

基于鄆城县富春镇的盐碱土壤改良技术实验分析

康 立

鄆城县富春镇人民政府,山东 菏泽 274600

摘要:在盐碱土壤中运用不同的改良技术,并通过数据对比分析了各改良技术方案对盐碱土壤的影响程度。选定山东省菏泽市鄆城县富春镇的盐碱地作为目标实验区域,将盐碱地划分为5个组别,并为不同组别提供不同的改良方案,其中,A组改良方案为56 kg/cm 沸石+6 kg/cm 有机改良剂,B组改良方案为86 kg/cm 沸石+86 kg/cm 园林废弃物,C组改良方案为3 kg/cm 有机改良剂+5 kg/cm 沸石+8 kg/cm 园林废弃物,D组改良方案为沸石5 kg/cm,E组改良方案为有机改良剂6 kg/cm,F组作为对照组(不做改良处理)。土壤改良方案持续干预12个月后,对各组别土壤进行采样,制备土壤样本浸提液,测定土壤浸提液中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 的含量。A~E组的土壤盐分总量比F组均存在一定的下降,D组盐分的下降幅度最大,下降比重为3.75 g/kg,E、A、B、C组中的盐分下降量依次减小。与F组相比,D组的盐分下降幅度为65.03%,E组的盐分下降幅度为47.48%、A组的盐分下降幅度为47.34%、B组的盐分下降幅度为45.24%、C组的盐分下降幅度为41.78%。园林废弃物、有机改良剂、沸石均可降低盐碱土壤中的盐分离子含量,但添加沸石的盐碱地土壤盐分离子含量下降幅度大于园林废弃物、有机改良剂,是理想的盐碱地土壤改良技术。

关键词:盐碱地;土壤改良;盐分离子

中图分类号:S156

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.05.019

0 引言

盐化土壤、盐土、碱化土壤、碱土合称为盐碱土壤,简称“盐碱地”。全球范围内的盐碱地总面积为 $9.5 \times 10^8 \text{ hm}^2$,在全球的陆地面积中的占比为6.5%。我国拥有的盐碱地面积为 $3.5 \times 10^7 \text{ hm}^2$,其中,用于农业生产的盐碱地面积为 $7.6 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。盐碱地不利于作物生长,限制了农业生产效率的提升,对农业发展造成阻碍。结合盐碱地实际情况,可选择合适的改良技术对盐碱地进行改良。研究发现沸石的独特结构使其具有强大的吸附能力和离子交换能力,可实现对 Na^+ 、 Cl^- 等盐分离子的有效吸附,同时,为盐碱土壤补充适量的生物有机肥,提升其有机质含量,实现盐碱土壤质量的提高。

1 盐碱土壤改良分析

盐碱土壤的综合性能比正常土壤明显低,主要表现为盐分含量过高、肥力水平过低等。不同地区的盐碱土壤类型多样、形成原因复杂,因此并没有通用技术可解决所有地区的盐碱土壤问题,而需对不同地区的盐碱土壤治理提出不同的技术方案。尽管不同地区需要结合实际情况拟定相应的解决方案,但其共同的目标是降低盐分、强化土壤肥力。盐碱地土壤改良过程应坚持“标本兼治”“工程与农艺结合”的原则,通过对盐碱土壤形成原因的量化分析,量化评估盐碱土壤的状态,进而拟定与盐碱土壤实

际情况相匹配的改良方案。重度盐碱土壤建议使用土壤工程联合农艺改良方案,中度盐碱土壤建议使用生物技术联合土壤工程改良方案,轻度盐碱土壤建议使用生物技术联合栽培管理改良方案。

2 实验区域与方法

2.1 实验区域

实验区域——山东省菏泽市鄆城县富春镇位于温带季风气候区,年均降水为450 mm,年平均流量为 $2.51 \text{ m}^3/\text{s}$,年最大流量为 $52.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 。6组试验小田的尺寸均为 $5.55 \text{ m} \times 2.40 \text{ m}$,分别记为A~F,其中,试验小田A~E分别使用不同的改良技术进行处理,试验小田F为空白对照组。菏泽市鄆城县富春镇的地下水矿化度超过1 g/L,且含有大量 Na^+ 、 Cl^- ,在0~20 cm的土层范围内,实验区域土壤的pH值为8.46,电导率为1.05 mS/cm,水溶性 Na^+ 的含量为2.72 g/kg, K^+ 的含量为0.02 g/kg, Ca^{2+} 的含量为0.61 g/kg, Mg^{2+} 的含量为0.58 g/kg, Cl^- 的含量为7.78 g/kg, SO_4^{2-} 的含量为0.49 g/kg, HCO_3^- 的含量为0.49 g/kg;土层20~40 cm范围内,土壤的pH值为8.41,电导率为0.68 mS/cm,水溶性 Na^+ 的含量为1.58 g/kg, K^+ 的含量为0.01 g/kg, Ca^{2+} 的含量为0.42 g/kg, Mg^{2+} 的含量为0.41 g/kg, Cl^- 的含量为2.83 g/kg, SO_4^{2-} 的含量为g/kg, HCO_3^- 的含量为0.36 g/kg。

2.2 实验材料

盐碱地使用的土壤改良剂包括园林废弃物、有机改良剂、沸石,其中,园林废弃物为腐熟发酵的城市绿化植物落叶,含有腐殖质和尚未分解的木质纤维素,pH 值为 8.89,电导率为 6.85 mS/cm,水溶性 Na⁺ 的含量为 7.38 g/kg,K⁺ 的含量为 11.38 g/kg,Ca²⁺ 的含量为 0.65 g/kg,Mg²⁺ 的含量为 2.26 g/kg,Cl⁻ 的含量为 20.16 g/kg,SO₄²⁻ 的含量为 13.90 g/kg,HCO₃⁻ 的含量为 3.43 g/kg;有机改良剂源于山东农业大学针对盐碱地研制的肥料(含有玉米秸秆发酵形成的腐殖质),pH 值为 7.18、电导率为 40.04 mS/cm,水溶性 Na⁺ 的含量为 11.63 g/kg,K⁺ 的含量为 14.94 g/kg,Ca²⁺ 的含量为 3.95 g/kg,Mg²⁺ 的含量为 1.56 g/kg,Cl⁻ 的含量为 31.13 g/kg,SO₄²⁻ 的含量为 15.89 g/kg,HCO₃⁻ 的含量为 3.81 g/kg;沸石(平均粒径为 15mm)是由 SiO₄、Al₂O₃ 形成的水硅酸盐矿物,水溶性 Na⁺ 的含量为 0.27 g/kg,K⁺ 的含量为 0.01 g/kg,Ca²⁺ 的含量为 0.02 g/kg,Mg²⁺ 的含量为 0.01 g/kg,Cl⁻ 的含量为 0.01 g/kg,SO₄²⁻ 的含量为 0.01 g/kg,HCO₃⁻ 的含量为 0.21 g/kg。

2.3 实验方法

2022 年 10 月对各组使用不同的改良方案即在试验小田中添加不同土壤改良剂,其中,A 组使用的土壤改良方案为 56 kg/cm 沸石+6 kg/cm 有机改良剂,B 组的土壤改良方案为 86 kg/cm 沸石+86 kg/cm 园林废弃物,C 组使用的土壤改良方案为 3 kg/cm 有机改良剂+5 kg/cm 沸石+8 kg/cm 园林废弃物,D 组的土壤改良方案为 5 kg/cm 沸石,E 组的土壤改良方案为 6 kg/cm 有机改良剂,F 组为空白对照组,不做任何改良处理。添加土壤改良剂后,

对土壤进行深翻(控制深翻深度为 20 cm)以确保土壤与改良剂混合均匀。

2.4 采样测定分析

(1)采样。实验小田历经持续 12 个月的改良,2023 年 10 月对各组别进行土壤取样:沿 S 形布设 3 个取样点,使用土钻采集土壤样本 20 cm³ 并装入塑料袋密封。

(2)测定分析。对土壤样本进行阴干处理,并用孔径 1 mm 的网筛过筛磨碎的土壤,按土、水比例 1:5 浸提土壤样本,浸提后,测定土壤样本中的 Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻ 的含量。使用电导仪测定土壤样本浸提液的电导率,使用 pH 值检测仪测定浸提液的 pH 值。通过 AgNO₃ 滴定法测定浸提液中的 Cl⁻,运用 EDTA 法测定浸提液中的 SO₄²⁻,使用酸碱滴定法测定浸提液中的 Ca²⁺、HCO₃⁻,通过 EDTA 络合滴定法测定浸提液相当的 Ca²⁺、Mg²⁺,通过火焰光度计测定浸提液相当的 Na⁺、K⁺。

3 结果分析

3.1 改良剂对盐碱地土壤盐分总量的影响

A~E 组的土壤盐分总量比 F 组均有所下降,其中,D 组的盐分下降 3.75 g/kg,为最大值,土壤中盐分下降量(从大到小)的组别排列为 E、A、B、C。与 F 组相比,D 组的盐分下降幅度为 65.03%,E 组的盐分下降幅度为 47.48%,A 组的盐分下降幅度为 47.34%,B 组的盐分下降幅度为 45.24%,C 组的盐分下降幅度为 41.78%。

3.2 改良剂对不同组别土壤盐分离子含量的影响

对实验区域土壤持续改良 12 个月后,各组土壤中的 Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、SO₄²⁻、HCO₃⁻ 的含量发生变化,如表 1 所示。

表 1 各组别土壤在改良剂影响下盐分离子含量变化 g/kg

组别	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
A	1.11±0.18	0.02±0.00	0.19±0.06	0.08±0.02	0.77±0.16	1.27±0.22	0.37±0.05
B	1.04±0.06	0.04±0.03	0.27±0.07	0.12±0.03	0.97±0.11	1.18±0.22	0.33±0.03
C	0.91±0.15	0.13±0.07	0.38±0.09	0.12±0.03	0.88±0.11	1.08±0.16	0.33±0.03
D	0.75±0.18	0.02±0.00	0.12±0.02	0.06±0.01	0.48±0.17	0.76±0.13	0.37±0.02
E	0.85±0.16	0.08±0.05	0.46±0.08	0.13±0.08	0.68±0.14	0.76±0.13	0.37±0.02
F	2.44±0.17	0.16±0.02	0.47±0.02	0.17±0.02	1.98±0.06	1.68±0.14	0.31±0.01

对表 1 中的数据分析得知,经过不同的改性方案处理后,A~E 组土壤中的 Na⁺ 含量均有所下降,其中,D 组下降幅度为 69.55%,E 组下降幅度为 65.43%,A 组下降幅度为 62.96%,B 组下降幅度为 57.61%,C 组下降幅度为 54.73%。与对照组相比,A 组的 K⁺ 含量下降幅度为 93.33%,D 组的

K⁺ 含量下降幅度为 73.33%,B 组的 K⁺ 含量下降幅度为 93.33%,C、E 两组与 F 组的 K⁺ 含量近似^[1]。

沸石能够有效吸附 Ca²⁺、Mg²⁺,腐殖质中的功能团能固定 Ca²⁺、Mg²⁺。盐碱土壤中加入有机改良剂、园林废弃物会使土壤中的有机酸含量增加,使

盐碱土壤中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 活化性增强^[2]。有机改良剂含有大量的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，园林废弃物含有大量的 Mg^{2+} ，因此 A 组的 Ca^{2+} 含量显著下降，D 组的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量显著下降。土壤结构在足够的 Ca^{2+} 作用下会被有效改良，团聚体上的 Na^+ 、 K^+ 被置换，团聚体结构处于稳定状态。黏土颗粒、土壤有机质中间存在离子桥，土壤中的盐分离子稳定性在离子桥的作用下得到提升，使土壤结构在一定程度上得到改善。土壤中的 Ca^{2+} 能控制土壤中的 Na^+ 、 K^+ 含量，使土壤碱化进度放缓，促进土壤团粒结构形成，提升土壤的综合性能。

3.3 土壤中阴离子的变化

通过分析表 1 可知，A~E 组土壤中的 Cl^- 含量均呈现下降趋势，含量由大至小的顺序为 D、E、A、B、C； Cl^- 含量由大至小的下降幅度依次为 6.35%、64.97%、61.49%、55.84%、50.17%。

沸石表面积较大，且具有晶格结构，有助于吸附土壤中的 Cl^- 。盐碱地土壤中的大量 Cl^- 经沸石孔道抵达沸石内部后被固定，因此在盐碱地土壤中加入沸石可有效降低 Cl^- 含量。在盐碱地土壤中加入园林废弃物、有机改良剂会增大盐碱地土壤的孔隙， Cl^- 在蒸发作用下转移至土壤表层，腐殖质能够有效吸附 Cl^- ，使土壤中的 Cl^- 含量下降^[3]。A~E 组土壤当中的 Cl^- 含量均下降，其中，D 组的 Cl^- 含量下降幅度最大，且该组的 SO_4^{2-} 含量下降 55.01%（与 F 组别相比），A、B、C、E 组的 SO_4^{2-} 含量与 F 组近似。沸石能有效吸附土壤中的 SO_4^{2-} ，而园林废弃物、有机改良剂含有大量的 SO_4^{2-} 。在盐碱地中添加园林废弃物或有机改良剂，会使土壤中的 SO_4^{2-} 含量增加，具有显酸性的腐殖质会刺激土壤释放 SO_4^{2-} ，使土壤的 SO_4^{2-} 含量上升。

与 F 组相比，A~D 各土壤中的 HCO_3^- 含量均存在一定的增加，但变化并不显著，而 E 组与 F 组的 HCO_3^- 含量差异显著。由此可见，A 组土壤中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 含量显著下降；B 组土壤中的 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 含量显著下降；C 组土壤中的 Na^+ 、 Cl^- 含量显著下降；D 组土壤中的 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 含量显著下降，其中， Na^+ 、 Cl^- 含量下降幅度最大；E 组土壤中的 Na^+ 、 Cl^- 含量下降幅度最大。

4 盐碱土壤配合使用技术

(1) 秸秆还田。通过秸秆还田提高土壤中的有机质含量、增强土壤肥力。在盐碱地中采用秸秆还

田技术，可使盐碱地土壤有机质、养分含量得到提升，使盐碱地土壤的理化性状改善^[4]。对盐碱地使用秸秆还田，每年有 7 500 kg/hm² 的秸秆可进入盐碱地土壤表土层，相应的土壤有机质上升幅度为 1 g/kg，氮含量增加 40 mg/kg，磷含量增加 5 mg/kg，钾含量增加 40 mg/kg，土壤团粒结构增加 2.3%~4.9%，土壤容重减低 0.07~0.10 g/cm³，可提升作物产量 10%~15%。

(2) 施肥管理。在盐碱地土壤中施加生物有机肥、饼肥、猪厩肥、商品有机肥等肥料，可使盐碱土壤中的有机质含量得到提升、孔隙度增加，使盐碱土壤更加肥沃。

(3) 转变种植工艺。对盐碱土壤的理化性质进行量化分析，并根据分析结果在不同的地块种植不同的耐盐作物，配合沟垄栽培技术、轮作技术对作物种植进行管理。

5 结语

研究表明，在盐碱地土壤中使用不同的改良方案可获得不同的土壤改良效果。在实验小田使用有机改良剂、沸石、园林废弃物持续改良 12 个月后，A~E 各的盐分离子含量均有所下降，其中，D 组各盐分离子含量下降更为显著，下降幅度（由大至小）各组依次为 D、E、A、B、C。A~E 各组的 Na^+ 、 Cl^- 含量降幅不同，其中，D 组的 Na^+ 、 Cl^- 含量降幅最大^[5]。A、B、D 组中的 K^+ 含量显著下降。综合评价分析发现，添加沸石的组别展现出更为理想的降盐效果；有机改良剂、园林废弃物均可达到降盐效果，可作为盐碱地土壤改良剂。

参考文献：

[1] 张彬,杨宁,王迪,等. 国内外盐碱地改良技术比较及对吉林省的启示[J]. 现代营销(上旬刊), 2023(3): 113-115.

[2] 郝延杰,代惠芹,尤晓胜,等. 黄河三角洲棉花与大豆盖菇轮作技术可行性分析及发展建议[J]. 食药菌, 2023,31(1):24-27.

[3] 李小羊. 黔南地区市政园林工程建设中土壤改良技术措施研究[J]. 工程技术研究, 2022,7(22):215-217.

[4] 冯燕燕. 物联网技术在盐碱土改良工作中的应用[J]. 农业工程技术, 2022,42(30):71-72.

[5] 张菁,田荣荣,王淑娟等. 钙基型土壤改良剂对盐碱土壤改良和向日葵产量的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2022(11):68-76.

作者简介:康立,男,1984 年生,农艺师。研究方向为农业技术。