

# Study on Improvement Effect of Reed on Saline-Alkali Land under Different Straw Treatment Methods

Yangjie Lu<sup>1,2,3,4\*</sup>, Shuguang Wang<sup>1,2,3,4</sup>, Juan Li<sup>1,2,3,4</sup>, Chendi Shi<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

<sup>4</sup>Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi  
Email: \*995915203@qq.com

Received: Oct. 2<sup>nd</sup>, 2019; accepted: Oct. 23<sup>rd</sup>, 2019; published: Oct. 30<sup>th</sup>, 2019

## Abstract

By simulating the environmental conditions of saline-alkali land, the ability of planting reeds to replenish salt in different years and the effect of different returning methods on saline-alkali soil were studied. The results showed that planting reed had good effect on the improvement of saline-alkali land. After the year, the pH value of each treatment soil decreased by about 1.0 compared with the initial value, and the soil conductivity decreased by about 900  $\mu\text{S}/\text{cm}$  compared with the initial value. The soil pH slowly decreased with the increase of planting years, and the soil conductivity decreased mainly in the early planting stage. The change in the later period is not big. The effects of different returning methods on the improvement of saline-alkali land in reeds were mainly manifested in the first year of planting. After the increase of planting years, there was no significant difference in soil pH and conductivity between the three returning methods.

## Keywords

Straw Returning, Reed, Planting Years

# 不同秸秆处理方式下芦苇对盐碱地改良效果研究

卢垟杰<sup>1,2,3,4\*</sup>, 王曙光<sup>1,2,3,4</sup>, 李娟<sup>1,2,3,4</sup>, 师晨迪<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

\*通讯作者。

<sup>2</sup>陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

<sup>3</sup>自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

<sup>4</sup>陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: \*995915203@qq.com

收稿日期: 2019年10月2日; 录用日期: 2019年10月23日; 发布日期: 2019年10月30日

## 摘要

通过模拟盐碱地野外环境条件, 研究了不同年限下种植芦苇的富集盐分的能力及不同还田方式对盐碱土的影响, 结果表明: 种植芦苇对盐碱地的改良具有较好的效果, 种植10年后, 各处理的土壤pH值较初始值下降约1.0, 土壤电导率较初始值下降约900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 其中土壤pH随种植年限增加平缓下降, 土壤电导率的降低主要集中于种植前期, 后期变化不大。不同还田方式对芦苇的盐碱地改良效果影响主要表现在首年种植, 种植年限增加后, 3种还田方式间的土壤pH和电导率无明显差异。

## 关键词

秸秆还田, 芦苇, 种植年限

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

## 1. 引言

盐渍土是全球陆地分布最广泛的一种退化土壤类型之一[1]。根据全国第二次土壤普查数据显示, 我国约有盐碱化土壤  $3.69 \times 10^7 \text{ hm}^2$ , 其中耕地盐碱化面积为  $9.21 \times 10^6 \text{ hm}^2$ , 占到全国耕作土地面积的 6.62% [2] [3] [4]。由于气候和不合理的灌溉制度, 每年发生盐碱化的土地面积仍在增加, 成为世界各国面临的重要威胁之一[5]。土壤发生盐碱退化会降低有效耕地面积锐减、影响作物的产量及品质、影响畜牧业和林业的发展等[6] [7]。如何利用好这些土地资源, 对于解决我国的粮食和农业问题, 具有非常重要的现实意义[8]。

目前, 世界范围内盐碱地的改良方式主要包括: 改变农田土壤微地形的农业工程措施、将盐分大量带出的作物生长的耕作层水利工程措施、施加改良剂的化学改良措施及种植耐盐作物的生物改良措施[4] [9] [10] [11] [12]。研究发现种植芦苇  $2200 \text{ hm}^2$  可每 1 年外运带走盐量  $2.3 \times 10^4 \text{ t}$ , 从而降低土壤盐分。松嫩平原西部盐沼的形成与演化研究表明, 通过种植芦苇可以防治沼泽盐碱化, 降低表层沼泽土壤含盐量 [13] [14] [15] [16]。

本研究模拟野外环境条件, 分别探究了不同年限下种植芦苇的富集盐分的能力及不同还田方式对盐碱土的影响, 旨在为盐碱地长期治理提供直接的理论指导和科学依据。

## 2. 材料与方

### 2.1. 研究区概况

卤泊滩位于陕西省蒲城县西南部, 整个范围西起富平县桃园村, 北纬  $34^{\circ}43' \sim 34^{\circ}50'$ , 东经  $109^{\circ}18' \sim 109^{\circ}42'$ , 东西长约 30 km, 南北宽 1.5~7 km, 总面积约  $8.13 \times 10^3 \text{ hm}^2$ , 要由草甸盐土和盐化潮土组成。卤泊滩属于

半干旱大陆性气候，多年平均降雨量 498 mm，降雨年内分布极不均匀，多集中在 7~9 月份，占全年降雨量的 52.7% [17] [18] [19]。

## 2.2. 研究方法

盐碱土改良中芦苇盐分富集试验小区处理分布如图 1，挖取卤泊滩盐碱土剖面，测定并记录各层深度、容重，采集不同层次的土壤样品，根据剖面特征进行土壤的装填，压实，以保证贴近生产实际，土壤背景值 pH 平均为 9.81，电导率平均为 1200  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 。选择卤泊滩地区长势良好且长势均等的青壮芦苇，连根取下后栽入模型装置内，每个装置内种植芦苇 300 株。穴栽深度 3~5 厘米，每穴种植 5 株，每穴之间间隔均匀。播种后定期检查，发现枯黄死亡芦苇及时拔除补苗。



Figure 1. Distribution map of reed salt enrichment test plot in saline-alkaline soil improvement

图 1. 盐碱土改良中芦苇盐分富集试验小区处理分布图

种植芦苇后进行灌溉，确保灌溉水将土壤浸透后，高于土面 15 cm，即水体深度 15 cm。根据季节及天气状况每隔 5~10 天检查一次模型装置内水面深度，若水体深度低于 5 cm 及时补充灌溉至水体深度 15 cm，10 月~11 月芦苇枯黄收获后停止灌溉。

## 2.3. 样品采集及测试

芦苇收获后进行土壤样品采集，分别采集种植 1 年、3 年和 10 年的盐碱地土壤样品。采集所有模型装置内的土壤样品，采样深度 0~60 cm，每个模型装置内取 3 钻混合。

土壤 pH 采用 pH 计测定；土壤电导率采用电导率仪测定。

## 2.4. 数据分析

差异性分析采用 SPSS 21.0 软件进行分析，采用 Excel2010 进行绘图。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 不同种植年限下芦苇不同还田方式的土壤 pH 与电导率差异性研究

如表 1，种植芦苇首年，不同还田处理的土壤 pH 中 T1 与 T2 接近土壤初始 pH，而 CK 的土壤 pH 已经超出初始值 0.26，这是由于首年施肥及灌溉水质对供试土壤影响超出芦苇的改良效果；不同还田方式下 CK 与 T2、T1 与 T2 间的差异不显著 ( $P < 0.05$ )，CK 与 T2 差异显著 ( $P < 0.05$ )，可能是 T1 与 T2 皆有芦苇还田，芦苇腐烂形成腐殖质，其中胡敏酸等一些酸类物质对土壤 pH 起到了一定的降低效果[20]，而 T1 芦苇粉碎还田形成腐殖质的速度更快，差异与 CK 不还田明显。种植芦苇 3 年后，各还田处理的土壤 pH 在 9.40 左右，均较土壤 pH 初始值 9.81 低，但不同还田方式下的土壤 pH 间的差异并不显著 ( $P < 0.05$ )，表明种植芦苇一定年限后对盐碱地土壤的 pH 有一定的改良效果。种植芦苇 10 年后，不同还田处理的土壤 pH 均较初始值有明显的降低，CK 的土壤 pH 在三种处理中最低，较土壤 pH 初始值低 12.44%；T1 的

**Table 1.** Soil pH of reeds under different returning conditions  
**表 1.** 芦苇不同还田方式条件下的土壤 pH

处理	不还田(CK)	粉碎还田(T1)	直接还田(T2)
2009 (种植 1 年)	10.07 ± 0.06Aa	9.66 ± 0.27Abc	9.76 ± 0.40Aab
2011 (种植 3 年)	9.45 ± 0.12Ba	9.49 ± 0.08Aa	9.37 ± 0.06Ba
2018 (种植 10 年)	8.59 ± 0.73Ca	9.08 ± 0.42Ba	8.99 ± 0.28Ba

注: 不同小写字母表示同一行之间的差异显著性( $P < 0.05$ ); 不同大写字母表示同一列之间的差异显著性( $P < 0.05$ )。

土壤 pH 较初始值低 7.44%; T2 的土壤 pH 较初始值低 8.36%, 这可能是由于虽然芦苇还田形成的腐殖质可以降低土壤 pH, 但同时又将芦苇吸收的土壤盐分重新带回土壤, 而 CK 芦苇收割后不还田虽然前期对土壤 pH 的改良效果较 T1 与 T2 差, 但可以带走土壤中的盐分, 长期种植后, 改良效果较好, 不同还田方式下的土壤 pH 间的差异并不显著( $P < 0.05$ )。

CK 处理的不同种植年限下的土壤 pH 间差异均显著( $P < 0.05$ ), 表明芦苇不还田处理下对土壤 pH 的改良效果随种植年限增加一直较好。T1 处理的不同种植年限下的土壤 pH 间种植 10 年与种植 1 年、种植 3 年差异显著( $P < 0.05$ ), 表明芦苇粉碎还田对土壤 pH 的改良效果在种植年限较长的情况下效果较好。T2 处理的不同种植年限下的土壤 pH 间种植 1 年与种植 3 年、种植 10 年差异显著( $P < 0.05$ ), 表明芦苇直接还田对土壤 pH 的改良效果在种植年限较短的情况下效果较好。

**Table 2.** Soil conductivity of reeds under different returning conditions ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )  
**表 2.** 芦苇不同还田方式条件下的土壤电导率 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

处理	不还田(CK)	粉碎还田(T1)	直接还田(T2)
2009 (种植 1 年)	876.00 ± 306.25Ab	1345.20 ± 311.22Aa	1540.80 ± 152.19Aa
2011 (种植 3 年)	426.60 ± 31.15Ba	479.00 ± 168.13Ba	387.00 ± 119.38Ba
2018 (种植 10 年)	253.20 ± 33.71Ba	330.60 ± 92.48Ba	309.20 ± 73.32Ba

注: 不同小写字母表示同一行之间的差异显著性( $P < 0.05$ ); 不同大写字母表示同一列之间的差异显著性( $P < 0.05$ )。

如表 2, 不同还田处理(CK, T1, T2)下不同种植年限的土壤电导率差异性相同, 均为芦苇种植 1 年的土壤电导率与种植 3 年、种植 10 年间差异显著( $P < 0.05$ ), 表明三种还田方式对盐碱地土壤的电导率改良效果均在前期表现较好。

芦苇种植年限为 1 年时, 不同还田处理仅 CK 的土壤电导率低于初始值, 与 T1、T2 差异显著( $P < 0.05$ ), T1 和 T2 的土壤电导率均超出初始值, 其中 T2 的土壤电导率在三种处理中最高, 较初始值高 28.33%, 原因与芦苇种植一年的土壤 pH 相同, 但由于 CK 的芦苇不还田, 植株吸收的盐分未返还土壤, 故土壤电导率有所降低。种植年限为 3 年和 10 年时, 不同还田处理间均无明显差异( $P < 0.05$ ), 这是由于芦苇的脱盐效果在初期表现明显, 后期差异不大。种植 10 年后, 各处理中 CK 的土壤电导率较初始值降低 78.92%; T1 的土壤电导率较初始值降低 72.50%; T2 的土壤电导率较初始值降低 75.24%, 仍是 CK 的表现最好。

### 3.2. 不同种植年限下芦苇不同还田方式的土壤 pH 与电导率变化趋势研究

由图 2 可知, 除首年种植的 CK 处理的土壤 pH 略微上升外, T1 与 T2 处理的土壤 pH 表现出随种植年限增加, 土壤 pH 下降的趋势, 而 CK 处理除种植年限 1 年外, 同样随种植年限增加, 土壤 pH 下降, 且下降的趋势较 T1 与 T2 更快, 在种植年限达到 3 年时, 土壤 pH 与 T1、T2 相差不多, 随着种植年限进一步增加, 土壤 pH 值逐渐低于还田处理, 在三个处理中表现最好。

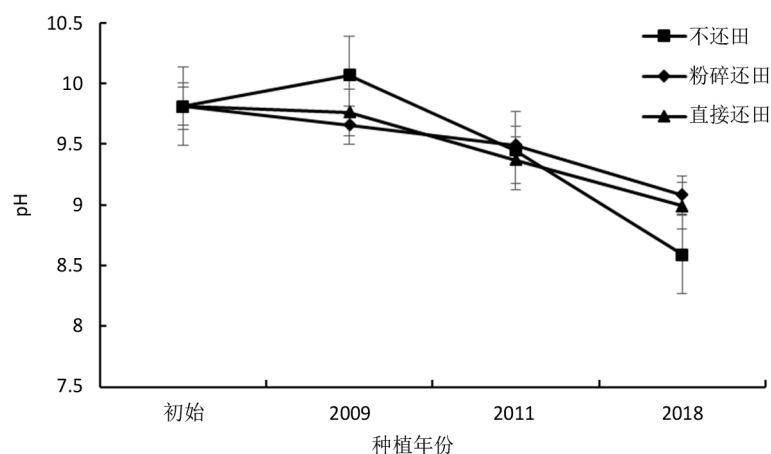


Figure 2. Soil pH change diagram of reed different returning methods  
图 2. 芦苇不同还田方式的土壤 pH 变化图

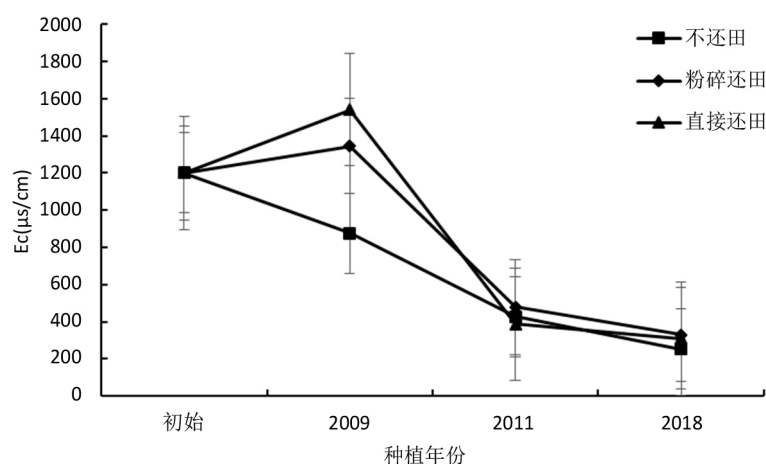


Figure 3. Change of soil conductivity of different returning types of reeds  
图 3. 芦苇不同还田方式的土壤电导率变化图

如图 3, 不同还田处理下芦苇不同年限的土壤电导率值变化趋势与土壤 pH 有所不同。其中, CK 处理随种植年限增加, 其土壤电导率值不断降低, 但降低的趋势越来越慢, 最终会趋于一个较低的值。TI 与 T2 处理的土壤电导率值则在种植年限为 1 年时较初始值有所升高, 原因见 2.1, 随后的变化趋势与 CK 相同, 三种处理的土壤电导率值均在种植前三年下降较多, 种植后期的土壤电导率值虽同样有所下降, 但下降趋势较缓。

#### 4. 讨论与结论

种植耐盐能力较强的盐生植物能对土壤中的盐分进行吸附转移, 起到改良盐渍化的作用[21]。研究表明, 种植芦苇可以对盐碱地的改良起到较好的效果。随着芦苇种植年限的增加, 盐碱地土壤的 pH 和电导率逐渐降低, 虽不还田处理的土壤 pH 和直接还田、粉碎还田的土壤电导率在种植初期有略微的上升, 这是由于芦苇种植初期的吸盐效果不明显, 没有施肥及灌溉水质对土壤的影响大, 但种植年限增加后, 土壤的脱盐效果较明显。

不同还田处理的土壤电导率和 pH 在芦苇种植年限为 1 年时有略微的差异, 但随着芦苇种植年限增加, 不同还田处理间的差距逐渐减小, 无明显差异。

## 参考文献

- [1] 王遵亲, 祝寿泉, 俞仁培, 等. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [2] 俞仁培, 陈德明. 我国盐渍土资源及其开发利用[J]. 土壤通报, 1999, 30(4): 158-159.
- [3] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 837-845.
- [4] 卢垟杰. 滴灌施肥条件下不同种植方式对盐碱地土壤水盐和养分运移的影响[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2018.
- [5] 赵明范. 世界土壤盐渍化现状及研究趋势[J]. 世界林业研究, 1994(1): 84-86.
- [6] Estrada, B., Barea, J.M., Aroca, R. and Ruiz-Lozano, J.M. (2012) A Native *Glomus intraradices* Strain from a Mediterranean Saline Area Exhibits Salt Tolerance and Enhanced Symbiotic Efficiency with Maize Plants under Salt Stress Conditions. *Plant and Soil*, **366**, 333-349. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1409-y>
- [7] 郭建忠. 不同滴灌水量和种植方式对盐碱土水盐运移和牧草生长的影响[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原理工大学, 2017.
- [8] 韩斌. 我国盐碱地改良技术发展研究概况[J]. 吉林农业, 2013(7): 9.
- [9] 周和平, 张立新, 禹锋, 等. 我国盐碱地改良技术综述及展望[J]. 现代农业科技, 2007(11): 159-161+164.
- [10] 陈影影, 符跃鑫, 张振克, 等. 中国滨海盐碱土治理相关专利技术评述[J]. 中国农学通报, 2014, 30(11): 279-285.
- [11] 赵可夫, 范海, 江行玉, 等. 盐生植物在盐渍土壤改良中的作用[J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8(1): 31-35.
- [12] 赵可夫, 李法曾, 樊守金, 等. 中国的盐生植物[J]. 植物学通报, 1999, 16(3): 10-16.
- [13] 吴林川, 孙婴婴. 芦苇对盐渍地土壤盐分改良及分布规律的影响[J]. 西部大开发(土地开发工程研究), 2017, 2(9): 42-48.
- [14] 张露, 韩霁昌, 马增辉, 等. 芦苇不同生育期盐碱土离子含量动态变化研究[J]. 水土保持研究, 2016, 23(4): 38-42.
- [15] 王立艳, 潘洁, 肖辉, 程文娟, 杨勇. 种植耐盐植物对滨海盐碱地土壤盐分的影响[J]. 华北农学报, 2014, 29(5): 226-231.
- [16] 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.
- [17] 郭雪蕊, 黄领梅, 沈冰. 陕西卤泊滩改良盐渍农田实际蒸散发估算方法比较[J]. 水资源与水工程学报, 2017, 28(3): 239-243.
- [18] 李进. 盐碱地沟渠湿地水文水质特性初步研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安理工大学, 2010.
- [19] 韩霁昌, 解建仓, 朱记伟, 王涛. 陕西卤泊滩盐碱地综合治理模式的研究[J]. 水利学报, 2009, 40(3): 372-377.
- [20] 崔婷婷, 窦森, 杨铁囡, 陈丽珍, 黄毅, 王瑞丽. 秸秆深还对土壤腐殖质组成和胡敏酸结构特征的影响[J]. 土壤学报, 2014, 51(4): 718-725.
- [21] 廖岩, 彭友贵, 陈桂珠. 植物耐盐性机理研究进展[J]. 生态学报, 2007, 27(5): 2077-2089.