

文章编号:1001—7380(2020)06—0047—03

# 乔木柳4个无性系耐旱性的初步研究

张 珏<sup>1,2</sup>,黄瑞芳<sup>1,2</sup>,韩杰峰<sup>1,2</sup>

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2. 江苏省农业种质资源保护与利用平台,江苏 南京 210014)

**摘要:**该文通过模拟干旱胁迫,研究了乔木柳不同无性系的抗旱性,以筛选出抗旱性较强的无性系,并探讨各无性系受干旱胁迫后相对含水量的变化。利用PEG-6000模拟干旱胁迫和受害指数计算法,对4个乔木柳(旱柳P32, P259, P34与腺柳P942)的抗旱性进行评价,并测定其24 h后的相对含水量。结果表明:在10%, 20% PEG-6000处理下,4个乔木柳无性系的受害指数之间存在显著性差异( $P < 0.05$ ),且都是腺柳P942受害最轻,旱柳P34受害最重。初步认为,P942为相对耐旱的柳树无性系,可以考虑用作以抗旱性为目的的杂交试验亲本,而干旱胁迫对其叶片相对含水量影响较大,不宜用作干旱育种的亲本。

**关键词:**柳树;种质资源;抗旱性;品种;相对含水量

**中图分类号:**Q945.78;S722.3<sup>+</sup>6;S792.12

**文献标志码:**A

**doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2020.06.010

水分条件是影响植物生长与成活非常重要的因素,尤其随着气候的变暖,植物生长更加受到干旱因素的制约<sup>[1-3]</sup>。因此,植物抗旱性研究一直是研究者关注的热点,研究不同树种以及同一树种内不同品种的抗旱性具有非常重要的意义。这几年来,国内外众多专家学者从各种林木的水分生理、光合机制、分子生物学、形态解剖结构及抗旱基因等方面进行了很多研究工作,例如分子生物学方面,有核酸代谢、抗旱蛋白、信号转导等研究;抗旱基因方面,有转抗旱基因和抗旱基因的克隆和序列分析的研究<sup>[4-5]</sup>,目前都取得了不同程度的进展。而在柳树抗旱性研究方面,国内报道主要侧重于柳树单一种源的抗旱生理、生化等,如高婷等<sup>[6]</sup>以瑞典能源柳无性系为材料,测定了不同干旱胁迫阶段叶片超氧化物歧化酶(SOD)等各项生理生化指标,综合评定了不同能源柳无性系的耐旱性等,对于柳树种质资源抗旱性筛选的研究较少。本文采用PEG-6000模拟干旱胁迫的测试方法,对4个乔木柳无性系水培苗进行试验,通过观测水培苗不同的受害症状表现,来分析不同柳树无性系对干旱的耐受力,从而为初选耐旱性强的乔木柳亲本提供依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验所用无性系为P32, P259, P34, P942等4

个柳树无性系(见表1),均取自江苏省林业科学研究院院内柳树种质资源圃。

表1 柳树参试材料

种名	参试无性系	原采集地
旱柳( <i>Salix matsudana</i> )	P32	江苏泗阳
	P259	溧阳龙潭林场
	P34	山东梁山
腺柳( <i>S. chaenomoloides</i> )	P942	杭州西湖

### 1.2 试验方法

试验场地位于江苏省林业科学研究院,东经118°22',北纬31°14',海拔为23 m,隶属亚热带季风气候。全部试验于玻璃温室内完成。

试验在2013年9月,采集4个柳树无性系,剪成长15 cm的插穗,设置4个区组(4次重复)。使用32孔穴盘的水培容器,全部容器均放于中转箱中,每孔放置3根插穗为同系号的1个区组,所有区组采用随机排列方式。试验插穗用1/2Hoagland's营养液进行水培培养,每2 d更换1次营养液。培养30 d后,用PEG(聚乙二醇)-6000溶液进行模拟干旱胁迫处理,共设置3个质量分数梯度为0%(CK),10%(T1),20%(T2),其中对照(CK)为单纯1/2Hoagland's营养液。

在处理之后的1—8 d中,每天观测供试无性系的受胁迫症状,记录其受害等级,计算其受害指数,

收稿日期:2020-03-08;修回日期:2020-08-15

**基金项目:**江苏省农业科技自主创新项目“江苏长江沿海景观防护林构建与生态修复技术研究”[CX(19)1004];江苏省林业科技创新与推广项目“宝应湖森林湿地生态修复新品种与新技术应用示范”(LYKJ[2018]09)

**作者简介:**张 珏(1980—),女,江苏无锡人,副研究员,硕士。主要从事林木育种研究工作。

将 24 h 记录的受害指数值进行正态转换后,进行多重比较。并测定 24 h 后叶片的相对含水量。

### 1.3 统计指标和计算方法

抗旱试验的分析指标以试验无性系受胁迫后得到的受害指数为主。受害指数由观测记录的受害等级进行计算。根据灌木柳受胁迫后外观形态的变化,共分成 7 个受害等级(见表 2)。受害指数( $P$ )按照以下公式计算:

$$P(\%) = [(0 \text{ 级受害株数} \times 0 + 1 \text{ 级受害株数} \times 1 + 2 \text{ 级受害株数} \times 2 + 3 \text{ 级受害株数} \times 3 + 4 \text{ 级受害株数} \times 4 + 5 \text{ 级受害株数} \times 5 + 6 \text{ 级受害株数} \times 6) / (6 \text{ 级} \times 3)] \times 100$$

相对含水量( $RWC$ )的测定:将取下的灌木柳叶片擦干净,剪碎,准确称取 0.15 g,称取 3 份,在去离子水中浸泡 24 h,擦干称质量(此时质量为饱和鲜质量),后 80 ℃烘干至恒质量,称干质量。

$$RWC(\%) = [( \text{鲜质量} - \text{干质量} ) / ( \text{饱和鲜质量} - \text{干质量} )] \times 100$$

全部过程用 SPSS 和 EXCEL 的软件程序,对胁迫 1 d 时获得的观测数据统计分析。用受害指数的平方根的反正弦值进行数据分析,即, $\lambda = \sin^{-1} \sqrt{P}$ 。

表 2 柳树受害症状的分级标准		
受害等级	形态描述	代表值
1 级	植株没有出现症状	0
2 级	枝梢及嫩叶叶尖出现干枯失水现象,少量叶卷曲	1
3 级	1/2 叶片出现干枯失水现象,部分叶明显皱缩卷曲	2
4 级	2/3 叶片出现干枯失水现象,大部分叶尖、边缘皱缩卷曲	3
5 级	所有叶片出现干枯失水及皱缩现象,部分树叶发黑	4
6 级	所有叶片皱缩卷曲严重,有干枯发脆现象,植株未死亡	5
7 级	整株死亡	6

## 2 结果与分析

### 2.1 4 个柳树无性系不同胁迫下的受害指数变化

P32,P259,P34,P942 等 4 个柳树无性系受害指数受干旱胁迫时间的影响,干旱胁迫时间越长,品种受害的情况越严重。其中,T1 处理下,变化最大的是 P34,变化最小的是 P942(见图 1);T2 处理下,变化较大的是 P34 和 P32,变化最小的仍然是 P942(见图 2)。

### 2.2 4 个柳树无性系间的受害指数差异

对 P32,P34,P259,P942 等 4 个柳树无性系,在 T1 处理的干旱胁迫下获得的受害指数进行方差分析,能够看出,柳树 4 个无性系之间的抗旱性存在差

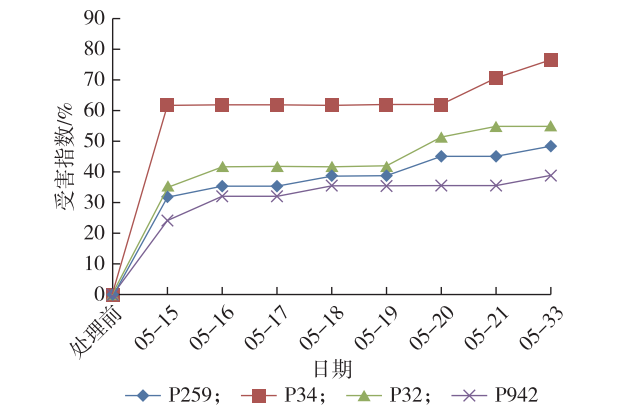


图 1 T1 处理下 4 个柳树无性系的受害指数

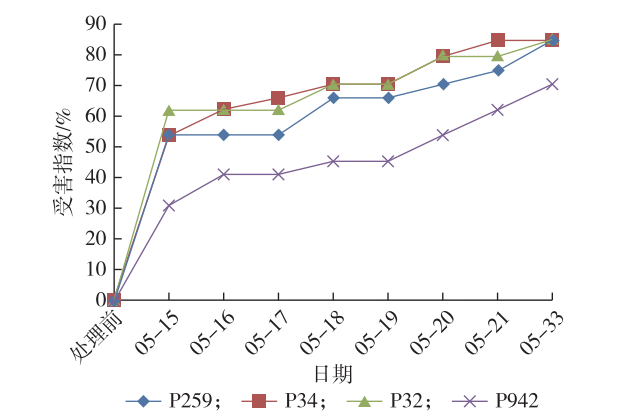


图 2 T2 处理下 4 个柳树无性系的受害指数

异(见表 3)。其中,P942,P32,P259 之间没有差异,P942,P259 和 P34 之间则存在显著差异( $P<0.05$ )。P942 受害指数最小(为 31.54),抗旱性最强。P34 受害指数最大(为 71.75),在 10% PEG-6000 处理下,表现为最不耐旱。

表 3 4 种柳树品种间的受害指数比较 (T1)	
参试无性系	受害指数
P34	71.75±31.60 a
P32	41.75±5.62 ab
P259	35.26±0.00 b
P942	31.54±6.44 b

注:数据为平均值±标准误;数据后不同小写字母表示在  $P<0.05$  水平存在显著性差异。

对 P259,P32,P34,P942 等 4 个柳树无性系,T2 处理胁迫下获得的受害指数进行方差分析,能够看出,这 4 个柳树无性系抗旱性之间也存在差异性(见表 4)。P259 和 P942 之间没有差异性,而 P942 和 P32,P34 之间则存在显著差异( $P<0.05$ )。受害指数最小的仍然是 P942,为 31.54,抗旱性最强;受害指数最大的是 P32 和 P34,为 48.25,在 20% PEG-6000 处理下,表现为最不耐旱。

表4 4种柳树无性系间的受害指数比较(T2)

参试无性系	受害指数
P32	48.25±5.62 a
P34	48.25±5.62 a
P259	41.75±5.62 ab
P942	31.54±6.44 b

注:数据为平均值±标准误;数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平存在显著性差异。

### 2.3 不同干旱程度胁迫对柳树无性系叶片相对含水量的影响

从表5可以看出,不同PEG-6000处理24 h后,干旱胁迫下各柳树无性系叶片RWC与对照相比都降低,且随着PEG-6000质量分数的升高,RWC相应降低。对各无性系的不同处理后相对含水量进行方差分析,结果表明:CK,T1,T2之间,RWC差异显著( $P<0.05$ )。在T1处理下,P34叶片RWC下降幅度最大(为13%),P32下降幅度最小(为4.5%);在T2处理下,叶片RWC下降幅度较大的也为P34(23.2%),P295下降幅度最小(为16.1%)。

表5 各无性系不同处理的相对含水量多重比较

处理	无性系			
	P295	P34	P32	P942
T1	65.49±1.19 b	73.15±2.82 ab	67.39±0.64 a	57.73±1.45 b
T2	62.52±1.67 b	64.62±4.12 b	57.37±6.48 b	51.01±0.87 c
CK	74.51±7.48 a	84.14±10.25 a	70.57±2.67 a	66.86±4.45 a

注:数据为平均值±标准误;同列数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平存在显著性差异。

## 3 结论与讨论

水分对植物生长发育过程中的地位不可替代,而干旱胁迫会打破植物原有的生长代谢规律<sup>[7]</sup>,因此,进行林木抗旱性优良品种的选育是林木遗传育种的一个重要方向。本试验通过观测4个乔木柳无性系在干旱胁迫下的不同受害症状,分析了干旱胁迫下各无性系的耐受能力。

P32,P259,P34,P942等4个乔木柳无性系受害指数的分析表明:不同无性系的耐旱性之间存在显著性差异。在10%PEG-6000处理下,腺柳P942受害最轻,旱柳P34受害则最重;在20%PEG-6000处理下,同样是腺柳P942受害最轻,旱柳P32和P34受害较重。随着干旱胁迫时间的延长,2个处理下,P942受害程度的变化都为最小,说明腺柳P942是较为耐旱柳树无性系,在以抗旱性为目的的杂交试验中,可以考虑以它作为试验亲本。

相对含水量是植物组织实际含水量占组织饱和含水量的百分比,是反映植物水分状况的重要指标之一,能真实反映缺水时植物水分的亏缺程度<sup>[8]</sup>。在干旱胁迫下,随着胁迫强度的增加和时间的延长,相对含水量呈现出下降趋势,水分饱和亏缺上升。一般来说,相同水分条件下,抗旱性强的物种,相对含水量的下降速率较慢,下降幅度小;而抗旱弱的物种,相对含水量的下降速率较快,水分平衡保持差,叶片生长受抑严重<sup>[9]</sup>。在本研究中,随着PEG-6000处理的质量分数增加,灌木柳无性系叶片的相对含水量都出现降低现象,其中P34下降幅度较大,说明这个乔木柳无性系叶片失水较多,抗旱性较差。而P32在10%PEG-6000处理下下降幅度最小,在20%PEG-6000处理下叶片相对含水量下降幅度明显增大,说明P32在干旱胁迫相对较轻时,具有一定的耐旱性,而在干旱胁迫比较严重时,并不具有耐旱性。

本研究通过对4个乔木柳无性系进行的模拟干旱胁迫试验,初步筛选出了乔木柳的抗旱种质资源,为探讨乔木柳抗旱的生理机制,进一步开展柳树抗旱育种,提供了优良种质材料,并奠定了研究基础。

### 参考文献:

- [1] THAKUR P, KUMAR S, MALIK JA, et al. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: an overview[J]. Environmental and Experimental Botany, 2010, 67: 429-443.
- [2] CRAMER G R, URANO K, DELROT S, et al. Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective[J]. BMC Plant Biology, 2011, 11: 163.
- [3] 董 蕾, 陈 博, 李吉跃, 等. 5个楸树无性系抗旱性的综合评价[J]. 中南林业科技大学学报, 2014, 34(4): 30-35.
- [4] 石 峰, 谢惠民, 张晓科. 冬小麦不同抗旱品种抽穗期干旱诱导蛋白差异与抗旱性的研究[J]. 麦类作物学报, 2005, 25(3): 32-36.
- [5] 杨小兰. 植物抗旱基因工程研究进展[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(20): 36-39.
- [6] 高 婷, 张文辉. 不同瑞典能源柳无性系对干旱胁迫的生理响应[J]. 西北植物学报, 2012, 32(4): 739-744.
- [7] 王新建, 何 威, 杨淑红. 干旱胁迫下4种楸树嫁接苗叶绿素含量的变化[J]. 经济林研究, 2008, 26(1): 20-24.
- [8] 汤章城. 植物对水分胁迫的反应和适应性Ⅱ: 植物对干旱的反应和适应性[J]. 植物生理学通讯, 1983, 98(4): 1-7.
- [9] 蒲光兰, 袁大刚, 胡学华, 等. 杏树抗旱性研究[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(3): 40-43.