

柴达木盆地盐碱地农田防护林树种适应性研究

樊光辉^{1,2}

¹青海大学农林科学院, 青海 西宁

²青海高原林木遗传育种实验室, 青海 西宁

Email: qhfg@163.com

收稿日期: 2021年1月8日; 录用日期: 2021年2月1日; 发布日期: 2021年2月8日

摘要

文章主要针对柴达木盆地盐碱地枸杞经济林农田防护林营建技术, 依据农业土壤盐化程度分级标准, 结合柴达木盆地盐碱地植被和盐分调查结果, 将柴达木盆地宜林地土壤盐分程度分为5级, 即非盐化、轻盐化、中盐化、重盐化、极重盐化。通过各树种防护林栽植适应性试验研究, 总结出柴达木盆地盐碱地防护林营建适应树种及配置方式。

关键词

盐碱地, 盐碱地植被, 盐化分级, 防护林

Adaptation Study on Tree Species for Shelterbelt in Saline-Alkali Land, Qaidam Basin

Guanghui Fan^{1,2}

¹Qinghai Academy of Agriculture and Forestry, Qinghai University, Xining Qinghai

²Qinghai Plateau Key Laboratory of Tree Genetics and Breeding, Xining Qinghai

Email: qhfg@163.com

Received: Jan. 8th, 2021; accepted: Feb. 1st, 2021; published: Feb. 8th, 2021

Abstract

The article focuses on saline-alkali land in the western Qaidam Basin medlar economic forest farmland shelterbelt construction technology, through the survey of vegetation and salinity of saline-alkali land in Qaidam Basin, the soil salinity degree of suitable forestland in Qaidam Basin was

divided into five grades, namely non-salinization, light salinization, medium salinization, heavy saline and very heavy saline. Through the experiment and study on the adaptability of tree species to shelterbelt planting, the adaptive tree species and configuration mode of shelterbelt construction in saline-alkali land of Qaidam Basin were summarized.

Keywords

Saline-Alkali Land, Saline-Alkali Vegetation, Salinization Classification, Shelterbelt

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

近年来,柴达木盆地全面实施生态文明建设和生态综合治理工程,盆地生态文明建设跃上新台阶,主体功能、空间布局不断优化,从加强生态保护与建设到“打生态牌”,经济生态化、生态经济化、农文旅一体化,逐步改善的生态环境日益成为盆地发展的新优势[1] [2]。2000年后,盆地以发展枸杞(*LyciiFructus*)经济林产业为突破口,实现了生态产业化,产业生态化的良性循环总体目标,逐步将绿洲农业转型发展成为节水型生态农业,为柴达木盆地生态环境综合治理与绿色发展提出了全新的技术方案和科学依据,在农业结构调整和工程治沙上探索出了生态修复举措和新常态下生态财富创新模式,走出了一条综合治理、绿色发展、造福百姓、创造生态财富的可持续发展之路。

然而,在枸杞经济林产业发展过程中,防护林营建与更新技术一直处于比较薄弱的环节,严重影响枸杞经济林产业的提质增效。按照青海省“一优两高”战略部署,以“生态保护优先”、“产业绿色发展”和“科技创新驱动”为根本,重点以解决盐碱地枸杞经济林农田防护林营建技术为突破口,通过各树种防护林栽植适应性试验研究,集成柴达木盆地盐碱地防护林营建技术[3] [4]。

2. 材料与方法

2.1. 树种选择

在柴达木盆地植被类型调查的基础上,结合近几年防护林营建相关技术研究结果,试验树种以乡土树种为主,适当引进抗旱抗盐碱的新树种,进行盐碱地适应性栽植试验。

乔木树种:青杨(*Populus cathayana Rehd*)、新疆杨(*Populus bolleana Lauche*)、河北杨(*Populus X hopeiensis Hu & Chow*)、胡杨(*Populuseuphratica*) (引进)、大果沙枣(*E. moorcroftii Wall. Ex Schlecht*) (引进)。

灌木树种:齿叶白刺(*Nitraria tangutorum*)、唐古特白刺(*Zygophyllaceae*)、甘蒙怪柳(*Tamarix austromongolica Nakai*)、白柠条(*Caragana korshinskii Kom*) (引进)、蒙古扁桃(*Amygdalus mongolica (Maxim.) Ricker*) (引进)、四翅滨藜(*Atriplex canescens*) (引进)。

2.2. 试验基点及造林内容

乌兰县哇玉农场(茶卡盐湖周边)造林试验点主要种植各类牧草。以青杨和新疆杨为乔木树种,栽植防护林;以齿叶白刺、甘蒙怪柳、白柠条(引进)为灌木树种,栽植在地埂上。

德令哈尕斯海镇(尕斯海湖周边)造林试验点为当地牧民的草场,在牧草种植区周边以青杨和新疆杨为乔木树种,栽植防护林;以齿叶白刺、唐古特白刺、甘蒙怪柳、白柠条、四翅滨藜为灌木树种,栽植在地埂上。

青海诺木洪农场南沙滩造林试验点处于荒漠灌丛带，为青海诺木洪农场经营的枸杞经济林产业园，该试验基点主要以新疆杨为主配置防护林带。本次试验以河北杨、胡杨、小×胡和梭梭为盐碱地造林试验树种进行了相关试验。

青海诺木洪农场五大队造林试验点处于荒漠灌丛与荒漠草甸过渡带，为青海诺木洪农场重度盐碱地枸杞经济林试验点，结合洗盐工程，以河北杨和胡杨为乔木树种，在试验地外围栽植防护林带，以唐古特白刺、甘蒙怪柳为灌木树种，栽植在地埂上。

都兰县诺木洪枸杞产业科技园区造林试验点处于戈壁荒漠与荒漠灌丛过渡带，以新疆杨、旱柳为主配置防护林带。本次试验以河北杨、胡杨、大果沙枣、甘蒙怪柳、白柠条为盐碱地造林试验树种进行了相关试验。

3. 结果与分析

3.1. 试验基点土壤盐分测定

根据柴达木盆地盐碱地植被调查和土壤盐分调查分析，柴达木盆地盐碱地宜林地相对于农业用地跨度要大，如怪柳、唐古特白刺等树种生长的土壤盐分中， Cl^- 可高达 100 g/kg ， SO_4^{2-} 可高达 20 g/kg ，黑果枸杞生长的土壤盐分中，局部区域甚至突破了 Cl^- 大于 100 g/kg ， SO_4^{2-} 大于 20 g/kg 。依据农业土壤盐化程度分级标准[5] [6]，结合柴达木盆地盐碱地植被和盐分调查结果，根据不同盐渍类型，针对主要组成盐类不同，将柴达木盆地宜林地土壤盐分程度分为 5 级，即非盐化、轻盐化、中盐化、重盐化、极重盐化，具体详见表 1。

Table 1. Classification standard of soil salinization of suitable forest land in Qaidam Basin

表 1. 柴达木盆地宜林地土壤盐化分级标准

盐化分级	含盐量(g/kg)			
	Cl^-	$\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$	$\text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^-$	SO_4^{2-}
非盐化	7	7	3	3
轻盐化	7~10	7~10	3~10	3~10
中盐化	10~50	10~70	10~15	10~15
重盐化	50~100	70~120	15~18	15~20
极重盐化	100	120	18	20

根据表 1 盐化分级标准，结合试验基点土壤盐分调查分析结果，确定试验基点土壤盐化分级标准，详见表 2。

Table 2. Soil salinity questionnaire of test base point

表 2. 试验基点土壤盐分调查表

地点	全盐 (g/kg)	Cl^- (g/kg)	SO_4^{2-} (g/kg)	盐化分级
乌兰县哇玉农场	46.91	27.89	4.56	Cl^- 为主的中盐化
德令哈尕海镇	33.84	12.93	5.16	Cl^- 为主的中盐化
青海诺木洪农场南沙滩	17.83	5.04	1.08	非盐化
青海诺木洪农场五大队	68.89	20.82	19.24	SO_4^{2-} 为主的重盐化
都兰县诺木洪枸杞产业科技园区	57.51	25.98	8.52	Cl^- 为主的中盐化

3.2. 乌兰县哇玉农场造林试验

青杨和新疆杨经过 3 年的试验数据, 即期间有 2 次补植补栽, 栽植后水分管理到位, 林带配置在农田渠系旁边, 因此, 水分条件完全能够满足青杨和新疆杨的正常生长。

由表 3 可知, 青杨和新疆杨的成活率较低, 远远达不到青海省造林标准, 尤其是成活率, 青杨只有 71.25%, 新疆杨 62.67%, 观其生长量指标, 数据显示也比较弱。3 种灌木树种生长量也比较弱, 齿叶白刺和甘蒙怪柳的成活率都达到了 80% 以上, 反映出该 2 种树种在该区域适应性较好, 在周边自然植被中, 也有天然分布的小果白刺和甘蒙怪柳。引进树种白柠条的表现相对较差。

Table 3. Growth status of various tree species in the afforestation test site of Wayu Farm in Wulan County

表 3. 乌兰县哇玉农场造林试验点各树种生长状况

树种	高生长量/cm	地径生长量/mm	东西冠幅/cm	南北冠幅/cm	分枝数/个	成活率/%
青杨	75.68	10.02	78.06	80.02	5.50	71.25
新疆杨	68.45	8.25	36.78	34.26	6.70	62.67
齿叶白刺	21.47	2.20	10.66	13.54		86.67
甘蒙怪柳	36.55	3.26	21.25	18.86		84.25
白柠条	26.67	5.35	10.25	12.22		60.45

乌兰县哇玉农场地处茶卡盐湖东北, Cl^- 为主的中盐化, 海拔 3200 米, 常年积温较低。造成各树种成活率低, 生长量相对较低的主要因素的海拔和温度[7]。

3.3. 德令哈海镇造林试验

德令哈海镇地处尕斯库勒湖东, 海拔 2900 米。前人栽植的人工林树种种类主要有小叶杨、青杨、新疆杨、河北杨、旱柳等。农田防护林体系比较健全, 各树种生长较健壮。各树种为当年春季栽植, 秋季调查。

根据表 4 数据分析, 各树种的生长量均显示较好, 但是成活率整个较低。该造林地块是洗盐工程技术集成示范区, 通过洗盐工程, 种植牧草, 在周边栽植各树种, 地形大部分较高, 严重影响了灌溉作业, 因此, 影响到了各树种的正常生长。

Table 4. Growth status of tree species in the test site of afforestation in DelinghaGahai Town

表 4. 德令哈海镇造林试验点各树种生长状况

树种	高生长量/cm	地径生长量/mm	东西冠幅/cm	南北冠幅/cm	分枝数/个	成活率/%
青杨	60.58	8.16	52.20	49.88	6.80	60.50
新疆杨	45.26	7.69	28.68	31.45	5.80	56.45
齿叶白刺	10.88	1.24	8.97	10.25		65.25
唐古特白刺	15.64	2.55	9.54	8.96		61.33
甘蒙怪柳	16.50	2.58	17.62	15.56		56.75
白柠条	24.88	3.25	8.67	9.24		52.33
四翅滨藜	28.76	5.67	25.34	20.66		46.75

3.4. 青海诺木洪农场造林试验

3.4.1. 胡杨造林试验

2016 年, 从新疆库尔勒引进 2 年生胡杨种苗, 以枸杞经济林防护林营建方式, 分别栽植于农场南沙

滩、农场五大队和枸杞产业科技园区(青海昆仑河枸杞有限公司)枸杞地边。2017年,对胡杨生长状况进行统计分析。

由表5可知,栽植于南沙滩的胡杨成活率为93.33%。树高最小160 cm为,最大为385 cm,平均为255.15 cm。最小地径为13.05 mm,最大地径为58.31 mm,平均地径为27.95 mm。东西冠幅最小为100 cm,最大280 cm,平均为161.35 cm。南北冠幅最小为110 cm,最大300 cm,平均为178 cm。分枝数最小为14个,最大40个,平均为28个。栽植于科技园的胡杨成活率为84.90%。树高最小107 cm为,最大为273 cm,平均为214.55 cm。最小地径为8.56 mm,最大地径为63.21 mm,平均地径为33.12 mm。东西冠幅最小为41 cm,最大232 cm,平均为153.95 cm。南北冠幅最小为40 cm,最大230 cm,平均为152.2 cm。分枝数最小为11个,最大40个,平均为27个。栽植于五大队的胡杨成活率仅为10.67%,即使成活植株,生长量为无效生长量。主要原因是该地块盐碱太重所致[8]。

Table 5. Growth status of *Populus euphratica* and correlation analysis of various growth factors in saline-alkali lands
表 5. 盐碱地胡杨生长状况及各个生长因子的相关性分析

地块	树高/cm	地径/mm	东西冠幅/cm	南北冠幅/cm	分枝数/个	成活率/%
南沙滩	255.15	27.95	161.35	178.00	28.10	93.33
科技园	214.55	33.12	153.95	152.20	27.25	84.90
五大队	/	/	/	/	/	10.67
树高/cm	1.0000	0.6785	0.6590	0.6647	0.6310	
地径/mm	0.6785	1.0000	0.7285	0.5646	0.4900	
东西冠幅/cm	0.6590	0.7285	1.0000	0.7666	0.3273	
南北冠幅/cm	0.6647	0.5646	0.7666	1.0000	0.3656	
分枝数/个	0.6310	0.4900	0.3273	0.3656	1.0000	

对南沙滩和科技园种植的胡杨的生长状况进行对比发现,南沙滩的胡杨平均树高和平均冠幅明显地高于科技园地中的胡杨,而平均地径则是科技园的高于南沙滩。南沙滩和科技园胡杨生长状况存在差异的原因是灌溉不同所致,南沙滩灌溉方式为大水漫灌,科技园灌溉为漫灌结合滴灌,南沙滩胡杨生长过程中水分的吸收和利用较充足,生长较旺盛。

从相关性分析结果可以看出,各个生长因子之间均存在着正相关性。其中东西冠幅和南北冠幅之间的相关性最大,其次是地径和东西冠幅。树高和地径,东西冠幅,南北冠幅以及分枝数之间都存在较高的相关性,分枝数和东西冠幅以及南北冠幅之间的相关性最小。

3.4.2. 河北杨造林试验

2015年,从西宁市购进胸径3 cm以上、截杆2.50 m的河北杨种苗,以枸杞经济林防护林营建方式,分别栽植于农场南沙滩和枸杞产业科技园区(青海昆仑河枸杞有限公司)枸杞地边。2017年,对河北杨生长状况进行统计分析。

由表6可知,栽植于南沙滩的河北杨成活率为97.85%,平均新梢高为169.19 cm,最大为225 cm,最小为116 cm。分枝数平均为3.37个,最多为7个,最小为1个。分枝干径平均为15.36 mm,最大为31.12 mm,最小为5.08 mm。栽植于科技园的河北杨成活率为87.67%,平均新梢高为73.22 cm,最大为99 cm,最小为45 cm。分枝数平均为11.09个,最多为31个,最小为3个。分枝干径平均为28.07 mm,最大为39.90 mm,最小为7.61 mm。

对南沙滩和科技园种植的河北杨的生长状况进行对比发现,南沙滩的新梢生长量明显地高于科技园

地中的河北杨，而分枝数和分枝干径则是科技园的高于南沙滩。南沙滩和科技园河北杨生长状况存在差异的原因是灌溉不同所致，南沙滩灌溉方式为大水漫灌，科技园灌溉为漫灌结合滴灌，南沙滩河北杨生长过程中水分的吸收和利用较充足，生长较旺盛[9]。

Table 6. Correlation analysis results of growth status and growth factors of Hebei poplar

表 6. 河北杨生长状况及生长因子相关性分析结果

地块	新梢高/cm	分枝数/个	分枝干径/mm	成活率/%
南沙滩	169.19	3.37	15.36	97.85
科技园	73.22	11.09	28.07	87.67
新梢高/cm	1.0000	-0.5994	-0.4611	
分枝数/个	-0.5994	1.0000	0.6041	
分枝干径/mm	-0.4611	0.6041	1.0000	

相关性分析结果发现，新梢高和分枝数之间存在负相关性，但是没有达到显著相关水平。分枝干径和分枝数之间存在正相关性，并且相关性达到显著水平。新梢高和分枝干径之间也存在着负相关性，但是相关性没有达到显著水平。

3.4.3. 柽柳、大果沙枣造林试验

2015年，从甘肃民购进柽柳 1a 生扦插苗、3a 大果沙枣，以枸杞经济林防护林营建方式，分别栽植于农场南沙滩、五大队和枸杞产业科技园区(青海昆仑河枸杞有限公司)枸杞地边。2017年，对生长状况进行统计分析。

由表 7 可知，南沙滩柽柳的成活率为 88.67%，平均树高达到 82.73 cm，东西平均冠幅达到 55.13 cm，南北平均冠幅达到 50.8 cm。科技园柽柳的成活率为 86.67%，平均树高达到 76.53 cm，东西平均冠幅达到 56.60 cm，南北平均冠幅达到 50.20 cm。五大队柽柳的成活率为 65.33%，平均树高达到 56.67 cm，东西平均冠幅达到 28.13 cm，南北平均冠幅达到 28.33 cm。

Table 7. Investigation results of growth status of *Tamarix ramosissima* and *Zizyphus japonica*

表 7. 甘蒙柽柳、大果沙枣生长状况调查结果

树种	地块	树高/cm	地径/mm	东西冠幅/cm	南北冠幅/cm	分枝数/个	成活率/%
甘蒙柽柳	南沙滩	82.73		55.13	50.80		88.67
	科技园	76.53		56.60	50.20		86.67
	五大队	56.67		28.13	28.33		65.33
大果沙枣	南沙滩	76.73	11.29	59.00	54.80	10.47	75.67
	科技园	93.67	12.66	65.80	67.13	10.87	73.33

综合评价，南沙滩的成活率和生长势最好，科技园略低于南沙滩，主要原因还是与水分有关。五大队较差，主要原因是土壤盐分含量较大所致。

南沙滩沙枣成活率为 75.67%，平均地径达到 11.29 mm，平均树高达到 76.73 cm，东西平均冠幅达到 59.00 cm，南北平均冠幅达到 54.80 cm，平均分枝数为 10.47 个。科技园沙枣成活率为 73.33%，平均地径达到 12.66 mm，平均树高达到 93.67 cm，东西平均冠幅达到 65.80 cm，南北平均冠幅达到 67.13 cm，平均分枝数为 10.87 个。

4. 结论

非盐化：适栽的乔木树种有小叶杨、河北杨、新疆杨、青杨、旱柳。适栽的灌木树种有枸杞、黑果枸杞、怪柳、齿叶白刺、沙拐枣、膜果麻黄、柠条。

轻盐化：适栽的乔木树种有小叶杨、河北杨、新疆杨、胡杨。适栽的灌木树种有枸杞、黑果枸杞、怪柳、齿叶白刺、沙拐枣、膜果麻黄。

中盐化：适栽的乔木树种有小叶杨、河北杨、胡杨。适栽的灌木树种有枸杞、黑果枸杞、怪柳、唐古特白刺。

重盐化：没有可选择的乔木树种。适栽的灌木树种有黑果枸杞、怪柳、唐古特白刺。

极重盐化：没有可选择的乔木树种。适栽的灌木树种只有黑果枸杞。

基金项目

科技部重点研发项目(2018YFC0406604)，青海省财政支农资金林业新技术推广项目“枸杞轻简化栽培技术示范”和“青海高原白刺种质资源筛选和无性繁殖技术研究”。

参考文献

- [1] 云雪雪, 陈雨生. 国际盐碱地开发动态及其对我国的启示[J]. 国土与自然资源研究, 2020(1): 84-87.
- [2] 袁永, 王胜. 盐碱地治理研究进展及具体措施[J]. 现代农业科技, 2020(3): 260-261.
- [3] 王文涛, 杜野. 低效农田防护林改造技术[J]. 江西农业, 2020(2): 53.
- [4] 杨玉坤, 耿计彪, 于起庆, 王嘉, 于文勇, 赵薇. 盐碱地土壤利用与改良研究进展[J]. 农业与技术, 2019, 39(24): 108-111.
- [5] 魏金鑫. 盐碱地治理工程措施[J]. 建材与装饰, 2019(35): 163-164.
- [6] 蒋长明. 石羊河流域盐碱地现状及成因分析[J]. 甘肃科技纵横, 2019, 48(9): 21-23.
- [7] 张斌. 盐碱地树种的选择与应用探讨[J]. 现代园艺, 2019(10): 171-172.
- [8] 李松阳, 王晓丽, 王彦龙, 马玉寿, 李世雄. 柴达木盆地盐碱地土壤离子特征及养分分析[J]. 青海畜牧兽医杂志, 2017, 47(6): 36-40.
- [9] 管吕军. 柴达木盆地次生盐碱地工程治理技术研究[D]: [硕士学位论文]. 西宁: 青海大学, 2016.