

脱硫废弃物对宁夏盐碱土的改良效果研究

李 茜¹, 刘松涛², 孙兆军¹, 何 俊¹, 王小玲³

(1. 宁夏大学 新技术应用研究开发中心, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏职业技术学院, 宁夏 银川 750021;

3. 江西省科学院 生物资源研究所/江西省观赏植物遗传改良重点实验室, 江西 南昌 330096)

摘要: 通过大田对比试验, 研究施用脱硫废弃物种植国槐后, 土壤理化性质的变化及其对国槐生长的影响, 同时监测土壤及地下水的 As 及重金属含量, 以期为宁夏盐碱地绿化造林提供安全有效的技术措施。结果表明, 施用脱硫废弃物可明显降低土壤 pH 值、全盐含量、碱化度, 施用 3 a 后其分别较未施用脱硫废弃物处理降低 17.20%、47.02%、37.55%; 施用脱硫废弃物可显著提高国槐成活率, 施用 3 a 后国槐成活率达 83.33%, 较未施用脱硫废弃物处理显著提高了 42.86%; 施用脱硫废弃物 3 a 后土壤和地下水 As、Hg、Pb、Cr、Cd 含量均低于国家标准规定的允许值。可见, 利用脱硫废弃物改良盐碱地并进行绿化造林既行之有效, 又安全可靠。

关键词: 脱硫废弃物; 盐碱土; 改良; 国槐

中图分类号: S156.4 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)04-0060-03

Amelioration Effect of Desulfurization Waste on Saline-alkali Soil in Ningxia

LI Qian¹, LIU Song-tao², SUN Zhao-jun¹, HE Jun¹, WANG Xiao-ling³

(1. Development Center of New Technique Application and Research, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

2. Ningxia Polytechnic, Yinchuan 750021, China; 3. Institute of Biological Resources, Jiangxi Academy of Sciences/Key

Laboratory of Horticultural Plant Genetic Improvement of Jiangxi Province, Nanchang 330096, China)

Abstract: The field experiment of planting *Sophora japonica* L. was carried out to study the effect of desulfurization waste on soil physical and chemical properties, growth of *Sophora japonica* L. and content of As and heavy metal in soil and groundwater. The results showed that the application of desulfurization waste decreased the pH value, total salt quantity and exchangeable sodium percentage(ESP) of soil, when the desulfurization waste was applied for three years, the above indexes decreased by 17.20%, 47.02% and 37.55% respectively compared with the treatment without desulfurization waste (control); the application of desulfurization waste increased the survival rate of *Sophora japonica* L., which was 83.33% when the desulfurization waste was applied for three years, 42.86% higher than the control; the concentration of As, Hg, Pb, Cr, Cd in soil and groundwater were below the national standard when the desulfurization waste was applied for three years. So the desulfurization waste used for ameliorating saline-alkali soil was effective and safe.

Key words: desulfurization waste; saline-alkali soil; amelioration; *Sophora japonica* L.

土壤盐碱化是制约宁夏引黄灌区农业发展和综合能力提高的主要障碍因素。目前, 宁夏盐碱荒地面积达 5.57 万 hm^2 。宁夏银北地区 75.6% 的耕地处于盐渍化状态, 绿化造林工作困难极大。盐碱地

的合理开发与利用, 对于遏制脆弱的生态环境的恶化, 维护生态系统的稳定具有重要作用。

脱硫废弃物是燃煤电厂安装脱硫装置后产生的副产物, 其主要成分为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 和 CaSO_3 , 并

收稿日期: 2013-07-12

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项(201404205); 江西省科学院省级重点实验室开放基金项目(2013-KLB-04)

作者简介: 李 茜(1981-), 女, 陕西汉中, 副研究员, 博士, 主要从事植物生理生态研究。E-mail: li_q@nxu.edu.cn

富含 S、Ca、Si 等矿质营养;其改良土壤原理是利用脱硫废弃物中的 Ca^{2+} 置换土壤胶体中的交换性 Na^+ 和 Mg^{2+} ,从而降低有害离子对植物的毒害作用,同时增加土壤的通透性,改善土壤的理化性质。张俊华等^[1]研究发现,施用脱硫废弃物后土壤 pH 值、碱化度大幅降低,容重、机械组成、有机质、养分等理化性状略有改善。罗成科等^[2]研究发现,施用脱硫石膏能够有效降低土壤碱化度、总碱度、pH 值,但却增加了土壤全盐量。利用脱硫废弃物改良盐碱地已经取得了一定的生态和经济效益^[3-5],目前在农作物方面得到了很好的应用。为此,本研究对立地条件较差的宁夏盐碱土施用

脱硫废弃物,探讨其对土壤的改良效果及对国槐生长的影响,从而为宁夏盐碱地绿化造林提供有效的技术措施。

1 材料和方法

1.1 试验区概况

试验在宁夏银川阅海公园进行,其位于宁夏贺兰山洪积扇边缘和黄河冲积平原交汇处,土壤以沼泽盐化土壤为主,pH 值为 9.34,全盐含量 3.10 g/kg,以氯化物、硫酸盐为主,属中重度盐碱地,有机质含量少,土质黏重,肥力低下,绿化林木不易成活。土壤基本理化性质见表 1。

表 1 试验区土壤理化性质

pH	全盐/ (g/kg)	碱化度/ %	$\text{CO}_3^{2-}/$ (g/kg)	$\text{HCO}_3^-/$ (g/kg)	$\text{Cl}^-/$ (g/kg)	$\text{SO}_4^{2-}/$ (g/kg)	$\text{Ca}^{2+}/$ (g/kg)	$\text{Mg}^{2+}/$ (g/kg)	$\text{K}^+ /$ (g/kg)	$\text{Na}^+ /$ (g/kg)
9.34	3.10	30.25	0.00	0.15	1.33	2.46	0.32	0.20	0.05	1.26

1.2 试验材料

脱硫废弃物来自符合国家安全标准的内蒙海勃湾电厂,其化学成分见表 2。种植的国槐胸径为 4 cm 左右。

表 2 脱硫废弃物化学成分

	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$	CaCO_3	CaO	SiO_2
自由水分	89.80	0.20	5.55	37.67	2.16

1.3 试验设计

首先平整土地,然后用宁夏大学自主研制的盐碱地植树造林机按 60 cm×60 cm×60 cm 的规格挖坑,株行距为 3.0 m×3.0 m。设 2 个处理,处理 1 不施脱硫废弃物,处理 2 施用脱硫废弃物,按照脱硫废弃物 5.0 kg/穴用量和挖出的土充分混匀后回填,然后灌水 0.5 m³/穴,待水完全下渗后再种植国槐(2008 年 4 月中

旬)。种植后树坑周围拦埂灌透水,3 d 后覆土,上铺稻草覆盖。后期日常管理同常规造林。

1.4 测定指标及方法

分别于 2008 年、2009 年、2010 年 10 月连续测定土壤(0~60 cm)pH 值、全盐含量和碱化度,同时调查国槐成活率、胸径和冠幅;并于 2010 年 10 月按照 GB/T 17136—1997 规定方法测定土壤和地下水中 As、Hg、Pb、Cr、Cd 含量。

2 结果与分析

2.1 施用脱硫废弃物对土壤理化性质的影响

由表 3 可见,随着施用脱硫废弃物时间的延长,土壤 pH 值、全盐含量和碱化度逐渐降低,即脱硫废弃物对盐碱土壤的改良效果逐渐增强,3 a 后土壤的 pH 值、全盐含量、碱化度分别较未施脱硫废弃物处理降低 17.20%、47.02%、37.55%。

表 3 改良前后土壤 pH 值、全盐含量和碱化度变化情况

年份	处理编号	pH		全盐		碱化度	
		数值	较处理 1 降低/%	含量/(g/kg)	较处理 1 降低/%	数值/%	较处理 1 降低/%
2008	1	9.3		3.10		30.25	
	2	8.7	6.45	2.12	31.61	21.08	30.31
2009	1	9.4		3.08		31.16	
	2	8.2	12.77	1.86	39.61	20.21	35.14
2010	1	9.3		2.85		29.85	
	2	7.7	17.20	1.51	47.02	18.64	37.55

2.2 施用脱硫废弃物对土壤及地下水中 As 及重金属含量的影响

由表 4 可知,施用脱硫废弃物 3 a 后,试验区土壤中 As、Hg、Pb、Cr、Cd 含量明显低于国家土壤环境质量二级标准(GB/T 15618—1995)规定的允许值;对地下

水的监测结果显示,地下水中的 As、Hg、Pb、Cr、Cd 含量变化不大,其含量也明显低于国家标准(GB/T 5749—2006)规定的允许值。可见,施用脱硫废弃物改良盐碱土种植林木不会对环境造成 As 及重金属污染,是安全可靠的。

表 4 改良前后土壤及地下水的 As 及重金属含量 (2010 年 10 月)

项目	处理编号	As	Hg	Pb	Cr	Cd
土 壤	1	13.88	0.066	37.7	56.7	0.07
	2	13.40	0.034	77.4	67.1	0.14
	国家标准(GB/T 15618—1995)	25.00	1.000	350.0	250.0	0.60
地下水	1	0.001 8	0.000 086	0.002 0	<0.002	<0.002
	2	0.001 2	0.000 062	0.001 2	<0.002	<0.002
	国家标准(GB/T 5749—2006)	0.05	0.001	0.05	0.05	0.01

mg/kg

2.3 施用脱硫废弃物对国槐生长发育的影响

由表 5 可以看出,处理 2 国槐的成活率显著高于处理 1,施用脱硫废弃物 3 a 后国槐的成活率为 83.33%,与未施脱硫废弃物处理相比成活率提高

了 42.86%。从国槐的胸径和冠幅来看,施用脱硫废弃物 3 a 后国槐的胸径为 5.71 cm,冠幅为 1.66 m,分别较未施脱硫废弃物处理提高 17.49%、38.33%。

表 5 改良前后国槐成活率、胸径和冠幅

年份	处理编号	成活率/%	胸径/cm	冠幅/m
2007	1	69.45b	4.02a	0.52a
	2	91.67a	4.04a	0.60a
2008	1	63.89b	4.27a	0.84a
	2	86.11a	4.59a	1.05a
2009	1	58.33b	4.86a	1.20a
	2	83.33a	5.71a	1.66a

注:同列后不同小写字母表示同一年份不同处理间差异显著($P<0.05$)。

3 结论与讨论

本研究结果表明,施用脱硫废弃物后,盐碱地土壤理化性质明显改善,施用 3 a 后土壤的 pH 值、全盐含量、碱化度分别较未施脱硫废弃物处理降低 17.20%、47.02%、37.55%,并且土壤较改良前明显松软,孔隙增多,土壤渗透率提高,土壤板结明显改善;国槐成活率显著提高,施用脱硫废弃物 3 a 后国槐成活率达到了 83.33%;土壤和地下水中 As、Hg、Pb、Cr、Cd 含量远小于国家标准规定的允许值,因此,脱硫废弃物的施用对环境是安全的,不会对环境造成二次污染。

利用脱硫废弃物改良盐碱地,是将工业废弃物的资源化利用和盐碱土壤改良相结合,大幅度降低了盐碱地的造林成本,已取得了明显效果^[6-8]。将该方法运用于绿化造林中,简单易行,改良成本较低,改良效果显著,对于宁夏的园林绿化、盐碱地植被恢复以及发展工农业循环经济都具有重要的现实意义。但对于脱硫废弃物的最佳施用量有待进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 张俊华,孙兆军,贾科利,等. 燃煤烟气脱硫废弃物及专用改良剂改良龟裂碱土的效果[J]. 西北农业学报, 2009,18(5):208-212.
- [2] 罗成科,肖国举,张峰举,等. 脱硫石膏改良中度苏打盐渍土施用量的研究[J]. 生态与农村环境学报, 2009,25(3):44-48.
- [3] 李茜,孙兆军,秦萍,等. 燃煤烟气脱硫废弃物和糠醛渣对盐碱土的改良效应[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(4):70-73.
- [4] Ma Y M, He Y X, Tong D J, et al. Sorption and desorption of *Elaeagnus angustifolia* flavonoids with macroporous resins[J]. Modern Food Science and Technology, 2009,25(2):144-146.
- [5] Clark R B, Ritchey K D, Baligar V C. Benefits and constraints for use of FGD products on agricultural land[J]. Fuel, 2001,80:821-828.
- [6] 王彬,肖国举,杨涓,等. 燃煤烟气脱硫废弃物施用对碱化土壤种植甜高粱的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2010,28(6):206-211.
- [7] 黄菊莹,余海龙,张俊华,等. 燃煤烟气脱硫废弃物和专用改良剂在碱化土壤改良中的效果[J]. 土壤通报, 2011,12(6):1467-1471.
- [8] 陈欢,王淑娟,陈昌和,等. 烟气脱硫废弃物在碱化土壤改良中的应用及效果[J]. 干旱地区农业研究, 2005,23(4):38-42.