

文章编号: 1001-1498(2006)02-0129-06

柽柳优良无性系选育研究

乔来秋¹, 荀守华², 何洪兵¹, 陈纪香¹, 王玉祥¹, 高冬梅¹

(1. 山东省东营市林业局, 山东 东营 257091; 2. 山东省林业科学研究院, 山东 济南 250014)

摘要:从黄河三角洲自然分布的中国柽柳中选出的 2 个无性系和从新疆引进的 13 种柽柳, 以中国柽柳为对照, 进行无性系遗传测定。通过对 4 年生 3 片区域试验林存活率、树高和地径生长量的调查及统计分析, 证明东柽 1 号、2 号两个无性系表现最好。在土壤含盐量 $3.2 \sim 4.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 的立地条件下, 东柽 1 号、2 号存活率均达 88.3%; 东柽 1 号树高、地径生长量分别大于对照 17.6%、75.1%, 东柽 2 号树高、地径生长量分别大于对照 36.2%、28.4%; 同时, 观测研究了东柽 1 号、2 号优良无性系的生物学特性。4 年生柽柳在 3 地点的树高遗传力分别为 0.90、0.89、0.83, 地径遗传力分别为 0.92、0.96、0.94。对柽柳树高和地径生长量与地点之间的互作分析得出: 树种与地点之间的交互作用不显著, 试验中生长表现优良的无性系在 3 个试验点都有很好的适应性。

关键词:柽柳; 无性系; 选育; 遗传测定; 引种

中图分类号: S793.5 **文献标识码:** A

Study on Selection of the Superior Clones for *Tamarix*

QIAO Lai-qiu¹, XUN Shou-hua², HE Hong-bing¹, CHEN Ji-xiang¹, WANG Yu-xiang¹, GAO Dong-mei¹

(1. Forestry Bureau of Dongying City, Shandong Province, Dongying 257091, Shandong, China;

2. Shandong Academy of Forestry, Jinan 250014, Shandong, China)

Abstract: Sixteen clones of *Tamarix* were tested in field in Yellow River Delta area. The survival rate, height and diameter at ground of 4-year plants were investigated at three sites. The result showed that Dongcheng 1 and Dongcheng 2, the two native clones at Dongying, grew best. The survival rate of the two clones in the soil contained $3.2 \sim 4.6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ of salt could reach 88.3%, much higher than that of CK (*Tamarix chinensis* Lour.). The mean diameter at ground and mean height of Dongcheng 1 exceeded the CK by 75.1% and 17.6%, Dongcheng 2 by 28.4% and 36.2%, respectively. The heritabilities of height at three sites were 0.90, 0.89 and 0.83, and diameter at ground 0.92, 0.96 and 0.94. Interaction analysis between clones and sites for height and diameter at ground indicated that interaction effect wasn't significant. The clones, which grew faster than others, had good adaptability at the three sites. The traits of biology of the two superior clones were also observed.

Key words: *Tamarix*; clone; selection; genetic test; introduction

柽柳属柽柳科 (Tamaricaceae) 柽柳属 (*Tamarix* L.), 该属植物绝大多数为落叶灌木或小乔木, 全世界有 90 余种, 分布广泛, 从欧洲西部、地中海沿岸、非洲东北部到西亚、南亚、中亚至亚洲东部都有柽柳自然群落, 主要生长在温带和亚热带的荒漠、半荒

漠、草原及盐碱地带。我国产柽柳属植物 20 余种, 约占全球总量的 20%, 主要分布于西北荒漠、半荒漠地区以及东部沿海地区, 以新疆、青海、甘肃 3 省区最多^[1]。国内对柽柳的研究开始于 20 世纪 50 年代, 中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所刘铭庭

收稿日期: 2005-07-21

基金项目: 山东省东营市科技局 1997 年科技攻关项目: “柽柳引种和新品种选育研究”

作者简介: 乔来秋 (1964—), 男, 山东广饶县人, 高级工程师。

等^[1]对柽柳属植物的种类资源、形态特征、生物学、生态学特性进行过深入研究,并提出了开发利用途径;兰州大学张学忠^[2]也对西北分布的柽柳属树种进行过调查研究,分析了柽柳的经济价值;内蒙古林学院的高晓霞^[3]对多枝柽柳的显微构造、纤维形态进行过研究;但长期以来由于缺乏对柽柳资源的引进、优良品种选育以及开发利用工作,致使柽柳种类单一,仅中国柽柳一种^[4],资源贫乏,为了满足大面积盐碱荒地造林绿化和品种多样性的需求,作者于1997年从新疆吐鲁番中国科学院生物土壤沙漠研究所引进了13种柽柳,同时,对当地资源进行了广泛的选优,筛选出表现性状最为突出的2个优良变异单株东柽1号、2号,在此基础上,以中国柽柳为对照进行引种试验和新品种选育研究。经过繁殖育苗和多年多点造林试验,初步掌握了新选无性系和引进柽柳种的生物生态学特性,基本摸清了它们对黄河三角洲地区气候土壤条件的适应性。

1 材料与方 法

1.1 试验地自然概况

试验地设在山东省东北部黄河入海口三角洲地带的东营市(118°07'~119°10'E, 37°20'~38°10'N),北临渤海湾,东靠莱洲湾,该市总面积8 053 km²。气候属暖温带半湿润大陆性季风气候,四季分明,雨热同季。常年平均气温12.8℃,无霜期206 d,10℃的积温约4 300℃,年平均降水量550~600 mm,极端最高气温41.9℃,极端最低气温-23.3℃。

本市区域内地势低平、广阔,坡降平缓,地下水位较高,海滨地区为0.5~1.5 m;距海越远,地下水

位越低,一般1.5~3.0 m。土壤1 m土体含盐量在2 g·kg⁻¹以上,由海岸向陆地方向土壤含盐量和地下水矿化度渐次递减。含盐量超过5 g·kg⁻¹的盐碱地36.78万 hm²,占全市总面积的45.67%。

柽柳造林试验点设3处,分别在东营市林业局中心苗圃、七分厂和河口区太平乡。中心苗圃造林点土壤含盐量3.2 g·kg⁻¹,地下水位1.8 m,土壤质地为中壤。七分厂造林地土壤含盐量4 g·kg⁻¹,地下水位1.5 m,土壤质地为重壤。太平乡造林点土壤含盐量4.6 g·kg⁻¹,地下水位1.5 m,土壤质地为沙壤。

新品种繁殖能力试验点设在七分厂,耐盐能力试验点设在东营市农科所盐生植物园。

1.2 试验材料

1997年在进行柽柳资源调查过程中,发现了2株枝叶繁茂,落叶期比当地中国柽柳晚,其中1株花明显退化的柽柳单株。通过测量对比,认为这2棵柽柳单株与中国柽柳在枝、叶、生态习性及抗逆性方面基本相似,但也有明显不同于中国柽柳的形态特征和生长特性,初步断定它们是中国柽柳的变异单株,分别编号为东柽1号和东柽2号,与从新疆引进的13种柽柳一同进行了无性繁殖育苗和造林试验,即试验材料包括2个中国柽柳无性系(东柽1号和东柽2号),13种引进柽柳和中国柽柳。16种柽柳(或无性系)的中文名及拉丁学名见表1。

1998年春,对16种柽柳进行硬枝扦插育苗,繁殖造林试验用苗木。中国柽柳、东柽1号、2号的扦插成活率达90%以上,甘蒙、甘肃、多枝、多花柽柳的扦插成活率达80%,其余引进柽柳种扦插成活率低于60%^[5]。

表 1 16种柽柳(或无性系)中文名及拉丁学名

中文名	拉丁学名	中文名	拉丁学名	中文名	拉丁学名
短穗柽柳	<i>Tamarix laxa</i> Willd.	刚毛柽柳	<i>T. hispida</i> Willd.	山川柽柳	<i>T. arcanthoides</i> Bunge
长穗柽柳	<i>T. elongata</i> Ledeb.	多枝柽柳	<i>T. ramossissima</i> Ledeb.	沙生柽柳	<i>T. taklamakanensis</i> M. T. Liu
紫杆柽柳	<i>T. androssowii</i> Litv.	多花柽柳	<i>T. hohenackeri</i> Bunge	中国柽柳	<i>T. chinensis</i> Lour.
甘肃柽柳	<i>T. gansuensis</i> H. Z. Zhang	甘蒙柽柳	<i>T. austrmongolica</i> Nakai	东柽1号	<i>T. chinensis</i> 'dongcheng 1'
细穗柽柳	<i>T. leptostachys</i> Bunge	白花柽柳	<i>T. androssowii</i> Litv.	东柽2号	<i>T. chinensis</i> 'dongcheng 2'
短毛柽柳	<i>T. karelinii</i> Bunge				

1.3 试验设计

2000年4月上旬进行造林试验。采用随机区组试验设计,每小区40~50株,3次重复,行株距1.5 m×0.6 m。

2004年3月中旬,以中国柽柳为对照,在七分场对选育出的东柽1、2号进行系统的硬枝扦插育苗试验。取当年生枝条,粗度0.8~1.0 cm,插穗长15 cm,

每小区200株,3次重复,株行距0.2 m×0.6 m。

2005年3月下旬,在东营市盐生植物园试验用盐池,以中国柽柳为对照,对选育出的柽柳新品种进行耐盐能力试验。盐池含盐量6个梯度,分别为4、8、12、16、20、25 g·kg⁻¹。为模拟实际造林环境,栽植前将盐池内土壤加NaCl至要求含盐量,每梯度每小区10株,重复3次,1年生苗平茬栽植。

1.4 调查指标和统计分析方法

于造林当年生长期末调查成活率,造林第 2 年以后每年调查全部柽柳的存活率、地径和树高生长量;观测各种柽柳的物候期、形态特征和开花结实特性。硬枝扦插试验于扦插后 2 个月调查成活率,当年生长结束后调查地径、苗高生长量及根系情况。耐盐试验于栽植后 3 个月调查成活率,当年生长期末调查成活株的生长量。

应用数理统计中的单因素方差分析方法,对各造林试验点第 4 年的存活率、树高、地径生长量进行方差分析;应用邓肯氏新复极差测验方法(即 LSR 检验)对各种柽柳之间的差异进行多重比较^[6,7],检验差异显著程度;计算柽柳的广义遗传力和遗传变异系数^[8,9];进行树高与地点、地径与地点之间的互作方差分析^[10]。计算程序用郎奎健等^[11]的 BMPC 系列程序集。

硬枝扦插试验统计平均成活率、苗高、地径生长量。耐盐试验统计平均成活率和生长量。

2005 年 11 月上旬,测量东柽 1 号、2 号和中国柽柳的生物量。在七分厂造林地取 5 年生东柽 1 号、2 号和中国柽柳各 5 株,称其地上部分鲜质量进行比较。

2 结果与分析

2.1 各种柽柳造林存活率及差异

对各试验点 4 年生柽柳的存活率进行方差分析,结果表明:3 个试验点柽柳的存活率均达极显著差异,各地点内重复之间存活率没有显著差异(方差分析表略);对柽柳存活率进一步做 LSR 检验,结果见表 2。

表 2 3 个地点不同种类柽柳 4 年生存活率及多重比较

苗圃		七分厂		河口	
树种	存活率	树种	存活率	树种	存活率
	% 差异性		% 差异性		% 差异性
东 2	91.7 aA	东 1	93.3 aA	东 1	88.3 aA
东 1	91.3 aA	东 2	88.3 abA	东 2	88.3 aA
中国	90.0 aA	中国	85.0 abA	中国	83.3 aAB
甘蒙	71.7 bB	多花	80.0 bAB	多花	71.7 bB
多花	70.0 bB	甘蒙	65.3 cB	甘蒙	71.7 bB
甘肃	33.3 cC	甘肃	25.0 dC	甘肃	33.3 cC
多枝	25.7 cdCD	多枝	23.3 deC	多枝	25.0 cCD
山川	23.3 cdCD	白花	21.7 deC	白花	15.0 dD
白花	18.7 dCD	长穗	17.3 deC	山川	15.0 dD
刚毛	18.0 dD	山川	14.0 deCD	刚毛	12.3 dDE
长穗	17.0 dD	刚毛	10.0 efCD	长穗	11.7 dDE

注:表中“东 1 即“东柽 1 号”,“东 2 即“东柽 2 号”;同列小写字母表示 LSR_{0.05}差异,同列大写字母表示 LSR_{0.01}差异,下同。

由表 2 看出:东柽 1 号在 3 个地点的存活率达 88.3%~93.3%,东柽 2 号在 3 个地点的存活率达 88.3%~91.7%,中国柽柳在 3 个地点的存活率达 83.3%~90.0%,多花在 3 个地点的存活率为 70.0%~80.0%,甘蒙在 3 个地点的存活率为 65.3%~71.7%,甘肃、多枝、白花、山川、长穗、刚毛 6 种柽柳的存活率在 10.0%~33.3%。细穗、短穗、沙生、短毛、紫杆 5 种柽柳在 3 个试验点的存活率为零,没有列表分析。东柽 1 号、2 号与中国柽柳的存活率没有显著差异,但与多花、甘蒙及其它柽柳的差异显著,多花、甘蒙的存活率与甘肃、多枝、白花、山川、长穗、刚毛的差异显著。因此,16 种柽柳在造林 4 a 后只有东柽 1 号、2 号和中国柽柳有较高的存活率,多花和甘蒙柽柳的存活率也较高,说明它们对黄河三角洲地区的立地条件有较好的适应能力;其它种类的柽柳存活率很低,甚至全部死亡,说明它们对本地的气候、土壤等条件适应性较差。

2.2 各种柽柳生长量及差异

2.2.1 树高生长量及差异 对造林第 4 年的柽柳树高生长量进行方差分析,结果表明:3 个地点树种间差异均达极显著差异,进一步多重比较(表 3)结果为:东柽 2 号和 1 号在 3 个地点的树高生长量均排前 2 位。

在苗圃试验点,东柽 2 号、1 号与中国柽柳等树种差异显著,中国柽柳与甘蒙、甘肃等树种差异显著;在七分厂试验点,东柽 2 号、1 号与中国、多花等树种差异显著,中国柽柳与甘蒙、甘肃等差异显著;在河口试验点,东柽 2 号、1 号与中国、多花等差异显著,中国柽柳与甘肃、甘蒙、山川等差异显著。

从表 3 还看出:东柽 2 号的高生长最快,3 地点平均高度比中国柽柳大 36.2%,东柽 1 号在 3 地点平均高度比中国柽柳大 17.6%。

表 3 3 个地点不同种类柽柳树高生长量及多重比较

苗圃		七分厂		河口	
树种	树高	树种	树高	树种	树高
	m 差异性		m 差异性		m 差异性
东 2	4.33 aA	东 2	4.43 aA	东 2	4.27 aA
东 1	3.73 aAB	东 1	3.80 bAB	东 1	3.73 bAB
中国	3.23 bcBC	中国	3.27 cBC	中国	3.07 cBC
多花	2.87 cdCD	多花	2.97 cdCD	多花	2.90 cdC
长穗	2.77 cdCD	甘蒙	2.47 deDE	长穗	2.87 cdC
甘蒙	2.37 defDE	甘肃	2.47 deDE	甘肃	2.50 deCD
甘肃	2.27 efgDEF	长穗	2.27 eDEF	甘蒙	2.40 defCD
山川	1.93 fghEFG	山川	2.10 efEF	山川	2.33 defCD
白花	1.80 ghDFG	白花	1.90 efEFG	白花	2.03 efgDE
多枝	1.60 hiFG	刚毛	1.60 fgFG	多枝	1.97 fgDE
刚毛	1.23 iG	多枝	1.27 gG	刚毛	1.53 gE

2.2.2 地径生长量及差异 对造林第 4 a 的柽柳地径生长量进行方差分析,结果表明:3 地点均达极显著差异;进一步多重比较,每种柽柳平均地径生长量及排序见表 4。

表 4 3 个地点不同种类柽柳地径生长量及多重比较

苗圃		七分厂		河口	
树种	地径 cm 差异性	树种	地径 cm 差异性	树种	地径 cm 差异性
东 1	7.07 aA	东 1	7.47 aA	东 1	6.93 aA
东 2	4.97 bB	东 2	5.40 bB	东 2	5.37 bB
多花	4.23 bc BC	中国	4.77 c BC	多花	4.13 c C
中国	3.67 cd CD	多花	4.43 c C	中国	3.83 c CD
甘肃	3.47 cd CD	甘肃	3.33 d D	甘肃	3.57 cd CD
白花	2.93 de DE	白花	3.00 de DE	白花	3.03 de DE
山川	2.57 ef DE	山川	2.47 ef DEF	山川	2.67 ef EF
甘蒙	2.27 ef E	甘蒙	2.30 f EF	甘蒙	2.33 fg EF
长穗	2.10 ef E	刚毛	2.17 f EF	长穗	2.30 fg EF
刚毛	2.07 ef E	长穗	2.00 f F	多枝	2.03 fg F
多枝	1.87 f E	多枝	1.87 f F	刚毛	1.97 g F

从表 4 看出:东柽 1 号、2 号的地径生长量在 3 个试验点都居前 2 位。在苗圃试验点,东柽 1 号与东柽 2 号、多花、中国柽柳等差异显著,东柽 2 号与中国、甘肃等差异显著,多花与白花、山川、甘蒙等差

异显著,中国与山川、甘蒙、长穗等差异显著。在七分厂试验点,东柽 1 号与东柽 2 号、中国、多花等差异显著,东柽 2 号与中国、多花、甘肃等差异显著,中国与甘肃、白花、山川等差异显著。在河口试验点,东柽 1 号与东柽 2 号、多花、中国等差异显著,东柽 2 号与多花、中国、甘肃等差异显著,多花与白花、山川、甘蒙等差异显著,中国与白花、山川、甘蒙等差异显著。

从表 4 还看出:东柽 1 号的地径生长量最大,3 地点平均地径比中国柽柳大 75.1%;东柽 2 号地径生长量居第 2 位,3 地点平均地径比中国柽柳大 28.4%。

2.3 柽柳生长性状的遗传稳定性分析

从上述结果看,4 年生柽柳高、径生长量在 3 个地点的差异均显著,而重复间差异不显著,前者表明不同种柽柳间生长量差异是由于树种本身的遗传特性有差异,后者说明试验的环境因素对不同种柽柳生长量差异没有本质影响。为进一步了解各生长性状的遗传变异情况,对 3 地点 4 年生柽柳的树高和地径估算广义遗传力和遗传变异系数,结果见表 5。

表 5 柽柳树高和地径的遗传参数估算

地点	性状	平均值	平均值变幅	方差			广义遗传力	变异系数	
				遗传	环境	表型		遗传	表型
苗圃	树高 /m	2.56	1.23~4.33	1.27	0.13	1.40	0.90	0.44	0.46
	地径 /cm	3.38	1.87~7.07	3.54	0.32	3.86	0.92	0.56	0.58
七分厂	树高 /m	2.59	1.27~4.43	1.28	0.15	1.43	0.89	0.44	0.46
	地径 /cm	3.56	1.87~7.47	4.58	0.21	4.79	0.96	0.60	0.61
河口	树高 /m	2.69	1.53~4.27	0.88	0.13	1.06	0.83	0.35	0.38
	地径 /cm	3.47	1.97~6.93	3.50	0.20	3.70	0.94	0.54	0.55

从表 5 看出:4 年生柽柳在苗圃、七分厂、河口 3 地点的树高遗传力分别为 0.90、0.89、0.83,地径遗传力分别为 0.92、0.96、0.94,树高和地径均有很高的遗传力,说明柽柳的树高和地径 2 个性状受高强度遗传控制,受环境影响较小,遗传稳定性高。4 年生柽柳在苗圃、七分厂、河口 3 地点的树高遗传变异系数分别为 0.44、0.44、0.35,表型变异系数分别为 0.46、0.46、0.38,遗传变异系数和表型变异系数接近,进一步说明柽柳树高生长性状受环境影响较小,受遗传控制强度大。柽柳在苗圃、七分厂、河口 3 地点的地径遗传变异系数分别为 0.56、0.60、0.54,表型变异系数分别为 0.58、0.61、0.55,遗传变异系数

和表型变异系数接近,也进一步说明柽柳地径生长性状受环境影响较小,受遗传控制强度大。

2.4 柽柳树高和地径生长量地点互作分析

对苗圃、七分厂和河口 3 地点 4 年生不同柽柳的树高和地径生长量与地点之间的互作分析,结果见表 6。从表 6 看出:树高和地径 2 个性状地点内区组间、地点间、树种 × 地点间 F 检验差异均不显著,只有树种间差异达极显著水平,这说明试验中树高和地径生长量差异极显著的柽柳种类,不是由地点引起的效应,而是由树种本身的遗传特性决定的。试验中生长表现优异的种类在 3 个试验点都有很好的适应性^[10]。

表 6 树高、地径生长量互作方差分析

变异来源	自由度	$F_{0.05}$	$F_{0.01}$	树高			地径		
				离差平方和	均方	F	离差平方和	均方	F
地点内区组间	6	2.25		1.62	0.27	2.14	1.56	0.26	1.07
地点间	2	3.15		0.29	0.145	1.15	0.55	0.275	1.13
树种间	10	1.99	2.63	69.04	6.904	54.79	238.25	23.83	98.04
树种 × 地点	20	1.75		1.4	0.07	0.55	1.55	0.007	0.32
试验误差	60			7.57	0.126		14.61	0.243	
总变异	98			79.92			256.52		

2.5 东桤 1号、东桤 2号生物学特性

对苗圃、七分厂和河口 3 个造林试验点各种桤柳的形态特征、物候期等生物学特性进行了连续 3 a 的观察研究,结果表明:各参试桤柳在 3 个

试验点表现一致,说明东桤 1号、2号 2 个变异单株经无性繁殖后,无性系群体的相关特性表现一致。东桤 1号、2号和中国桤柳的形态特征及在 3 个试验点的物候期见表 7、8。

表 7 东桤 1号、2号和中国桤柳的形态特征

树种	根部发 杈数/根	树皮 颜色	当年生 枝颜色	皮孔 形状	鳞叶长度 /mm	花量	花色	开花次数/ (次·a ⁻¹)	侧枝 特征	分枝角 度/°	根系状况
东桤 1号	2~7	灰褐色	紫色	横纹状	0.8~1.0	退化			特多、细密	45~60	侧根粗壮、根系发达
东桤 2号	2~4	红褐色	紫色	横纹状	0.8~1.0	少	玫瑰红	2	多、细	30~45	侧根较细、根系较发达
中国桤柳	2~7	红褐色	紫色	横纹状	0.8~1.2	多	粉红	2	较多	45	侧根细弱、根系较发达

表 8 东桤 1号、2号和中国桤柳在 3 个试验点的物候期

树种	叶芽萌动期	叶芽开放期	开花始期	开花末期	果熟始期	果熟末期	枝条封顶期	落叶始期	落叶末期
东桤 1号	3月上旬	3月下旬	花退化				11月中旬	11月下旬	12月下旬
东桤 2号	3月中旬	3月下旬	4月中旬	8月底	5月底	9月上旬	11月上旬	11月中旬	12月中旬
中国桤柳	3月下旬	3月底	4月中旬	9月上旬	5月底	9月上旬	10月中旬	10月下旬	11月下旬

通过对东桤 1号、2号形态特征及物候期的调查观测看出:东桤 1号、2号与中国桤柳的形态特征相似,但也存在明显差异,主要表现在:东桤 1号小枝细密,枝条软,叶色浓绿,主干背生枝生长旺盛,花退化;东桤 2号树干中部枝条相对较密,顶端相对稀疏,分枝角度小,干性强,花小且少,叶色鲜绿。从物候期来

看,东桤 1号、2号比中国桤柳萌芽早,落叶晚,绿期分别长 50、35 d 左右。

2.6 东桤 1号、2号繁殖能力分析

由于东桤 1号花退化,东桤 2号花量很少,因此只对其进行扦插繁殖试验。试验调查结果见表 9。

表 9 东桤 1号、2号和中国桤柳扦插繁殖结果

树种	成活率/%				1年生苗高 /cm	1年生地径 /cm	生根部位	单株平均 侧根量/根	侧根平均 粗度/cm
	重复 I	重复 II	重复 III	平均					
东桤 1号	95	91	93	93.0	106	1.2	皮部、愈伤组织	10.1	0.6
东桤 2号	92	90	90	90.6	115	1.0	皮部、愈伤组织	12.4	0.4
中国桤柳	94	91	90	91.6	105	0.9	多愈伤组织、皮部稀少	8.8	0.4

由表 9 看出:东桤 1号、2号及中国桤柳硬枝扦插繁殖成活率都达 90% 以上,且每个重复之间没有太大差异,说明以上 3 种桤柳扦插繁殖易于成活且成活率稳定,这为东桤 1号、2号的快速繁育和推广应用奠定了基础。东桤 1号、2号 1年生苗生长量均大于中国桤柳,东桤 1号地径生长量、东桤 2号苗高生长量尤为显著。从根系情况看,东桤 1号、2号为

皮部和愈伤组织混合生根,而中国桤柳主要是愈伤组织生根;东桤 1号侧根粗壮、根系最发达,东桤 2号侧根量多,可见东桤 1号、2号的生命力及固土作用优于中国桤柳。

2.7 东桤 1号、2号耐盐能力分析

耐盐试验调查结果见表 10。

表 10 东柁 1号、2号和中国柁柳耐盐试验结果

树种	成活率 / %					当年苗高 / 地径生长量 / cm						
	土壤含盐量 / (g · kg ⁻¹)					土壤含盐量 / (g · kg ⁻¹)						
	4	8	12	16	20	4	8	12	16	20	25	
东柁 1号	100	93.3	80.0	83.3	50.0	36.6	135/1.5	112/1.4	98/1.4	92/1.3	80/1.3	65/1.0
东柁 2号	96.6	93.3	76.6	63.3	46.6	36.6	148/1.3	128/1.2	105/1.2	102/1.1	92/0.9	76/0.8
中国柁柳	100	86.6	76.6	60.0	26.6	13.3	133/1.2	110/1.1	95/1.1	93/1.1	80/0.9	58/0.7

从表 10 看出:随着盐池含盐量的增加,成活率和生长量都呈递减趋势,说明含盐量对柁柳造林成活率和高径生长量都有明显影响。盐池含盐量 16 g · kg⁻¹ 时,3种柁柳的造林成活率都达 60%以上,东柁 1号成活率最高,达 83.3%;盐池含盐量 20 g · kg⁻¹ 时,东柁 1号、2号成活率降至 50%和 46.6%,中国柁柳成活率仅 26.6%,由此可见,东柁 1号、2号耐盐能力优于中国柁柳。当盐池含盐量达 25 g · kg⁻¹ 时,虽有部分植株成活,但 3种柁柳的生长量和生长势均明显削弱。

2.8 东柁 1号、东柁 2号和中国柁柳生物量

从试验地直观调查看,东柁 1号、2号生物量和林下枯枝落叶层明显大于中国柁柳。为进一步量化其生物量差异,2005年生长期末在七分厂试验地取东柁 1号、2号和中国柁柳 5年生代表性植株各 5株,称其地上部分鲜质量,东柁 1号平均单株质量 36.8 kg,东柁 2号平均单株质量 28.6 kg,中国柁柳平均单株质量 19.6 kg,比值为 1.88 1.46 1。由于东柁 1号、东柁 2号生物量大,林下枯枝落叶多,对保持水土和改良土壤的作用优于中国柁柳。

3 结论与讨论

(1)通过对 16种柁柳进行无性系遗传测定,结果表明:在土壤含盐量 3.2~4.6 g · kg⁻¹ 的立地条件下,4年生东柁 1号、2号的存活率达 88%以上,超过中国柁柳。东柁 1号、2号的地径和树高生长量均排前 2位,与中国柁柳差异显著。东柁 1号、2号在 3地点平均高度比中国柁柳分别大 17.6%、36.2%;东柁 1号、2号在 3地点的平均地径比中国柁柳分别大 75.1%、28.4%,由此说明东柁 1号、2号柁柳无性系对黄河三角洲滨海盐碱地区的气候土壤条件有较好的适应能力,且生长表现优异。引进的 13种柁柳其存活率、树高和地径生长量低于对照中国柁柳,说明它们对黄河三角洲滨海盐碱地区的立地条件适应性差^[12],为继续丰富黄河三角洲地区柁柳种质资源,下一步应进行更大范围的引种试验。

(2)16种柁柳在苗圃、七分厂、河口 3个试验点的树高遗传力分别为 0.90、0.89、0.83,地径遗传力分别为 0.92、0.96、0.94。树高和地径均有很高的遗传

力,说明柁柳的生长量受高强度遗传控制,受环境影响较小,遗传稳定性高。

(3)树高和地径与地点之间的互作方差分析结果表明:地点不存在使柁柳种类生长量显著提高或降低的效应,试验中生长表现优异的种类在 3个试验点都有很好的适应性。

(4)东柁 1号、2号适宜硬枝扦插繁殖,扦插成活率达 90%以上,且根系较中国柁柳发达,固土作用强,耐盐能力优于中国柁柳,生物量明显大于中国柁柳,易于快速形成群落,其生态防护作用和重盐碱地绿化效果显著。

(5)东柁 1号、2号枝叶繁茂,树姿婀娜,落叶晚,生长期长,绿叶期比中国柁柳长 35~50 d,具有很高的绿化美化价值。在园林栽培上,东柁 1号适宜营建绿篱或球状整形,东柁 2号适宜培养成小乔木。

(6)通过对上述结果进行综合分析评价得出:东柁 1号、2号的适应性强,生长量大,绿期长,可作为柁柳优良无性系在黄河三角洲滨海盐碱地及相似立地条件地区推广应用。

参考文献:

- [1] 刘铭庭,张鹏云. 新疆柁柳属植物资源及其合理利用 [R]. 中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所 (成果鉴定资料), 1987
- [2] 张学忠,贾恢先. 中国西北之柁柳 [J]. 兰州大学学报 (自然科学版), 1963(1): 89~104
- [3] 高晓霞. 内蒙多枝柁柳的构造及纤维形态研究 [J]. 四川农业大学学报, 1998, 16(1): 159~161
- [4] 李必华. 滨海拓荒植物 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1994
- [5] 荀守华,何洪兵,乔来秋,等. 柁柳扦插育苗试验报告 [J]. 山东林业科技, 2004(6): 34~35
- [6] 刘权,马宝昆,曲泽洲,等. 果树试验设计与统计 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1992
- [7] 北京林学院. 数理统计 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1980
- [8] 沈熙环. 林木育种学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2002
- [9] 王明麻. 林木遗传育种学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2001
- [10] 莫惠栋. 农业试验统计 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1984
- [11] 郎奎健,唐守正. BMPC系列程序集 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1987
- [12] 乔来秋,王玉祥,荀守华,等. 柁柳引种试验研究 [J]. 山东林业科技, 2004(6): 18~20