

8种灌木柳抗旱能力的研究

张珏,乔志攀,王伟伟

(江苏省林业科学研究院,南京 211153)

摘要:为了探讨干旱胁迫下不同灌木柳的抗旱性,并筛选出抗旱性较强的灌木柳种源,利用PEG-6000模拟干旱胁迫和受害指数测定方法对8种灌木柳的16个系号进行抗旱性评价。结果表明:在干旱胁迫下,8种灌木柳的参试系号之间的受害症状存在显著性差异($P < 0.05$)和极显著差异($P < 0.01$),杞柳P1025受害最轻,簸箕柳P295受害最重;簸箕柳和杞柳内的不同参试系号间分别存在显著差异,簸箕柳内P61比P295受害症状轻,杞柳内P1025受害最轻,P646最重。因此,杞柳P1025、杞柳P63、三蕊柳P105等12个系号都是相对耐旱的柳树原种,可以考虑用作以抗旱性为目的杂交试验的亲本;而选择簸箕柳和杞柳作为育种种源时,可用P61和P1025作为其中的耐旱亲本。

关键词:灌木柳;种质资源;抗旱性

中图分类号:S722.3+3 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2015.04.003

灌木柳是柳属中种类多、分布广、适应性强的种群,在固沙、护坡、编织等方面被广为利用。干旱是苗木生长的主要限制因子^[1-3]。由于全球气候变暖,干旱已成为植物生长的制约因素^[4-6],因而植物的抗旱性研究越来越受到人们的重视,而作为研究重点的抗旱性测定技术和早期评价指标的选择,其研究形式,主要集中在大田试验条件下抗旱性表现的直接观测,以及另一种人工可控环境条件下的间接测定,如温室、人工气候室等^[7]。后一种是目前受到普遍重视的形式,常用的研究方法是模拟土壤干旱,进行高渗溶液处理,使研究材料处于某一干旱胁迫条件下^[8]。其中,PEG模拟干旱胁迫测试方法较为经典。而有关柳树抗旱性的相关报道,多见于柳树单一种源的抗旱生理生化方面,如高婷等^[9]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,并采用隶属函数模型综合评定了不同能源柳无性系的耐旱性;刘美珍^[10]研究了模拟干旱胁迫对垂柳幼苗叶片的电解质渗透率、丙二醛(MDA)、相对含水量(RWC)、脯氨酸含量等的影响。上述研究,对于柳树种质资源抗旱性筛选尚未涉及。本文采用了PEG(聚乙二醇)-6000模拟干旱胁迫测试方法,

对8种灌木柳的16个自然种株水培苗进行试验,观测其不同的受害症状表现,分析各柳树自然种的干旱耐受力,为筛选抗旱性强的灌木柳种质资源提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为由涂忠虞、潘明建等研究员在国内江苏、上海、山东等地及英国、美国、日本等国收集的簸箕柳、二柳、蒿柳、卷边柳、欧洲红皮柳、杞柳、三蕊柳和银柳等8种灌木柳,计16个系号,定植于江苏省林业科学研究院柳树种质资源圃(见表1)。

1.2 试验方法

试验场所设在江苏省林业科学研究院本部的玻璃温室内,位于南京市江宁区东善桥,东经118°22',北纬31°14',海拔23 m,属于亚热带季风气候。

于2013年9月,采集8种灌木柳共16个系号,剪成长15 cm的插穗,设置4次重复,即4个区组。水培容器为32孔穴盘,穴盘放在中转箱中,每孔为1个系号的1区组3根插穗。各区组随机排列。先用1/2霍格兰德营养液(1/2Hogland)进行培养,每2 d更换1次营养液。30 d后,用20%的PEG

收稿日期:2014-12-10;修回日期:2015-06-20

作者简介:张珏(1980-),女,江苏无锡人,助理研究员,硕士,从事林木育种研究工作。

基金项目:林业公益性行业科研专项“柳树能源林及环境修复兼用型新品种选育”(201204812)、“江苏省农业种质资源保护与利用平台”(bm2014047)

-6 000溶液对其中 3 个区组进行干旱模拟胁迫处理,设置第 4 个区组为对照,对照区组只加入1/2 Hogland 营养液。在处理后的 1,2,3 d 时,进行试验系号的受胁迫症状的观测,记录各系号的受害等级,并计算受害指数,将受害指数的数值进行正态转换后进行多重比较。

表 1 灌木柳参试材料

种名	参试系号	产地
簸箕柳(<i>Salix suchowensis</i>)	P295	山东省临沭县
	P61	江苏省如皋市
二柳(<i>S. alberti</i>)	P294	山东省临沭县
蒿柳(<i>S. viminalis</i>)	P681	英国 Long Aston
	P683	英国 Long Aston
卷边柳(<i>S. siuzevii</i>)	P286	黑龙江省宁安市东京城镇
欧洲红皮柳(<i>S. sinopurpurea</i>)	P658	英国 Long Aston
	P665	英国 Long Aston
	P708	美国纽约州立大学 Kopp
杞柳(<i>S. purpurea</i>)	P1024	山东省莒南县
	P1025	山东省莒南县
	P336	日本爱知县
	P63	黑龙江省哈尔滨市
三蕊柳(<i>S. triandra</i>)	P646	英国 Long Aston
	P105	江苏省南京市江宁区
银柳(<i>S. leucopithecia</i>)	P102	上海市

1.3 统计指标和计算方法

本抗旱试验的分析指标以试验系号受干旱模拟胁迫后的受害指数为主。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:

表 2 柳树受害症状的分级标准

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

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

全部统计分析均在 EXCEL 和 SPSS 软件的相关程序下完成,采用胁迫处理 1 d 时的观测数据进行处理。用受害指数平方根的反正弦值进行数据分析,公式即 $\lambda = \sin^{-1} \sqrt{P}$,其中 P 为受害指数。

2 结果分析

2.1 干旱胁迫下灌木柳系号受害等级的分布

图 1 为模拟干旱胁迫处理后 1,2,3 d 时 16 个灌木柳系号受害等级比例分布图。从图中可以看出,干旱胁迫 1 d 时,1 级的比例为 7.81%,2 级比例为 26.56%,4 级比例为 28.13%,5 级的比例为 7.81%,不到 10%;干旱胁迫 2 d 时,1 级的比例为 1.56%,4 级比例为 34.38%,5 级的比例为 29.69%;干旱胁迫 3 d 时,0 级的比例为 0,3 级比例为 20.31%,4 级比例为 31.25%,6 级的比例为 14.06%。与 1 d 时相比,2 d,3 d 的曲线向坐标轴右向位移了一个级别,说明随着胁迫时间的延长,参试系号的受害程度逐步加深。

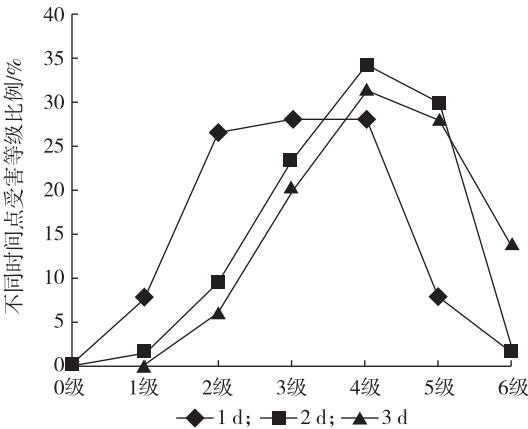


图 1 干旱胁迫下 16 个灌木柳原种株不同时间点的受害等级比例分布

2.2 8 种灌木柳参试系号间受害指数的差异

对簸箕柳、二柳、蒿柳、卷边柳、欧洲红皮柳、杞柳、三蕊柳、银柳等 8 种灌木柳的参试系号的受害指数进行方差分析,可以看出,灌木柳不同参试系号间的抗旱性存在差异性(见表 3)。其中,杞柳 P1025 与杞柳 P63、三蕊柳 P105、杞柳 P1024、二柳 P294、蒿柳 P681、杞柳 P336、银柳 P102、蒿柳 P683、欧洲红皮

柳 P658、卷边柳 P286、簸箕柳 P61 之间没有显著差异性,但是与欧洲红皮柳 P708、杞柳 P646、欧洲红皮柳 P665、簸箕柳 P295 之间存在显著差异 ($P < 0.05$),簸箕柳 P295 只与杞柳 P1025 存在极显著差异($P < 0.01$)。而杞柳 P1025 受害指数最小,为 35.94%,抗旱性最强;簸箕柳 P295 受害指数最大,为 62.19%,最不耐旱。

表 3 8 种灌木柳参试系号的受害指数比较

参试系号	受害指数/%
杞柳 P1025	35.94 ± 6.45 a A
杞柳 P63	39.77 ± 13.14 abAB
三蕊柳 P105	39.77 ± 7.25 abAB
杞柳 P1024	40.13 ± 14.38 abAB
二柳 P294	41.35 ± 16.99 abAB
蒿柳 P681	42.39 ± 5.62 abAB
杞柳 P336	45.00 ± 17.98 abcAB
银柳 P102	45.36 ± 11.45 abcAB
蒿柳 P683	46.22 ± 0.00 abcAB
欧洲红皮柳 P658	49.87 ± 9.74 abcAB
卷边柳 P286	49.87 ± 11.59 abcAB
簸箕柳 P61	50.23 ± 7.95 abcAB
欧洲红皮柳 P708	54.74 ± 10.99 bcAB
杞柳 P646	55.46 ± 13.38 bcAB
欧洲红皮柳 P665	57.08 ± 13.14 bcAB
簸箕柳 P295	62.19 ± 13.38 cB

不同小写字母表示在 $P < 0.05$ 水平上出现显著性差异,不同大写字母表示在 $P < 0.01$ 水平上出现显著性差异。

2.3 4 个灌木柳自然种内原种株号间受害指数的差异

对蒿柳、簸箕柳、欧洲红皮柳和杞柳等 4 个灌木柳自然种内系号的受害指数分别进行方差分析,结果表明,蒿柳内 2 个系号之间和欧洲红皮柳内系号之间均没有显著差异(见表 4);簸箕柳内 2 个系号间有显著差异 ($P < 0.05$),其中 P61 受害轻于 P295;杞柳内 5 个系号间存在显著差异($P < 0.05$),P1025 受害指数最小,P646 受害最重,最不耐旱;P1025,P63,P1024 与 P646 之间存在显著差异($P < 0.05$),与之相比抗旱性更好。

表 4 供试灌木柳不同系号间受害指数的多重对比

种名	参试系号	受害指数/%
蒿柳	P681	42.386 ± 14.376 a
	P683	46.216 ± 16.994 a
簸箕柳	P61	50.228 ± 13.136 b
	P295	62.187 ± 6.449 a
欧洲红皮柳	P658	49.870 ± 17.975 a
	P708	54.740 ± 11.626 a
	P665	57.078 ± 11.449 a
杞柳	P1025	35.941 ± 11.587 b
	P63	39.773 ± 10.991 b
	P1024	40.130 ± 9.740 b
	P336	45.000 ± 7.953 ab
	P646	55.455 ± 13.384 a

方差分析仅在同种灌木柳的不同参试系号间进行。

3 结论和讨论

水分在植物生长发育过程中有着不可替代的地位,水分亏缺对植物的影响非常广泛。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。本试验观测了 8 种灌木柳共 16 个系号在干旱胁迫下的受害症状,分析了不同种及种内系号对于干旱胁迫的耐受能力。

8 种灌木柳 16 个参试系号的受害指数分析表明,它们之间存在显著性差异和极显著差异,杞柳 P1025 受害最轻,簸箕柳 P295 受害最重。而杞柳 P1025 与杞柳 P63、三蕊柳 P105、杞柳 P1024、二柳 P294、蒿柳 P681、杞柳 P336、银柳 P102、蒿柳 P683、欧洲红皮柳 P658、卷边柳 P286、簸箕柳 P61 都没有显著差异,这些系号都是相对耐旱的柳树原种,都可以考虑用作以抗旱性为目的杂交试验的亲本。

从种内来看,簸箕柳内 2 个系号和杞柳内 5 个系号之间均存在显著性差异,P61、P1025 受干旱胁迫时的受害症状较轻,因此,在选择簸箕柳和杞柳作为育种种源时,可用 P61 和 P1025 作为其耐旱亲本。

本研究通过对灌木柳自然种其内各原种株进行模拟干旱胁迫试验,初步筛选出了一批灌木柳抗旱种质,为进一步开展柳树抗旱育种和探讨灌木柳抗旱的生理机制提供了优良种质材料和前期基础。

参考文献:

[1] 韩文萍,丁贵杰,鲍 斌.不同钟源马尾松对于干旱胁迫的生理生态响应[J].中南林业科技大学学报,2012,32(5):25-29.

(下转第 27 页)

3 结论与讨论

花色是现代月季非常重要的观赏性状,也是一个非常复杂的性状。颜色方面有单色和复色之分,复色在颜色分布上有表里双色,有分区分布,有条纹或斑点嵌合式分布,也有随着花朵开放进程而不断变色的,还有多种似是而非的过渡色或混合色,甚至在不同的环境、不同的地区也有差异。

月季花色的复杂性还表现在花色的遗传方面。现代月季拥有10种以上蔷薇的遗传背景,绝大多数品种是杂合程度不一的杂合体,因此杂种后代的性状分离较为复杂。一般认为月季花色是数量性状,但有时也表现出一定程度的显隐性关系^[7-8]。

本文将18种月季花色归类为6种色系,并从色系层面分析1312个已育成微型月季品种与其亲本的花色关系,希望对微型月季花色育种有所帮助。可以确定的是,这1312个人工选育的品种不会都是以花色作为主要目标性状而选育出来的。因此,文中有关不同色系亲本及其杂交组合所育成品种的花色色系比例,与真实的杂种后代花色分离结果应该是有区别的。

育种实践表明,花色相近的亲本杂交,可以得到与亲本花色相近的后代^[6]。本文对1312个微型月季品种的分析结果表明:

(1)不论是作为母本或父本,每种色系亲本育成的品种群中,与亲本花色色系相同的品种数量最

多,所占比例为37.1%~50.0%。

(2)相同色系亲本杂交育成的品种群中,色系同于亲本的品种数量最多,所占比例为59.7%以上。

(3)不同色系亲本杂交育成的品种群中,与2种亲本色系相同的品种数量为最多,但黄色系与红色系之间杂交结果例外,以橙色系或粉色系品种数量为最多,其次才是黄色系和红色系。

参考文献:

- [1] Pemberton H B, Kelly J W, Ferare J. Production of pot roses [M]. Oregon: Timber Press, 1997.
- [2] 李洪权. 国际月季新品种登录情况介绍[J]. 中国月季, 2014(2): 30-31.
- [3] Yong M A, Schorr P. Modern Roses 12[M]. Shreveport: The American Rose Society, 2007.
- [4] The American Rose Society. Roses, Rose photos, gardening, nurseries, societies and everything Rose related [EB/OL]. Glendale, AZ: HelpMeFind, [2015-06-17]. <http://www.helpmefind.com/rose/index.php>
- [5] The American Rose Society: ICRA Registration Form [EB/OL]. Shreveport, LA: International Cultivar Registration Authority—Roses, [2015-06-17]. <http://www.stsrv.com/irar/newregis.asp>
- [6] Moore R S. All about miniature roses [M]. Kansas City: Diversity Books, 1966.
- [7] 张佐双, 朱秀珍. 中国月季[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [8] 王世光, 薛永卿. 中国现代月季[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2010.
- [9] plants; a systems biology perspective [J]. BMC Plant Biology, 2011, 11(1): 163-176.
- [6] 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.
- [7] 季孔庶, 孙志勇, 方彦. 林木抗旱性研究进展[J]. 南京林业科技大学学报: 自然科学版, 2006, 30(6): 123-128.
- [8] 彭祚登, 李吉跃, 沈熙环. 林木抗旱性育种的现状与策略思考[J]. 北京林业大学学报, 1998, 20(4): 98-103.
- [9] 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.
- [10] 刘美珍. 干旱胁迫对柳树的生长和生理影响[J]. 天津农业科学, 2010, 16(6): 19-21.
- [2] Becker M, Nieminen T M, Geremia F. Short-term variations and long-term changes in oak productivity in northeastern France: the role of climate and atmospheric CO₂ [J]. Annals of Forest Science, 1994, 51(5): 477-492.
- [3] 张文辉, 段宝利, 周建云, 等. 不同种源栓皮栎幼苗水分适应及耐旱特性比较研究[J]. 西北植物学报, 2003, 23(5): 728-734.
- [4] Thakur P, Kumar S, Malik J A, et al. Cold stress effects on reproductive development in grain crops: an overview [J]. Environmental and Experimental Botany, 2010, 67(3): 429-443.
- [5] Cramer G R, Urano K, Delrot S, et al. Effects of abiotic stress on

(上接第13页)