

The Amelioration and Fertilization Effects of Different Organic Manure on Saline-Alkali Original Soil under Paddy Cultivation Conditions

Zhirong Yin, Jiancheng Huang, Yun Luo, Linguo Gui*

Institute of Agricultural Resources and Environment, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Ningxia Yinchuan

Email: yinzhirong1982129@126.com, * guilinguo2002@163.com

Received: May 21st, 2015; accepted: Jun. 9th, 2015; published: Jun. 15th, 2015

Copyright © 2015 by authors 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

Abstract

Against the problem of Ningxia Pingluo Xidatan saline-alkali wildlands utilization, this paper studied the effects of applying different organic manure application on the soil amelioration, rice growth and yield. The results showed that, comparing with the chemical fertilizer, five kinds organic manure mixed chemical fertilizer treatment significantly improved and enhanced the saline-alkali soil. Among them, bio-organic fertilizer mixed chemical fertilizer treatment significantly ($p < 0.05$) increased soil organic matter and N, P and K nutrient content, reduced the total salt and exchangeable sodium content of 0 - 20 cm soil, extremely significantly ($p < 0.01$) reduced the soil pH, and effectively improved the soil activity. Rice production reached 7290 kg/ha, increasing 295%.

Keywords

Organic Manure, Saline-Alkali Soil, Rice, Soil Amelioration

稻作条件下不同有机肥对盐碱原土的改良培肥效应

尹志荣, 黄建成, 罗 昫, 桂林国*

*通讯作者。

宁夏农林科学院农业资源与环境研究所, 宁夏 银川
Email: yinzhirong1982129@126.com, * guilinguo2002@163.com

收稿日期: 2015年5月21日; 录用日期: 2015年6月9日; 发布日期: 2015年6月15日

摘要

针对宁夏平罗西大滩盐碱荒地改良利用问题, 研究了施用不同有机肥后对盐碱土壤的改良状况及对水稻生长和产量的影响。结果表明: 与单施化肥相比, 5个有机肥配施化肥处理均有显著改良提升盐碱土的效果。其中, 化肥配施生物有机肥处理显著($p < 0.05$)提高了土壤有机质和碱解氮、速效磷、速效钾养分含量, 降低了0~20 cm土壤全盐和交换性钠的含量, 极显著($p < 0.01$)的降低了土壤pH值, 有效改善了土壤活性。水稻产量达到7290 kg/ha, 增产295%。

关键词

有机肥, 盐碱土, 水稻, 土壤改良

1. 引言

土壤盐碱化和次生盐碱化是世界灌溉农业可持续发展的主要制约因素, 盐碱地的开发及治理改良工作一直是关注的重点[1]。我国在盐碱土治理方面由原来的单项措施逐渐转变为综合措施[2]。宁夏平罗县西大滩是宁夏境内土壤盐碱最重的地区之一, 总面积 26.25 万亩, 占全县总面积的 8.39%。其地势低洼、地坡缓、排水条件差, 分布有大面积的盐土和白僵土。虽经过多年的改造治理, 部分盐碱地已变成良田耕地, 但仍有大部分盐碱荒地亟待改良利用, 这对提高该地区农业生产及改善生态环境具有重要的意义。

大量的科研和生产实践证明, 种稻是改良利用盐碱地最佳途径之一[3]-[7]。合理施肥是实现盐碱地水稻稳产高产的重要农艺措施之一, 但过度施用及不合理施用均有加剧土壤盐渍化程度的可能。有机肥具有供应养分和改良土壤的双重作用, 近年来, 关于有机肥促进脱盐, 提高肥力和增产的作用, 已有不少报道[8]-[11]。种种现象表明, 施用有机肥在创造良好的根际生态环境、改善土壤理化性质、提高土壤供肥能力、抑制病虫害发生及减少农药污染等方面具有重要作用。

本试验以西大滩盐碱原土为研究对象, 在施用脱硫石膏的基础上, 设置不同有机肥处理, 研究分析稻作条件下不同处理对盐碱土壤培肥及脱盐效果的影响程度, 以期筛选出改良培肥盐碱土更为合理有效的方式, 为盐碱地的改良与综合利用提供参考。

2. 材料与方法

2.1. 供试材料

试验于 2014 年在宁夏平罗西大滩前进农场七队盐碱荒地上进行, 平均海拔 1100 mm。该区年均温 8.5~13.9℃, 年均降水量 193 mm, 主要集中在 7~9 月, 年蒸发量 1875 mm, 全年无霜期为 220 d。试验地土壤为粉(砂)质粘壤土, 根层土壤养分含量为有机质 6.19 g/kg, 碱解氮 17.9 mg/kg, 速效磷 4.61 mg/kg, 速效钾 260.5 mg/kg, 土壤 pH 8.9, 全盐 6.04 g/kg。参试水稻品种为吉特 605。

2.2. 试验设计

设置 6 个处理, 其中 5 个有机肥处理均配施化肥, 化肥为尿素、磷酸二胺、硫酸钾、硫酸锌。各处理

分别为：1) 化肥(NPKZn)对照，2) 化肥 + 生物有机肥，3) 化肥 + 商品有机肥，4) 化肥 + 羊粪，5) 化肥 + 秸秆，6) 化肥 + 腐殖酸复合肥。小区面积 84 m²，重复 3 次，随机区组排列。肥料施用量：脱硫石膏 30,000 kg/ha、纯 N 225 kg/ha、P₂O₅ 180 kg/ha、K₂O 75 kg/ha、硫酸锌 22.5 kg/ha、生物有机肥 1200 kg/ha、商品有机肥 1290 kg/ha、秸秆 15,000 kg/ha、腐殖酸复合肥 1125 kg/ha、羊粪 30,000 kg/ha。施用方法：脱硫石膏冬灌前结合整地翻耕施入，化肥、生物有机肥及羊粪播前基施，N 肥 70%基施，30%追施。

试验于 2014 年 5 月 4 号施肥翻地，5 月 7 日灌水(引黄河水灌溉，生育期总灌水 10 次)，5 月 19 日播种(早直播，亩播量 25 kg)，10 月 12 日收获。

2.3. 测试项目和方法

于水稻收获后当天采集根层土壤(0-20 cm)，3 次重复，测定土壤理化性质与土壤微生物区系情况，土壤理化性质的测定参照文献[12]的方法。细菌用牛肉汁蛋白陈琼脂培养基平板混菌法培养测定；真菌用马丁氏琼脂培养基平板混菌法培养测定；放线菌用高氏 1 号琼脂培养基平板混菌法或淀粉按培养基稀释平板法培养测定。

2.4. 数据处理

采用 Excel 软件统计分析试验数据，利用 DPS 7.05 进行方差分析。

3. 结果与分析

3.1. 不同有机肥对盐碱土有机质及速效养分的影响

由表 1 可知，收获后不同有机肥处理土壤有机质及速效养分较试验前均有所提升，其中处理 2 改善效果最明显。方差分析表明，处理 2 的有机质与其他处理差异不显著，处理 1、处理 5 与处理 4 差异显著($p < 0.05$)；处理 2 的碱解氮与处理 1、处理 6 差异显著，与处理 3、处理 4、处理 5 差异不显著；处理 2 的速效钾与其他处理差异均不显著；处理 2 的速效磷与处理 1、处理 3 差异极显著($p < 0.01$)，与处理 4、6 差异不显著，与处理 5 差异显著。与试验前基础土壤相比，处理 2 有机质提高了 44.4%、碱解氮提高了 2 倍、速效钾提高了 27.9%、速效磷提高将近 6 倍；与处理 1 相比，有机质提高了 9.6%、碱解氮提高了 23.4%、速效钾提高了 2.02%、速效磷提高了 16.7%。

3.2. 不同有机肥对盐碱土 pH 值、全盐及交换性钠的影响

由图 1 可看出，不同处理 0~20 cm 土壤 pH 值、全盐、交换性钠均低于处理 1，其中尤以处理 2 pH 值、全盐、交换性钠含量最低，分别降低了 5.0%、56.6%、41.1%。且可看出，对 pH 值，处理 2 与处理 1、处理 4 差异极显著($p < 0.01$)，与处理 3、处理 5 差异不显著，与处理 6 差异显著($p < 0.05$)；对全盐，处理 2 与处理 1、处理 4、处理 5 差异显著，与处理 3、处理 6 差异不显著；对交换性钠，处理 1 与处理 6 差异显著，其他处理间无显著性差异。

3.3. 不同有机肥对盐碱土土壤微生物的影响

由表 2 可知，收获后不同有机肥处理 0~20 cm 土壤的微生物含数量均高于处理 1，且各处理对细菌数量影响较为明显，对放线菌及真菌数量影响较小，其中处理 2 细菌数量、放线菌数量、真菌数量最多，较处理 1 分别增加 237%、95.3%、300%。

3.4. 不同有机肥对水稻产量的影响

由表 3 看出，不同有机肥处理对水稻亩保苗数、千粒重及产量的影响均高于处理 1。其中，处理 2

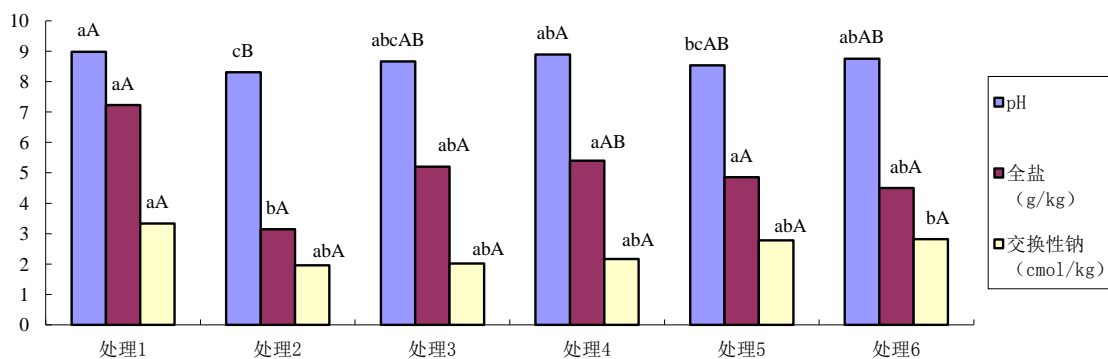


Figure 1. The change situation of 0 - 20 cm soil pH, salinity, exchangeable sodium after harvest
图 1. 收获后 0~20 cm 土壤 pH 值、全盐、交换性钠的变化情况

Table 1. The change situation of 0 - 20 cm soil organic matter and available nutrients after harvest
表 1. 收获后 0~20 cm 土壤有机质及速效养分变化情况

处理	有机质 g/kg	碱解氮 mg/kg	速效钾 mg/kg	速效磷 mg/kg
1	8.16 ± 0.55bA	27.53 ± 0.84aA	326.7 ± 20.82aA	23.22 ± 2.49cC
2	8.94 ± 0.45abA	36.95 ± 9.20bA	333.3 ± 15.28abA	27.10 ± 9.33bB
3	7.83 ± 0.89abA	28.26 ± 9.22bcA	330.0 ± 15.52abA	19.29 ± 2.75aA
4	8.16 ± 2.29aA	31.88 ± 6.32abcA	313.3 ± 35.11abA	23.97 ± 17.39bAB
5	8.25 ± 0.49bA	29.95 ± 0.84abA	326.7 ± 5.77abA	23.93 ± 12.42aAB
6	8.73 ± 1.60abA	34.78 ± 2.89cA	333.3 ± 25.16abA	28.85 ± 14.05abB

注：表中数据为平均值 ± 标准差，同列数据后凡是有一个相同大、小写字母者，分别表示在 0.01、0.05 水平差异不显著。

Table 2. The 0 - 20 cm soil microbial situation after harvest
表 2. 收获后 0~20 cm 土壤微生物情况

处理	细菌 cfu/g	放线菌 cfu/g	真菌 cfu/g
1	26.7 × 10 ⁴	1.47 × 10 ⁴	0.2 × 10 ⁴
2	90.0 × 10 ⁴	4.63 × 10 ⁴	1.2 × 10 ⁴
3	44.3 × 10 ⁴	2.93 × 10 ⁴	1.2 × 10 ⁴
4	63.3 × 10 ⁴	2.87 × 10 ⁴	1.1 × 10 ⁴
5	46.5 × 10 ⁴	2.63 × 10 ⁴	0.7 × 10 ⁴
6	73.3 × 10 ⁴	2.37 × 10 ⁴	0.3 × 10 ⁴

Table 3. Rice production situation
表 3. 水稻产量情况

处理	亩保苗数(万株)	较对照增加(%)	千粒重(kg)	较对照增产(%)	产量(kg/ha)	较对照增产(%)
1	10.9	/	15.68 + 2.42cA	/	1845 + 6.35bA	/
2	13.2	21.1	20.67 + 2.15aA	31.8	7290 + 7.84aA	295
3	12.9	18.3	19.74 + 2.31abA	25.9	4455 + 7.62abA	141
4	11.7	7.3	19.67 + 1.90abcA	25.4	3495 + 2.09abA	89.4
5	12.5	14.7	16.42 + 1.66bcA	4.7	5280 + 14.4abA	186.2
6	12.2	11.9	18.57 + 2.88abcA	18.4	2940 + 2.0abA	59.3

注：表中数据为平均值 ± 标准差，同列数据后凡是有一个相同大、小写字母者，分别表示在 0.01、0.05 水平差异不显著。

的千粒重与处理 1、处理 5 差异显著，与其他处理差异不显著；处理 2 的产量仅与处理 1 差异显著。相比处理 1，处理 2 亩保苗数增加了 21.1%、千粒重增加了 31.8%、产量增加了 295%。

4. 小结与讨论

西大滩盐碱荒地存在的主要问题是地下水位高，土壤脱盐后返盐明显且速度快，同时土壤湿度大、通透性差，严重影响作物的出苗和生长。在不采取任何改良措施的情况下，种植作物一般难以成活。

本试验在设置排盐沟、深松耕、施用脱硫石膏等措施的基础上得以进行。有研究表明，在盐碱地改良的过程中化学肥料和有机肥混合施用可明显增加作物产量和改善土壤肥力[13] [14]。2014 年研究结果表明，稻作条件下不同有机肥对盐碱原土的改良培肥效果达到了显著水平，其中以化肥配施生物有机肥对盐碱原土改良培肥的贡献最大，提升有机质、增加速效养分、降低了土壤 pH、全盐及交换性钠的含量、改善土壤活性，产量增加 295%。对于商品有机肥和腐殖酸复合肥对土壤改良及水稻产量提高的影响有待于进一步的研究。

基金项目

国家科技支撑计划项目(2013BAC02B05)资助。

参考文献 (References)

- [1] 柯夫达 B A., 著, 席承藩, 等, 译 (1957) 盐渍土的发生演化. 北京科学出版社, 北京.
- [2] 张凌云, 赵庚星, 徐嗣英, 徐得芳, 王智华 (2005) 滨海盐渍土适宜土壤盐碱改良剂的筛选研究. *水土保持学报*, **3**, 21-23, 28.
- [3] 王春裕 (2002) 论盐渍土之种稻生态改良. *土壤通报*, **2**, 94-95.
- [4] 王素丽, 苗永建 (2011) 盐碱地种稻改良土壤的调控. *吉林农业*, **6**, 131.
- [5] 张学军 (1994) 宁夏银北地区种稻改良利用盐碱地的技术措施探讨. *盐碱地利用*, **4**, 11-12.
- [6] 王云贺, 王志春, 杨帆, 梁正伟, 安丰华 (2013) 不同改良物质对苏打碱土盐碱度及水稻生长的影响. *华南农业大学学报*, **4**, 445-449.
- [7] 田蕾, 王彬, 张雪艳, 王娜, 普正菲, 董艳, 许兴 (2014) 脱硫石膏改良盐碱土对水稻秧苗素质、根系特征及质膜透性的影响. *广东农业科学*, **21**, 1-6.
- [8] 刘海英, 崔长海, 赵倩, 郭净净, 张东玲, 范念斯 (2011) 施用有机肥环境下盐胁迫小麦幼苗长势和内源激素的变化. *生态学报*, **15**, 4215-4224.
- [9] 李丙奇, 孙克刚, 金辉, 李永宽 (2009) 有机无机肥配合施用对小麦、玉米等作物品质改善的试验研究. *磷肥与复肥*, **1**, 87-88.
- [10] 王晓娟, 贾志宽, 梁连友, 丁瑞霞, 王敏, 李涵 (2012) 不同有机肥量对旱地玉米光合特性和产量的影响. *应用生态学报*, **2**, 419-425.
- [11] 宇万太, 姜子绍, 马强, 周桦 (2009) 施用有机肥对土壤肥力的影响. *植物营养与肥料学报*, **5**, 1057-1064.
- [12] 鲁如坤 (1999) 土壤农业化学分析方法. 中国农业科技出版社, 北京.
- [13] Hao, M.D., Fan, J. and Wei, X.R. (2005) Effect of fertilization on soil fertility and wheat yield of dry land in the Loess Plateau. *Pedosphere*, **15**, 189-195.
- [14] Zhang, S.X., Li, X.Y. and Li, X.P. (2004) Crop yield, N uptake and nitrates in a fluvo-aquic soil profile in a long term fertilizer experiment. *Pedosphere*, **14**, 131-136.