

# 盐碱地原位工程化根治技术对盐碱地土壤养分及玉米生长发育的影响

刘斌<sup>1,2</sup>, 寇燕燕<sup>1</sup>, 何巨峰<sup>1</sup>, 王伟<sup>1</sup>, 刘瑛<sup>1</sup>

(1. 景泰川电力提灌管理局, 甘肃 景泰 730400; 2. 甘肃农业大学园艺学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 以玉米品种先玉33为指示品种, 研究了盐碱地原位工程化根治技术对盐碱地土壤养分和玉米主要性状及产量的影响。结果表明, 盐碱地原位工程化根治技术显著降低了盐碱地土壤的全盐量、土壤pH, 促进玉米对土壤碱解氮和速效钾的吸收。玉米全生育期缩短5~8 d, 显著提高盐碱地玉米的株高、穗长、穗粗和百粒重。其中凹晶材料45 t/hm<sup>2</sup>一次性铺设的折合产量为7 868.1 kg/hm<sup>2</sup>, 较不铺设凹晶材料增产2 877.4 kg/hm<sup>2</sup>, 增产率57.7%, 可作为未来盐碱地改良的重要措施之一。

**关键词:** 盐碱地原位工程化根治技术; 玉米; 凹晶材料; 景电灌区

**中图分类号:** S156.4; S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)04-0043-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.04.011

土壤盐碱化是指土壤底层或地下水的盐分通过毛细作用不断向土壤表层聚积, 水分蒸发以后, 使盐分留在上层土壤中而形成盐渍土的自然地质过程<sup>[1]</sup>。土壤盐渍化和次生盐碱化不但会导致土壤肥力下降, 作物减产生长迟缓, 品质和产量下降<sup>[2]</sup>, 也会对生态环境造成危害, 严重影响农业生产的发展。研究表明, 盐碱土壤中土壤微生物量、碳、氮和基础呼吸都较普通农用土壤有大幅的下降, 严重影响盐碱地土壤的保肥供肥能力<sup>[3]</sup>, 如何改良和治理盐碱化土壤成为亟须研究解决的问题<sup>[4-5]</sup>。

景电灌区地处腾格里沙漠向黄土高原的过渡地带, 是我国黄河中上游重要的高扬程灌溉农业区, 灌区土壤属于荒漠灰钙土, 含盐量高<sup>[6]</sup>, 长期存在大面积的盐碱化土壤, 如何有效的改良这些土壤就成为当地农业发

展的首要任务。目前景电灌区土地盐碱化有1.8万hm<sup>2</sup>, 占水地面积的42%, 其中中重度1.1万hm<sup>2</sup>, 弃耕撂荒地0.4万hm<sup>2</sup>, 盐碱化问题以景电一、二期和五佛灌区为重。我国目前已形成诸多水利工程、生物、农艺、化学等盐碱地综合治理技术, 并在各盐碱区形成了一些区域特色明显的关键技术。盐碱地原位工程化根治技术针对盐碱地和盐碱化成因, 利用优势特色资源凹凸棒石材料表面积大、孔隙多以及极性强等特征, 通过离子交换、层间吸附、交联柱化、插入置换等物化方法, 把其他离子或化合物引入层间域, 可调节层间域的电荷、介质、层间距, 破坏凹晶材料的层电荷分布平衡, 使其结构与性质发生相应的变化, 使土壤有一定的自净作用, 并同地表下渗水阻隔材料、超标盐碱吸附材料、改造后土地熟化和肥化等材料配

**收稿日期:** 2019-08-25; **修订日期:** 2020-02-25

**基金项目:** 甘肃省水利重点科研计划项目“景电灌区盐碱地原位工程化根治技术研究与应用”(甘水科外发[2018]70号)。

**作者简介:** 刘斌(1989—), 男, 甘肃景泰人, 硕士, 主要从事作物栽培生理生态和技术研究工作。Email: liubin3626570@163.com。

**通信作者:** 寇燕燕(1990—), 女, 甘肃榆中人, 助理工程师, 主要从事水利工程建设管理与灌区土壤改良研究工作。Email: 347582892@qq.com。

合,采用盐碱地改造与盐碱化土地修复功能性材料、土壤修复联合技术,可对盐碱地进行有效改良。我们针对景电灌区土壤盐碱化和次生盐碱化现象,采用盐碱地原位工程化根治技术,研究了该技术对盐碱地玉米生长发育的影响,以期改善和解决景电灌区土壤盐碱化和次生盐碱化问题提供参考。

## 1 材料与amp;方法

### 1.1 供试材料

供试凹晶材料、阻隔材料、凹晶地力恢复剂和改良剂,由甘肃靖远凹晶矿业开发有限公司提供。指示玉米品种为当地主栽品种先玉 335 号,景泰县农业推广技术中心提供。

### 1.2 试验地概况

试验地位于景泰县芦阳镇城北墩村(37.23° N, 103.08° E)。该区域属于温带干旱大陆性气候,年均气温为 8.6 °C, ≥10 °C 年有效积温 3 038 °C,无霜期 120 d 左右,年日照时数 2 723.9 h。年平均降水量 180 mm,约 60%的降水集中在 7—9 月份;年潜在蒸发量 3 038 mm。风沙日数较多,平均风速 2.0 ~ 3.1 m/s,瞬时最大风速可达 21.7 m/s。试验地为黏壤性土壤,土地平整、排灌方便、形状规整,盐碱类型为硫酸盐蓬松盐碱。前茬为玉米。

### 1.3 试验方法

试验采用随机区组设计。设 2 个处理,处理 1 为凹晶材料 45 t/hm<sup>2</sup> 一次性铺设,处理 2 为凹晶材料 30 t/hm<sup>2</sup> 一次性铺设,以不铺设凹晶材料作为对照(CK),3 次重复,小区面积 43.2 m<sup>2</sup> (7.2 m × 6.0 m),间距 1 m。2018 年 4 月 16 日机械施肥并铺好地膜待播,4 月 20 日用玉米点播器采用破膜穴播的方法在膜上种植玉米 2 行,株距 25 cm,每穴 2 粒,小行距 40 cm,大行距 70 cm,播后田间管理与当地管理水平相同,10 月 3 日收获。

### 1.4 盐碱地原位工程化技术实施工艺

#### 1.4.1 材料铺设

2017 年 6 月,将试验地 50 ~ 70 cm 土壤开挖,对下层基础及侧壁进行整平处理后用压路机夯实。按试验设计的铺设量将凹晶缓冲材料均匀铺设于夯实后的基础之上,用小型压路机碾平。用铺设机械将阻隔材料均匀铺设于凹晶材料上,铺设厚度为 3 cm,铺设量为 225 t/hm<sup>2</sup>,铺设完成后用小型压路机碾平,在阻隔层上铺设细沙和上层细颗粒土壤作为保护层,铺设厚度为 10 cm,最后将上层土壤回填。

#### 1.4.2 上层土壤盐分清除和土壤地力恢复

采用灌水洗盐的方式清除上层土壤盐分,洗盐每次用水量 2 250 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>,共洗盐 4 次,周期为 7 d,在每次灌水前采用旋耕机械进行搅拌处理。上层土壤盐分清除后,将地力恢复剂颗粒均匀撒于土壤表面,进行土壤地力恢复,用量为 3 750 kg/hm<sup>2</sup>,然后用旋耕机械进行耕作。土壤地力恢复期为 180 d,土壤地力恢复期结束后进行作物种植。

### 1.5 测定指标与方法

生育期记载播种期、出苗期、拔节期、大喇叭口期和成熟期。玉米植株完全抽雄后测量株高和茎粗;玉米成熟时,随机取样 10 株进行考种,测量穗行数、行粒数、穗粗、穗长、百粒重。各小区取样方 20 m<sup>2</sup>,晒干后采用脱粒机对样方进行产量实测。各小区单收计产。

采用 5 点取样法,于玉米收获后,去除采样点处的表土,用土钻垂直插入土壤中,取深度 0 ~ 30 cm 的土壤,每份 500 g。将土样中的较大颗粒碾碎,然后将每个小区 5 点的土样混匀,用四分法留取每块砂地土样 500 g 供检测。土壤 pH 采用电极法,用 pH S-25 型酸度计测定;有机质采用重铬酸钾硫酸氧化-外加热法测定;全盐量采用电导率法,用 DDS-12A 数显电导率仪测定;全氮采用凯氏定氮法,采用 Kjeltec 8200 半自动定氮仪测定;碱解氮采用碱解扩散法,用 28YX-500 型电热恒温培养箱测定;全磷采用碱熔-钼锑抗比色法,用 Cary 50 紫外

可见分光光度计测定；速效磷采用碳酸氢钠提取 - 钼锑抗比色法，用 Cary50 紫外可见分光光度计测定；全钾采用碱熔 - 火焰光度法，用 Sherwood M410 火焰光度计测定；速效钾采用乙酸铵提取 - 火焰光度法，用 Sherwood M410 火焰光度计测定。

### 1.6 数据处理与分析

采用 SPSS 19.0 软件进行数据统计分析，采用新复极差法(Duncan)比较不同处理间的差异显著性，采用 Excel2007 软件制图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对土壤养分和全盐量的影响

通过表 1 可以看出，盐碱地原位工程化技术使盐碱地土壤的全盐量和 pH 明显降低。处理 1、处理 2 土壤全盐量分别较 CK 降低 29.8、26.6 g/kg，pH 较 CK 分别降低 0.39、0.50。玉米收获后的耕作层土壤养分，处理 1 和处理 2 有机质含量均低于 CK，全氮、全磷和全钾含量基本无差异。碱解氮含量处理 1、处理 2 较 CK 分别降低 47.5、50.8 mg/kg，速效钾含量较 CK 分别降低 365、339 mg/kg。有效磷含量以处理 1 最高，为 26.4 mg/kg，较 CK 和处理 2 分别高 4.7、

12.9 mg/kg。表明盐碱原位工程化技术可以降低盐碱地土壤全盐量和 pH，促进作物对碱解氮和速效钾的吸收。

### 2.2 不同处理对玉米物候期和生育期的影响

从表 2 可以看出，盐碱原位工程化技术使盐碱地玉米的各物候期提前，全生育期天数缩短，提前成熟。不同处理下，玉米的全生育期以 CK 最长，为 146 d，分别较处理 1、处理 2 延后 8、5 d。处理 1、处理 2 拔节期、大喇叭口期、成熟期均较 CK 均提前，其中拔节期提前 2 d，大喇叭口期提前 8、5 d。成熟期处理 1 较 CK 提前 10 d，处理 2 较 CK 提前 7 d。表明盐碱原位工程化技术可以缩短盐碱地玉米的全生育期天数，提早物候期。

### 2.3 不同处理对玉米农艺性状的影响

通过表 3 可以看出，盐碱地原位工程化技术可以显著提高盐碱地玉米的株高、穗长、穗粗和百粒重。株高以处理 1 最高，为 248.3 cm，显著高于处理 2、CK；处理 2 显著高于 CK。茎粗以处理 2 最高，为 8.3 cm，与处理 1、CK 之间差异不显著。穗长、穗粗均表现为处理 1、处理 2 显著高于 CK，

表 1 不同处理土壤的养分和全盐量

处理	pH	有机质 /(g/kg)	全盐量 /(g/kg)	全氮 /(g/kg)	碱解氮 /(mg/kg)	全磷 /(g/kg)	有效磷 /(mg/kg)	全钾 /(g/kg)	速效钾 /(mg/kg)
1	8.31	8.61	9.4	0.51	40.8	0.80	26.4	18.8	375
2	8.20	8.32	12.6	0.50	37.5	0.68	13.5	18.6	401
CK	8.70	10.70	39.2	0.57	88.3	0.64	21.7	18.8	740

表 2 不同处理玉米的物候期和生育期

处理	物候期/(日/月)					生育期 /d
	播种期	出苗期	拔节期	大喇叭口期	成熟期	
1	20/4	8/5	16/6	8/7	23/9	138
2	20/4	8/5	16/6	11/7	26/9	141
CK	20/4	10/5	18/6	16/7	3/10	146

表 3 不同处理玉米的主要性状

处理	株高 /cm	茎粗 /cm	穗长 /cm	穗粗 /cm	穗行数 /行	行粒数 /粒	百粒重 /g
1	248.3 a	8.1 a	20.9 a	16.4 a	16 a	36.5 a	36.8 a
2	237.6 b	8.3 a	20.2 a	16.3 a	16 a	34.8 b	35.7 a
CK	218.5 c	7.7 a	18.5 b	14.4 b	16 a	33.3 b	31.4 b

其中穗长分别较 CK 提高 13.0%、9.2%，穗粗分别较 CK 提高 13.9%、13.2%。行粒数以处理 1 的最多，为 36.5 粒，显著高于处理 2、CK，处理 2 和 CK 间无显著差异。百粒重以处理 1 最高，为 36.8 g，显著高于 CK，较 CK 增加 5.4 g；处理 2 为 35.7 g，显著高于 CK，较 CK 增加 4.3 g。表明盐碱原位工程化技术可以显著提高盐碱地玉米的株高、穗长、穗粗和百粒重。

#### 2.4 不同处理对玉米产量的影响

从表 4 可以看出，盐碱地原位工程化技术可以显著提高盐碱地玉米的产量。玉米折合产量以处理 1 的最高，为 7 868.1 kg/hm<sup>2</sup>，较 CK 增产 2 877.4 kg/hm<sup>2</sup>，增产率 57.7%；其次是处理 2，为 6 833.3 kg/hm<sup>2</sup>，较 CK 增产 1 842.6 kg/hm<sup>2</sup>，增产率 36.9%。方差分析的结果表明，各处理产量之间差异均达显著水平。表明盐碱原位工程化技术可以提高盐碱地玉米的产量。

表 4 不同处理玉米的产量

处 理	小区平均产量 /(kg/43.2 m <sup>2</sup> )	折合产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )	较CK增产 /(kg/hm <sup>2</sup> )	增产率 /%
1	33.99 a	7 868.1 a	2 877.4	57.7
2	29.52 b	6 833.3 b	1 842.6	36.9
CK	21.56 c	4 990.7 c		

### 3 结论与讨论

采用盐碱地原位工程化根治技术核心材料凹晶材料对盐碱地土壤进行处理，对盐碱地土壤性状和玉米的主要性状及产量进行了研究。结果表明，经过盐碱原位工程化技术治理的盐碱地，玉米全生育期缩短 5~8 d。显著提高玉米的株高、穗长、穗粒数和千粒重，显著提高玉米产量。其中凹晶材料 45 t/hm<sup>2</sup> 一次性铺设折合产量最高，为 7 868.1 kg/hm<sup>2</sup>，较不铺设凹晶材料增产 2 877.4 kg/hm<sup>2</sup>，增产率 57.7%；其次为凹晶材料 30 t/hm<sup>2</sup> 一次性铺设，折合产量 6 833.3 kg/hm<sup>2</sup>，较不铺设凹晶材料增产 1 842.6 kg/hm<sup>2</sup>，增产率 36.9%。同时显著降低了土壤全盐量和 pH，促进作物对土壤碱解氮和速效钾的吸收。

盐碱地的改良是一个长期的系统过程，改良盐碱土的核心就是改善盐碱地的生态环境，创造适合植物生长的生存条件<sup>[7]</sup>，实现农业的可持续发展。本研究结果表明玉米农艺性状随着核心材料凹晶材料铺设量的增加呈现上升的趋势，这与吴明昊等<sup>[8]</sup>利用凹凸棒石土壤改良剂在水稻上的应用效果一致。盐碱原位工程化技术可以显著提高盐碱地玉米的产量，增产效果显著，这与郭天云等<sup>[9]</sup>采用化学方法治理盐碱地玉米时的试验结果一致。盐碱原位工程化技术可以有效缩短盐碱地玉米的全生育期，成熟期提前，显著提高玉米主要性状。在今后的盐碱地改良中，碱地原位工程化根治技术会发挥更大的作用，为盐碱地的改良提供一定技术支持。

#### 参考文献：

- [1] 江 娜. 盐碱地微环境改良剂的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2015.
- [2] 王慧桥, 陈为峰, 宋付朋, 等. 不同自生固氮菌对盐碱地玉米生长与土壤养分特性的影响[J]. 土壤通报, 2018, 49(6): 1341-1347.
- [3] 逢焕成, 李玉义, 严慧峻, 等. 微生物菌剂对盐碱土理化和生物性状影响的研究[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(5): 951-955.
- [4] 李光道, 白生才, 张秀志, 等. 植物抗盐性研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2011(2): 29-32.
- [5] 苏永全, 吕迎春. 盐分胁迫对植物的影响研究简述[J]. 甘肃农业科技, 2007(3): 23-26.
- [6] 董志洋. 高扬程灌区土壤次生盐渍化成因及改良对策探讨[J]. 甘肃农业, 2018(10): 50-52.
- [7] 胡 一, 韩霁昌, 张 扬. 盐碱地改良技术研究综述[J]. 陕西农业科学, 2015, 61(2): 67-71.
- [8] 吴明昊, 朱孔志, 杨世才, 等. 凹凸棒石土壤改良剂在盐碱地水稻上的应用效果研究[J]. 现代农业科技, 2017(24): 15; 17.
- [9] 郭天云, 郭天海, 何增国. 磷石膏对盐碱地改良效果及对玉米的影响[J]. 甘肃农业科技, 2019(7): 48-52.

(本文责编: 陈 伟)