

大同盆地金沙滩盐碱地综合治理技术开发研究

张克强¹, 白成云¹, 马宏斌¹, 张敬忠¹, 牛斌¹, 姜森林², 聂督²

(1. 山西省农科院开发办, 太原 030006; 2. 山西省农科院土壤肥料研究所, 太原 030031)

摘要: 大同盆地苏打型盐碱地, 治理难度较大, 通过4年来的综合治理试验研究表明: 水利措施采用井灌井排、井渠结合, 明沟、暗沟、深沟、浅沟密集相结合, 地下水位可由改良前的1.63 m下降到2.05 m; 化学改良剂(SN—01)连续施用3年后耕作层土壤pH由原来的9.76下降到8.16, EC值由原来的0.54下降到0.22 mS/cm, CO_3^{2-} 消失, HCO_3^- 下降89.7%, Na^+ 下降76.4%。国产材料石膏、风化煤、黑矾、糠醛渣施用后表层土pH、碱化度都有明显的下降趋势; 农业措施采取平整土地, 耕作层脱盐率可达55%, 深翻后耕作层土壤密度降低11.6%~13.7%; 孔隙度提高12.2%~13.7%。增施有机肥后耕作层土壤碱化度可下降69.7%~76%; 合理的耕作技术和耕作管理方法具有保墒、抑盐、躲盐的作用, 为作物生长创造了良好的环境条件。

关键词: 盐碱地综合治理; 改良剂; 碱化度; 脱盐率

中图分类号: S156.4⁺4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2005)ZK-0136-06

0 引言

大同盆地现有盐碱地20万 hm^2 ^[1,2], 占山西省盐碱地总面积的60%以上, 以典型的苏打型盐化潮土为主^[3-5], 开发治理难度大。过去在改良利用上取得了一些成绩, 但整体效益较差。目前还有约14万 hm^2 盐碱地尚未开发治理, 治理过的盐碱地由于以前只重视大面积的治理, 忽视了小面积的利用, 只改土, 不培土, 只重视水利工程而忽视了综合治理, 加上工程长年失修, 耕作粗放, 措施单调, 管理不善等原因, 重新出现大面积的返盐现象, 农业环境重新恶化, 严重制约着盐碱地区农村经济的持续稳定发展^[6]。为了解决土地后备资源的不足和环境问题, 开辟盐碱地区农业高产、高效和可持续发展的新技术途径, 增加盐碱地综合开发的技术储备, 寻求大同盆地盐碱地综合治理技术措施等, 我们在该区具有代表性的盐碱地重点乡镇怀仁县金沙滩镇立项开展了研究。

1 试验与方法

1.1 概况

金沙滩盐碱地试验示范区位于大同盆地中部西缘, 地势低洼, 气候干旱冷凉, 农业生产条件较差。耕地面积5800 hm^2 , 盐碱地面积约2700 hm^2 , 是典型的大同盆地苏打型的盐化潮土, 其中1000 hm^2 是寸草不生的极重度盐碱光板地, 具有盐化和碱化的双重特征, 土壤性状恶劣, 通体结实板结, 土壤养分低^[6], 是最难治理的盐碱地类型。

1.2 具体措施

1.2.1 水利工程措施

路东区: 主要是耕种壤质轻度苏打盐化潮土和沙壤质深位厚黏碱化土, 约有1600 hm^2 。实施水利配套工程: 井灌井排、渠沟相结合。打井15眼, 修防渗渠22.5 km, 铺设喷灌地下管道6.3 km, 建设节水喷灌面积300 hm^2 。

路西区: 主要是沙壤质苏打盐化沼泽土和壤质浅位厚黏中度苏打盐化潮土, 约有1000 hm^2 , 在中度盐碱地先后打井7眼, 建防渗渠15 km, 全部实现喷灌。在重度盐碱地坳洼低凹处, 东西挖6条排水渠7.8 km, 一条长2.4 km的水泥暗排管道, 南北挖5条明排水渠4.8 km, 10条浅暗排沟5.3 km。

1.2.2 化学改良剂

自制盐碱地土壤改良剂SN—01, 使用量为2250 kg/ hm^2 , 春播前撒施后旋耕。其他改良材料全部来自本省。

1.2.3 农业措施

包括平整土地, 秋深翻结合增施有机肥, 春季浅耕, 开沟播种, 适时播种, 地膜覆盖。

1.2.4 生物措施

主要是筛选和栽培耐盐碱的作物和牧草品种。

1.3 分析方法

有机质为重铬酸钾加热法, 速效钾为醋酸铵浸提火焰光度计法, 有效磷为磷酸氢钠浸提——钼锑抗比色法, 全氮为开氏法, 硬度采用手持式硬度计测定, pH值用酸度计测定, EC用电导仪测定, 阴阳离子用离子色谱仪测定。

2 试验结果与分析

2.1 水利工程治理盐碱

采用以井灌井排为主, 井渠沟结合、灌排结合等综合灌排措施, 起到了抽取地下水进行灌溉洗盐、排水排盐, 降低地下水的作用。形成竖井垂直排, 渠沟水平排的良好灌溉排水体系。

从表1可见, 井灌井排结合渠沟排可以逐步降低地下水位, 平均每年降落0.11~0.27 m, 控制地下水位于

收稿日期: 2003-06-21 修订日期: 2004-03-30

基金项目: 山西省科技厅资助项目(983188)

作者简介: 张克强(1955-), 男, 研究员, 太原 山西省农业科学院开发办, 030006

通讯作者: 姜森林(1939-), 男, 研究员, 从事盐碱地改良工作。太原 山西省农科院土壤肥料研究所, 030031

临界深度以上,减少了返盐,同时井灌可以淡化地下水,加速土壤脱盐。从试验结果看:4月5日0~20 cm 表土层, pH 值由1997年的10.2逐年下降到1998的9.84,1999年的8.92,秋收后10月10日土壤pH 值由原来的

9.93逐年下降为8.78和8.31, EC (m s/cm) 也呈逐年下降趋势,秋收后0~20 cm 土壤EC 值由原来的0.27下降为0.19和0.15 m s/cm。详见表1所列。

表1 井灌井排、井渠沟排相结合对地下水降落及脱盐效果的影响(路东日中城村盐碱滩定点观察)

Table 1 Effects of hydrotechnics on the ground water level and desalination of soil

| 观察日期 月-日 | 地下水埋深 /m | 比前一年 降落深度 /m | 取土深度/cm | | | | | | | | |
|-------------|-------------|--------------------|---------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|------|
| | | | 0~20 | | 20~40 | | 40~60 | | 60~80 | | |
| | | | pH 值 | EC /m s · cm ⁻¹ | pH 值 | EC /m s · cm ⁻¹ | pH 值 | EC /m s · cm ⁻¹ | pH 值 | EC /m s · cm ⁻¹ | |
| 1997年 | 04-05 | 1.58 | — | 10.2 | 0.23 | 10.3 | 0.29 | 10.4 | 0.32 | 10.1 | 0.36 |
| | 08-10 | 1.45 | — | 9.98 | 0.21 | 10.1 | 0.24 | 10.2 | 0.30 | 9.84 | 0.31 |
| | 10-10 | 1.63 | — | 9.93 | 0.27 | 10.2 | 0.22 | 10.1 | 0.27 | 10.2 | 0.29 |
| 1998年 | 04-05 | 1.73 | 0.15 | 9.84 | 0.19 | 9.91 | 0.26 | 9.5 | 0.78 | 9.46 | 0.34 |
| | 08-10 | 1.56 | 0.11 | 9.4 | 0.18 | 9.56 | 0.21 | 9.8 | 0.26 | 9.5 | 0.28 |
| | 10-10 | 1.78 | 0.15 | 8.78 | 0.19 | 9.6 | 0.20 | 9.7 | 0.24 | 9.4 | 0.29 |
| 1999年 | 04-05 | 1.86 | 0.13 | 8.92 | 0.14 | 9.5 | 0.23 | 9.1 | 0.21 | 9.32 | 0.22 |
| | 08-10 | 1.85 | 0.29 | 8.7 | 0.13 | 9.2 | 0.18 | 9.2 | 0.19 | 9.1 | 0.21 |
| | 10-10 | 2.05 | 0.27 | 8.31 | 0.15 | 9.3 | 0.17 | 9.5 | 0.18 | 9.2 | 0.22 |

2.2 化学改良剂治理盐碱地

金沙滩盐碱地地下水和大同盆地的盐碱地一样,多为重碳酸钠水质,必须采用化学改良措施,使土层胶体中的钠离子代换出来,随水下渗,土壤碱化现象才能逐步得到改良。

2.2.1 化学改良剂SN—01施用效果

1) 对植株性状及产量的影响

表2表明,通过3年小区试验,极重度盐碱地春季施用改良剂SN—01,能促进玉米生长,从玉米成熟期生物重、株高、穗粗、穗长来看,都比对照分别增长187%、

130%、95%和149.7%。玉米产量比对照增产108.9%。

2) 对土壤性状的影响

从表3可以看出,在重度盐碱地施了3年改良剂SN—01后,耕作层土壤的pH 值从9.76下降到8.16, EC 由0.54下降到0.22 m s/cm, CO₃²⁻ 消失, HCO₃⁻ 下降90%,其他离子例如Cl⁻、SO₄²⁻、Ca²⁺、Mg²⁺ 都有不同程度的下降趋势,Na⁺ 下降76.4%。0~20 cm 表土层盐碱危害基本消除。

表2 施用改良剂后对玉米植株性状及产量的影响(南家堡村棚西2号地)(2001年10月25日调查)

Table 2 Effects of an emdment on plant morphology and yield of maize plant

| 项目 | 植株性状 | | | | | 产量/kg · hm ⁻² | | |
|-------|-------------------------|-------|---------|---------|-------|--------------------------|--------|-------|
| | 生物重/g · 株 ⁻¹ | 株高/cm | 最大茎粗/mm | 最大穗粗/cm | 穗长/cm | 产量 | 增产量 | 增产率/% |
| CK | 284 | 73 | 30 | 12 | 20.1 | 1133.3 | 0 | 0 |
| SN-01 | 816 | 168 | 73.7 | 23.4 | 50.2 | 2367 | 1233.7 | 108.9 |

注: SN—01 是山西省农科院土壤肥料研究所经过三年反复试验而研制成功的苏打型盐碱地土壤改良剂,2003年申请专利。

表3 施用改良剂SN—01对耕作层土壤性状的影响(金沙滩南家堡村棚西2号地)(2001年10月25日取土)

Table 3 Effects of an emdment (SN-01) on chemical characteristics of soil

| 处理 | 取土深度 /cm | pH 值 | EC /m s · cm ⁻¹ | 离子含量/μmol · kg ⁻¹ | | | | | | | |
|-------|-------------|------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|
| | | | | CO ₃ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ |
| CK | 0~20 | 9.76 | 0.54 | 0.1768 | 0.3024 | 3.367 | 11.2847 | 12.4 | 0.208 | 2.07 | 34.52 |
| SN-01 | 0~20 | 8.16 | 0.22 | 0 | 0.0312 | 0.113 | 6.1469 | 0.0089 | 0.0189 | 1.1 | 8.14 |

3) 大田示范效果

大田示范表明(表4),中度偏重的盐碱地连续3年使用改良剂SN—01,改碱增产效果比较明显,田庄村示范田表土层pH 值、EC 值都有明显下降,pH 值从1998年播前的9.32下降到2000年收获后的8.18, EC 值从播

前的0.316下降到0.148 m s/cm。南家堡村重度盐碱地 pH 值由1999年播前的10.2下降到2000年收获后的8.43, EC 值由0.655下降到2000年的0.114 m s/cm。施用改良剂后田庄村甜菜2000年的产量比对照增产29.9%,比1998年增产35.6%,南家堡村1999年玉米产量

比对照增产31.5%，2000年比1999年增产20.6%。

表4 改良剂SN—01大田示范效果

Table 4 Field demonstration effects of amendment (SN-01) application

| 年份 | 地点、面积、盐碱程度 | 作物 | 处理 | 土壤分析 | | | 产量 /kg·hm ⁻² | 增产率 /% |
|------|--|----|-------|------|-------|-------------------------|----------------------------|-----------|
| | | | | 取土时间 | pH 值 | EC/m s·cm ⁻¹ | | |
| 1998 | 田庄村0.66 hm ² (中度盐碱, 苏世和) | 甜菜 | CK | 播前 | 9.32 | 0.316 | 20190 | 19.5 |
| | | | | 收获后 | 9.12 | 0.297 | | |
| | | | SN-01 | 播前 | 9.31 | 0.308 | 24120 | |
| | | | | 收获后 | 8.87 | 0.232 | | |
| 1998 | 田庄村0.66 hm ² (中度盐碱, 苏世和) | 玉米 | CK | 播前 | 9.22 | 0.267 | 3690 | 33.7 |
| | | | | 收获后 | 9.13 | 0.254 | | |
| | | | SN-01 | 播前 | 9.18 | 0.257 | 4935 | |
| | | | | 收获后 | 8.65 | 0.204 | | |
| 1998 | 南家堡村3.33 hm ² (重度盐碱, 魏官农场) | 玉米 | CK | 播前 | 10.20 | 0.655 | 1634 | 31.5 |
| | | | | 收获后 | 10.15 | 0.589 | | |
| | | | SN-01 | 播前 | 10.21 | 0.651 | 2148 | |
| | | | | 收获后 | 8.79 | 0.487 | | |
| 1998 | 田庄村0.66 hm ² (中度盐碱, 苏世和) | 甜菜 | CK | 播前 | 9.31 | 0.284 | 25170 | 29.9 |
| | | | | 收获后 | 9.04 | 0.268 | | |
| | | | SN-01 | 播前 | 9.29 | 0.267 | 32685 | |
| | | | | 收获后 | 8.18 | 0.148 | | |
| 1998 | 南家堡村3.33 hm ² (重度盐碱, 魏官农场) | 玉米 | CK | 播前 | 9.92 | 0.621 | 1749 | 48.1 |
| | | | | 收获后 | 9.06 | 0.623 | | |
| | | | SN-01 | 播前 | 9.81 | 0.542 | 2591 | |
| | | | | 收获后 | 8.43 | 0.114 | | |

4) 石膏、黑矾、风化煤和糠醛渣改良盐碱土的效果
从表5表明,在重度盐碱地使用石膏、风化煤、黑矾、糠醛渣后,0~20 cm 表土层的pH 值都有明显的下降趋势,各处理pH 值由9.86分别下降到8.31、8.55、8.44和8.71,其中石膏下降最多。而EC(m s/cm)除了石膏处理有所上升外,其他改良材料都呈下降趋势,从0.38分别下降到0.37、0.11和0.23,下降率最高为71%。

而石膏上升78.9%。从土壤中水溶性离子成分看,施石膏处理的土层中的CO₃²⁻已经消失,HCO₃⁻离子下降91.1%,其他阴离子也有不同程度的下降。阳离子中各处理Na⁺和K⁺都有明显的下降,施石膏处理阳离子中Ca²⁺、Mg²⁺有明显上升趋势,而Na⁺则大幅度下降,下降率为66%。石膏改碱效果比较明显。

表5 石膏、风化煤、黑矾、糠醛渣使用后对土壤的影响(金沙滩镇南家堡村1999-2001年)

Table 5 Effects of gypsum, lignite, FeSO₄ and compost of furfural on soil properties

| 处理 /15000 kg·hm ⁻² | 土层深度 /cm | pH 值 | EC /m s·cm ⁻¹ | 土壤水溶性盐分离子组成及含量/(mol·kg ⁻¹) | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|------|-----------------------------|--|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|-------|
| | | | | CO ₃ ²⁻ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | |
| CK | 裸地 | 0~20 | 10.11 | 0.41 | 0.214 | 0.734 | 6.742 | 8.87 | 9.67 | 2.4 | 2.86 | 21.7 |
| | 耕地 | 0~20 | 9.86 | 0.38 | 0.189 | 0.578 | 3.124 | 8.04 | 9.54 | 2.24 | 2.54 | 19.78 |
| 石膏 /12000 kg·hm ⁻² | 0~20 | 8.31 | 0.68 | 0.00 | 0.0516 | 3.124 | 10.84 | 17.64 | 4.6 | 0.89 | 6.7 | |
| 风化煤 /3000 kg·hm ⁻² | 0~20 | 8.55 | 0.37 | 0.088 | 0.327 | 3.546 | 7.68 | 9.76 | 2.6 | 1.98 | 10.46 | |
| 黑矾 /1500 kg·hm ⁻² | 0~20 | 8.44 | 0.11 | 0.074 | 0.445 | 4.07 | 8.97 | 9.33 | 1.89 | 1.04 | 8.9 | |
| 糠醛渣 /12000 kg·hm ⁻² | 0~20 | 8.71 | 0.23 | 0.047 | 0.512 | 5.26 | 7.6 | 9.79 | 2.16 | 1.76 | 13.6 | |

2.3 农业措施治理盐碱地

农业措施具有调节和制约土壤水盐动态,减少土壤盐分向地表积累,能取得躲盐、防盐、保苗和稳定增产的效果^[2]。

2.3.1 平整土地

平整土地主要是消除盐分聚集的微域地形,防止盐斑形成,减少盐分聚集地表。表6证明,魏官农场pH 值

由平整前1999年的9.89到平整3年后的2001年下降为8.3,全盐量由0.29%下降到0.13%,下降率为55%。2001年甜菜产量比平整前增产104.8%,同样南家堡村厂西3号极重度盐碱地pH 值由平整前1999年的10.14下降到2001年的8.51,表层土的全盐量由0.84%下降到0.29%,玉米产量比平整前增产63.5%。

表6 平整土地改良盐碱的效果

Table 6 Effects of leveling soil on the improvement of saline-alkali soil

| 时 间 | 魏官农场(重度盐碱) | | | | 南家堡村广西3号地(极重度盐碱) | | | |
|-------------|------------|----------|-----------------------------|--------|------------------|----------|-----------------------------|--------|
| | pH 值 | 耕层全盐量 /% | 甜菜产量 /kg · hm ⁻² | 增产率 /% | pH 值 | 耕层全盐量 /% | 甜菜产量 /kg · hm ⁻² | 增产率 /% |
| 平整前 | 9.89 | 0.29 | 14500 | 0 | 10.14 | 0.84 | 1890 | 0 |
| 1999年(平整一年) | 9.5 | 0.26 | 18600 | 28 | 10.01 | 0.66 | 2505 | 32.5 |
| 2000年(平整两年) | 8.9 | 0.18 | 20400 | 40.6 | 9.54 | 0.51 | 2760 | 46 |
| 2001年(平整三年) | 8.3 | 0.13 | 29700 | 104.8 | 8.51 | 0.29 | 3090 | 63.5 |

2.3.2 深翻

耕性不良的紧实盐碱地通过深翻能消除板结, 改善土壤的通透性, 提高孔隙度, 降低土壤密度, 能促进雨水、灌溉水下渗, 有利于淋盐^[3,7]

表7 深翻前后土壤密度和孔隙度的变化(1998-2001年)

Table 7 Effects of tillage on bulk density and porosity of soil

| 地 点 | 土层深度 /cm | 密度/g · cm ⁻³ | | 孔隙度/% | |
|-------------------------------------|----------|-------------------------|------|-------|------|
| | | 深翻前 | 深翻后 | 深翻前 | 深翻后 |
| 667 hm ² 盐碱滩 (日中城村 重度盐碱) | 0~10 | 1.37 | 1.21 | 50.7 | 56.9 |
| | 10~20 | 1.39 | 1.23 | 48.6 | 52.8 |
| | 20~30 | 1.35 | 1.25 | 48.07 | 52.7 |
| | 30~40 | 1.44 | 1.28 | 46.07 | 48.1 |
| 盐丰营村 (重度盐碱) | 0~10 | 1.42 | 1.22 | 49.6 | 56.4 |
| | 10~20 | 1.50 | 1.28 | 44.7 | 50.3 |
| | 20~30 | 1.40 | 1.31 | 43.39 | 47.7 |
| | 30~40 | 1.40 | 1.4 | 46.3 | 45.1 |

表7表明, 667 hm² 盐碱滩连续4年深翻结合深施有机肥, 0~20 cm 土层土壤密度和孔隙度都有了很大

的改善, 两块试验地的0~10 cm 土壤密度由深翻前的1.37 g/cm³和1.42 g/cm³下降到深翻4年后的1.21 g/cm³和1.22 g/cm³, 孔隙度由未深翻前的50.7%和49.6%提高到56.9%和56.4%。

2.3.3 增施有机肥

改良盐碱地必须采取改良和土壤培肥相结合的原则。在排水排盐的基础上, 增施有机肥可以培肥熟化耕作层, 提高土壤肥力, 调节土壤水盐运动, 抑制土壤返盐, 可以变无收为有收, 变低产为高产。

重度盐碱地连续4年增施有机肥, 南家堡村和盐丰营村试验证明(表8), 0~20 cm 土层pH值和碱化度都有明显的下降。南家堡村广西3号地0~5 cm 表土层, pH值由施前的9.92下降到施肥后的8.46, 下降值为1.46, 张庆农场从施肥前的9.48下降到施肥后的8.31, 下降值为1.17。0~5 cm 表土层碱化度两块地下降率为69.7%和76%, 而对照下降率为0.5%~6.1%。

表8 盐碱化土壤增施有机肥改良前后土壤性状的变化

Table 8 Effects of applying organic fertilizer in desalinated soil on chemical and physical property of soil

| 地点 (1998-2001年) | 处理 | 采样深度 /cm | pH 值 | | | 碱化度/% | | |
|-----------------|----|----------|------|------|------|-------|------|------|
| | | | 施肥前 | 施肥后 | 下降/% | 施肥前 | 施肥后 | 下降/% |
| 南家堡村 广西3号地 | CK | 0~5 | 9.95 | 8.91 | 10.4 | 24.6 | 23.1 | 6.1 |
| | | 5~20 | 9.56 | 9.12 | 4.6 | 29.6 | 25.4 | 14.1 |
| | 厩肥 | 0~5 | 9.92 | 8.46 | 14.7 | 28.7 | 8.7 | 69.7 |
| | | 5~20 | 9.67 | 8.57 | 11.4 | 34.1 | 14.1 | 58.6 |
| 盐丰营村 张庆农场 | CK | 0~5 | 9.56 | 8.98 | 6.1 | 19.4 | 19.3 | 0.5 |
| | | 5~20 | 9.37 | 9.01 | 3.8 | 22.4 | 20.7 | 7.5 |
| | 厩肥 | 0~5 | 9.48 | 8.31 | 12.3 | 26.7 | 6.4 | 76 |
| | | 5~20 | 9.42 | 8.42 | 10.6 | 29.3 | 7.6 | 73.7 |

2.3.4 改进耕作技术和耕作管理方法

建立适应盐碱地的耕作管理方法, 合理的耕作技术, 具有保墒、防盐、抑盐作用, 例如, 秋深耕春浅耕, 开沟播种, 深播浅盖, 适期播种, 避开积盐期等都是有利于躲盐、防盐、抑盐的耕作管理方法。从表9可以看出, 由于在春季返盐季节盐分向高处的垄背上集中, 垄沟底的盐分则相对减少, 三块重度盐碱地垄背的全盐量比垄沟全盐量分别高出25%、19.4%和40.1%。2001年春季调查表明, 开沟播种的玉米死苗率为14.6%, 而平播的玉米死苗率为34.7%, 沟播玉米产量比平播增产6成以上。

表9 玉米开沟播种垄行垄背盐分比较(2001年)

Table 9 Comparison of salt content in the top and bottom soil of ridge tillage

| 盐 碱 程 度 | 耕作层0~20 cm 土壤全盐量/% | |
|-------------|--------------------|------|
| | 垄行 | 垄背 |
| 重度盐碱地(魏官农场) | 0.18 | 0.24 |
| 重度盐碱地(南家堡村) | 0.29 | 0.36 |
| 重度盐碱地(张庆农场) | 0.68 | 1.14 |

2.4 生物措施治理盐碱地

采用适应种植也是盐碱地综合治理中的重要一环,也是大同盆地盐碱地充分发挥土地资源的潜力和发展生产的一项行之有效的措施。根据不同的盐碱类型和含盐情况,选育和种植耐盐碱作物、牧草、绿肥、树和经济作物,都可获得较好的收成。

从1997年开始,经过4年的筛选提纯,重点选育了耐盐碱能力较强的、经济价值较高的耐盐玉米、甜菜和油菜,3种作物都表现较强的耐盐能力,表土层pH值在8.9~9.5,全盐量在0.21%~0.43%,出苗率分别达到了74.6%、68.9%和89.7%。

耐盐牧草四翅滨藜、野豌豆、绵毛优若藜、鲁梅克斯等,土壤pH值在9~10,全盐量在0.4%~1.0%,都能正常生长。

盐碱地种植耐盐牧草变盐碱滩为牧草基地,发展畜牧业,投资少,收效快,群众易接受。另一方面种草改良盐碱地可以增加地面覆盖,减少地面蒸发,防止返盐,创造有利的人工生态系统。同时大量的牧草根系伸入土体1.5m左右,根茎干物质约30000 kg/hm²,给土体中留有大量的有机质,有利于土壤结构的改善,提高了土壤熟化度,从而防止和减少了土壤返盐。

种植绿肥是改良盐碱土的重要措施之一,它既能提高土壤肥力,促进土壤熟化,巩固和提高土壤脱盐改碱效果。

1999年到2001年我们在金沙滩南家堡村魏官农场极重度盐碱地,连续3年种植鲁梅克斯草,割青翻压作绿肥。测定结果表明,绿肥翻压后,0~20cm耕层土壤密度由压青前的1.42~1.48 g/cm³下降到1.23~1.34 g/cm³,孔隙度由原来的47.8%增加到54.6%。

2001年我们分析了魏官农场种绿肥翻压后土壤中盐分含量的变化,见表10。

表10 绿肥翻压后土壤含盐量的变化(2001年10月)

Table 10 Changes of salt content in the soil after green manure plowing

| 土壤类型、地点 | 年份 | 取土深度/cm | pH值 | 全盐量/% |
|----------------------|--------|---------|-------|-------|
| 魏官农场 (极重度 盐碱地) | 1999年前 | 0~5 | 10.21 | 0.46 |
| | | 5~20 | 9.95 | 0.43 |
| | 2000年 | 0~5 | 8.76 | 0.28 |
| | | 5~20 | 8.54 | 0.26 |
| | 2001年 | 0~5 | 8.24 | 0.17 |
| | | 5~20 | 8.03 | 0.12 |

从表10看出,通过3年翻压绿肥,0~5cm土层pH由原来的10.21逐年下降为8.76、8.24,全盐量由原来的0.46%逐年下降到0.28%和0.17%。表层土壤盐分含量显著降低。

植树造林对改良盐碱地有良好的作用。2000年7月,我们对田庄村的66hm²多年生杨树进行测定,林区0~20cm土壤pH降低0.7个单位,碱化度下降10%,相对湿度提高5%~15%。林区土壤0~20cm耕层密度下降了4.5%~4.8%,孔隙度提高了3.4%~5.7%。最高

气温降低0.3~0.6,空气相对湿度提高3%~8%,土壤含水率提高3%左右。由于林业田间生态环境的变化,变地面蒸发为植物蒸腾,水分通过植物叶面蒸发散失,降低地下水位,更有利于防止土壤盐分的地表面积累,表层土含盐量一般可降低1/3。

3 结 语

1) 在难以治理的苏打型盐碱地区,通过制定好总体规划,统一安排,因地制宜,分片治理,采取边治理边开发边受益,实行改良与利用、改良与提高土壤肥力相结合的综合措施,是可以治理好的,可以取得较好的、可持续的改良增产效果。

2) 井灌井排结合渠沟排,明沟、暗沟、暗管、深渠、浅沟密集相结合的水利措施,可以调节和控制地下水、地表水和土壤水盐状况,起到排水洗盐、排盐排涝、蓄水滞水、淡化地下水等作用。

3) 化学改良剂SN—01以及其他改良材料,例如石膏、风化煤、黑矾、糠醛渣等施用以后,结合水利措施都有较好改良盐碱地的作用。改良剂SN—01施用量2250 kg/hm²为宜,连续3年大田示范,耕作层pH值由10.21降低到8.43,EC值从0.651降至为0.114 ms/cm,CO₃²⁻消失,Na⁺下降76.4%,其他改良材料石膏、风化煤等,施用后表层土pH、EC值都有不同程度的下降趋势。土壤表层密度下降,孔隙度提高,土壤耕作层理化性状得到了改善。

4) 农业及生物措施治理盐碱地是调节土壤水、肥、气、热,保证作物生长的重要手段^[7],同时还具有调节和制约土壤水盐运动,减少土壤盐分向地表聚积,取得防盐、躲盐、保苗和稳定增产的积极效果。平整土地也可使土壤消除盐斑,全盐量下降84.6%,深翻可使耕作层密度下降12.9%,孔隙度提高12.2%,增施有机肥,翻压绿肥可提高土壤肥力,增厚熟化土层,巩固盐碱地改良效果。在目前农民经济收入不多的情况下,采用生物措施,例如选育耐盐碱的作物品种和牧草品种,翻压绿肥,植树造林等是一项投资少、收效快、群众容易接受的改良盐碱地的有效措施之一。

[参 考 文 献]

- [1] 全国土壤普查办公室. 中国土壤[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [2] 王遵亲. 中国盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [3] 俞仁培. 土壤碱化及其防治[M]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [4] 中国科学院南京土壤研究所等选编. 盐渍土改良论文集[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1979.
- [5] 张凤荣. 土壤发生与分类学[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [6] 山西省土壤普查办公室. 山西土壤[M]. 太原: 山西土壤科学出版社, 1991.
- [7] W. P. 凯莱. 黄震华译. 盐渍土[M]. 北京: 科学出版社, 1959.

Combined methods for comprehensive improvement of saline-alkali soil in Datong Basin

Zhang Keqiang¹, Bai Chengyun¹, Ma Hongbin¹, Zhang Jingzhong¹, Niu Bin¹, Jiang Senlin², Nie Du²

(1. Developmental Office, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030006, China;

2. Institute of Soil and Fertilizer, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Taiyuan 030031, China)

Abstract: The research conducted for four years demonstrated that only the combination of several methods was able to improve saline-alkali soil. Hydrotechnics (e.g. well water for irrigation, combined utilization of well and drainage canal, open drainage together with underdrainage) lowered the ground water level from 2.05 m to 1.45 m. Employing chemical amendment (SN-01) for three years neutralized pH value from 8.43 to 10.2 in the tillage layer of soil. Aiso chemical amendment diminished salt content, expressed as electrical conductivity (EC). As a result, CO_3^{2-} was disappeared; HCO_3^- and Na^+ contents in the soil were only 89.7% and 85.9% of original contents, respectively. Other amendments, such as sulfur-free gypsum, lignite, compost of furfural etc., had effective functions on saline-alkali soil. Salt content decreased 40% by means of suitable agricultural ways. Soil bulk density diminished and porosity increased. Organic fertilizer enhanced 21.8% organic matter. Total N was 1.5 times higher than that before its application. Suitable agricultural techniques and management played significant roles in keeping soil moisture, diminishing and avoiding salt damage to plants.

Key words: comprehensive improvement of saline-alkali soil; amendment; degree of alkalization; desalinization ratio