

# 新增耕地土壤盐渍化调查及改良措施分析

宁松瑞<sup>1,2,3</sup>, 韩霁昌<sup>1,2,3</sup>, 郝起礼<sup>1,2,3</sup>, 李刚<sup>1,2,3</sup>, 闫波<sup>1,2,3</sup>, 赵宣<sup>1,2,3</sup>

(1. 国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安 710075; 2. 陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安 710075; 3. 陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安 710075)

**摘要:**为了解定边县新增耕地的土壤盐渍化现状,对陕西省定边县盐渍化土壤面积较大的堆子梁镇新增耕地典型地块进行田间采样调查,并对采集的土样和水样及时分析测试。结果表明:定边县堆子梁镇王滩子村、小滩子村、白土岗子村的新增耕地调查地块内0~60 cm土层的pH均呈强碱性( $\text{pH} \geq 9$ ),土壤全盐量较高;其中,白土岗子村调查地块的0~60 cm土层全盐量最重,小滩子村次之,王滩子村最轻。3个调查地块蓄水沟内水样均呈碱性,全盐量 $322 \sim 1\,462 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。根据调查区域的新增耕地盐渍化现状,参考当地及邻近地区较成功的盐渍土改良经验,针对性的总结了耕作措施、地表覆盖措施、隔盐措施、化学措施、灌溉措施、植物措施等改良措施的原理及优缺点,以便为治理定边县盐渍化新增耕地提供技术参考。

**关键词:**盐渍土;土壤改良;灌溉;新增耕地

**中图分类号:**F 301.2;S 29 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)08-0172-07

随着我国经济社会的快速发展,工业化、城市化的进程不断加快以及人口的持续增长,使得我国耕地数量与质量均呈现不可逆转的下降趋势。为确保国家粮食安全,必须要保有相当数量和质量的耕地资源。党中央、国务院高度重视耕地保护问题,并提出了进一步严格保护耕地的意见:落实最严格的耕地保护制度和最严格的节约用地制度,坚守1.2亿 $\text{hm}^2$ 耕地红线,加强对耕地占补平衡制度的管理等。国土资源部也提出了完善耕地占补平衡制度,坚持占优补优,把提升耕地质量放在首位等政策。

自20世纪90年代末开始,土地开发整理已逐渐成为及时补充耕地面积、提高土地生产力和集约化利用程度、实现耕地总量动态平衡及保障粮食安全的主要手段。开发整理后的新增耕地质量是影响农业生产、粮食安全及可持续发展的重要因素,也是

落实耕地占补平衡政策和提高土地综合效益、确保1.2亿 $\text{hm}^2$ 耕地红线的关键,因此引起广泛关注。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

定边县位于陕西省西北部、榆林市最西端,地处陕北黄土高原与内蒙古鄂尔多斯荒漠草原过渡带,陕甘宁蒙四省区七县旗交界处,人口约32万,其中农业人口27.6万。该县海拔1 303~1 907 m,地貌分为2类:南部区域为黄土高原丘陵沟壑区,北部为毛乌素沙地风沙盐碱滩区。

定边县春多风、夏干旱、秋阴雨、冬严寒,光热资源丰富;年平均气温 $7.9^\circ\text{C}$ ,年平均日照2 743 h,年日照百分率在67%以上; $\geq 0^\circ\text{C}$ 年平均积温为 $3\,566^\circ\text{C}$ , $\geq 10^\circ\text{C}$ 有效积温约 $3\,000^\circ\text{C}$ ,年平均无霜期141 d,绝对无霜期110 d,完全能满足作物对光热的需要,是全国最佳的玉米适生区之一<sup>[1-2]</sup>。

该县属于典型的温带干旱大陆性季风气候,气候干旱、降水稀少且时空分布不均、蒸发强烈,年平均降水量约316 mm,7—9月降水量197 mm,占全年降水量的62.16%,年平均蒸发量2 850 mm。定边县有19.20万 $\text{hm}^2$ 耕地,7.33万 $\text{hm}^2$ 盐碱地,其中重度盐碱地4.27万 $\text{hm}^2$ ,中度盐碱地1.93万 $\text{hm}^2$ ,轻度盐碱地1.13万 $\text{hm}^2$ <sup>[3]</sup>。

**第一作者简介:**宁松瑞(1985-),男,博士,工程师,现主要从事盐碱土改良与水土资源利用等研究工作。E-mail:ningsongrui@163.com.

**责任作者:**韩霁昌(1966-),男,博士,研究员,现主要从事土地工程与土地利用等研究工作。E-mail:hcjsxdj@163.com.

**基金项目:**陕西省重点科技创新团队计划资助项目(2016KCT-23);国土资源部公益性行业科研专项资助项目(201411008)。

**收稿日期:**2016-12-13

## 1.2 调查区域现状

2016年3月中旬,前往定边县北部盐渍土分布面积较大的堆子梁镇,对当地开发整治后的典型新增耕地地块进行实地踏勘及采样,以了解新增耕地的土壤盐渍化现状,为下一步开展土壤改良工作提供参考。

调查区域包括堆子梁镇3个较为典型的盐渍土开发整治项目的新增耕地地块:王滩子村地块(东经 $37^{\circ}38'29''$ 、北纬 $108^{\circ}15'46''$ ,海拔1350 m)、小滩子村地块(东经 $37^{\circ}34'29''$ 、北纬 $108^{\circ}15'44''$ ,海拔1358 m)和白土岗子村地块(东经 $37^{\circ}33'14''$ 、北纬 $108^{\circ}12'26''$ ,海拔1366 m),面积共715 hm<sup>2</sup>。调查地块已全部建成为水浇地,其中,王滩子村调查地块共打井50眼,小滩子村调查地块共打井16眼,白土岗子村调查地块共打井13眼;通过埋设管道(埋深1.5 m)输水至各条田(面积约3 hm<sup>2</sup>),每个条田内设置6~8个出水桩供灌溉(畦灌或滴灌)时使用;田间的灌溉输水设施及配套的道路、电力等工程均已建成并投入正常使用。

由于受到地形地势、经济条件和环境保护等因素限制,通往各调查地块外部的排水干沟(设计宽度10 m、深度2.2 m)均未能疏通。因此各调查地块改变过去“以排为主”的治理思路,参照地形地势、经济条件等类似的卤泊滩地区盐渍土成功治理经验,于条田四周开挖梯形蓄水沟(设计宽度6 m或8 m、深度2 m),采用“改排为蓄、以蓄为主”的盐碱地治理模式进行治理<sup>[4-5]</sup>。

## 1.3 试验方法

在调查区域内,共分层采集典型调查地块土壤样品共186个(采样深度为0~100 cm)及水样共12个(蓄水池、蓄水沟等)。

## 1.4 项目测定

1.4.1 土壤样品测定 测定前先进行风干并粉碎过筛。土壤质地根据《GB/T 19077.1-2008 粒度分析 激光衍射法》测定;按照土水比1:5混合、振荡过滤后,通过pH计和电导率仪来分别测定土壤浸提液的pH、电导率;全盐量采用重量法测定;全氮含量采用全自动间断化学分析仪测定;有效磷含量采用NaHCO<sub>3</sub>浸提,钼锑抗比色法测定;速效钾含量采用NH<sub>4</sub>OAc浸提,火焰光度计法测定。

1.4.2 水样测定指标及方法 水样pH根据《GB 6920-1986 水质 pH值的测定-玻璃电极法》;水样电导率根据《土壤农化分析》(鲍士旦,第3版)提供的方法测定;水样全盐量根据《HJ/T 51-1999 水质全盐

量的测定重量法》测定。

## 2 土壤盐渍化现状分析

### 2.1 土壤样品分析

按照《陕西省土地整治工程新增耕地质量标准(试行)》中“陕北长城沿线风沙滩区新增耕地质量标准”(简称“新增耕地标准”)对新增耕地的土壤pH、全氮、有效磷、速效钾含量进行评价;根据有关资料<sup>[6]</sup>对新增耕地的土壤盐化程度进行分级;根据《全国第二次土壤普查养分分级标准》(简称“养分分级标准”)对新增耕地的土壤全氮、有效磷和速效钾含量进行分级。堆子梁镇王滩子村、小滩子村、白土岗子村新增耕地调查地块的根系层0~60 cm土壤的质地、pH、全盐、全氮、有效磷和速效钾含量见表1。

王滩子村调查地块土壤质地以砂壤土和粉壤土为主,0~60 cm土层pH呈现强碱性(pH>9),高于“新增耕地标准”值。0~60 cm土层全盐量较高,盐分分布总体呈现明显的表聚现象,地表积盐较为严重,作物生长受到土壤盐分胁迫,易产生“生理干旱”或“烧苗”现象,影响作物根系对土壤水分和养分的吸收和利用,不利于作物萌发和生长。0~40 cm耕作层土壤全盐量已达中度盐化土,对作物出苗有不利影响,40~60 cm土层为轻度盐化土。0~60 cm土壤的全氮含量、有效磷和速效钾含量均符合“新增耕地标准”要求。按照“养分分级标准”,0~60 cm土层的全氮、有效磷和速效钾含量均处于中等及丰富水平。

小滩子村地块土壤质地以砂壤土为主,0~60 cm土层pH呈现强碱性(pH>9),高于“新增耕地标准”值。小滩子村地块0~40 cm土层全盐量较高,其中0~10 cm土层全盐量已达重度盐化土,对作物出苗、生长极为不利,40~60 cm土层为非盐化土。此外,0~60 cm土层的全氮、有效磷和速效钾含量均符合“新增耕地标准”要求。按照“养分分级标准”,0~60 cm土层的土壤全氮、有效磷和速效钾含量均处于中等及丰富水平。

白土岗子村调查地块土壤质地以粉壤土为主,0~60 cm土层pH偏高呈碱性,高于“新增耕地标准”值。0~60 cm土壤盐分整体偏高,达到中度盐化土到盐土程度;其中0~10 cm表土盐分达到盐土程度,作物出苗及生长困难,仅可生长部分耐盐植物;10~20 cm土层盐分已达到重度盐化土程度,20~60 cm土层盐分已达到中度盐化土程度。白土岗子村调查地块0~60 cm土体的全氮、有效磷和速效钾含量均符合“新增耕地标准”要求。按照“养分分级

标准”,0~60 cm 土壤全氮含量处于缺乏水平,有效磷和速效钾含量均处于中等及丰富水平。

总体来看,王滩子村、小滩子村、白土岗子村新增耕地调查地块 0~60 cm 土层的 pH 整体均呈现强碱性( $\text{pH}>9$ ),高于“新增耕地标准”值;各调查地块的盐分分布呈现明显的表聚现象,土壤全盐量较高,对作物生长较为不利。其中,白土岗子村新增耕地调查地块的盐碱程度最重、小滩子村次之,王滩子村

最轻。另外,王滩子村、小滩子村、白土岗子村新增耕地调查地块 0~60 cm 土层的全氮、有效磷和速效钾含量均符合“新增耕地标准”要求。按照“养分分级标准”,除白土岗子村 0~60 cm 土层的全氮含量处于缺乏水平外、有效磷和速效钾含量均处于中等及丰富水平外,其它调查地块的全氮、有效磷、速效钾含量均处于中等及丰富水平。

表 1 王滩子村、小滩子村、白土岗子村调查地块 0~60 cm 土壤 pH、全盐和养分含量

Table 1 Soil pH and salinity and nutrient content of 0—60 cm soil profiles in Wangtanzi, Xiaotanzi and Baitugangzi villages

村名 Name	深度 Depth/cm	质地 Soil texture	pH	全盐量 Soil salinity content /( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	全氮含量 Total N content/%	有效磷含量 Available P content /( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	速效钾含量 Available K content /( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ )
王滩子村 Wangtanzi village	0~10	砂壤土	9.09	2.93	0.11	69.44	214.88
	10~20	粉壤土	9.06	3.32	0.12	65.00	246.79
	20~40	砂壤土	9.20	2.60	0.12	72.46	240.54
	40~60	砂壤土	9.29	2.05	0.12	61.51	230.59
小滩子村 Xiaotanzi village	0~10	砂壤土	9.38	7.83	0.14	36.93	133.99
	10~20	砂壤土	9.42	3.57	0.13	23.45	256.15
	20~40	砂壤土	9.49	2.62	0.11	13.14	230.90
	40~60	壤砂土	9.34	0.71	0.10	2.01	226.11
白土岗子村 Baitugangzi village	0~10	粉壤土	9.28	11.75	0.08	54.77	159.15
	10~20	粉壤土	9.28	7.67	0.08	51.60	173.35
	20~40	粉壤土	8.99	6.07	0.07	56.13	147.61
	40~60	粉壤土	9.05	5.67	0.07	59.53	143.27
质量标准 Quality standards *	—	—	8.5±0.5	—	≥0.03	≥2	≥50

注:“质量标准\*”来源于《陕西省土地整治工程新增耕地质量标准(试行)》中“陕北长城沿线风沙滩区新增耕地质量标准”中“土壤物理、养分、环境质量指标标准”。

Note: ‘Quality standards \*’ come from ‘Index standards of soil physical, nutrient and environmental quality’ in *Quality Standard for New Farmland of Land Consolidation Project in Shaanxi Province (Trial)*.

## 2.2 水质样品分析

由表 2 可知,堆子梁镇王滩子村、小滩子村、白土岗子村调查地块蓄水沟内的水样均呈现碱性

表 2 水质样品分析结果

Table 2 Analysis results of water samples

村名 Name	取样点 Sampling points	pH	电导率 Soil conductivity /( $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ )	全盐量 Soil salinity /( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
王滩子村 Wangtanzi village	1 号蓄水池	8.7	0.19	100
	2 号蓄水池	8.4	0.15	46
	3 号蓄水池	8.1	0.28	56
	4 号蓄水池	8.2	0.24	374
	5 号蓄水池	8.1	0.20	106
	8 m 宽蓄水沟	8.2	0.60	322
小滩子村 Xiaotanzi village	10 m 宽蓄水沟	9.3	1.22	648
	6 m 宽蓄水沟	8.5	0.91	574
白土岗子村 Baitugangzi village	8 m 宽蓄水沟	8.1	2.33	1 462
	截水沟	8.6	0.89	532
	6 m 宽蓄水沟	8.4	0.79	446
	8 m 宽蓄水沟	8.0	2.03	1 256

( $\text{pH} \geq 8$ ),全盐量介于  $322 \sim 1\,462 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。王滩子村新增耕地调查区域内共有 5 个灌溉用蓄水池,除 1 号蓄水池 pH 略偏高( $\text{pH} 8.7$ )外,2、3、4 和 5 号蓄水池及灌溉井中水样的 pH、全盐量均符合《农田灌溉水质标准 GB 5084-2005》中规定的灌溉水质 pH ( $5.5 \sim 8.5$ )和全盐量( $\leq 2\,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )要求。小滩子村调查地块蓄水沟内的水样呈现碱性( $\text{pH} > 8$ ),全盐量介于  $574 \sim 1\,462 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。白土岗子村调查地块蓄水沟及截水沟内的水样呈现碱性( $\text{pH} \geq 8$ ),全盐量介于  $446 \sim 1\,256 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

## 2.3 土壤盐渍化成因分析

定边县地处陕北定靖内流区湖盆滩地,蒸发强烈、降水稀少,多年平均蒸发量是多年平均降水量的 9 倍<sup>[1,7]</sup>。尽管每年雨季的降水对地表盐分有一定的淋洗作用,但因降水量有限,积盐过程仍占主导地位。堆子梁镇王滩子村调查地块北部紧邻毛乌素沙漠,部分条田内地表局部呈现明显的斑块状积盐现

象,条田中部地下水位深约 100~120 cm,蓄水干沟内水位深约 30~50 cm。小滩子村调查地块地表局部存在明显的盐斑,条田中部地下水位深约 120~150 cm,蓄水干沟内水深约 20~40 cm。白土岗子村调查地块地表积盐现象较为普遍,部分条田地表整体形成约 1 cm 厚的灰白色盐结皮,条田中部的地下水位深约 80~100 cm,蓄水干沟水深约 30~40 cm。由于地下水位较浅,土壤水分蒸发时将盐分带到地表,导致土壤盐渍化程度逐渐加重<sup>[7-8]</sup>。总之,蒸发强烈、降水稀少、地势低洼、地下水位浅等原因是定边县堆子梁镇新增耕地盐渍化的主要影响因素。

### 3 盐渍土改良与治理措施探讨

从土壤样品的分析结果(表 1)可知,堆子梁镇新增耕地调查地块的 pH 和全盐量均偏高,对作物出苗及生长较为不利,必须进行土壤改良和培肥,才能达到正常耕种的目的。针对该地区盐渍土的形成机制,参考当地及邻近地区较成功的盐渍土改良经验,为当地因地制宜进行盐渍化土壤改良提供参考。

#### 3.1 耕作措施

盐渍土的容重一般偏大、结构紧实、土壤团粒结构少、透水透气性较差,改良与利用较为困难。耕作措施主要对耕作层土壤颗粒进行重新排列,有利于培育熟化耕作层,调整土壤三相组成并改善土壤结构,增加孔隙度和透水、透气等物理特性。1)深松耕作:播种前或休闲季通过机械进行深松耕作以建立新的耕作层,可有效打破土壤板结、切断土壤毛管,增加土壤蓄水量、抑制深层土壤返盐,改善土壤理化性状<sup>[9-10]</sup>,可有效促进作物根系发育,增强植株抗逆性,显著提高作物产量<sup>[11-12]</sup>。耕作前,可适当增施一定量腐熟的农家肥或有机肥,通过机械翻耕作业以提高耕作层土壤的肥力和有机质含量。对新整治的盐碱地,可通过多年连续翻耕有效改善浅层土壤的结构和孔隙、提高土壤的入渗和蓄水能力,以促进耕作层土壤脱盐;对于已经熟化的土地,不宜连年翻耕,否则土壤有机质含量下降,不利于培肥地力<sup>[13]</sup>。2)秸秆还田:秸秆还田具有改善土壤理化性状的作用。研究发现,秸秆翻埋后不但可降低土壤 pH 和全盐量,还可明显改善土壤物理性状<sup>[14]</sup>。秸秆在腐解过程中,可产生一定的有机酸,对碱性盐起到中和改良作用,可有效改善盐碱化土壤,增加土壤中的有机质、氮、磷、钾等养分的含量<sup>[15]</sup>。3)垄作栽培:垄作栽培技术作为传统耕作的重要组成部分。近年来垄作栽培技术在雨量稀少的干旱、半干旱地区已获得较大面积的推广应用,小麦、玉米等适合中耕的作物

较适宜采用<sup>[1]</sup>。首先,采用垄作栽培技术,春季可以增温保墒,实现早播早发;夏季防涝排水,秋季可以扩大昼夜温差,有利于块根块茎类作物营养物质的积累。其次,通过改变微地形,可增加土壤表面积,改变土壤光、热、水条件和微生物活动环境,较好地协调作物赖以生存的小气候条件,改变土壤水盐迁移规律,降低不利因素的影响<sup>[16]</sup>。第三,垄作栽培具有机械化作业程度较高的技术优点,农民易接受,各种盐渍化程度的土壤均适用。

#### 3.2 地表覆盖措施

通过地表覆盖措施,可隔断土壤与大气的联系以降低土壤水分散失,有效减少土表蒸发,调节土壤水热过程,使盐分向地表聚集的过程逐渐减弱,促进养分循环及作物生长,从而能使盐渍土壤生态过程向良性转化。地表覆盖(包括秸秆覆盖和地膜覆盖)是田间常用的覆盖方式,也是盐渍土改良的主要手段之一。1)秸秆覆盖:定边县是陕西省乃至全国玉米适生区之一,玉米等农作物种植面积较大,秸秆资源量较为丰富<sup>[17-18]</sup>。现有资料表明,地表采用秸秆进行覆盖可以有效拦蓄降水、减少径流增加土壤蓄水量,同时有助于降低土面蒸发量,对盐渍土有非常明显的保墒保温、抑制地表返盐、促进降雨淋盐,促进作物生长和发育及提高作物产量等作用。地表的秸秆覆盖量为  $0.75 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  时,对土壤保墒、抑制盐分表聚的效果最好<sup>[19-20]</sup>。秸秆覆盖具有操作简单、便于就地取材等优点,但机械化作业水平仍有待提高。2)地膜覆盖:定边县近年来大力推广地膜覆盖技术,2012 年推广面积已达 2 万  $\text{hm}^2$ <sup>[18]</sup>。地膜覆盖技术作为旱作玉米地膜覆盖节水技术的核心,可有效抑制土面蒸发、保水增温抑盐效果较好;通过扩大雨水集流面积,最大限度地保蓄降水,提高水资源的利用率。覆膜播种时,可根据当地具体的耕作习惯,选择宽度适当(如:70~120 cm 宽)、厚度  $>0.008 \text{ mm}$  的地膜进行覆盖<sup>[1,18]</sup>。地膜覆盖的特点在于成本较低、便于机械化大面积推广,但地膜的回收和清理较困难,易导致土壤环境污染。

#### 3.3 隔盐措施

通过设置隔盐层可有效抑制土壤潜水的蒸发,同时有利于浅层土壤水分入渗,增大脱盐系数。隔盐层的存在具有显著的隔盐、抑盐作用,这是因为隔盐层切断土壤毛管空隙,造成深层盐分通过蒸发向上返盐的过程被阻隔,从而阻止盐分的上升过程。采用隔盐措施时,应根据当地实际情况,因地制宜、就地取材,选择性价比较高的材料。1)秸秆隔盐:埋

设秸秆隔盐层可打破长期浅耕形成的坚硬犁底层,破坏土壤毛细管的连续性,降低潜水蒸发量,增加土壤蓄水空间和入渗能力,提高水分利用率,具有明显的保墒和抑盐效果,有利于作物生长<sup>[21]</sup>。此外,埋设秸秆隔盐层也是秸秆还田的一种方式,具有改善土壤理化性状的作用。综合考虑田间耕作作业情况,并参考周边地区的秸秆隔盐层埋设深度,秸秆隔盐层的铺设可在田间深翻耕作作业进行的同时,埋设在地表下 40~50 cm 处,埋设厚度 10~15 cm 左右<sup>[21]</sup>。2)砾石(粗砂)隔盐:将耕作层 0~40 cm 表土分层剥离后,填充 10 cm 厚砾石或粗砂作隔盐层材料,隔盐层顶部铺土工布,保障隔盐孔隙,再将表土进行回填。通过切断土壤毛管,有效减少地表水分蒸发,结合膜下滴灌等节水灌溉技术保证作物正常生长,并减缓土壤返盐过程<sup>[22]</sup>。3)覆沙(拌沙)压盐:陕西省农业科学院通过调研发现,覆沙压盐措施在榆林市北部 6 个县区的盐碱地改良中应用极为广泛,尤其是在地下水位高,易受冻害和土壤盐分较重的地区,改良效果更明显。覆沙厚度根据土壤的盐碱程度可设为 5~10 cm,掺沙比盖沙好,压沙厚的比薄的改良效果好。

### 3.4 化学措施

调查地块的盐渍土以碱化(钠质化)土壤为主,其危害更甚于盐化土壤。土壤中含有的大量钠离子不仅恶化了土壤物理特性,而且还造成土壤颗粒高度分散,使得土壤湿时重胀、干时板结,土壤水分有效性严重降低、透水透气性差,对作物生长极为不利。针对这一现状,可采用石膏进行改良,通过石膏中的  $\text{Ca}^{2+}$  置换出吸附在土壤颗粒上的  $\text{Na}^+$ ,并在灌溉水的淋洗作用下,将  $\text{Na}^+$  淋洗到作物根层以外,从而减轻  $\text{Na}^+$  对土壤颗粒的分散程度,降低土壤 pH,为作物生长创造良好的土壤水盐环境。在进行大面积石膏改良盐渍土时,石膏改良的深度一般可设为 20~30 cm,建议采用犁翻后再旋耕的方法<sup>[23-24]</sup>。另外,过磷酸钙等生理酸性化肥施入盐碱地后,可通过酸碱中和反应降低土壤碱性,补充土壤中的磷和钙等养分,通过增加土壤中的  $\text{Ca}^{2+}$  以置换吸附在土壤颗粒上的  $\text{Na}^+$ ,对盐渍土改良有利。根据天气情况、土壤墒情和作物长势等,及时通过滴灌系统施用水溶性的盐碱改良剂或生理酸性化肥(如:氯化铵等),在为作物生长提供营养元素、保证作物正常生长的同时进行土壤改良。采用石膏、过磷酸钙等对盐渍化耕地进行改良时,便于进行大面积机械化作业;但脱硫石膏等含有少量的 As、Hg、Pb、Cr、Cd、Ni 等重

金属元素,可能影响土壤环境质量。

### 3.5 灌溉措施

根据“盐随水来,盐随水去”的土壤水盐运动规律,通过大水漫灌淋洗土壤盐分是一项传统的比较简单、有效的盐渍土改良方法。但这种方法存在问题:洗盐需水量一般较大,水资源消耗大,操作不当易造成地下水位上升导致土壤盐渍化加重。此外,调查区域内每个条田的面积较大,存在一定坡降,大水漫灌易造成灌溉不均匀以及土壤板结情况。因此建议根据微地形和坡降等实际情况,在春季播种前通过在每个条田内起垄将其划分为微地形较为平整、坡降较小的小地块,然后从中心地块开始并依次分别向两侧进行灌溉淋洗压盐,以达到均匀淋洗土体盐分、为后续播种和作物出苗等提供保障。

自 20 世纪末,各种先进的农业节水灌溉技术在我国已大面积推广和应用。其中,膜下滴灌技术集成了滴灌节水技术和覆膜栽培技术的优点,具有明显的节水、抑盐、省肥、增温和增产效果,目前已在我国新疆等内陆干旱区盐渍土改良工程中获得广泛应用。实践表明,膜下滴灌技术比传统地面灌溉技术可节水约 30%,提高肥料利用率约 20%;而且可以有效克服微地形对灌水不均匀的影响,对不同盐碱程度的土壤均有较好的盐碱改良、调控及节水和增产作用<sup>[25]</sup>。

为保证作物生长发育、淋洗土壤盐分及有效防止地下水位上升,建议定边县盐渍化地区在作物生育期内,改用灌溉量较小的膜下滴灌技术进行灌溉,既能保证作物正常生长,也可以起到改良盐渍土壤的作用。膜下滴灌技术机械化作业程度较高,操作简单、农民易于接受,便于大面积推广应用,适用于改良轻度及中度盐渍化耕地;与当地传统的种植方式相比,需每年购买和铺设滴灌带及地膜使得投资成本略高。

### 3.6 植物措施

植物改良主要利用植物的生命活动使土壤积累有机质,改善土壤结构和养分,减少土壤水分蒸发,减缓土壤返盐过程。另一方面植物根系生长可改善土壤物理性状,根系分泌的有机酸可以中和土壤碱性,并可吸收、富集土壤盐分。植物改良措施不需要大量投资,也没有严格的要求和限制条件<sup>[26]</sup>,技术简单、农民易于接受和掌握,适用于改良各种盐渍化耕地。

常见的盐渍土改良植物有盐角草和盐地碱蓬等,二者分属藜科的盐角草属和碱蓬属,是一年生肉

质化草本真盐生植物;其耐盐性强、耐瘠薄,能耐受一般农作物不能适应的高含盐土壤<sup>[27]</sup>。盐角草和盐地碱蓬均对  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  具有较强的摄取能力;盐角草和盐地碱蓬  $\text{Na}^+$  含量水平与土壤中  $\text{Na}^+$  含量水平表现出很好的对应性<sup>[28]</sup>。此外,盐角草是迄今报道过最耐盐的植物,由于其具有显著的摄取和富集盐分的能力,已被广泛用于盐渍土改良。种植盐地碱蓬也可富集并降低土壤全盐量,其嫩枝可做蔬菜,种子可榨油,开发利用价值较高。盐渍化较轻的地块可选择当地具有一定耐盐碱能力的作物(如:糜子等)进行种植。注意定边县四季多风,秋季保留植物的地上部,以达到防风固沙、减少土面蒸发和抑制表土返盐的目的。待春季播种前,将作物地上部刈割后移出地块集中进行处理;盐渍化程度较轻的地块,可进行秸秆还田作业。

#### 4 结论

盐渍化土壤的形成是一个长期而复杂的过程,盐渍土改良也是一个复杂的系统性工程。任何单一的措施,都有其自身适用条件和技术优势及局限性。针对王滩子村、小滩子村、白土岗子村新增耕地调查地块 0~60 cm 土层 pH 偏高( $\text{pH}>9$ )的现状,建议当地在耕作前可大面积采用石膏、过磷酸钙等生理酸性化肥进行改良,通过犁翻后再旋耕(耕作深度为 20~30 cm)的方法与耕作层土壤混合。此外,采用膜下滴灌技术在植物的关键生育期灌溉时,可随水滴施氯化铵等生理酸性肥,在补充土壤养分的同时中和土壤碱性。盐渍化程度较轻的地块,可进行秸秆还田作业。

考虑到各调查地块的条田内存在一定高差,土壤剖面盐分含量较高且呈现表聚型分布,因此建议耕作前在条田内起垄将其划分为微地形较为平整、坡降较小的小地块,通过畦灌方式从中心地块开始依次向两侧进行灌溉洗盐。通过翻耕作业,打破土壤板结并促进耕作层土壤脱盐。可在盐碱程度较重的地块(如:白土岗子村调查地块)尝试种植盐角草等盐生植物;在盐碱程度相对较轻的地块(如:小滩子村和王滩子村调查地块)可尝试采用膜下滴灌栽培技术种植油菜等耐盐碱作物,在减少土面蒸发和地表返盐的同时,增加盐渍化耕地的经济效益。若经济条件允许,中度及重度盐渍化耕地可考虑采用隔盐措施进行改良。

此外,在改良盐渍化新增耕地的同时,通过增施一定量的有机肥或农家肥进行土壤培肥,不仅有利

于改善土壤结构和增加土壤养分,还可促进土壤脱盐及增强作物抗盐碱能力。在考虑当地经济社会发展水平和水土资源的基础上,因地制宜的将耕作措施、地表覆盖措施、隔盐措施、化学措施、灌溉措施、植物措施等综合应用,才能更好的治理、改良盐渍化新增耕地,为提高新增耕地质量及落实耕地占补平衡政策和保障粮食安全提供保障。

#### 参考文献

- [1] 赵振彪.定边县推广旱地玉米全膜双垄沟播栽培技术的成效及对策[J].现代农业科技,2011(13):109-110.
- [2] 陈圣强.定边玉米高产攻关刷新中省纪录[N].陕西日报,2013-10-19.
- [3] 安娜.定边:种植菊芋让千亩盐碱地变绿洲[N].榆林日报,2013-08-21.
- [4] 韩霖昌,解建仓,朱记伟,等.陕西卤泊滩盐碱地综合治理模式的研究[J].水利学报,2009,40(3):372-377.
- [5] 韩霖昌,解建仓,成生权,等.以蓄为主盐碱地综合治理工程设计的合理性研究[J].水利学报,2009,40(12):1512-1516.
- [6] 张明柱,黎庆淮.土壤学和农作学[M].北京:中国水利水电出版社,1994.
- [7] 杨思植.榆林地区的盐碱土及其改良利用[J].陕西师范大学学报(自然科学版),1985(1):76-85.
- [8] 韩霖昌,王曙光,李娟,等.浅析定边县盐碱地开发模式[J].中国土地,2013(5):40.
- [9] BEZDICEK D F, BEAVER T, GRANATSTEIN D. Subsoil ridge tillage and lime effects on soil microbial activity, soil pH, erosion, and wheat and pea yield in the Pacific Northwest, USA[J]. Soil and Tillage Research, 2003, 74(1):55-63.
- [10] 朱凤武,王景利,潘世强,等.土壤深松技术研究进展[J].吉林农业大学学报,2003,25(4):457-461.
- [11] 宋日,吴春胜,牟金明,等.深松土对玉米根系生长发育的影响[J].吉林农业大学学报,2000,22(4):73-75.
- [12] 白广明,富刚,周宙.深松促进农作物丰产机理综述[J].黑龙江水专学报,2001,28(1):14-15.
- [13] 徐璐,王志春,赵长巍,等.东北地区盐碱土及耕作改良研究进展[J].中国农学通报,2011,27(27):23-31.
- [14] 张玉文,毛伟兵,刘鸿敏,等.秸秆还田对滨海粘质盐土物理性状和棉花产量的影响[J].中国农学通报,2016,32(6):75-80.
- [15] 马惠绒,张沛琪,冯婷,等.灌溉条件下秸秆深层覆盖对盐碱地改良的效果[J].内蒙古水利,2013(3):52.
- [16] 高玉红,牛俊义,徐锐,等.不同覆膜方式对玉米叶片光合、蒸腾及水分利用效率的影响[J].草业学报,2012,21(5):178-184.
- [17] 朱建春,李荣华,张增强,等.陕西作物秸秆的时空分布、综合利用现状与机制[J].农业工程学报,2013,29(增刊1):1-9.
- [18] 赵振彪,负军锋.定边县旱作玉米地膜覆盖综合节水技术[J].中国农技推广,2013(8):38-39.
- [19] 孙博,解建仓,汪妮,等.不同秸秆覆盖量对盐渍土蒸发、水盐变化的影响[J].水土保持学报,2012,26(1):246-250.
- [20] 蔡太义,陈志超,黄会娟,等.不同秸秆覆盖模式下农田土壤水温效应研究[J].农业环境科学学报,2013,32(7):1396-1404.
- [21] 范富,张庆国,邵继承,等.玉米秸秆夹层改善盐碱地土壤生物

性状[J]. 农业工程学报, 2015, 31(8): 133-139.

[22] 王海江, 石建初, 张花玲, 等. 不同改良措施下新疆重度盐渍土壤盐分变化与脱盐效果[J]. 农业工程学报, 2014, 30(22): 102-111.

[23] 金梁, 乌力更, 魏丹, 等. 石膏改良苏打碱土: 经济改良层石膏用量的确定[J]. 生态学杂志, 2012, 31(7): 1745-1750.

[24] 肖国举, 秦萍, 罗成科, 等. 犁翻与旋耕施用脱硫石膏对改良碱化土壤的效果研究[J]. 生态环境学报, 2010, 19(2): 433-437.

[25] 岳海峰. 膜下滴灌棉栽培技术要点[J]. 中国棉花, 2007, 34

(8): 26.

[26] 王升, 王全九, 周蓓蓓, 等. 膜下滴灌棉田间作盐生植物改良盐碱地效果[J]. 草业学报, 2014, 23(3): 362-367.

[27] 郭洋, 陈波浪, 盛建东, 等. 几种一年生盐生植物的吸盐能力[J]. 植物营养与肥料学报, 2015, 21(1): 269-276.

[28] 赵振勇, 张科, 王雷, 等. 盐生植物对重盐渍土脱盐效果[J]. 中国沙漠, 2013, 33(5): 1420-1425.

## Survey and Discuss of Saline-Alkali New Farmland and Soil Improvement Measures

NING Songrui<sup>1,2,3</sup>, HAN Jichang<sup>1,2,3</sup>, HAO Qili<sup>1,2,3</sup>, LI Gang<sup>1,2,3</sup>, YAN Bo<sup>1,2,3</sup>, ZHAO Xuan<sup>1,2,3</sup>

(1. Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, Ministry of Land and Resources, Xi'an, Shaanxi 710075; 2. Shaanxi Land Engineering Construction Group, Xi'an, Shaanxi 710075; 3. Shaanxi Province Land Remediation Engineering Technology Research Center, Xi'an, Shaanxi 710075)

**Abstract:** To understand the status of saline-alkali of new farmland, the typical saline-alkali land of Duiziliang town in Dingbian county of Shaanxi Province was surveyed, and the collected soil samples and water samples were analyzed in time. The new farmland survey results of Wangtanzi and Xiaotanzi and Baitugangzi villages in Duiziliang town showed: the 0—60 cm depth soil pH profiles were all higher and greater than 9; and the soil salinity of 0—60 cm depth soil profiles were increased gradually in order. The water of drainage ditches were alkaline water, and water salinity were ranged from 322 to 1 462 mg · L<sup>-1</sup>. Based on the status of saline-alkali new farmland of Duiziliang town and the successful experiences of soil improvement and salinity control of neighborhood regions, this study proposed the suitable saline-alkali soil improvement measures, e. g. soil tillage, soil surface cover, salinity barrier, chemical improvement, irrigation, and phytoremediation measures, and so on, in order to control and improve saline-alkali new farmland of Dingbian county.

**Keywords:** saline-alkali land; soil improvement; irrigation; new farmland

## 欢迎订阅 2017 年《北方园艺》

全国自然科学(中文)核心期刊

中国农业核心期刊

中国北方优秀期刊

2015、2016 年期刊数字影响力 100 强

美国化学文摘社(CAS)收录期刊

全国优秀农业期刊

黑龙江省优秀科技期刊

黑龙江省农家书屋推荐目录

本刊内容丰富、栏目新颖、技术实用、信息全面。涵盖园艺学的蔬菜、果树、瓜类、花卉、植保等研究领域的新成果、新技术、新品种、新经验。欢迎全国各地科研院所人员、大专院校师生, 各省、市、县、乡、镇农业技术推广人员、农民科技示范户等踊跃订阅。邮发代号: 14—150、半月刊、每月 15、30 日出版; 单价: 15.00 元, 全年: 360.00 元。

地址: 黑龙江省哈尔滨市南岗区学府路 368 号《北方园艺》编辑部

电话: 0451—86674276

信箱: bfybjb@163.com

邮编: 150086

网址: www.haasep.cn