

改土措施对滨海盐碱地土壤总盐含量和 pH 的影响

王伟伟^{1,2},施士争^{1,2},隋德宗^{1,2},郑纪伟^{1,2}

(1. 江苏省林业科学研究院,江苏 南京 211153; 2. 江苏省农业种质资源保护与利用平台,江苏 南京 210014)

摘要:为探索滨海盐碱地土壤的高效改良方法,以江苏省盐城市大丰区国家级麋鹿自然保护区滨海盐碱地为研究对象,设置浅沟改土(T1)、低垄改土(T2)和高垄改土(T3)等3种类型,共8种改土措施。按土层0—20 cm、20—40 cm和40—60 cm采集土壤,测定土壤总盐含量和pH,分析、评价不同改良措施对苏北淤泥质滩涂土壤的改良效果。结果表明:浅沟改土(T1)时,覆盖黑膜,扦插灌木柳(T11)改良效果较好,土层0—20 cm和20—40 cm总盐分含量分别为1.123 g/kg和1.491 g/kg。低垄改土(T2)时,土层0—20 cm和20—40 cm总盐分含量分别为1.340 g/kg和1.992 g/kg,与T11处理效果接近。在添加4.5 kg/m²磷石膏(T13)改良时,土壤pH值下降显著,土层0—20 cm和20—40 cm pH值分别为8.0和8.4。高垄改土(T3)时,铺稻草厚5 cm,施有机肥25 kg/m²(T34)处理时,土层0—60 cm总盐含量为0.252—0.745 g/kg,降盐率为93.435%—98.507%。高垄改土,施有机肥3 kg/m²,添加4.5 kg/m²磷石膏,覆盖黑膜扦插灌木柳对江苏滨海盐碱土的综合改良效果最好。

关键词:滨海;盐碱地;改土;土壤;总盐含量;pH

中图分类号:S156.4⁺2

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1001-7380.2017.06.005

根据盐碱土地理分布特点和成因,把盐碱土区划分为3类:内陆及平原区盐渍土、滨海盐渍土和次生盐渍土^[1]。江苏有近1 000 km的海岸线,滩涂面积5 100 km²,约占全国的1/4,其他60%为淤泥质海岸,平均每年淤长面积在1 333 hm²以上,是中国主要滨海盐碱土分布地区之一^[2]。滨海盐渍土是随河川径流入海的泥沙,或由风浪掀起的浅海底质,在潮流和海流的作用下,不断与潮间带絮凝、沉积、使滩面不断淤高,以致露出海面后发育形成的土壤,与此同时,进行着有生物参与的盐渍成土过程^[3]。滨海盐碱土壤中过量的盐分和过高的pH能够改变土壤的物理和化学性质,使得大部分作物的生长环境退化。李颖等^[4]利用新型综合改良模式“台田—浅池”型综合土地利用模式进行滨海盐碱地的土壤改良。胡丁猛等^[5]用暗管排水与台田技术改良盐碱荒地,改良后的土壤含盐量均降低,但pH的变化趋势不显著。毛勇等^[6]通过种植牧草促进盐碱地改良,随着种植年限的增加,含盐量逐渐降低。

本文根据江苏滨海盐碱地的特点,结合生产实际,研究不同的改土措施对滨海土壤总盐含量与土壤pH的数量特征,为江苏省沿海滩涂盐渍土壤的合理利用、开发提供理论支持和应用依据。

1 研究区域概况

研究区域位于江苏省盐城市大丰区国家级麋鹿自然保护区。地理坐标为北纬32°56′—33°36′和东经120°42′—120°51′之间,为典型的滨海湿地,属于亚热带与暖温带的过渡地带,适宜喜温作物生长。常年平均气温14.5℃,无霜期299 d,常年降水量751.0 mm,日照2 325.4 h。属于滨海盐土类,含盐量一般为1.5—4.5 g/kg,高含量的盐碱斑地段盐质量分数在10 g/kg以上,土壤pH在8.44左右;土壤有机质含量低,仅为0.62%—1.11%^[7]。

2 研究方法

2.1 样地的选择

共设3类8种不同改土措施,以无任何改良措

收稿日期:2017-10-26;修回日期:2017-11-22

基金项目:江苏省省属公益类科研院所能力提升项目“江苏杨树农田林网更新改造及效益监测评价技术”(BM2015021)子课题“农田林网更新树种种质资源收集、评价及优良种质筛选”(BM2015021-1)

作者简介:王伟伟(1986—),女,河南新乡人,助理研究员,硕士。主要从事植物抗性生理生化的研究。E-mail:564871732@126.com。

施的盐碱地为对照(CK),具体改土措施如下:

T1:浅沟改土型。2015 年春将试验地翻耕,施有机肥 3 kg/m²,整理耙平,挖宽 20 cm、深 25 cm 浅沟,做苗床宽 2 m。T11:床面覆盖黑膜,扦插灌木柳;T12:床面无覆盖,栽植榆树小苗;T13:床面无覆盖,翻耕时添加磷石膏 4.5 kg/m²,栽植榔榆小苗。

T2:低垄改土型。2014 年春挖沟深度为 40 cm,挖出的沟土置于 2 沟间的畦上,用以抬高床面。床面宽 1.5 m,沟深 50 cm,栽植乌桕。

T3:高垄改土型。2015 年春机械挖沟深度 1 m,挖出的沟土置于 2 沟间的畦上,用以抬高床面,呈梯形土堆。床面宽 1.7 m,床高 1.5 m。T31:未添加改良剂;T32:铺稻草厚 5 cm,施有机肥 17.5 kg/m²;T33:铺稻草厚 10 cm,施有机肥 35 kg/m²;T34:未铺稻草,施有机肥 25 kg/m²。

2.2 土样采集及测定

对不同改土措施各设置重复 4 次,均用土钻在 10 样点采取混合土样约 1 kg,取样层次分 0—20 cm、20—40 cm 和 40—60 cm,将各混合土样装袋,进行土壤总盐含量^[8]和 pH^[9]的测定。

2.3 数据处理

运用 SPSS 17.0 统计分析软件和 Excel 2007 对

试验数据进行分析。

$$\text{降盐率}(\%) = (CK - T) / CK \times 100$$

式中 CK 指未改良地总盐量, T 指不同改土措施总盐量。

3 结果与分析

3.1 不同改土措施对土壤总盐含量的影响

各土壤样品总盐含量见表 1。不同的改土措施相同层次土壤的总盐含量差异显著($P < 0.05$)。0—20 cm 层次, CK 总盐量为 16.884 g/kg,与其他各处理间差异极显著($P < 0.01$)。T1 处理中, T11 最低,为 1.123 g/kg; T3 最高,为 3.264 g/kg; T11, T12 和 T13 间均有极显著差异($P < 0.01$)。T1 处理总盐量平均值为 2.479 g/kg,为 CK 的 14.685%。T2 处理总盐量为 1.340 g/kg,与其他处理间差异极显著($P < 0.01$),为 CK 的 7.936%。T3 处理中, T34 最低,为 0.252 g/kg; T31 最高,为 6.077 g/kg; T31 与 T32, T33, T34 间均有极显著差异($P < 0.01$), T32 与 T34 间差异显著($P < 0.05$)。T3 处理总盐量平均值为 1.788 g/kg,为 CK 的 10.588%。T31 降盐率最低,为 CK 的 64.007%, T32, T33 和 T34 降盐率均高于 97%。

表 1 不同改土措施对土壤总盐分含量和降盐率的影响

处理	总盐含量/(g/kg)			降盐率/%		
	0—20 cm	20—40 cm	40—60 cm	0—20 cm	20—40 cm	40—60 cm
CK	16.884±0.181 Aa	11.299±0.142 Aa	11.348±0.060 Aa	—	—	—
T11	1.123±0.030 Ff	1.491±0.031 6 Ff	—	93.349	86.804	—
T12	3.052±0.068 Dd	2.644±0.041 Cc	—	81.924	76.600	—
T13	3.264±0.052 Cc	2.433±0.032 Dd	—	80.668	78.467	—
T2	1.340±0.126 Ee	1.992±0.063 Ee	—	92.063	82.370	—
T31	6.077±0.072 Bb	5.833±0.160 Bb	5.528±0.061 Bb	64.007	48.376	51.287
T32	0.430±0.007 Gg	0.607±0.008 Gg	0.745±0.010 Cc	97.453	94.628	93.435
T33	0.392±0.085 Ggh	0.284±0.001 Hh	0.326±0.004 De	97.678	97.487	97.127
T34	0.252±0.003 Gh	0.295±0.003 Hh	0.386±0.003 Dd	98.507	97.389	96.599

同列数据后不同大、小写字母分别表示在 $P < 0.01$, $P < 0.05$ 水平上存在显著差异

20—40 cm 层次, CK 总盐量为 11.299 g/kg,与其他各处理间差异极显著($P < 0.01$)。T1 处理中, T11 最低,为 1.491 g/kg, T12 最高,为 2.644 g/kg, T11, T12 和 T13 间均有极显著差异($P < 0.01$)。T11 处理总盐量平均值为 2.189 g/kg,为 CK 的 19.375%。T2 处理总盐量为 1.992 g/kg,

与其他处理间差异极显著($P < 0.01$),为 CK 的 17.628%。T3 处理中, T33 最低,为 0.284 g/kg, T31 最高,为 5.833 g/kg, T31, T32, T33, T34 间均有极显著差异($P < 0.01$), T32 与 T33, T34 间差异极显著($P < 0.01$), T33 与 T34 间差异不显著。T3 处理总盐量平均值为 1.755 g/kg,为 CK 的 15.532%。T31 降

盐率最低,为 48.376%;T32,T33 和 T34 降盐率均高于 94%。

40—60 cm 层次,CK 总含盐量为 11.348 g/kg,与其他各处理间差异极显著 ($P<0.01$)。T3 处理中,T33 最低,为 0.326 g/kg;T31 最高,为 5.528 g/kg;T31,T32,T33 和 T34 间均有极显著差异 ($P<0.01$)。T3 处理总含盐量平均值为 1.746 g/kg,为 CK 的 15.388%。T31 降盐率最低,为 51.28%;T32,T33 和 T34 降盐率高于 93%。

3.2 不同改土措施对土壤 pH 的影响

各土壤样品 pH 见表 2。不同的改土措施对不同层次土壤 pH 差异的影响显著 ($P<0.05$)。0—20 cm 层次,CK 的 pH 为 9.165,与其他各处理间差异显著 ($P<0.05$)。T1 处理中,T13 最低,为 8.000;T12 最高,为 9.428;T11 和 T12 间差异不显著,与 T13 间差异极显著 ($P<0.01$)。T1 处理 pH 平均值为 8.922,为 CK 的 97.345%。T2 处理 pH 为 9.150,与其他处理间差异极显著 ($P<0.01$),为 CK 的 99.836%。T3 处理中,T33 最低,为 8.608;T31 最高,为 9.045;T32 和 T33,T31 和 T34 间差异不显著,T31 与 T33 差异显著。T3 处理 pH 平均值为 8.878,为 CK 的 96.863%。

表 2 不同改土措施对土壤 pH 的影响

处理	土壤层/cm		
	0—20	20—40	40—60
CK	9.165±0.013	9.230±0.041	9.248±0.043
T11	9.338±0.022	9.195±0.040	—
T12	9.428±0.012 6	9.473±0.031	—
T13	8.000±0.102	8.438±0.029	—
T2	9.150±0.552	9.073±0.022	—
T31	9.045±0.013	9.123±0.021	9.173±0.01
T32	8.823±0.022	9.043±0.005	9.083±0.021
T33	8.608±0.075	8.973±0.005	9.093±0.013
T34	9.035±0.038	9.140±0.042	9.232±0.021

20—40 cm 层次上,CK 的 pH 为 9.230,与其他各处理间差异显著 ($P<0.05$)。T1 处理中,T13 最低,为 8.438;T12 最高,为 9.473;T11,T12,T13 间差异极显著 ($P<0.01$)。T1 处理 pH 值平均值为 8.922,为 CK 的 97.345%。T2 处理 pH 为 9.150,与其他各处理间差异极显著 ($P<0.01$),为 CK 的 99.836%。T3 处理中,T33 最低,为 8.608;T31 最高,为 9.045;T32 和 T33,T31 和 T34 间差异不显著,T31 与 T33 差异显著。T3 处理 pH 平均值为 8.878,为 CK 的 96.863%。

高,为 9.140。T33 与 T31,T32,T34 间均有极显著差异 ($P<0.01$),T31 和 T34 间差异不显著,与 T32,T33 间差异极显著 ($P<0.01$)。T3 处理 pH 值平均值为 9.069,为 CK 的 98.260%。

40—60 cm 层次,CK pH 为 9.248,与其他各处理间差异显著 ($P<0.05$)。T3 处理中,T32 最低,为 9.083;T34 最高,为 9.232;T34 与 T31,T32,T33 间均有极显著差异 ($P<0.01$),T31 和 T34 间差异极显著 ($P<0.01$),T32 和 T33 间差异不显著。T3 处理 pH 值平均值为 9.145,为 CK 的 98.892%。

4 结论与讨论

土壤含盐量高是盐渍土资源开发的主要制约因素^[10],可导致土壤溶液浓度和渗透压增加,植物细胞很难吸收到水分,继而引发营养失调,缺素症等,进而导致死亡^[11]。土壤 pH 值与土壤中的各种微生物活动、有机质的分解、营养元素的释放与转化、阳离子的代换吸收等都有密切的关系^[12-13]。因此,土壤盐含量和 pH 是评价滩涂土壤性质的重要指标。

盐碱地的改良一般分为生物改良,化学改良,农业措施和水利措施等^[14]。在滩涂盐渍土壤的改良利用过程中,一般先对滩涂进行围垦,以自然淋盐结合粗放型的农业工程措施淋盐洗碱,降低滩涂盐渍土壤中的盐碱含量,使之能够生长耐盐碱的植物。然后通过健全沟、渠等农田基本设施,加大淋盐强度^[15]。国内外在盐碱地改良方面已有许多成功的经验,然而由于各地土壤条件和气候等不同,改良效果之间存在一定的差异。本研究根据江苏滨海盐碱地的特点,利用乡土树种灌木柳和榆树,结合其他的改良措施进行盐碱地的改良。

结果表明,试验中所有处理总含盐量均比对照有显著下降。在 T1 处理中,T11(床面覆盖黑膜,扦插灌木柳)改良效果较好,土层 0—20 cm 和 20—40 cm 总盐含量分别为 1.123 g/kg 和 1.491 g/kg。在 T2(低垄改良)处理中,土层 0—20 cm 和 20—40 cm 总盐含量分别为 1.340 g/kg 和 1.992 g/kg,与 T11 处理效果接近。在 T3(高垄改良)处理中,T31(未添加改良剂)处理土层 0—60 cm 总盐含量为 5.528—6.077 g/kg,含盐量较高;T32(铺稻草厚 5 cm,施有机肥 17.5 kg/m²)、T33(铺稻草厚 10 cm,施有机肥 35 kg/m²)和 T34(无稻草,施有机肥 25 kg/m²)处理土层 0—60 cm 总盐含量为 0.252—

0.745 g/kg,降盐率为 93.435%—98.507%,已经脱盐。试验区土壤 pH 值普遍在 8.5 以上,均属于碱土。在 T13(添加 4.5 kg/m² 磷石膏)处理中,土层 0—20 cm 和 20—40 cm pH 值分别为 8.000 和 8.438,低于 8.5,不属于碱土。磷石膏在降低滨海盐碱地 pH 方面效果明显。

开沟、种植耐盐植物以及地面覆盖等措施均可不同程度地促进滨海盐碱地的改良。随着土壤盐分含量的增大,榆树各部位中 Na⁺ 含量逐渐增加,且根部 Na⁺ 含量大于茎部和叶部^[16]。随着培养液盐浓度的增加,各供试灌木柳无性系地上部分和地下部分 Na⁺ 含量均呈上升趋势,且地上部分含量高于地下部分^[17]。本研究所用的这 2 种植物均能在一定程度上降低土壤含盐量。综合以上研究结果可知,高垄改土,施有机肥 3 kg/m²,添加磷石膏 4.5 kg/m²,覆盖黑膜后,再扦插灌木柳,对江苏滨海盐碱土的综合改良效果最好。

参考文献:

- [1] 王遵亲.中国盐渍土[M].北京:科学出版社,1993.
- [2] 张维成.滨海盐碱地造林模式及土壤水盐运动规律研究[D].北京:北京林业大学,2008.
- [3] 宋达泉.中国海岸带和海涂资源综合调查专业报告集[M].北京:海洋出版社,1996.
- [4] 李 颖,陶 军,钞锦龙,等.滨海盐碱地“台田-浅池”改良措施的研究进展[J].干旱地区农业研究,2014,32(5):154-160,167.
- [5] 胡丁猛,刘桂民,臧真荣,等.暗管排水与台田技术的盐碱地改良效果的比较[J].安徽农业科学,2014,42(16):5080-5081,5118.
- [6] 毛 勇.种植苜蓿对盐碱地改良效果的影响[J].宁夏农林科技,2016,57(9):46-47,62.
- [7] 林文棣.中国海岸防护林造林地立地类型的分类[J].南京林业大学学报(自然科学版),1988(2):13-21.
- [8] 林栖凤.耐盐植物研究[M].北京:科学出版社,2004.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2005.
- [10] 尹建道,姜志林,曹 斌,等.滨海盐渍土脱盐动态规律及其效果评价[J].南京林业大学学报(自然科学版),2007,26(4):15-18.
- [11] 李法虎,KEREN R,BENHUR M.暗管排水条件下土壤特性和作物产量的空间变异性分析[J].农业工程学报,2003,19(6):64-69.
- [12] 北京林业大学.土壤学[M].北京:中国林业出版社,1981.
- [13] 冯玉杰,张 巍,陈 桥,等.松嫩平原盐碱化草原土壤理化特性及微生物结构分析[J].土壤,2007,39(2):301-305.
- [14] 路晓筠,项卫东,郑光耀,等.盐碱地改良措施研究进展[J].江苏农业科学,2015,43(12):5-8.
- [15] 丁宁宁,王保松,梁珍海,等.江苏大丰麋鹿保护区不同改良措施对滩涂土壤的改良效应研究[J].土壤,2011,43(3):487-492.
- [16] 王伟伟,未 敏,教忠意,等.不同盐分立地对榆树生长及 Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺ 在体内分配的影响[J].江苏林业科技,2017,44(3):1-4.
- [17] 乔志攀.灌木柳耐盐种质筛选及其耐盐机理初探[D].南京:南京林业大学,2015.

(上接第 16 页)

- [6] MURUMALLA R K,GUNASEKARAN M K,PADHAN J K,et al. Fatty acids do not pay the toll:effect of SFA and PUFA on human adipose tissue and mature adipocytes inflammation[J].Lipids in Health & Disease,2012,11(1):175.
- [7] AKPINAR N,AKPINAR M A,TURKOGLU S. Total lipid content and fatty acid composition of the seeds of some *Vicia* L. species [J]. Food Chemistry,2001,74(4):449-453.
- [8] 韩雪源,张延龙,牛立新,等.不同产地‘凤丹’牡丹籽油主要脂肪酸成分分析[J].食品科学,2014,35(22):181-184.
- [9] 朱恒星,唐佳佳,戴前莉,等.油用牡丹良种‘凤丹’引种栽培观察[J].南方农业,2016,10(1):10-12.
- [10] 刘信秋,方成武,张 伟,等.亳州谯城区栽培牡丹现状调查[J].现代中药研究与实践,2013(6):19-21.
- [11] 林 萍,姚小华,曹永庆,等.油用牡丹“凤丹”果实性状及其脂肪酸组分的变异分析[J].经济林研究,2015(1):67-72.