

石羊河下游沙丘造林灌木树种选择试验研究

马兴存^{1*}, 姜俊基¹, 王理德^{2#}, 杨兵¹, 陈珍新¹, 薛文瑞¹, 吕银录¹, 吴昊²

¹武威市石羊河林业总场, 甘肃 武威

²甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州

Email: 670444932@qq.com, #wldzy69@163.net

收稿日期: 2020年10月12日; 录用日期: 2020年11月30日; 发布日期: 2021年1月18日

摘要

为了探讨不同灌木植物在粗粒沙丘的适应性, 在石羊河下游红崖山水库以东流动粗粒沙丘进行沙木蓼、梭梭、沙拐枣、霸王、沙冬青、柽柳栽植选择试验, 3年试验结果表明: 6个树种成活及保存率从高到低依次为霸王 > 沙木蓼 > 沙拐枣 > 梭梭 > 沙冬青 > 柽柳; 新枝生长量从高到低依次为沙木蓼 > 沙拐枣 > 霸王 > 沙冬青 > 梭梭 > 柽柳; 冠幅盖度从高到低依次为沙木蓼 > 沙拐枣 > 柽柳 > 霸王 > 沙冬青 > 梭梭; 植物利用水分能力从高到低依次为霸王 > 沙木蓼 > 柽柳 > 沙拐枣 > 沙冬青 > 梭梭。可见沙木蓼、沙拐枣、霸王对干旱沙漠区粗粒沙丘均有较强的适应能力, 从成活率、保存率、生长量、冠幅四项指标综合分析, 沙木蓼表现最好, 沙拐枣、霸王次之, 3个树种可在粗粒沙丘造林中推广应用。梭梭不适宜在粗粒沙丘上正常生长。

关键词

石羊河下游, 粗粒沙丘, 灌木造林, 生长量, 水分利用

Study on Selection of Shrub Species for Dune Afforestation in the Lower Reaches of Shiyang River

Xingcun Ma^{1*}, Junji Jiang¹, Lide Wang^{2#}, Bing Yang¹, Zhenxin Chen¹, Wenrui Xue¹, Yinlu Lv¹, Hao Wu²

¹Shiyang River Forestry General Farm, Wuwei City, Wuwei Gansu

²Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou Gansu

Email: 670444932@qq.com, #wldzy69@163.net

Received: Oct. 12th, 2020; accepted: Nov. 30th, 2020; published: Jan. 18th, 2021

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 马兴存, 姜俊基, 王理德, 杨兵, 陈珍新, 薛文瑞, 吕银录, 吴昊. 石羊河下游沙丘造林灌木树种选择试验研究[J]. 林业世界, 2021, 10(1): 8-14. DOI: 10.12677/wjf.2021.101002

Abstract

In order to explore the adaptability of different shrubs in coarse-grained sand dunes, we planted selection experiment on the flowing coarse-grained sand dunes east of Hongyashan Reservoir in the lower reaches of Shiyang River to carry out the planting selection test of *Polygonum sylvestris*, *Haloxylon ammodendron*, *Saguaro jujube*, *Bawang*, *Ammopiptanthus mongolicus* and *Tamarix*. The results of the three-year test showed that the survival and preservation rates of the six tree species from high to low were *Bawang* > *Polygonum sylvestris* > *Shaguaia jujube* > *Haloxylon ammodendron* > *Ammopiptanthus* > *Tamarisk*; the growth of new branches from high to low was *Polygonum sylvestris* > *Shaguazao* > *Bawang* > *Ammopiptanthus vulgaris* > *Haloxylon ammodendron* > *Tamarix*; the crown coverage from high to low was *Polygonum saguai* > *Shaguazao* > *Tamarix* > *Bawang* > *Ammopiptanthus vulgaris* > *Haloxylon*; plant water utilization capacity from high to low was *Bawang* > *Polygonum sylvestris* > *Tamarisk* > *Shaguaia jujube* > *Ammopiptanthus ammoides* > *Haloxylon ammodendron*. It can be seen that *Polygonum sylvestris*, *Shaguaia jujube*, and *Bawang* have strong adaptability to coarse-grained sand dunes in arid desert areas. From the comprehensive analysis of the four indicators of survival rate, preservation rate, growth, and crown width, *Polygonum sylvestris* performs best. *Shaguazao* and *Bawang* are the next, and the three tree species can be popularized and applied in the afforestation of coarse sand dunes. *Haloxylon ammodendron* is not suitable for normal growth on coarse sand dunes.

Keywords

Lower Shiyang River, Coarse-Grained Sand Dunes, Shrub Afforestation, Growth, Water Use

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

石羊河流域下游地处巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠的交汇地带, 长期以来, 由于人口膨胀压力以及人类对土地资源的不合理利用, 致使该区生态环境遭到严重破坏。该地区降水稀少、蒸发强烈、风大沙多, 恶劣的气候环境直接导致石羊河流域下游绿洲边缘植被退化[1]。为促进植被的自然恢复, 改善生态环境, 当地政府组织群众开展了大规模的压沙造林活动, 总结出适宜的造林树种[2]-[8]和造林技术模式[9] [10], 以梭梭、沙拐枣为主的流动沙丘人工压沙造林模式被广泛应用并取得了显著的治理效果[11]。但在民勤红崖山水库以东流动粗粒沙丘营造的以梭梭为主的常规造林发芽较好, 但成活保存较差, 生长量低, 难以有效发挥防风固沙作用, 为了选择更多适合粗粒沙丘造林树种, 2017年在该区域进行了沙木蓼、沙拐枣、霸王、怪柳、沙冬青、梭梭造林试验, 旨在为石羊河流域下游及其相似地区流动粗粒沙丘造林灌木树种的选择提供理论依据。

2. 材料与方法

2.1. 试验区概况

试验区设在石羊河中游红崖山水库东侧流动沙丘。地理坐标为 38°26'03"~38°26'10"N、102°56'17"~102°56'24"E, 海拔 1395~1403 m。该区域为典型的大陆性沙漠气候, 年均气温 7.8℃, 全年日

照时数 3134.5 h, 年均降水量 113.2 mm, 年蒸发量 2675.6 mm, 无霜期 152 d, 年均风速 3.7 m/s, 8 级以上大风日数年均 29 d, 最大风力达 11 级。年均沙尘暴日数 37 d, 干热风 5.7 d。试验面积 13.3 hm², 立地条件为干旱型流动沙丘, 多为新月形平缓沙丘, 迎风坡坡度 14°~25°, 背风坡垂直高度 3~8 m。土壤类型为风沙土, 土壤粒径为粗砂。沙丘基部零星分布沙米, 平均盖度 2%~5%左右。

2.2. 造林试验设计方案

2.2.1. 树种选择

选择 1~2 年生沙木蓼、沙冬青、霸王、梭梭、沙拐枣、柽柳苗木。

2.2.2. 造林地选择

造林地为流动粗粒(粒径 0.5~2 mm)沙丘迎风坡 2/3 以下, 坡面设置土工袋、芨芨草、尼龙网方格沙障, 规格 1.5 × 1.5 m。

2.2.3. 栽植设计

栽植密度 1.5 × 3 m, 自沙丘迎风坡基部至沙丘顶部坡长 1/3~2/3 处。试验设计 3 个重复, 每样重复比例为 3 梭梭: 1 沙木蓼: 1 沙拐枣: 1 霸王: 1 沙冬青: 1 柽柳。

2.2.4. 造林方法

在设置好的沙障内, 人工先挖直径 20 cm、深 30 cm 圆穴后灌第一次水, 灌水量 15 kg/穴, 待水完全下渗后人工二次挖穴整地, 穴规格 40 × 40 × 40 cm 穴, 取出湿沙堆放一边, 将挑选合格苗木置入定植穴中间, 不偏斜。填土至 1/3 时, 轻提苗木使根系充分舒展并分层填沙踏实, 做到“三埋二踩一提苗”。植苗后灌第二次水(每穴浇水 15 kg), 落水后扶苗, 覆沙保墒。所栽沙木蓼、柽柳苗木分别留干 30 cm、15 cm 进行截干, 其余苗木正常栽植, 同时对苗木过长、过细的根系进行了适当的修剪。造林后围栏封育, 禁止人畜活动。

2.3. 样地布设

造林试验期 3 年, 即 2017 年~2019 年。在集中连片的造林地中, 选择植物生长均匀、微地形差异较小, 并且没有因自然因素而导致地形的变迁或因人为因素而引起的植被生长的地段, 分别选择梭梭、沙木蓼、沙拐枣、霸王、沙冬青和柽柳 6 个灌木样地, 用 GPS 定位。每个样地内选 3 个 10 m × 20 m 的样方(调查植被), 在每个样地中以 S 形方法布设 3 个土样采集点, 做好标记。

2.4. 土壤样品的采集

2020 年 9 月下旬, 在每个样地内布设的 3 个土样采集点, 在剖面按 0~20 cm、20~40 cm、40~80 cm、80~100 cm 四个层次用环刀取土样, 用于土壤含水率测定。

2.5. 植物群落调查

2017 年~2019 年, 每年 9 月下旬在 10 m × 20 m 的样方中, 调查各种灌木的成活个体数、生长量、冠幅。

2.6. 土壤水分测定

土壤水分的测定用恒温箱烘干法。

2.7. 数据处理

试验数据先使用 Excel 2007 软件进行统计整理, 用 SPSS18.0 软件进行分析处理。

3. 结果与讨论

3.1. 成活率与保存率

由表 1 可知, 在相同立地条件下, 沙木蓼成活率 95.24%、保存率 95.24%, 沙拐枣成活率 95.24%、保存率 95.24%, 霸王成活率 100%、保存率 100%, 梭梭成活率 93.65%、保存率 88.1%, 沙冬青成活率 73.02%、保存率 66.67%, 怪柳成活率 52.38%、保存率 42.86%。6 个树种成活及保存率从高到低依次为霸王 > 沙木蓼 > 沙拐枣 > 梭梭 > 沙冬青 > 怪柳。

Table 1. Statistics of survival rate and preservation rate of tree species

表 1. 树种成活率、保存率统计表

树种 species	调查数据 survey data		1 号样地 Plot 1				2 号样地 Plot 2				3 号样地 Plot 3			
	调查株数	成活株数	成活率%	保存率%	调查株数	成活株数	成活率%	保存率%	调查株数	成活株数	成活率%	保存率%		
梭梭 <i>Haloxylon ammodendron</i> (C.A.Mey.) Bunge	21	21	100.00	95.24	21	21	100.00	95.23	21	17	80.95	76.19		
沙木蓼 <i>Atraphaxis bracteata</i> A. Los.	7	7	100.00	100.00	7	6	85.71	85.71	7	7	100.00	100.00		
沙拐枣 <i>Calligonum mongolicum</i>	7	7	100.00	100.00	7	7	100.00	100	7	6	85.71	85.71		
沙冬青 <i>Ammopiptanthus mongolicus</i> (Maxim. ex Kom.) Cheng f.	7	5	71.43	57.14	7	5	71.43	71.43	7	5	71.43	71.43		
霸王 <i>Zygophyllum xanthoxylum</i>	7	7	100.00	100.00	7	7	100.00	100	7	7	100.00	100.00		
怪柳 <i>Tamarix chinensis</i> Lour.	7	4	57.14	42.86	7	3	42.86	28.57	7	4	57.14	57.14		

3.2. 生长量及冠幅

由表 2 可知, 在相同立地条件下, 沙木蓼新稍生长量 63.1 cm、单株冠幅 6672.11 cm², 沙拐枣新稍生长量 36.3 cm、单株冠幅 3171.57 cm², 霸王新稍生长量 23.7 cm、单株冠幅 1816.004 cm², 梭梭新稍生长量 17.7 cm、单株冠幅 259.884 cm², 沙冬青新稍生长量 20.7 cm、单株冠幅 1142.927 cm², 怪柳新稍生长量 17.4 cm、单株冠幅 1700.381 cm²。6 个树种新枝生长量从高到低依次为沙木蓼 > 沙拐枣 > 霸王 > 沙冬青 > 梭梭 > 怪柳; 冠幅盖度从高到低依次为沙木蓼 > 沙拐枣 > 怪柳 > 霸王 > 沙冬青 > 梭梭。

Table 2. Growth of tree species

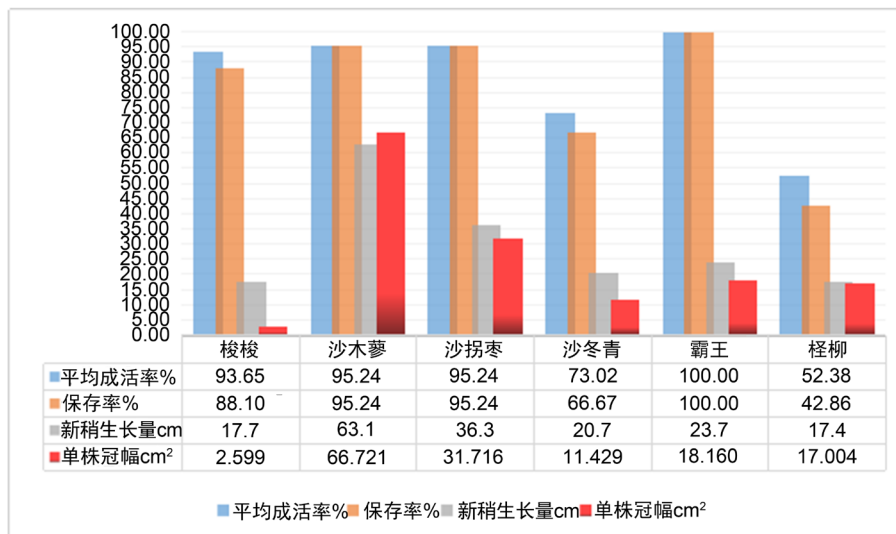
表 2. 树种生长量

树种 species	调查数据 survey data		1 号样地 Plot 1				2 号样地 Plot 2				3 号样地 Plot 3			
	调查株数(株)	成活株数(株)	新稍生长量(cm)	单株冠幅(cm ²)	调查株数(株)	成活株数(株)	新稍生长量(cm)	单株冠幅(cm ²)	调查株数(株)	成活株数(株)	新稍生长量(cm)	单株冠幅(cm ²)		
梭梭 <i>Haloxylon ammodendron</i> (C.A.Mey.) Bunge	21	21	14.7	175.467	21	21	22.85	423.745	21	17	15.69	180.44		

Continued

沙木蓼 <i>Atraphaxis bracteata</i> A. Los.	7	7	52.3	6251.263	7	6	63.7	4019.854	7	7	73.3	9745.214
沙拐枣 <i>Calligonum mongolicum</i>	7	7	31.3	2226.036	7	7	37.3	3048.856	7	6	40.3	4239.818
沙冬青 <i>Ammopiptanthus mongolicus</i> (Maxim. ex Kom.) Cheng f.	7	5	20.25	561.569	7	5	20.2	1433.606	7	5	21.6	1433.606
霸王 <i>Zygophyllum xanthoxylum</i>	7	7	17.1	885.901	7	7	32.6	2748.201	7	7	21.29	1813.911
怪柳 <i>Tamarix chinensis</i> Lour.	7	4	17	2723.23	7	3	18.5	762.333	7	4	16.7	1615.579

从此次试验结果(成活率、保存率、新稍生长量、冠幅综合对比图 1)可知,沙木蓼、沙拐枣、霸王成活率及生长量明显高于梭梭、沙冬青、怪柳,沙木蓼表现最好。



备注: 为显示对比效果, 图中单株冠幅为实际测量数据除以 100 所得。

Figure 1. Comprehensive comparison of survival rate, preservation rate, new growth, crown width
图 1. 成活率、保存率、新稍生长量、冠幅综合对比

3.3. 根际土壤水分

从 6 个树种中选择标准样本各 10 株, 距植株 50 cm 处调查测定土壤含水量, 6 个树种根系均集中分布在 30~60 cm 土层。在相同立地条件下, 由不同土层土壤含水量测定分析图 2 和综合土壤含水量测定分析图 3 可知, 0~20 cm 土层含水量最高 0.85%~0.99% 之间, 差距 0.14 个百分点, 根系周围含水量从高到低依次为沙冬青 > 怪柳 > 沙拐枣 > 霸王 > 梭梭 > 沙木蓼; 20~40 cm 土层含水量 0.27%~0.53% 之间, 差距 0.25 个百分点, 根系周围含水量从高到低依次为沙木蓼 > 沙冬青 > 梭梭 > 怪柳 > 沙拐枣 > 霸王; 40~80 cm 土层含水量 0.41%~0.67% 之间, 差距 0.26 个百分点, 根系周围含水量从高到低依次为梭梭 > 沙冬青 > 沙拐枣 > 怪柳 > 霸王 > 沙木蓼; 80~100 cm 土层含水量 0.53%~0.74% 之间, 差距 0.24 个百分点, 根系周围含水量从高到低依次为梭梭 > 沙冬青 > 沙拐枣 > 怪柳 > 霸王 > 沙木蓼。因调查前一天有降雨, 0~20 cm 土层土壤含水量变化幅度不明显, 而根系分布层 20~80 cm 土层土壤含水量变化幅

度大。综合 6 个树种根系周围含水量从高到低依次为，根系分布层 20~80 cm 土层含水量从高到低排序也是如此。说明 6 个树种吸收利用土壤水分的需求和能力不同，植物需求利用水分能力从高到低依次为霸王 > 沙木蓼 > 柽柳 > 沙拐枣 > 沙冬青 > 梭梭。

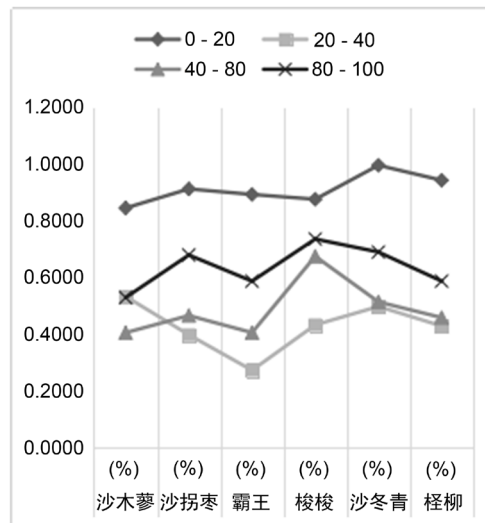


Figure 2. Soil moisture content of different soil layers analysis
图 2. 不同土层土壤含水量

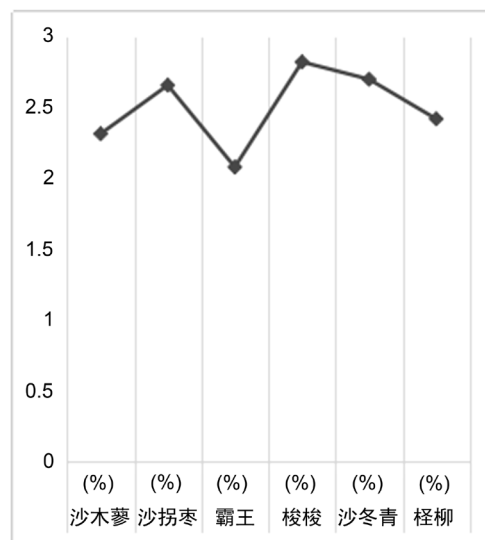


Figure 3. Comprehensive soil water content measurement
图 3. 综合土壤含水量测定分析

根据研究[12][13][14]，在影响植物生命活动的各种生态因子中，水分是主要限制因子。石羊河流域下游地区气候干旱，年均降雨量仅有 110 mm 左右，再加之沙区强烈的蒸发，有限的大气降水大部分情况下只能补充浅层的土壤水分含量，而 20~80cm 层土壤水分主要受地下水的影响，因此地下水埋深在灌木、半灌木林的生存中扮演着重要角色。当地下水埋深降至 10 m 以下时，土壤含水量均低于 2%，地下水埋深 10 m 为分界点对应的土壤 20~80 cm 层土壤含水率小于 2% 是梭梭生长受到抑制的一个水分转折点，20~80 cm 土层含水率不低于 2%，这是保证梭梭林正常存活的关键因素之一。通过本试验测量 20~80 cm

土层含水量均低于 2%，不利于梭梭正常生长。怪柳的凋萎土壤湿度值为 1.09%，其根系周围 20~80 cm 土层含水量为 0.9%。由此说明，沙木蓼、霸王、沙拐枣适应土壤含水量低于 1%，在粗粒沙丘治沙造林对环境的适应性更强，梭梭适应性较差，可作为辅助树种，沙冬青、怪柳不适宜粗粒沙丘栽植。

4. 结论

1) 在石羊河下游流动粗粒沙丘特殊立地条件下，通过三年造林试验，从成活率、保存率、新稍生长量、冠幅综合分析，沙木蓼、沙拐枣、霸王对于干旱沙漠区粗粒沙丘均有较强的适应能力。在粗粒沙丘上主栽树种建议以沙木蓼、沙拐枣和霸王为主。

2) 梭梭在粗粒沙丘上发芽率高，但成活保存差，生长量低，在大面积粗粒沙丘造林时可作为辅助树种。怪柳、沙冬青不适宜在粗粒沙丘上栽植。

3) 通过土壤含水量测定，粗粒沙丘土壤含水量随着土层深度增加，水分下渗明显。梭梭不适宜在土壤平均含水量低于 2% 的粗粒沙丘上正常生长，沙木蓼、沙拐枣、霸王表现出较强的适应能力，怪柳、沙冬青适应性很差。各树种根系不同深度对水分需求量还有待进一步研究。

基金项目

国家自然科学基金项目——民勤绿洲退耕区次生草地演变过程中土壤生态机理研究(31760709); 甘肃省民生专项——石羊河中下游退弃耕地生态经济型保育模式技术研究及示范资助(20CK4FH018); 甘肃省林业厅 2018 年省级林业科技项目——武威市北部沙区植被退化与人工促进修复研究(2018kj027); 甘肃省青年科技基金项目——民勤绿洲退耕区次生草地土壤酶变化规律及其驱动机制研究(18JR3RA019)共同资助。

参考文献

- [1] 孙彦楠, 周广柱, 祝龙, 等. 抗旱造林技术的应用研究[J]. 林业科学, 2006, 26(2): 118-120.
- [2] 杨巨海, 陶积红, 等. 石羊河下游干旱荒漠区生态公益林造林树种选择探讨[J]. 甘肃科技, 2015(9): 123-138.
- [3] 徐惠梅, 杨惠芳. 沙木蓼和杨柴治沙造林试验[J]. 现代农业科技, 2008(19): 39-41.
- [4] 万翔, 王立, 等. 民勤绿洲边缘沙拐枣群落分布与土壤理化因子关系研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(22): 51-56.
- [5] 南炳辉, 李生宝. 治沙造林的优良树种——霸王[J]. 宁夏农林科技, 1990(5): 51.
- [6] 于卫平, 徐荣, 等. 宁夏沙区沙拐枣属和怪柳属的引选及抗逆造林[J]. 植物资源与环境, 1992, 1(3): 60-62.
- [7] 张晓娟, 马俭平, 等. 干旱区沙冬青育苗造林技术研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(25): 31-36.
- [8] 廖空太. 防风固沙林优化模式的树种选择及其配置[J]. 甘肃林业科技, 1995(3): 16-21.
- [9] 高承兵. 石羊河下游干旱荒漠区不同立地类型造林模式研究[J]. 甘肃科技, 2012(16): 166-169.
- [10] 姜俊基, 吕银录, 等. 武威市北部沙区造林集成技术[J]. 甘肃林业科技, 2019(4): 21-24.
- [11] 徐高兴, 徐先英, 等. 梭梭不同密度与配置固沙效果风洞模拟试验[J]. 干旱区资源与环境, 2019(9): 189-195.
- [12] 赵明, 郭志中, 等. 不同地下水位植物蒸腾耗水特性研究[J]. 干旱区研究, 2003(4): 286-290.
- [13] 安富博, 纪永福, 等. 民勤绿洲地下水对人工梭梭林生长的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2019(9): 183-188.
- [14] 秦景, 贺康宁, 等. 库布齐沙漠几种常见灌木光合生理特征与土壤含水量的关系[J]. 北京林业大学学报, 2009, 31(1): 37-43.