>金叶女贞 0.467。

表 1 3 种园林灌木抗性生理指标综合评价

Table 1 Fuzzy synthetic evaluation of physiological index of three garden shrubs' stress-resistance

树种	抗性指标						综合得分	抗逆能力排序
	丙二醛含量	SOD 酶活性	脯氨酸含量	叶绿素含量	细胞膜透性	水分饱和和亏缺		
金叶女贞	0.592	0.458	0.104	0.868	0.285	0.496	0.467	3
大叶黄杨	0.887	0.325	0.908	0.956	0.192	0.541	0.635	1
紫叶小檗	0.827	0.623	0.519	0.730	0.654	0.324	0.613	2

### 3 结论与讨论

评价结果表明,大叶黄杨和紫叶小檗的抗性相近,均优于抗性最差的金叶女贞。据试验期间的观察,向阳面植株与背阴面植株比较,各项生理指标差异不显著,综合评价结果与实际运用相符。作为同期栽植的园林灌木,大叶黄杨成熟叶片色泽四季如一,为翠绿色,有光泽,长势较好。紫叶小檗叶片夏季色泽表现为红色,秋末季节出现返绿,立冬过后叶片开始脱落。金叶女贞生长天数最短,10月中旬即出现叶色变化,部分金叶女贞植株有萎蔫现象,叶片出现斑点皱缩。通过调查分析可知,大叶黄杨的抗性较为突出,而金叶女贞在当地表现较差,故在当地不宜大面积地应用金叶女贞这一树种,

在栽培和管理以金叶女贞、大叶黄杨、紫叶小檗组成的观赏类绿篱时,也应注意对金叶女贞的看护。

### 参考文献

- [1] 李桂伶,范继红,胡斌,等. 几种彩叶植物抗性生理指标的比较研究[J]. 北方园艺,2011(14):72-74.
- [2] 张志良,翟伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [3] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [4] Scandalios J G. Oxygen stress and superoxide dismutase [J]. Plant Physiol, 1993,101:7-12.
- [5] 史跃林,罗庆熙,刘佩英.  $Ca^{2+}$  对盐胁迫下黄瓜幼苗 CaM、MDA 含量和质膜透性的影响[J]. 植物生理学通讯,1995,31(5):347-349.
- [6] 张卫华,张方秋,张守攻,等. 3 种相思幼苗抗旱性研究[J]. 林业科学研究,2005,18(6):695-700.
- [7] 曾福礼,张明风,李玉峰. 干旱胁迫下小麦叶片微粒体活性氧自由基的产生及其对膜的伤害[J]. 植物学报,1997,39(12):1105-1109.
- [8] 洪法水,魏正贵,赵贵文. 菠菜叶绿素的浸提和协同萃取反应[J]. 应用化学,2001,8(7):532-535.
- [9] 刘遵春,陈荣江,包东娥. 干旱胁迫对金光杏梅幼苗生长及生理生化指标的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2008,39(1):100-103.
- [10] 赵琳,郎南军,温绍龙,等. 云南干热河谷四种植物抗旱机理的研究[J]. 西部林业科学,2006(2):9-16.
- [11] 韦小丽,徐锡增,朱守谦. 水分胁迫下榆科 3 种幼苗生理生化指标的变化[J]. 南京林业大学学报,2005,29(3):2.
- [12] 陈立松,刘星辉. 作物抗旱鉴定指标的种类及其综合评价[J]. 福建农业大学学报,1997,26(1):48-55.

## Determination and Fuzzy Synthetic Evaluation of Physiological Index of Three Garden Shrubs' Stress-resistance

ZHAO Jing-yi, GUO Jia-jia, FAN Bao-guo

(College of Life Science, Shanxi Normal University, Linfen, Shanxi 041004)

**Abstract:** The stress-resistance of *Ligustrum vicaryi*, *Euonymus japonicus* Thunb. and *Berberis thunbergii* cv. *atropurpurea* under natural conditions, determination and fuzzy synthetic evaluation of physiological index for stress-resistance in July and August 2011 and October and November 2011 were evaluated. The results showed that *Euonymus japonicus* Thunb. 0.635>*Berberis thunbergii* cv. *atropurpurea* 0.613>*Ligustrum vicaryi* 0.467. Resistance of *Euonymus japonicus* Thunb. was similar to *Berberis thunbergii* cv. *atropurpurea*, but the resistance of them were both better than *Ligustrum vicaryi*. The color hedges lot using the three hedges of garden shrubs, should pay attention to the management and conservation of *Ligustrum vicaryi*. It was inappropriate apply a large area of *Ligustrum vicaryi* in local garden construction.

**Key words:** garden shrubs; stress-resistance; fuzzy synthetic evaluation