

不同改良剂对滨海盐渍土水盐特性的影响

王晓洋¹, 陈效民¹, 李孝良^{1,2}, 南江宽¹

(1. 南京农业大学 资源与环境科学学院, 江苏 南京 210095; 2. 安徽科技学院 城建与环境学院, 安徽 凤阳 233100)

摘要: 针对滨海盐渍土盐分含量高和土壤导水性能差的问题, 采用禾康盐碱土改良剂、康地宝盐碱土改良剂、金满田生物菌剂、腐殖酸和石膏 5 种土壤改良剂, 通过田间小区试验, 分析测定了土壤含水量、土壤盐分含量、pH 值、容重和饱和导水率等指标, 并测定了作物收获产量, 筛选适宜于改良研究区滨海盐渍土水盐特性的改良剂。试验结果表明: (1) 土壤水分含量变化极大地影响着土壤的含盐量, 土壤含水量与土壤含盐量呈极显著线性负相关关系。(2) 腐殖酸在抑制滨海盐渍土盐分和降低土壤容重方面效果最佳, 经腐殖酸(300 kg/hm²)处理后, 0—5、5—20 和 20—40 cm 土层盐分含量较 CK 分别减少了 29.2%、32.6% 和 25.9%, 土壤容重较 CK 减少了 10.2%, 土壤孔隙度和饱和导水率较 CK 也相对提高。(3) 5 种改良剂不同程度提高了作物的产量, 以腐殖酸处理作物增产效果最为明显, 玉米和油菜产量较 CK 分别增加了 104.8% 和 41.6%。

关键词: 滨海盐渍土; 盐碱土改良剂; 土壤容重; 盐分含量; 饱和导水率

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2013)01-0261-04

中图分类号: S156.4⁺2

Effects of Different Amendments on Water and Salt Characteristics of Coastal Saline Soil

WANG Xiao-yang¹, CHEN Xiao-min¹, LI Xiao-liang^{1,2}, NAN Jiang-kuan¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing

Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China; 2. College of Urban Construction and Environmental Sciences, Anhui Science and Technology University, Fengyang, Anhui 233100, China)

Abstract: The effects of five soil amendments were studied in view of the high salt content and poor hydraulic conductivity in coastal saline soils. Soil moisture, soil salt content, soil pH value, soil bulk density and soil saturated hydraulic conductivity were analyzed by a field plot experiment in order to select the most suitable amendment to improve the water and salt characteristics in coastal saline soil area. Results are as follows: (1) The change of the soil salt content was greatly influenced by the soil moisture. There was a very remarkably negative linear relationship between the soil salt content and soil moisture. (2) Compared with CK, the soil salt content was decreased by 29.2%, 32.6% and 25.9% at the soil depths of 0—5, 5—20 and 20—40 cm, respectively, after the treatment of humic acid(300 kg/hm²), and the soil bulk density was decreased by 10.2%, while the soil porosity and soil saturated hydraulic conductivity increased. (3) The five soil amendments increased crop yield differently, and the effect of humic acid was the best. Corn and rape yields after the treatment of humic acid was increased by 104.8% and 41.6%, respectively, as compared with CK.

Keywords: coastal saline soil; saline-alkali soil amendment; soil bulk density; salt content; saturated hydraulic conductivity

中国盐渍土面积约 3.46×10^7 hm², 耕地盐碱化 7.60×10^6 hm², 近 1/5 耕地发生盐碱化^[1]。滨海盐土作为盐渍化土壤重要的类型之一, 主要分布于沿海

地区。滨海盐碱地具有地下水位高, 水分蒸发强烈, 盐分表聚性强等特征^[2]。水是土壤盐分的载体, 地下水是影响土壤盐分运动的重要因素^[3], 土壤水分蒸发

收稿日期: 2012-01-15

修回日期: 2012-03-23

资助项目: 公益性行业(农业)科研项目“盐碱地农业高效利用配套技术模式研究与示范”(200903001); 江苏高校优势学科建设工程资助项目
作者简介: 王晓洋(1986—), 男(汉族), 河南省南阳市人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土资源与水土环境。E-mail: 2009103095@njau.edu.cn。

通信作者: 陈效民(1957—), 男(汉族), 江苏省张家港市人, 博士生导师, 教授, 主要从事水土资源利用和土壤物理过程的研究。E-mail: xm-chen@njau.edu.cn。

损失引起土壤盐分表聚是土壤次生盐渍化的一个重要因素^[4],土壤盐碱化是影响盐土荒地和滩涂资源开发利用的主要障碍因素^[5]。土壤中过量的盐分能够引起土壤物理和化学性质的改变,从而导致大部分作物生长环境的退化^[6]。采用石膏改良盐渍土在国内外已有成功的经验,并且仍受到极大的关注^[7-8]。土壤盐碱改良剂在一定程度上能够改善土壤的理化性状^[9-10],降低土壤盐分含量。目前国内外的土壤盐碱改良剂品种繁多,不同改良剂的性质、组成、作用机理及在不同土壤类型上的施用效果差别较大。因此,选择合适的土壤改良剂是研究区经济效益和生态效益能否提高的关键^[11]。

本研究通过采用禾康盐碱土改良剂、康地宝盐碱土改良剂、金满田生物菌剂、腐殖酸和石膏 5 种改良剂在滨海盐土耐盐作物玉米和油菜上的施用效果分析,探讨改良剂对滨海盐渍土土壤盐分和土壤结构变化的影响,旨在筛选出能较好改良研究区滨海盐渍土盐分和土壤结构的改良剂,为改良剂的推广应用和改良剂改良土壤盐分和土壤导水性提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区设在江苏省沿海地区农业科学研究所下属的沿海农业科技示范园,位于盐城市东台、大丰交界处的东川垦区内。该区地处北亚热带季风气候区,四季分明,日照充足,雨水充沛,具有明显的过渡性、海洋性和季风性,年平均气温 14.6℃,无霜期 220 d,日照 2 169.6 h,多年平均降水量 1 051.0 mm,主要集中在 6—8 月的雨季,多年平均蒸发量 827.5 mm。土壤发育于海相沉积物,土壤质地为砂质壤土^[12]。

1.2 供试材料

供试土壤耕作层(0—20 cm)pH 值 8.14,有机质含量 9.16 g/kg,电导率 676 μ S/cm,盐分以氯化物为主,盐分含量 2.17 g/kg,属中度盐渍化滨海盐土。5 种改良剂分别为禾康盐碱土改良剂、康地宝盐碱土改良剂、金满田生物菌剂、腐殖酸和石膏。供试作物为玉米和油菜,玉米品种为苏玉 19,油菜品种为南盐油 1 号。

改良剂处理前后,在试验区按 0—5,5—20,20—40,40—60,60—80,80—100 cm 分 6 层采集土壤样品,测定其含水量、pH 值和电导率,用于分析土壤含水量与 pH 值和盐分含量的关系。并在改良剂处理后,用环刀在不同处理试验区取原状土样,用于容重和饱和导水率的测定。

1.3 试验设计

本试验设置改良剂处理和空白对照共 6 个处理,每个处理 3 次重复,共 18 个试验小区,其中 G₁ 表示禾康盐碱土改良剂处理,G₂ 表示康地宝盐碱土改良剂处理,G₃ 表示金满田生物菌剂处理,G₄ 表示腐殖酸处理,B 表示石膏处理,CK 为空白对照。设置小区长 6 m,宽 3 m,面积 18 m²,小区按随机区组排列,小区间距 0.5 m,6 个小区为 1 组,组间过道宽 1 m,四周保护行宽 2 m。

(1) 改良剂的施用。2010 年 6 月玉米播种前将改良剂按试验方案施入土壤。禾康盐碱土改良剂、康地宝盐碱土改良剂为液体,每小区用量为 40.5 ml,兑水 20 L 稀释后均匀喷施;金满田生物菌剂、腐殖酸和石膏为固体粉末,可直接均匀撒施,金满田生物菌剂每小区用量 54 g,腐殖酸与石膏每小区用量 539.7 g。2010 年 10 月玉米收获后,再次按试验方案将改良剂施入土壤,然后将油菜苗移栽到试验区。

(2) 作物种植。玉米采用直播的方式种植,行距 80 cm,株距 30 cm,移栽前每小区施无机肥(氮、磷、钾的含量均为 15%)405 g 作底肥;油菜采用先育苗后移栽的方法种植,移栽行距 50 cm,株距 25 cm,移栽前每小区施无机肥(氮、磷、钾的含量均为 15%)405 g 作底肥。

1.4 测定项目与方法^[13]

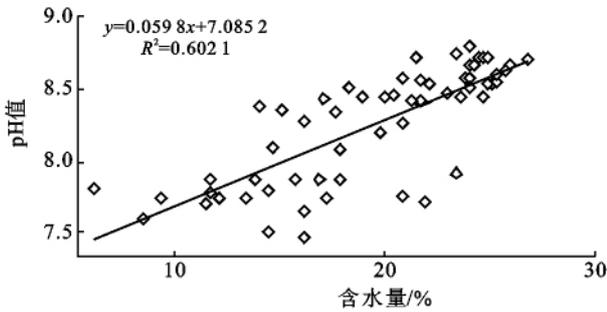
(1) 饱和导水率测定。用南京土壤仪器厂生产的南-55 型饱和导水率仪,按常水头法测定饱和导水率^[14]; (2) 土壤含水量采用烘干法测定; (3) 土壤盐分含量测定:电导法,水土比 5:1; (4) pH 值测定。pH 计电位法,水土比 1:1; (5) 容重采用环刀法测定; (6) 作物产量测定是在油菜和玉米成熟期,按小区分别收获后脱粒计产; (7) 采用 SPSS 16.0 进行方差分析和相关分析。

2 结果与分析

2.1 土壤水分含量和土壤 pH 值与盐分含量的关系

由图 1 可以看出,2010 年 6 月试验区 10 个土壤剖面 60 个土壤样品的土壤含水量与 pH 值呈极显著线性正相关,其关系式为: $y=0.0598x+7.0852$, $r=0.7760^{**}$ ($n=60$)。土壤含水量与盐分含量呈极显著线性负相关,其关系式为: $y=-0.0502x+2.3497$, $r=-0.5100^{**}$ ($n=60$)。当土壤表层水分含量低时,地下水中的盐分会随蒸发作用向上移动,含水量越低,蒸发作用带上的盐分越多,盐分含量越高;反之,土壤含水量高时,土壤中盐分含量较低。含水量高时,盐分含量相对偏低,此时在以氯化物为主的盐渍土中,

HCO₃⁻ 相对含量则会偏高,所以 pH 值随含水量升高而变大。相反,含水量低时,盐分含量相对偏高,此时在以氯化物为主的盐渍土中,HCO₃⁻ 相对含量则会偏低,所以 pH 值随含水量降低而减小。



由土壤含水量和土壤盐分含量关系可知,土壤水分含量变化会影响土壤中盐分含量的变化。减小土壤容重,提高土壤的导水性能,对降低土壤中盐分含量具有重要作用。

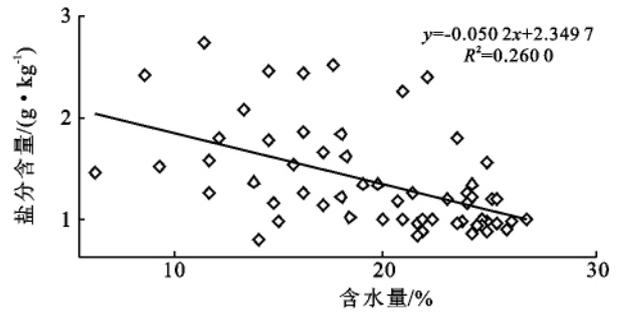


图 1 土壤含水量和土壤 pH 值与盐分含量的相关性

2.2 不同改良剂对土壤饱和和导水率及土壤容重和孔隙度的影响

从表 1 可以看出,除 G₃ 外,G₁,G₂,G₄ 和 B 这 4 种改良剂处理后,试验区耕作层(0—20 cm)土壤的容重与 CK 相比都有显著差异($p < 0.05$)。其中 G₄ 处理后土壤容重降低最大,较 CK 减少了 10.2%,可见腐殖酸在试验区土壤土体结构改良上起到了一定作用。土壤容重的变化改变了土壤的孔隙状况和数量以及土壤的导水能力,对土壤的饱和和导水率有重大的影响^[15]。方堃等^[16],吴华山等^[17],李孝良等^[18]的研究表明,原状土的饱和和导水率和土壤容重呈显著的负相关性。土壤孔隙度的增加可以提高土壤水总库容,从土壤孔隙度和饱和和导水率的测定结果来看,G₄ 处理后,土壤的孔隙度和饱和和导水率最大,其次为 G₁ 和 G₂。土壤改良剂对饱和和导水率的影响对试验区土壤结构形成和盐分淋洗具有重要意义。

表 1 不同改良剂对土壤容重和饱和和导水率的影响

处理编号	容重/ (g·cm ⁻³)	孔隙度/ %	饱和和导水率/ 10 ⁻⁴ (cm·s ⁻¹)
CK	1.27c	52.1	0.41
G ₁	1.18b	55.5	0.85
G ₂	1.19b	55.1	0.76
G ₃	1.24c	53.2	0.48
G ₄	1.14a	57.0	1.00
B	1.21b	54.3	0.71

注:不同小写字母表示处理间差异达 5%显著水平。下同。

2.3 不同改良剂对土壤盐分含量的影响

通过玉米和油菜两季田间试验后,于 2011 年 6 月对各改良剂处理小区按 0—5,5—20,20—40 cm 分层取样,并对土壤的盐分含量进行分析比较,结果如图 2 所示。所有处理土壤表层(0—5 cm)盐分含量均

最高,亚表层(5—20 cm)其次,这主要是受蒸发作用影响,盐分在土壤表层积聚比较强烈。土壤改良剂能降低土壤容重,提高土壤饱和和导水率,这有利于降雨对盐分的淋洗作用。所有改良剂处理土壤盐分含量较 CK 均有降低,0—5 cm 和 5—20 cm 土层盐分含量降低较多,说明所施用的改良剂在降低试验区耕作层(0—20 cm)土壤盐分含量上都起到了较好作用;而 20—40 cm 土层盐分含量相对稳定,除 G₄ 处理外其他改良剂处理与 CK 相比盐分含量变化均不显著,这主要是因为试验区土壤地下水位较高,受地下水的影响,土层越深,盐分含量相对越稳定。5 种改良剂处理以 G₄ 处理土壤盐分含量降低最多,0—5,5—20,20—40 cm 土层盐分含量与 CK 相比分别减少了 29.2%,32.6%,25.9%,说明腐殖酸处理在降低试验区土壤盐分方面效果最好。

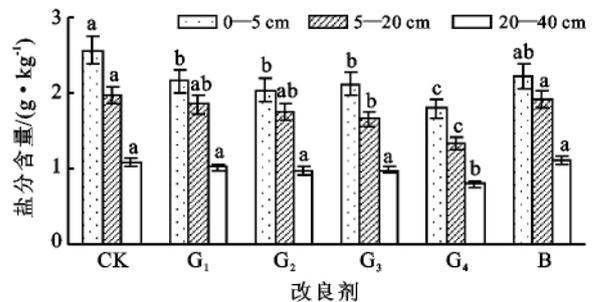


图 2 不同改良剂对滨海盐渍土盐分含量的影响

2.4 不同改良剂对作物产量的影响

从图 3 可以看出,CK 处理玉米和油菜产量最低,B(石膏)处理提高了玉米和油菜的产量,但增产效果并不显著。G₁,G₂,G₃ 和 G₄ 处理后,土壤容重和导水性得到改善,盐分均有不同程度降低,作物产量较 CK 也均有显著提高,其中以 G₄(腐殖酸)处理后,作

物的产量增加最多,玉米和油菜产量较 CK 分别增加了 104.8%和 41.6%。其次, G_1 (禾康盐碱土改良剂)处理后玉米和油菜产量较 CK 分别增加了 59.5%和 28.1%, G_2 (康地宝盐碱土改良剂)处理后玉米和油菜产量较 CK 也分别增加了 69.3%和 22.3%。

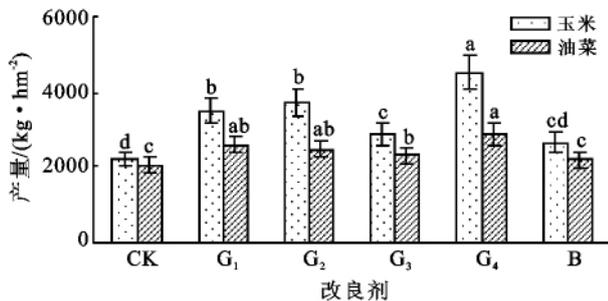


图 3 不同改良剂对作物产量的影响

3 结论

(1) 试验区土壤含水量与土壤 pH 值呈极显著线性正相关,土壤含水量与土壤盐分含量呈极显著线性负相关。土壤水分含量变化会影响土壤中盐分含量。

(2) 提高土壤导水性对降低试验区土壤盐分具有重要作用,5 种改良剂在不同程度上均起到了降低土壤容重和提高土壤饱和导水率的效果,其中以腐殖酸降低土壤容重,提高土壤饱和导水率效果最好,腐殖酸处理后土壤容重较 CK 减少了 10.2%,其次是禾康和康地宝盐碱土改良剂。

(3) 5 种改良剂处理后土壤盐分含量较 CK 均有降低,其中以腐殖酸处理后土壤盐分含量降低最多,腐殖酸处理后土壤 0—40 cm 土层盐分与 CK 相比平均减少了 29.7%。作物的增产效果也以腐殖酸处理效果最好,腐殖酸处理后,玉米和油菜产量较 CK 分别增加了 104.8%和 41.6%。

[参 考 文 献]

[1] 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.
 [2] 赵名彦,丁国栋,郑洪彬,等. 集雨措施对滨海盐碱林地水盐运动影响研究[J]. 水土保持学报,2008,22(6):52-56.
 [3] 陈丽湘,刘伟. 土壤次生盐渍化之水盐运动规律研究[J]. 工程热物理学报,2006,27(3):466-468.

[4] 纪永福,蔺海明,杨自辉,等. 夏季覆盖盐碱地表面对土壤盐分和水分的影晌[J]. 干旱区研究,2009,24(3):375-381.
 [5] 张文渊. 江苏沿海地区盐渍土改良利用的治理措施[J]. 中国农业资源与区划,2000,21(5):43-45.
 [6] Qadir M, Ghafoor A, Murtaza G. Amelioration strategies for saline soils[J]. Land Degradation and Development, 2000,11(6):501-521.
 [7] Mohammed S S, Negm M A, Rehan M G. Gypsum amendment against soil alkalinity in relation to tomato plants II: Change in agro-chemical properties and nutrient availability of the soil[J]. Egyptian Journal of Soil Science, 1997,37(1):93-110.
 [8] Kostandi S F, Soliman M F. The role of calcium in mediating smut disease severity and salt tolerance in corn under chloride and sulphate salinity[J]. Journal of Phytopathology (Berlin), 1998,146(4):191-195.
 [9] 孔明杰,曾繁森. 高聚物土壤改良剂的研究进展[J]. 土壤通报,2000,31(5):199-202.
 [10] 孙义祥,黄晓澜,张祥明,等. 土壤改良剂对辣椒营养元素积累的影响[J]. 安徽农业科学,1999,27(2):148-149.
 [11] 吴增芳. 土壤结构改良剂[M]. 北京:中国林业出版社,1986:68-74.
 [12] 姚荣江,杨劲松,陈小兵,等. 苏北海涂围垦区表层土壤体积质量的空间异质性研究[J]. 土壤,2009,41(4):659-663.
 [13] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000:85-89.
 [14] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室. 土壤物理性质测定法[M]. 北京:科学出版社,1978:140-148.
 [15] 吕殿青,邵明安,刘春平. 容重对土壤饱和水分运动参数的影响[J]. 水土保持学报,2006,20(3):154-157.
 [16] 方堃,陈效民,张佳宝,等. 红壤地区典型农田土壤饱和导水率及其影响因素研究[J]. 灌溉排水学报,2008,27(4):67-69.
 [17] 吴华山,陈效民,叶民标,等. 太湖地区主要水稻土的饱和导水率及其影响因素研究[J]. 灌溉排水学报,2006,25(2):46-49.
 [18] 李孝良,陈效民,周炼川,等. 西南喀斯特地区土壤饱和导水率及其影响因素研究[J]. 灌溉排水学报,2008,27(5):74-76.