

柽柳对盐碱土养分与盐分的影响及其区化特征

雷金银, 班乃荣, 张永宏, 王长军

(宁夏农林科学院 农业资源与环境研究所, 宁夏 银川 750002)

摘要: 为了研究柽柳对盐碱土的生物改良作用及其有效作用范围, 通过大田对比试验, 以盐碱荒地为对照, 分析了柽柳对土壤养分、全盐及盐分离子影响及其区化特征。结果表明, 柽柳能够提高盐碱地土壤养分, 降低 pH 值、全盐及盐分离子含量。与对照相比, 表层 0—20 cm 土壤有机质增加了 30.5%, 碱解氮增加了 48.9%, 速效磷增加了 51.4%; 底层 20—50 cm 土壤三者分别增加了 78.8%, 21.3%, 25.0%; 表层土壤 pH 值降低 0.3 个单位, 但是底层 20—50 cm 土壤 pH 值增加了 0.4 个单位; 表层和底层脱盐率分别达到 86.4% 和 88.2%, 碱化度分别降低了 75.4% 和 53.8%; 柽柳对土壤盐分离子表现出选择吸收性, Na^+ 和 Cl^- 降幅高于 Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} 。柽柳在深度 0—25 cm, 距离树干 0—15 cm 范围内, 形成“低盐、低 pH 值、高有机质”的优化区域。确定合理的柽柳配置方案, 充分发挥其生物和非生物功能, 是土壤理化性质向良性循环方向发展的关键。

关键词: 柽柳; 盐碱土; 全盐含量; 区化特征

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)02-0073-04

中图分类号: S714.8, S156.4

Effects and Partition Characteristics of *Tamarix Ramosissima* on Nutrients and Salt of Saline-alkali Soils

LEI Jin-yin, BAN Nai-rong, ZHANG Yong-hong, WANG Zhang-jun

(Institution of Agricultural Resource and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002, China)

Abstract: In order to study phytoremediation of *Tamarix ramosissima* on saline-alkali soil and its effective range. Total salt and ionic contents of saline-alkali soils and characteristics of nutrient partition were analyzed based on field comparative test with saline-uncultivated land as CK. The results show that *Tamarix* increased nutrient contents of the saline-alkali soils, but decreased pH, total salt and ionic contents. Compared with CK, soil organic matter (SOM), available N, and available P at surface(0—20 cm) increased 30.5%, 49.8% and 51.4%, respectively, and at sub-layer(20—50 cm) increased 78.8%, 21.3% and 25.0%, respectively. The pH value was 0.3 units lower than CK at surface layer(0—20 cm), but was 0.4 units higher at sub-layers(20—50 cm). The desalination rate at surface layer and sub-layer were 86.4% and 88.2%, respectively, while ESP decreased 75.4% and 53.8%, respectively. Meanwhile, *Tamarix* exhibited selective absorption for Na^+ and Cl^- , with a significant higher reduction amplitude than other ions, such as Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ and SO_4^{2-} . An optimizing region with “lower total salt, lower pH and higher SOM” was formed in a layer of 0—25 cm depth within 15 cm to *Tamarix*. An reasonable *Tamarix* arrangement that could fully realize its biological and non-biological functions will be the key to improve physical and chemical properties of saline-alkali soils for sustainable development.

Keywords: *Tamarix ramosissima*; saline-alkali soil; soil total salt; characteristics of partition

盐碱胁迫是当前影响农业生产和土地生产力的最主要胁迫因子。据资料, 全球 25% 的土地面积受盐渍化影响^[1-3]。我国盐渍化面积约为 1.00×10^8 hm^2 , 约占全球盐碱地面积的 10%。在基本农田保护

过程中, 随着人口增长和国民经济的不断发展, 人增地减的问题日益突出, 盐碱地改良利用成为热点问题。盐渍化土地兼有地势平坦且灌溉之便, 是新增耕地重要的后备土地资源, 盐碱地的改良利用是确保全

收稿日期: 2010-07-27

修回日期: 2010-08-26

资助项目: 国家科技支撑课题“河套地区耐盐植物筛选及应用示范研究”(2007BAC08B04); 宁夏回族自治区自然科学基金(NZ0972)

作者简介: 雷金银(1981—), 男(汉族), 宁夏自治区西吉县人, 博士, 主要从事水土保持与土壤侵蚀等方面研究。E-mail: leijinyin@yahoo.com.cn.

通信作者: 班乃荣(1958—), 男(汉族), 山东省平邑县人, 研究员, 主要从事土壤改良研究。E-mail: bannr@sina.com.

国 $1.20 \times 10^8 \text{ hm}^2$ 耕地的“红线”不被突破的重要举措。长期以来,在盐碱地改良措施上,先后提出了“种稻改碱”农业改良措施;“灌水洗盐”工程改良措施;以及利用石膏、氯化钙、工业废酸、燃煤烟气脱硫物等化学改良措施^[5]。这些措施见效快,取得了显著成果。但是改良成本高,资源耗费大,且产生养分流失、污染下游、改良效果不稳定容易返盐等问题。以生物利用为核心的技术是未来盐碱地改良修复的突破口。当前,大量研究主要集中在对耐盐植物的筛选及其耐盐基因的研究^[7-8]。而对于生物利用过程中,耐盐植物对盐碱地的水土环境效应的影响研究较少,且主要集中在耐盐牧草方面^[9-18]。柽柳(*Tamarix ramosissima*)以其独特的生物及生理生态学特性和重要的社会、经济和生态作用引起人们的重视,对于区域生态环境的维护和建设具有重要作用,深刻地影响着我国西部干旱区生态环境的稳定。因此,开展柽柳对盐

碱土养分、盐分变化影响的研究,探讨柽柳对土壤性质影响的“作用范围”,以期为盐碱地生物改良过程中合理选择植物种类,优化优势资源配置和实现高效利用提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

石嘴山市惠农区地处鄂尔多斯台块与阿拉善台块之间,位于宁夏回族自治区最北端。东邻黄河,西依贺兰山,区属大陆性气候,春旱升温快,夏季昼夜温差大,秋季天高气爽,冬冷降雪少。全年干旱少雨,年平均气温 $8.2 \text{ }^\circ\text{C}$,年降水量 243.1 mm ,年平均蒸发量 2443.5 mm 。日照充足,热量丰富,年平均日照时数 3000 h 以上,日照率 70% ,太阳辐射年总量 $145.48 \times 4.187 \text{ kJ/cm}^2$ 。地处引黄灌区末梢,地下水位高,致使盐碱土及盐渍化土地大面积分布(表 1)。

表 1 试验点表层 0—20 cm 土壤性质

盐碱地类型	pH 值	全盐/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱化度 ESP/ %	有机质/ ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱解氮/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效磷/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
盐土	7.90~8.47	5.71~10.70	5~18	3.48~13.60	11.9~29.3	3.5~6.2	86.4~173.0

1.2 试验设计

选择石嘴山市惠农区典型盐碱地为研究对象,以盐碱荒地作为对照,种植树龄为 2 a 的柽柳为样地,进行大田对比试验研究,重复 3 次,田间灌水、施肥等管理一致。

1.3 观测项目与方法

土样采取。采用同心圆的方法,以柽柳为圆心,在其周围 0, 10 和 20 cm 处分别采样。在 2009 年秋季 10 月 9 日分别采取土样,采样深度 50 cm,分 2 层(0—20cm, 20—50 cm),用于室内分析。测定土壤肥力指标及盐分含量,包括:全盐、pH 值、有机质、速效钾、速效氮、速效磷、碱化度及盐分等指标。采用常规测定方法测定,参见农化分析^[19]。采用 Excel 和 Surfer 8.0 软件进行数据分析处理。

2 结果与分析

2.1 土壤养分动态变化

由表 2 可以看出,土壤养分含量随着土壤深度的增加而降低,种植柽柳能够有效提高盐碱地土壤有机质、碱解氮和速效磷含量,与对照相比,表层 0—20 cm 土壤 3 者分别增加 30.5% , 48.9% , 51.4% ; 底层 20—50 cm 土壤,3 者分别增加 78.8% , 21.3% , 25.0% 。对速效钾影响不大,对照与样地含量相当,甚至在底层 20—50 cm 有所下降。这与土壤质地富含速效钾及种植过程中钾肥的投入量较少有关。通过耐盐植物柽柳种植,改善盐碱土土壤结构,同时经过植物根系生长的物理穿插作用以及作物新陈代谢等化学作用,有利于改善盐碱土,提高土壤肥力。

表 2 柽柳对土壤养分的影响

处理	土层深度/cm	有机质/($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)	碱解氮/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效磷/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	速效钾/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
荒地	0—20	6.83 ± 0.25	21.7 ± 0.90	3.7 ± 0.24	137 ± 0.47
	20—50	3.02 ± 0.76	13.6 ± 0.87	3.2 ± 0.24	98.9 ± 0.78
柽柳	0—20	8.91 ± 0.21	32.3 ± 0.66	5.6 ± 0.37	141.0 ± 0.82
	20—50	5.40 ± 0.65	16.5 ± 0.33	4.0 ± 0.43	95.0 ± 0.47

2.2 柽柳对土壤盐分的影响

2.2.1 柽柳对土壤 pH 值,全盐和碱化度的影响
从剖面分布来看,对照处理下土壤 pH 值表现为表层

比底层高,而种植柽柳处理下表层比底层低,与之相对应,碱化度也表现出相同的趋势,全盐含量在不同处理下各层次都表现为规律一致,表层高于底层(图 1)。与

对照相比, 种植柽柳表层土壤 pH 值降低 0.3 个单位, 但是增加了底层 20—50 cm 土壤 pH 值 0.4 个单位, 这与植物根系穿插等作用, 造成土壤大孔隙增加, 增

强了盐分向下淋洗作用有关。可溶性盐含量和碱化度都表现为比对照降低, 表层和底层脱盐率分别达到 86.4% 和 88.2%, 碱化度分别降低 75.4% 和 53.8%。

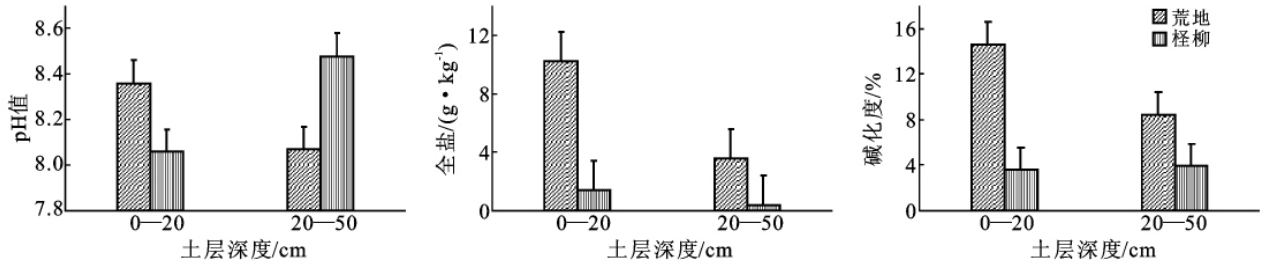


图 1 柽柳对土壤 pH 值, 全盐, 碱化度的影响

2.2.2 柽柳对土壤盐分离子的影响 由表 3 可知, 试验区阳离子大小顺序为: Ca²⁺ > Na⁺ > Mg²⁺ > K⁺, 阴离子大小顺序为: SO₄²⁻ > Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻ 含量很低, 可忽略不计。从剖面分布来看, 盐离子都表现为表层含量高于底层, 但是种植柽柳处理 Na⁺ 表现表层与底层含量基本一致, 这与柽柳根系穿插作

用提高土壤通透性有关。与对照相比, 种植柽柳降低了土壤盐离子含量, 其中 Na⁺ 和 Cl⁻ 降幅高于其它离子。Ca²⁺, Na⁺, Mg²⁺, K⁺, SO₄²⁻, Cl⁻ 分别降低了 76.6%, 87.1%, 73.6%, 61.9%, 74.9% 和 86.2%; 底层分别降低了 53.3%, 52.6%, 69.0%, 61.5%, 58.4% 和 54.5%。

表 3 土壤盐离子变化

处理	土层深度/cm	阴离子/(cmol·L ⁻¹)		阳离子/(cmol·L ⁻¹)			
		SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
荒地	0—20	15.30±0.22	3.63±0.08	1.40±0.12	5.20±0.12	8.96±0.02	3.41±0.08
	20—50	4.52±0.03	0.88±0.04	0.52±0.08	1.37±0.09	2.46±0.04	1.13±0.04
柽柳	0—20	3.84±0.02	0.50±0.08	0.37±0.04	0.67±0.06	2.10±0.04	1.30±0.08
	20—50	1.88±0.05	0.40±0.09	0.20±0.06	0.65±0.08	1.15±0.12	0.35±0.06

2.3 土壤养分与盐分的区化特征

土壤养分与盐分在柽柳根深度和距离树干远近的二维空间结构中表现出明显的区化特征(图 2)。土壤全盐含量随着根深度的增加而降低, 且距离柽柳越远, 全盐含量越高, 在土层深度在 0—28 cm, 距离大于 15 cm 以外范围内形成“高盐区”。土壤 pH 值随着深度和距离的增加而增加, 土壤 pH 值在土层深度大于

26 cm, 距离柽柳 0~9 cm 范围内形成“低 pH 值区”。土壤有机质随着根深度和距离树干距离的增加有机质含量呈现下降的趋势。土壤有机质在柽柳根深 0—25 cm 和距离树干 0—13 cm 范围内形成“高有机质区”。由此可知, 通过耐盐植物柽柳的种植, 在表层 0—25 cm 范围内, 距离树干 0—15 cm 范围内盐土理化性质得到明显改善。呈现出土壤盐分降低, 肥力提高的趋势。

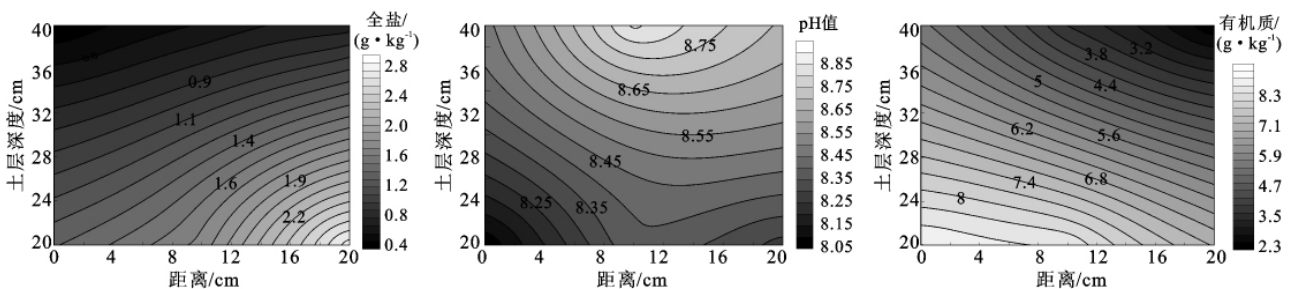


图 2 土壤全盐, pH 和有机质的区化特征

3 结论

耐盐植物在完成其生活史的整个过程中都为改善盐碱土的理化性质作出贡献^[17]。在盐碱地种植耐

盐植物, 通过生理功能及其根系穿插、增加地表覆盖等物理机械作用, 改善土壤结构, 从而使土壤理化性质向良性循环方向发展。任崴、罗廷彬、赵芸晨等人^[5,16-18]通过田菁、星星草、碱茅、苜蓿等耐盐牧草对

盐碱土改良效果的研究表明,土层有机质增加了2.94~4.14 g/kg,碱解氮增加12.11~20.12 mg/kg,速效磷增加2.90~6.13 mg/kg,速效钾增加了48.02~74.36 mg/kg。本研究表明,柽柳能够有效提高盐碱地土壤有机质、碱解氮、速效磷,与对照相比,表层0—20 cm分别增加30.5%,48.9%,51.4%。

耐盐植物被喻为“生物脱盐器”,通过耐盐植物本身的吸收及改善土壤结构增强对盐分淋洗作用改良盐碱土,降低土壤盐分含量^[17]。Ravindrana^[20]研究了碱蓬、海马齿、甘薯、天芥菜、苦荫树及海漆对盐分的吸收,发现通过种植耐盐植物能够降低盐土盐分含量,且植物体内盐分随着种植年限不断增加;并估算了碱蓬和海马齿两种耐盐性较高的植物在生长4个月之内分别能够从盐土中吸收钠盐504和474 kg/hm²。本试验得出了相似结论,种植柽柳降低了土壤pH值,表层0—20 cm和底层20—40 cm脱盐率分别达到86.4%和88.2%,碱化度分别降低75.4%和53.8%。Na⁺和Cl⁻降幅高于其它盐分离子。说明柽柳生长过程中吸收大量的Na⁺和Cl⁻。由此可见,灌木植物对盐碱土的改良机理与草本植物相似,主要通过根系作用来实现,且随着种植年限的增加改良效果趋于明显。但是,不同类型耐盐植物对盐碱土的改良效应,植物耐盐性的高低与改良效应的关系等问题有待进一步深入研究。

在耐盐植物生物和非生物作用下必然导致土壤理化性质的空间异质性,形成一定的区化特征。弋良朋、尹传华等^[21-22]的研究表明,耐盐植物根际土壤养分和盐分呈现聚集效应,这与本研究结果有所不同。本研究表明养分与盐分随着距离柽柳的远近呈现截然相反地变化特征,在距离柽柳较近范围内形成“高有机质区”和“低盐区”,随着距离柽柳越远,有机质逐渐降低,而盐分逐渐增加。究其原因因为土壤盐分的区化特征缘于植物对盐分的选择吸收速率与离子运输速率的不同,当吸收速率大于运输速率盐分含量即降低,当吸收速率小于运输速率盐分含量即增加。这与所研究的盐碱土类型、植物的生长年限及耐盐性等有关,本试验无具体数据进行确切地论证,尚需进一步开展研究。

[参 考 文 献]

- [1] Yeo A R. Predicting the interaction between the effects of salinity and climate change on crop plants [J]. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, 1999,78:159-174.
- [2] Toshio Y, Eduardo B. Developing salt-tolerant crop plants: Challenges and opportunities[J]. *Trends in Plant Science*, 2005,10(12):615-620.
- [3] Ashraf M. Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers[J]. *Biotechnology Advances*, 2009,27: 84-93.
- [4] 黄建成,陈国栋,李鹏.宁夏引黄灌区土壤盐渍化现状与改良[J]. *水土保持研究*,2008,15(6):256-258.
- [5] 任崑,罗廷彬,王宝军,等.新疆生物改良盐碱地效益研究[J]. *干旱地区农业研究*,2004,22(4):211-214.
- [6] 刘阳春,何文寿,何进智,等.盐碱地改良利用研究进展[J]. *农业科学研究*,2007,28(2):68-71.
- [7] 郭艳茹,詹亚光.植物耐盐性生理生化指标的综合评价[J]. *黑龙江农业科学*,2006(1):66-70.
- [8] 吴雪霞,陈建林,查丁石.植物耐盐性研究进展[J]. *江西农业学报*,2008,20(2):11-13.
- [9] 张建峰.盐碱地生态修复原理与技术[M].北京:中国林业出版社,2008:22-25.
- [10] 余美,芮孝芳.宁夏盐碱地改良利用研究进展[J]. *水利水电科技进展*,2006,26(6):85-89,94.
- [11] 班乃荣,陈兴会,张永宏,等.耐盐植物对盐碱地的改良效果试验[J]. *宁夏农林科技*,2004(1):26-27.
- [12] 张永宏.盐碱地种植耐盐植物的脱盐效果[J]. *甘肃农业科技*,2005(3):48-49.
- [13] Qadir M, Qureshi R H, Ahmad N, et al. Salt-tolerance forage cultivation on a saline-sodic field for biomass production and soil reclamation[J]. *Land-Degradation and Development*, 1996, 7(1):11-18.
- [14] 张建锋.盐碱地的生态修复研究[J]. *水土保持研究*, 2008,15(4):74-77.
- [15] 张晓琴,胡明贵.紫花苜蓿对盐渍化土地理化性质的影响[J]. *草业学报*,2004,24(11):31-34.
- [16] 赵芸晨,秦嘉海.几种牧草对河西走廊盐渍化土壤改土培肥的效应研究[J]. *草业学报*,2005,14(6):63-66.
- [17] 李志丹,于友民,泽柏,等.牧草改良盐渍化土壤理化性质研究进展[J]. *草业科学*,2004,21(6):17-20.
- [18] 罗廷彬,任崑,李彦,等.北疆盐碱地采用生物措施后的土壤盐分变化[J]. *土壤通报*,2005,36(3):304-308.
- [19] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,1999.
- [20] Ravindrana K C, Venkatesana K, Balakrishnana V, et al. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2007, 39: 2661-2664.
- [21] 弋良朋,马健,李彦.荒漠盐生植物根际土壤盐分和养分特征[J]. *生态学报*,2007,27(9):3565-3571.
- [22] 尹传华,冯固,田长彦,等.干旱区柽柳灌丛下土壤有机质、盐分的富集效应研究[J]. *中国生态农业学报*, 2008,16(1):263-265.