

沿黄地区盐碱地种植水稻土壤理化性质的比较

董起广¹, 何振嘉², 高红贝¹, 雷娜¹, 樊建琼²

(1. 陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安 710075; 2. 陕西地建渭北土地工程有限责任公司, 陕西 西安 712000)

Comparison on soil physicochemical properties of saline and alkaline land planted with *Oryza sativa* in the area along the Yellow River DONG Qiguang¹, HE Zhenjia², GAO Hongbei¹, LEI Na¹, FAN Jianqiong² (1. Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group, Co., Ltd., Xi'an 710075, China; 2. Weibei Land Engineering Co., Ltd. of Shanxi Land Construction Group, Xi'an 712000, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2017, 26(2): 110-112

Abstract: The changes of soil physicochemical properties of saline and alkaline land planted with *Oryza sativa* Linn. in the area along the Yellow River in Dali County of Shaanxi Province were investigated. The results show that during the process of planting *O. sativa*, compared with the control field (unplanted with *O. sativa*), pH value and electrical conductivity of soil in field planted with *O. sativa* at filling stage decrease by 0.37 and 0.36 dS · m⁻¹, respectively, and contents of organic matter and available phosphorus in soil increase by 1.31 g · kg⁻¹ and 2.21 mg · kg⁻¹, respectively, while contents of clay, grit and total nitrogen in soil change a little. The above results show that planting *O. sativa* in saline and alkaline land in the area along the Yellow River can improve the quality of soil and land utilization. In order to obtain more reliable results, planting *O. sativa* for long time and extending continuous monitoring time are recommended in future.

关键词: 盐碱地; 土壤质量; 沿黄地区; 水稻

Key words: saline and alkaline land; soil quality; the area along the Yellow River; *Oryza sativa* Linn.

中图分类号: S156.4⁺5 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2017)02-0110-03

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2017.02.15

土壤盐碱化是一个世界性的问题,中国盐渍土面积为 3.47×10⁵ km²(不包括滨海滩涂)^[1]。陕西省沿黄地区分布有大面积盐碱地,该地区土地利用极率低。盐碱地治理通常采用水利工程、化学改良和生物改良等措施^[2-4],植物改良技术因具有费用少、见效快以及在改善大面积盐碱土的同时能获得经济效益等优点而受到广泛关注。已有的在盐碱地区种植水稻(*Oryza sativa* Linn.)的研究集中在不同改良剂对盐碱地的改良效果及对水稻产量的影响,盐分胁迫对水稻生长的影响以及作物收获还田后对盐碱地的改良等方面^[5-7]。Hussain等^[8]研究了水稻在盐碱地的耐盐机制;罗新正等^[9]认为,连续多年采用种稻模式进行单纯性洗排盐碱可明显降低松嫩平原盐碱地表层土壤的含盐量。有关沿黄地区盐碱地利用的研究多以池塘养殖为主,而采用水稻种植对其进行改良的研究却鲜有报道^[10-11]。

本文针对陕西沿黄地区盐碱地的实际情况,通过前期简单的工程手段后,以种植水稻为主要措施,研究水稻不同生育期土壤理化性质的动态变化,以期为该地区盐碱地的改良和利用提供理论依据。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于陕西省大荔县东部黄河西岸滩地内,地理坐标为东经 110°10'32"~110°12'55"、北纬 34°54'03"~34°55'54",属黄河漫滩和一级阶地,地面标高 335~340 m,区内地势基本平坦,由北向南略微倾斜,土壤质地为粉壤土,土质松软。研究区外部西侧为黄土台塬,研究区易接受黄土台塬地下水的侧向径流补给和汛期黄河侧渗补给,地下水位较浅,该地区排泄以垂直蒸发为主,地下水矿化度增高,地表积盐形成盐渍土^[12]。

1.2 研究方法

于 2015 年 5 月末种植水稻,水稻种植前进行土地平整和 1 次灌水洗盐。根据研究区地势变化和面积大小,划分成 6 个田块,每个田块面积为 20 m×20 m,其中 5 个田块种植水稻作为重复,每平方米种植水稻 23 莩,剩余的 1 个田块作为对照,未种植水稻且不采取任何耕作措施。

收稿日期: 2016-07-25

基金项目: 陕西省重点科技创新团队计划项目(2016KCT-23)

作者简介: 董起广(1988—),男,河北邢台人,硕士,助理工程师,主要从事水文水资源和土地工程方面的研究。

每个田块随机选取 3 个采样点, 采样深度为 0~15 cm, 分别于水稻的分蘖期、长穗期和结实期取样。所采土样经风干后, 依次过孔径 2 和 0.149 mm 筛, 备用。按质量比 1:5 配置水土混合液, 经离心后得到清液, 然后分别采用 pH 计和电导率仪测定土壤的 pH 值和电导率; 土壤中粘粒和砂粒含量采用 Mastersizer 2000 激光粒度分析仪(英国马尔文仪器有限公司)测定^[13]; 有机质含量采用 NY/T 1121.6—2006 中的重铬酸钾法测定; 全氮含量采用 CleverChem200 全自动化学间断分析仪(德国 Dechem-Tech.GmbH 公司)测定; 有效磷含量采用碳酸氢钠提取-钼锑抗比色法^[14]测定。

1.3 数据分析

利用 EXCEL 2007 软件进行数据分析和计算。

2 结果和分析

沿黄地区盐碱地种植水稻田块和对照田块(未种植水稻)的土壤理化指标见表 1。

2.1 土壤 pH 值和电导率的变化

由表 1 可以看出: 随着水稻种植时间的延长, 种植水稻田块和对照田块的土壤 pH 值均呈先升高后降低的趋势。在水稻的分蘖期、长穗期和结实期, 种植水稻田块的土壤 pH 值分别为 7.78、8.42 和 8.18, 空间变异系数分别为 1.84%、1.84% 和 2.72%, 空间变异性较小。其中, 结实期种植水稻田块的土壤 pH 值较对照田块下降了 0.37。水稻在 pH 值大于 9.6 时存活率才开始下降^[15], 本研究区土壤 pH 值满足水稻的生长需求。

水稻结实期种植水稻田块的土壤电导率较分蘖期略有降低, 由 1.52 dS·m⁻¹ 下降到 1.29 dS·m⁻¹, 而对照田块土壤电导率由 1.54 dS·m⁻¹ 上升至 1.65 dS·m⁻¹。结实期种植水稻田块土壤电导率较对照田块下降了 0.36 dS·m⁻¹。3 个时期

种植水稻田块土壤电导率的空间变异系数分别为 44.15%、33.39% 和 46.85%, 空间变异性较大。由此可见, 水稻可通过离子吸收在一定程度上降低土壤中盐分含量。

2.2 土壤机械组成的动态变化

由表 1 还可以看出: 随着水稻种植时间的延长, 种植水稻田块和对照田块土壤中粘粒含量均呈先降低后升高的趋势。在水稻的分蘖期、长穗期和结实期, 种植水稻田块土壤中粘粒含量分别为 0.52%、0.46% 和 0.49%, 空间变异系数分别为 41.59%、21.50% 和 31.12%, 空间变异性较大; 而对照田块土壤中粘粒含量分别为 0.59%、0.48% 和 0.51%, 种植水稻田块土壤中粘粒含量略有降低。

在水稻的分蘖期、长穗期和结实期, 种植水稻田块土壤中砂粒含量分别为 27.29%、29.61% 和 31.62%, 空间变异系数分别为 24.67%、10.71% 和 13.47%; 而对照田块土壤中砂粒含量分别为 25.65%、28.27% 和 29.81%, 种植水稻田块土壤中砂粒含量略高于对照田块。

2.3 土壤有机质、全氮和有效磷含量的变化

由表 1 还可以看出: 随着水稻种植时间的延长, 种植水稻田块土壤有机质、全氮和有效磷含量均呈逐渐升高的趋势, 且总体上略高于对照田块。在水稻的分蘖期、长穗期和结实期, 种植水稻田块土壤有机质含量分别为 5.72、6.77 和 7.16 g·kg⁻¹, 对照田块土壤有机质含量分别为 5.78、5.81 和 5.85 g·kg⁻¹, 其中, 结实期种植水稻田块土壤有机质含量较对照田块升高了 1.31 g·kg⁻¹; 种植水稻田块土壤中全氮含量分别为 1.44、1.50 和 1.53 g·kg⁻¹, 对照田块土壤中全氮含量分别为 1.41、1.48 和 1.46 g·kg⁻¹, 含量差异较小; 种植水稻田块土壤中有效磷含量分别为 9.67、10.00 和 11.82 mg·kg⁻¹, 对照田块土壤中有效磷含量分别为 9.56、9.62 和 9.61 mg·kg⁻¹, 其中, 结实期种植水稻田块土壤中有效磷含量较对照田块升高了 2.21 mg·kg⁻¹。

表 1 沿黄地区盐碱地种植水稻土壤理化指标的比较 ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 1 Comparison on soil physicochemical indexes of saline and alkaline land planted with *Oryza sativa* Linn. in the area along the Yellow River ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

水稻生育期 Growth period of <i>Oryza sativa</i>	土壤 pH 值 pH value of soil		土壤电导率/dS·m ⁻¹ Electrical conductivity of soil		土壤中粘粒含量/% Clay content in soil		土壤中砂粒含量/% Sand content in soil	
	T	CK	T	CK	T	CK	T	CK
分蘖期 Tillering stage	7.78±0.14(1.84%)	7.76	1.52±0.67(44.15%)	1.54	0.52±0.26(41.59%)	0.59	27.29±6.24(24.67%)	25.65
长穗期 Heading stage	8.42±0.16(1.84%)	8.58	1.58±0.55(33.39%)	1.62	0.46±0.09(21.50%)	0.48	29.61±3.17(10.71%)	28.27
结实期 Filling stage	8.18±0.22(2.72%)	8.55	1.29±0.61(46.85%)	1.65	0.49±0.12(31.12%)	0.51	31.62±4.26(13.47%)	29.81

水稻生育期 Growth period of <i>Oryza sativa</i>	土壤有机质含量/g·kg ⁻¹ Organic matter content in soil		土壤全氮含量/g·kg ⁻¹ Total nitrogen content in soil		土壤有效磷含量/mg·kg ⁻¹ Available phosphorus content in soil	
	T	CK	T	CK	T	CK
分蘖期 Tillering stage	5.72±1.72(30.16%)	5.78	1.44±0.30(20.55%)	1.41	9.67±1.84(19.06%)	9.56
长穗期 Heading stage	6.77±2.57(33.11%)	5.81	1.50±0.20(13.25%)	1.48	10.00±2.19(21.91%)	9.62
结实期 Filling stage	7.16±0.99(12.14%)	5.85	1.53±0.23(14.93%)	1.46	11.82±1.89(31.85%)	9.61

¹⁾ T: 种植水稻田块 Field planted with *Oryza sativa* Linn.; CK: 对照田块(未种植水稻) The control field (unplanted with *O. sativa*). 括号中数据为空间变异系数 Datums in the brackets are spatial variation coefficient.

3个时期种植水稻田块土壤中有机质含量的空间变异系数分别为30.16%、33.11%和12.14%,结实期其空间变异性明显降低;土壤中全氮含量的空间变异系数分别为20.55%、13.25%和14.93%,其空间变异性相对较小;土壤中有效磷含量的空间变异系数分别为19.06%、21.91%和31.85%,结实期其空间变异性增大。

3 讨论和结论

在盐碱地内种植耐盐植物进行土壤改良,主要利用植物生长促进土壤积累有机质,改善土壤结构,降低地下水位,减少土壤中水分的蒸发,从而加速盐分淋洗、延缓或防止积盐返盐^[1]。本研究在沿黄地区盐碱地种植水稻,结实期种植水稻田块土壤的pH值较对照田块(未种植水稻)降低了0.37,电导率降低了 $0.36 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 。这主要是由于水稻在生长过程中吸收土壤中的盐碱类离子,并将盐分积累至地上部分,且植物根系与盐碱土的相互作用可以维持土壤结构,改善土壤团聚性,促进土壤剖面的水运动,从而在一定程度上防止返盐的发生^[16]。

土壤机械组成是反映土壤物理特性的一个综合指标。种植耐盐植物能降低土壤中粘粒含量,增加土壤孔隙度,促进土壤剖面的水运动^{[17]12}。但在本研究中,土壤的机械组成并没有发生明显改变,一是由于该地区粘粒含量本身较低,难以再进一步降低;二是由于种植时间较短,基本不会使土壤机械组成发生质的改变。

土壤中有有机质含量不仅与作物产量和土壤肥力密切相关^[18],还与耐盐植物的种植年限呈正相关^{[17]26}。结实期种植水稻田块土壤中有有机质含量较对照田块增加了 $1.31 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$,说明稻田生态系统改善了土壤的理化性状,提高了土壤微生物量碳,有助于土壤有机质的积累^[19-20]。结实期种植水稻田块土壤中有有机质含量较对照田块增加了 $2.21 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,推测一是由于种植水稻能有效地控制稻田中氮、磷的流失^[21],二是由于种植水稻促使土壤中磷酸盐矿物的溶解和被固定磷的释放^{[17]37}。

综上所述,在沿黄地区盐碱地种植水稻可以改善土壤质量。但本研究中,土壤中粘粒、砂粒以及全氮含量等指标变化较小,建议继续加长监测时间,并增加土壤水稳定性团聚体、微生物量碳和八大离子含量等指标的检测,以获得更加可靠的结论。

参考文献:

[1] 王善仙,刘宛,李培军,等.盐碱土植物改良研究进展[J].中国农学通报,2011,27(24):1-7.

- [2] 周道玮,田雨,王敏玲,等.覆沙改良科尔沁沙地-松辽平原交错区盐碱地与造田技术研究[J].自然资源学报,2011,26(6):910-918.
- [3] 魏由庆.从黄淮海平原水盐均衡谈土壤盐渍化的现状和将来[J].土壤学进展,1995,23(2):18-25.
- [4] 朱琳莹,许修宏,姜虎,等.污泥堆肥对盐碱土壤环境和作物生长的影响[J].水土保持学报,2012,26(6):135-138,146.
- [5] 吕海艳.盐碱胁迫对水稻根系形态特征及产量的影响[D].长春:中国科学院东北地理与农业生态研究所,2014:9-10.
- [6] 郑悦.生物炭与秸秆还田对盐碱地水稻土壤理化性状及产量的影响[D].大庆:黑龙江八一农垦大学农学院,2015:7-8.
- [7] 白海波,毛桂莲,李晓慧,等.脱硫废弃物对盐碱地水稻幼苗抗氧化酶活性和膜脂过氧化作用的影响[J].西北农业学报,2009,18(3):122-126.
- [8] HUSSAIN N, ALI A, SARWAR G, et al. Mechanism of salt tolerance in rice[J]. Pedosphere, 2003, 13: 233-238.
- [9] 罗新正,孙广友.松嫩平原含盐碱斑的重度盐化草甸土种稻脱盐过程[J].生态环境,2004,13(1):47-50.
- [10] 栾治华,潘鲁青,肖国强,等.沿黄低洼盐碱地对虾养殖技术的研究[J].海洋湖沼通报,2003(3):71-77.
- [11] 孙栋,马荣棣,陈金萍,等.沿黄盐碱地综合改良试验研究[J].长江大学学报(自科版),2005,2(5):17-19,107-108.
- [12] 郭鹏飞,王佳武,韩军.大荔县朝邑沿黄地区土壤盐碱化成因分析及改良途径[J].陕西地质,2009,27(1):85-90.
- [13] 刘幼萍,童娟,李小妮.应用马尔文MS2000激光粒度分析仪分析河流泥沙颗粒[J].水利科技与经济,2005,11(6):329-331.
- [14] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2010:79-83.
- [15] 李咏梅,齐春艳,侯立刚,等.水稻生长发育对苏打盐碱胁迫的阈值反应[J].吉林农业科学,2013,38(6):6-10.
- [16] QADIR M, NOBLE A D, OSTER J D, et al. Driving forces for sodium removal during phytoremediation of calcareous sodic and saline-sodic soils: a review[J]. Soil Use and Management, 2005, 21: 173-180.
- [17] 范亚文.种植耐盐植物改良盐碱土的研究[D].哈尔滨:东北林业大学生物系,2001.
- [18] 高菊生,曹卫东,李冬初,等.长期双季稻绿肥轮作对水稻产量及稻田土壤有机质的影响[J].生态学报,2011,31(16):4542-4548.
- [19] 朱波,胡跃高,曾昭海,等.双季稻区冬种覆盖作物对土壤微生物量的影响[J].生态环境,2008,17(5):2074-2077.
- [20] 潘世娟,李菊梅,王惠生.长期定位试验条件下的水稻田土壤有机质含量变化研究[J].中国土壤与肥料,2011(3):8-14.
- [21] 岳玉波,沙之敏,赵峥,等.不同水稻种植模式对氮磷流失特征的影响[J].中国生态农业学报,2014,22(12):1424-1432.

(责任编辑:张明霞)