

# 黄土丘陵沟壑区沙地柏造林关键技术研究

李建军<sup>1</sup>, 薛智德<sup>2\*</sup>

(1.西北农林科技大学水土保持研究所,黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室,  
陕西 杨凌 712100; 2.西北农林科技大学资源环境学院,陕西 杨凌 712100)

**摘要:**为了研究和筛选沙地柏在黄土丘陵沟壑区的造林关键技术,在安塞县采用正交试验设计等方法设计造林。研究表明:(1)采用生根粉溶液浸根+保水剂与根部土壤混合处理时,沙地柏造林成活率、保存率最高,分别达到100.00%、98.45%;(2)抗旱造林技术的优组合为:50×10<sup>-6</sup>生根粉溶液浸根、20g保水剂与根部土壤混合和秸秆覆盖造林穴坑;(3)在沙棘林下,沙地柏造林成活率、保存率可以达到较高水平,分别为99.04%和95.74%,但生长量显著低于荒草地。

**关键词:**沙地柏;正交试验;造林;黄土丘陵沟壑区

中图分类号:S725 文献标识码:A 文章编号:1001-2117(2020)01-0037-05

## Key Technologies for Afforestation of *Sabina Vulgaris* in Loess Hilly—gully Region

LI Jian-jun<sup>1</sup>, XUE Zhi-de<sup>2\*</sup>

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Agriculture on Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi, 712100; 2. College of Nature Resources and Environment, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** In order to study and screen the key technologies of *Sabina vulgaris* afforestation in loess hilly—gully region, afforestation was carried out in Ansai county using orthogonal test design. The results showed that i) the survival rate and preservation rate by the treatment that the root was soaked with 50×10<sup>-6</sup> root powder solution and water retaining agent 10 g and mixed with root soil were the highest, which could reach 100.00% and 98.45% respectively; ii) the best combination of seedling root treatment and covering treatment is: 50×10<sup>-6</sup> root powder solution soaking root plus 20 g water retaining agent mixed with root soil, and straw covering the pit afterwards; iii) the survival rate and preservation rate of *Sabina Vulgaris* afforestation in *Hippophae rhamnoides* forest land can reach 99.04% and 95.74%, respectively, but the growth increment is significantly lower than that of afforestation on grassland.

**Key words:** *Sabina vulgaris*; orthogonal test; afforestation; loess hilly—gully region

进入新时代,全社会对生态环境的重视提升到了前所未有的高度。水土保持是生态环境建设的重要部分<sup>[1]</sup>。我国是水土流失最严重的国家之一。黄土高原是我国水土流失的严重地区<sup>[2]</sup>。经过坚持不懈的治理,黄土高原水土保持工作取得了显著的成果,黄河的携沙量相比60a前下降约

90%<sup>[3]</sup>。但近年有学者研究指出,黄土高原植被恢复中,由于土壤水分等立地条件的限制<sup>[4-5]</sup>,乔木林或许不是最优选择。

沙地柏(*Sabina vulgaris*)为柏科(Cupressaceae)圆柏属(*Sabina*)常绿匍匐灌木,稀直立灌木或小乔木<sup>[6]</sup>。植株无明显主干,大多丛生<sup>[7]</sup>,不

收稿日期:2019-10-15

基金项目:国家重点研发计划专题“水土保持林结构调整与功能提升技术”(2017YFC0504601—5)。

作者简介:李建军,男,山西文水人,研究生,主要从事水土保持研究工作。

\* 通讯作者

定根发达,有一定的耐沙埋能力。主要分布于我国新疆天山、甘肃祁连山、青海东北部、陕北山区和宁夏贺兰山。沙地柏耐寒、耐旱<sup>[8]</sup>、耐盐碱,根系可增强土体抗剪强度<sup>[9-10]</sup>,提取物可以杀虫杀菌<sup>[11-12]</sup>等。具有保持水土、防风固沙<sup>[13-14]</sup>、路基防护<sup>[15-16]</sup>、城市绿化<sup>[17-18]</sup>等作用和良好的生态、社会、经济价值。能够适应干旱半干旱地区的沙质土环境<sup>[19]</sup>,且在黄土丘陵区长势良好<sup>[20]</sup>。沙地柏为阳性树种,但比较耐荫,可以在平地、半阳坡、阳坡等处造林,西北地区均适造林。

在黄土丘陵沟壑区,沙地柏造林的关键技术有抗旱整地技术(鱼鳞坑、水平沟等)<sup>[21-22]</sup>、蓄水保墒技术<sup>[23]</sup>、生物化学调节技术(使用保水剂、生根粉等)。营养袋<sup>[24]</sup>、节水抗旱袋<sup>[25]</sup>等材料应用于造林,可有效地提高造林效果。研究和集成黄土丘陵沟壑区沙地柏造林的关键技术,有利于其在植被恢复中广泛应用。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地在安塞水土保持试验站山地试验场。海拔 1 200 m,属中温带大陆性半干旱季风气候,年均气温 8.8 ℃,年均降水量 535 mm,无霜期 157 d,土壤以黄土母质发育而来的黄绵土为主<sup>[26]</sup>。分布有刺槐(*Robinia pseudoacacia*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、油松(*Pinus tabulaeformis*)等乔木。灌木主要有白刺花(*Sophora davidii*)、沙棘(*Hippophae rhamnoides*)等,草本有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、阿尔泰紫菀(*Heteropappus altaicus*)等。造林地坡向北偏西 40°,坡度 15°。

### 1.2 试验材料

本研究所用沙地柏苗均为从榆林治沙所苗圃调拨的 2 a 生容器苗。容器为塑料营养钵,高 15 cm,直径 7 cm。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 野外试验布设 造林株行距 3 m×2 m,

表 2 不同立地条件沙地柏不同根系处理造林结果

立地条件	沙棘林	荒地	荒地	荒地
根系处理	清水	清水	生根粉	生根粉+保水剂
成活率/%	99.04	98.91	98.45	100
保存率/%	95.74	96	94.74	98.45
生长长度/cm	8.17±0.32B	11.33±0.32Aa	11.89±0.69a	9.62±0.36b

注:大写字母为不同立地条件对比,小写字母为不同浸根处理对比,不同字母表示差异显著(P<0.05)。

造林坑沿等高线布设,成品字形配置,规格为 80 cm×50 cm×50 cm。生根粉加入水中配制溶剂,蘸根 30 s 后取出,去除容器袋。保水剂直接施入坑穴底部,与底部土壤混合后栽植苗木。覆盖措施中,地膜覆盖一层,并在苗木周围开口以便雨水下渗,秸秆覆盖约 2 cm 厚。采用“三埋两踩一提苗”方法栽植。沙地柏抗旱造林造林采用三因素三水平正交试验设计(表 1、表 3)。

表 1 L<sub>9</sub>(3<sup>3</sup>)正交试验因素水平表

水平	因素		
	A:生根粉 /(kg·L <sup>-1</sup> )	B:保水剂 /g	C:覆盖措施
1	25×10 <sup>-6</sup>	10	无
2	35×10 <sup>-6</sup>	20	秸秆
3	50×10 <sup>-6</sup>	30	地膜

1.3.2 数据处理 数据用 SPSS 20 软件进行方差分析和多重比较。用 Origin 2018 软件制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 沙地柏不同根系处理造林技术

沙棘林下根系处理为清水浸根 30 s,其余三个处理均在荒草地,根系分别用清水浸根 30 s、50×10<sup>-6</sup>生根粉溶液浸根 30 s、50×10<sup>-6</sup>生根粉溶液浸根 30 s+10 克保水剂与根部土壤混合。

由表 2 可见,几种处理沙地柏成活率、保存率都超过 90%。其中,生根粉+保水剂组成活率、保存率最高,分别为 100.00%和 98.45%;其次是荒草地清水浸根组,分别为 98.91%和 96.00%;荒草地生根粉组最低,分别为 98.45%和 94.74%。就生长长度而言,荒草地生根粉组>荒草地清水组>荒草地生根粉+保水剂组。荒草地生根粉组和荒草地清水组处理沙地柏生长长度无显著差异,二者与荒草地生根粉+保水剂组(9.62±0.36 cm)生长长度有显著差异。沙棘林下清水组造林成活率、保存率与荒草地清水组相近,而在生长长度上与荒草地清水组有显著差异。

表 3 沙地柏正交试验造林成活率和保存率

处理	因素			空列	成活率/%	保存率/%
	A:生根粉/kg·L <sup>-1</sup>	B:保水剂/g	C:覆盖措施			
1	25×10 <sup>-6</sup>	10	秸秆	3	97.44	97.44
2	25×10 <sup>-6</sup>	20	地膜	1	97.30	97.30
3	25×10 <sup>-6</sup>	30	无	2	97.30	94.74
4	35×10 <sup>-6</sup>	10	无	1	97.37	97.30
5	35×10 <sup>-6</sup>	20	秸秆	2	100.00	94.59
6	35×10 <sup>-6</sup>	30	地膜	3	94.59	92.11
7	50×10 <sup>-6</sup>	10	地膜	2	97.37	97.30
8	50×10 <sup>-6</sup>	20	无	3	100.00	97.30
9	50×10 <sup>-6</sup>	30	秸秆	1	100.00	100.00

2.2 沙地柏不同土壤、根系和地面覆盖处理造林技术

2.2.1 造林成活率、保存率 在安塞水土保持试验站退耕地布设了三因素三水平正交试验造林。3 月造林、9 月和次年 10 月分别调查造林成活率和保存率。

造林成活率、保存率方差分析(表 4,5)表明:造林成活率、保存率受 A(生根粉)、B(保水剂)、C(覆盖措施)三个因素的影响均不显著,且各因素

组内水平之间亦不显著,说明三个因素对沙地柏造林成活率保存率基本无影响。三因素处理对沙地柏造林成活率影响顺序为 C(覆盖措施)>A(生根粉)>B(保水剂);对造林保存率影响顺序为 A(生根粉)>C(覆盖措施)>B(保水剂)。造林成活率对应的抗旱技术优组合(图 1)为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>(生根粉 50×10<sup>-6</sup>、保水剂 20 g、秸秆覆盖),造林成活率对应的优组合为 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>(生根粉 50×10<sup>-6</sup>、保水剂 10 g、秸秆覆盖)。

表 4 沙地柏正交试验造林成活率方差分析

变异来源	偏差平方和 SS	自由度 df	方差 MS	F 值	显著性
A	6.41	2	3.20	4.14	0.195
B	6.17	2	3.09	3.99	0.201
C	11.54	2	5.77	7.45	0.118
误差 e	1.55	2	0.77		
总计	25.67	8			

表 5 沙地柏正交试验造林保存率方差分析

变异来源	偏差平方和 SS	自由度 df	方差 MS	F 值	显著性
A	18.73	2	9.37	1.36	0.423
B	4.50	2	2.25	0.33	0.753
C	4.72	2	2.36	0.34	0.744
误差 e	13.74	2	6.87		
总计	41.69	8			

2.2.2 造林当年主枝条生长长度 造林当年主枝条生长长度方差分析(表 6)表明:沙地柏生长长度受 A(生根粉)、B(保水剂)、C(覆盖措施)三个因素的影响均达到极显著水平。且 A(生根粉)各水平之间差异达到了极显著水平,B(保水剂)1、2 水平之间差异极显著,2、3 水平之间差异显

著,1、3 水平之间差异不显著,C(覆盖措施)的 1 和 2 水平之间差异显著,3 水平和 1、2 之间差异极显著(图 2)。三因素处理对沙地柏造林当年生长长度影响顺序为 A(生根粉)>C(覆盖措施)>B(保水剂),优组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>(生根粉 50×10<sup>-6</sup>、保水剂 20 g、地膜覆盖)。

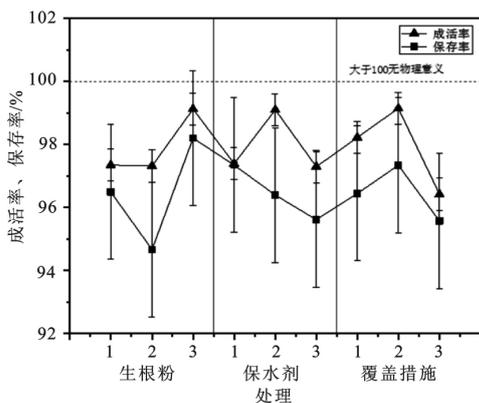


图 1 沙地柏正交试验造林成活率、保存率

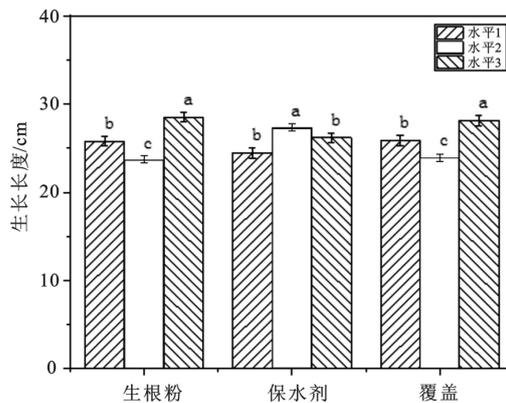


图 2 沙地柏正交试验造林生长长度

表 6 沙地柏正交试验造林生长长度方差分析

变异来源	偏差平方和 SS	自由度 df	方差 MS	F 值	显著性
A	1 300.62	2	650.31	18.23	0.000
B	432.41	2	216.21	6.06	0.003
C	964.98	2	482.49	13.52	0.000
误差 e	11 275.45	316	35.68		
总计	13 973.46	322			

2.2.3 造林结果分析 三因素处理对沙地柏造林成活率影响顺序为 C(覆盖措施) > A(生根粉) > B(保水剂); 对造林保存率和当年生长长度影响顺序为 A(生根粉) > C(覆盖措施) > B(保水剂)。生根粉、保水剂、覆盖措施三因素对成活率、保存率无显著影响,但对当年生长长度的影响达到了极显著水平。造林成活率、保存率、生长长度的优组合分别为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>(生根粉 50 × 10<sup>-6</sup>、保水剂 20 g、秸秆覆盖)、A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>(生根粉 50 × 10<sup>-6</sup>、保水剂 10 g、秸秆覆盖)、A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>(生根粉 50 × 10<sup>-6</sup>、保水剂 20 g、地膜覆盖)。其中,三项指标的生根粉优水平均为 50 × 10<sup>-6</sup>,两项指标的保水剂优水平为 20 g,两项指标的覆盖措施优水平为秸秆覆盖。故抗旱造林的优组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>(生根粉 50 × 10<sup>-6</sup>,保水剂 20 g、秸秆覆盖)。

### 3 结论

在黄土丘陵沟壑区造林首先要保证苗木成活,而根系处理方法选用生根粉溶液浸根+保水剂与根部土壤混合时,对应的成活率、保存率最高,分别为 100.00%、98.45%。

抗旱造林的优组合为 A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>,即 50 × 10<sup>-6</sup>生根粉溶液浸根,20 g 保水剂与根部土壤混合、

秸秆覆盖造林坑穴。由于试验地条件限制,设计为正交造林试验,不确定是否为最优组合,后续仍需进行试验验证。

沙地柏在沙棘林下清水浸根造林和荒草地清水浸根造林成活率(99.04%和 98.91%)、保存率(95.74%和 96.00%)很接近。但主枝条生长长度上荒草地清水浸根组显著高于沙棘林下清水浸根组(11.33 cm 和 8.17 cm)。

#### 参考文献:

- [1] 徐庭馨.水土保持与生态环境的关系探析[J]. 东北水利水电, 2018, 36(10):37-38.
- [2] 刘国彬,王兵,卫伟,等.黄土高原水土流失综合治理技术及示范[J].生态学报,2016,36(22):7074-7077.
- [3] Yonggui Yu, Houjie Wang, Xuefa Shi, et al. New discharge regime of the Huanghe (Yellow River): Causes and implications[J]. *Continental Shelf Research*, 2013:69.
- [4] Shao M, Wang Y, Xia Y, et al. Soil Drought and Water Carrying Capacity for Vegetation in the Critical Zone of the Loess Plateau: A Review [J]. *VADOSE ZONE JOURNAL*, 2018, 17.
- [5] Cong Wang, Shuai Wang, Bojie Fu, et al. Soil Moisture Variations with Land Use along the Precipitation Gradient in the North-South Transect of the Loess Plateau[J]. *Land Degradation & Development*, 2017, 28(3):926-935.
- [6] 郑万钧.中国树木志第一卷[M].北京:中国林业出版社,

- 1983:345-362.
- [7] 李云章,温国胜,李春和.毛乌素沙地臭柏变异类型的研究[J].内蒙古林学院学报,1998(3):10-15.
- [8] Dong X J, Zhang X S. Special stomatal distribution in *Sabina vulgaris* in relation to its survival in a desert environment [J]. *TREES-STRUCTURE AND FUNCTION*, 2000,14(7):369-375.
- [9] 姚喜军,刘静,王林和,等.快剪条件下柠条和沙地柏根系提高土壤抗剪特性研究[J].内蒙古农业大学学报(自然科学版),2008,29(4):82-86.
- [10] 李为萍,史海滨,胡敏.沙地柏根系径级对根土复合体抗剪强度的影响[J].土壤通报,2012,43(4):934-937.
- [11] 杨金城,王春明,王海,等.浅谈沙地柏的生物学特性、繁育及应用价值[J].内蒙古林业调查设计,2012,35(1):22-24.
- [12] 张兴,付昌斌,高聪芬,等.新杀虫植物砂地柏研究进展[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),1995(4):53-57.
- [13] 张明中,朱序弼.固沙保土的常绿灌木——叉子圆柏[J].林业科技通讯,1984(3):21-22.
- [14] 刘捷.沙地柏应用研究综述[J].科技情报开发与经济,2009,19(35):96-97.
- [15] 赵兵.寒、旱、沙化黄土区高速公路边坡植被绿化技术研究[J].长治学院学报,2012,29(5):18-22.
- [16] 符亚儒,党兵,赵晓彬,等.榆靖沙漠高速公路路基边坡防护技术研究[J].西北林学院学报,2006(6):17-20.
- [17] 郭玉升,万兆,刘慧.沙地柏在景观绿化中的应用[J].中国林业,2010(24):48.
- [18] 郭胜伟.在造林绿化中广泛应用沙地柏[J].防护林科技,2015(9):92-93.
- [19] 张国盛,王林和,李玉灵,等.毛乌素沙地臭柏根系分布及根量[J].中国沙漠,1999(4):82-87.
- [20] 赵正龙,刘培华.适宜北方地区的常绿绿篱树种——臭柏[J].陕西林业科技,1983(1):69-71.
- [21] 丁学儒,赵克昌.集流抗旱造林技术研究[J].干旱区资源与环境,1993(Z1):358-359.
- [22] 耿峰云.平遥县土石山区抗旱造林技术[J].山西林业,2018(5):22-23.
- [23] 郭斌,郑智礼,杨飞等.漏斗状覆膜对不同密度新疆杨生长及光合特性的影响[J].西北林学院学报,2018,33(6):15-19.
- [24] 郭胜伟,郭亚利.营养袋沙地柏育苗和造林技术[J].国土绿化,2013(12):33-34.
- [25] 党兵,席艳芸,施智宝,等.节水抗旱移植袋在造林中的试验研究[J].西北林学院学报,2009,24(1):87-89.
- [26] 余新晓,陈丽华,张晓明,等.黄土高原坡面集水工程的抗旱造林技术研究[J].水土保持研究,2008(1):23-27.

(上接第36页)

低氮低磷高钾椒园特征是树体矮小,花果易脱落,叶片呈现不正常的暗绿色或紫红色;有些地块还出现叶片小,叶色淡绿,严重时呈淡黄色,先从老叶开始变黄,逐渐转移到幼叶。

生产中椒农针对土壤有效养分尤其是有效N含量低的问题,往往主要施以化学肥料,尤其是其它农作物专用肥或常规单素化肥,存在盲目性、随意性和过度依赖,在一定程度上改善土壤养分供应状况的同时,还导致土壤中氮、磷、钾营养的不均衡。针对土壤N、P元素严重亏缺,N、P、K配合施用可较好解决盲目施肥、肥料利用率低、氮磷钾配比不合理等问题。因此,根据混配肥料的肥效顺序氮磷钾均衡>高氮低磷低钾>高磷低氮低钾>高钾低磷低氮<sup>[4]</sup>,以及气候和花椒树生长发育

节律,建议针对花椒园土壤低氮低磷高钾现象,土壤中严重缺N和缺P地区或地块,可在每年9月中旬至土壤封冻之前施基肥,肥料为以N元素和P元素为主的复合肥,同时加入农家肥等有机肥或菌肥;对于缺N、缺P较轻或不缺P的地块,应在施入以氮肥为主的复合肥的同时,施入农家肥等有机肥或菌肥。

参考文献:

- [1] 鲜宏利,孙丙寅,云丰民,等.花椒优质丰产栽培技术图例[M].西北农林科技大学出版,2011.
- [2] 高红兵,李小娅,张权峰.陕西白水农业土壤养分现状分析[J].农艺农技,2017(9):87-89.
- [3] 齐文华.陕西土壤[DB/OL].首都师范大学.资源环境与旅游学院,2014.
- [4] 孟庆翠.花椒配方施肥研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2009.