

# 大荔县范家镇盐碱地土壤还原性物质毒害分析

闫波<sup>1,2,3,4</sup>

(1. 陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安 710075; 2. 陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安 710075; 3. 国土资源部退化及未利用土地整治重点实验室, 陕西 西安 710075; 4. 陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安 710075)

**摘要:**为合理开发利用盐碱地、提高粮食品质,以大荔县范家镇盐碱地为例,将田块分为 F1、F2 两部分,分别采集 0~30 cm 土壤并测定分析其理化性质,根据水稻长势将育苗期内水稻分为长势正常、未萌发 2 类,分别采集育苗期苗盘土壤,分析秧苗生长发育的障碍性因子。结果表明:盐碱地土壤为碱性,有机质、速效钾含量处于丰富水平以上,全氮、有效磷含量处于缺乏水平;盐碱地  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  含量处于毒害水平,部分地块还原性硫化物处于有害水平;秧苗长势正常的苗盘土壤电导率、全盐、硫化物含量显著低于秧苗未萌发的苗盘土壤,秧苗未萌发的苗盘土壤电导率、全盐、硫化物含量分别是秧苗长势正常的苗盘土壤的 2.68、2.28 和 2.52 倍,盐分、硫化物过高是抑制水稻正常生长发育的重要因素。

**关键词:**还原性物质;硫化物;水稻;毒害作用

**中图分类号:**S287 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2017)09-0033-04 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2017.09.0033

盐碱地是指土体内盐分累积从而影响植物生长的一类土,其形成是自然和人为因素共同作用的结果,研究表明,土壤母质、气候、地形、新构造运动、水文条件和人为活动等是影响盐碱土形成的重要因素<sup>[1,2]</sup>。全世界的盐碱土面积约为 9.54 亿  $\text{hm}^2$ <sup>[3]</sup>,仅我国盐碱地面积就有约 0.234 亿  $\text{hm}^2$ <sup>[4]</sup>,并且每年在逐渐增长<sup>[5]</sup>。盐碱地不宜种植作物,这就造成了大量的土地浪费。随着城市化进程的加快,非农用地面积逐年增加,耕地逐渐

减少,人口却在不断增长,人地矛盾越来越突出。为了缓解日益严重的人地矛盾,如何开发、改良盐碱地等不宜耕作的土地,增加耕地后备资源,成为亟待解决的问题。依据第二次全国土地调查,大荔县现有 1 445  $\text{hm}^2$  盐碱地,大部分靠近黄河,95% 连片分布在范家镇、朝邑镇、安仁镇、城关镇等地,其余零星分布于县内其它地方。盐碱地限制作物生长的机制主要为土壤中盐基离子含量较高,从而导致作物根系吸水困难,土壤中的营养物质不易被作物吸收,无法满足作物正常生长发育的需要,进而导致作物减产甚至绝收。同时,由于特殊的水盐运移,盐碱地往往养分含量较低<sup>[6]</sup>,土壤中硫、铁、锰等活性较强,易进入作物体内产生毒害,影响作物正常生长发育,降低粮食品质。因此,有必要针对特定区域的盐碱地,研究其限制性因子,以便因地制宜,合理开发利用盐碱地。

**收稿日期:**2017-07-22

**基金项目:**陕西省重点科技创新团队计划资助项目(2016 KCT-23),陕西省土地工程建设集团集团内部资助项目(DJNY2017-17)

**作者简介:**闫波(1990-),男,山东省德州市人,硕士,助理工程师,从事土地整治工程技术研究。E-mail: sdyanbo@163.com。

**Abstract:** In order to apply selenium scientifically in the production of selenium enriched rice, field experiments were conducted to study the effects of different selenium application methods on grain yield and accumulation of selenium of rice with different processing degrees by 2 different methods of selenium application of base fertilizer and foliar application of selenium. The results showed that the application of selenium base fertilizer and selenium foliar fertilizer had no significant effect on rice yield; The selenium content in rice could not be significantly increased by applying different concentrations of selenium basic fertilizer; spraying selenium chelated foliar fertilizer had different degrees of increase selenium content of paddy, brown rice and polished rice, and the cumulative effect of different periods of foliar application of selenium on selenium content in rice was booting stage and filling stage>the filling stage>at the booting stage; the rate of brown rice was about 81%, and the proportion of selenium enrichment in rice husk was followed by foliar spraying selenium fertilizer>the selenium base fertilizer group>the control group, and the percentage of selenium enrichment in polished rice was opposite to that of rice husk.

**Keywords:** rice; selenium accumulation; fertilization methods

1 材料与方法

1.1 试验地概况

大荔县位于陕西省关中平原东部, N 34°36'~35°02', E109°43'~110°19'。处于黄河、洛河、渭河三河汇流区,海拔 329~533 m。地势低平,由北向南逐渐降低,呈台阶状平行渭河分布,北部为黄土台塬区,地下水埋深大于 50 m,中部为渭河阶地,地下水埋深 2~30 m,南部为风积沙地,地下水埋深 8~25 m。该地区属暖温带半湿润、半干旱季风气候,年均气温 14.4℃,年均降水量 514 mm。

1.2 材料

供试土壤样品采自大荔县范家镇盐碱地。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 土壤样品采集:(1)将大荔县范家镇盐碱地分为 2 部分,分别为田块 F1 与 F2,各选取 6 个样点,每点采集 3 个土壤样品组成混合样,采样深度 0~30 cm。(2)苗盘土壤采集。按水稻秧苗长势,将秧苗分为正常、未萌发 2 类,各采集 10 个苗盘基质土样进行测定分析。

1.3.2 测定项目和方法 pH 采用雷磁 PHS-3C 型 pH 计测定(水:土=2.5:1),电导率采用雷磁

DDS-307 型电导率仪测定(水:土=5:1),全盐测定方法参照《NY/T 1121.16-2006 土壤检测第 16 部分 土壤水溶性盐总量的测定》,有机质以重铬酸钾外加热法测定,全氮测定方法参照《NY/T 85-1988 土壤全氮的测定》,有效磷以分光光度法测定,速效钾以火焰光度法测定,Fe<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup> 采用分光光度法测定,硫化物采用碘量法测定。

1.3.3 统计方法 试验数据采用 Microsoft Excel和 SAS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 大荔县范家镇盐碱地土壤理化性质

由表 1 可知,田块 F1、F2 土壤 pH 为 7.88~8.16,均值分别为 8.03 和 8.06,属于碱性土壤,对水稻生长有一定影响<sup>[3-5]</sup>。田块 F1、F2 土壤平均电导率分别为 4.27 和 4.10 dS·m<sup>-1</sup>,表明土壤盐分含量较高,属于水稻生长的障碍性因素,水稻生育期内应注意排盐。按照我国土壤养分分级标准,田块 F1、F2 土壤有机质、速效钾含量处于丰富水平以上,有利于水稻的生长发育,全氮、有效磷含量处于缺乏水平,不利于水稻茎叶发育<sup>[6-9]</sup>,应注意补充氮肥、磷肥。由表 1 可知,田块 F1、F2 土壤平均盐分含量分别为 16.66 和 17.76 g·kg<sup>-1</sup>,

表 1 土壤理化性质  
Table 1 Physical and chemical properties of soil

田块 Field	编号 Number	pH	电导率/ (dS·m <sup>-1</sup> ) Electrical conductivity	有机质/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Organic matter	全氮/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Total nitrogen	有效磷/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Available phosphorus	速效钾/ (mg·kg <sup>-1</sup> ) Available potassium	全盐/ (g·kg <sup>-1</sup> ) Total salt
F1	1	8.16	5.07	5.51	0.34	5.49	226.00	19.04
	2	7.99	3.17	7.43	0.59	7.39	144.00	12.61
	3	8.14	5.23	9.18	0.59	9.13	156.00	20.01
	4	8.06	3.04	6.19	0.48	6.16	143.00	10.28
	5	7.88	4.56	10.93	0.76	10.85	162.00	19.92
	6	7.92	4.52	6.89	0.43	6.87	131.00	18.11
	均值	8.03	4.27	7.69	0.53	7.65	160.00	16.66
F2	1	8.12	4.60	7.84	0.57	7.79	162.00	19.78
	2	8.09	4.61	7.25	0.50	7.21	149.00	19.10
	3	8.08	6.57	10.26	0.66	10.19	187.00	27.74
	4	8.00	2.22	4.46	0.37	4.45	80.00	11.34
	5	8.17	2.54	8.53	0.68	8.47	138.00	9.50
	6	7.91	4.07	11.47	0.85	11.37	169.00	19.11
	均值	8.06	4.10	8.30	0.61	8.25	148.00	17.76

按我国土壤盐化分级指标,属于盐土,盐分含量过高会抑制水稻正常生长发育,施用肥料时应注意减少或不用  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$  等盐基离子含量较高的肥料,生育期内要注意排水洗盐。

2.2 大荔县范家镇盐碱地土壤还原性物质含量

由表 2 可知,根据前人研究的稻田土壤  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、硫化物毒害指标<sup>[10-12]</sup>,田块 F1、F2 土壤  $\text{Fe}^{2+}$  含量均值分别为 7.29、6.90  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,均处于有害范围内,应采取措施降低  $\text{Fe}^{2+}$  含量;田块 F1、F2 土壤  $\text{Mn}^{2+}$  含量分别为 507.13、474.83  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,均处于引起减产 10% 临界值附近,应采取措施降低  $\text{Mn}^{2+}$  含量,硫化物含量田块 F1 均值仅为 40.26  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,田块 F2 均值为 217.79  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,二者均值均低于高产水稻田平均值(380.69  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ),处于正常范围,但是田块 F2 含量范围为 51.09~635.21  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,变化区间较大,可能会对水稻生长产生影响。

2.3 大荔县范家镇盐碱地水稻秧苗长势与土壤理化性质的关系

由表 3 可知,秧苗长势正常的苗盘与秧苗未萌发的苗盘土壤 pH、有机质、全氮、有效磷、速效钾、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  含量均无显著差异。

表 3 不同水稻秧苗长势的苗盘土壤理化性质

Table 3 Soil physical and chemical properties of seedling tray with different rice seedling growth vigor

秧苗长势 Seedling growth	pH	电导率/ ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) Conductivity	全盐/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Total salt	有机质/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Organic matter	全氮/ ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Total nitrogen	有效磷/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Available phosphorus	速效钾/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Available potassium	$\text{Fe}^{2+}$ / ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	$\text{Mn}^{2+}$ / ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	硫化物 / ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Sulfide
正常(n=10)	8.24 a	3.49 b	7.57 b	7.37 a	0.74 a	7.32 a	259 a	7.28 a	498.05 a	255.49 b
未萌发(n=10)	8.13 a	9.37 a	17.23 a	7.85 a	0.74 a	7.79 a	237 a	7.39 a	506.58 a	643.63 a

表中同列不同小写字母表示处理间差异达显著水平( $P<0.05$ )。  
The different lowercase letters in the same column mean the significant difference at 0.05 level.

3 结论与讨论

大荔县范家镇地区盐碱地土壤有机质、速效钾含量处于丰富水平以上,全氮、有效磷含量处于缺乏水平,不利于水稻茎叶发育,应注意补充氮肥、磷肥。

大荔县范家镇地区盐碱地土壤还原性  $\text{F}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$  含量处于有害水平,可能会抑制水稻的正常生长发育。应采取深翻晒田等方式增加土壤通气性,或者添加石灰等土壤改良剂的方式改良土壤。

大荔县范家镇地区盐碱地土壤电导率、盐分

表 2 土壤  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、硫化物含量  
Table 2 Contents of  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  and sulfide in soil

样点 Sample	编号 Number	$\text{Fe}^{2+}$ / ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	$\text{Mn}^{2+}$ / ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	硫化物 / ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) Sulfide
F1	1	6.80	465.12	12.40
	2	7.12	502.72	12.41
	3	7.90	533.45	61.79
	4	7.57	538.79	60.82
	5	7.38	538.12	46.88
	6	6.99	464.60	47.23
	均值	7.29	507.13	40.26
F2	1	7.30	499.62	56.59
	2	6.82	453.04	77.77
	3	6.30	427.47	418.16
	4	6.88	485.40	67.92
	5	6.91	476.74	635.21
	6	7.17	506.73	51.09
	均值	6.90	474.83	217.79

含量过高,秧苗未萌发的苗盘土壤电导率、全盐含量分别是秧苗长势正常的苗盘土壤的 2.68、2.28 倍,根据秧苗长势判断,电导率、盐分含量过高会抑制水稻的正常生长发育,应注意采取排水洗盐、减少施用化肥等方式减轻盐害。

秧苗未萌发的苗盘土壤还原性硫化物是秧苗长势正常的苗盘土壤的 2.52 倍,硫化物含量差异可能是生长发育期内秧苗根系不断吸收土体中的氧气,而土体长期处于淹水状态,氧气得不到补充,形成强还原条件,引起还原性硫化物累积。硫化物过高可能是抑制水稻正常生长发育的关键因

素之一。

# 参考文献:

- [1] 张文渊. 滨海地区盐碱土类型与形成条件分析[J]. 水土保持通报. 1999,19(1):19-23.
- [2] 林年丰, V. Bounlom, 汤洁, 等. 松嫩平原盐碱土的形成与新构造运动关系的研究[J]. 世界地质. 2005,24(3):282-288.
- [3] 孔涛, 张德胜, 徐慧, 等. 盐碱地及其改良过程中土壤微生物生态特征研究进展[J]. 土壤. 2014,46(4): 581-588.
- [4] 郑普山, 郝保平, 冯悦晨, 等. 不同盐碱地改良剂对土壤理化性质、紫花苜蓿生长及产量的影响[J]. 中国生态农业学报. 2012,20(9):1216-1221.
- [5] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报. 2008,45(5): 837-845.
- [6] 黄立华, 沈娟, 冯国忠, 等. 不同氮磷钾肥配施对盐碱地水稻产量性状和吸肥规律的影响[J]. 农业现代化研究. 2010, 31(2):216-219.
- [7] 侯云鹏, 韩立国, 孔丽丽, 等. 不同施氮水平下水稻的养分吸收、转运及土壤氮素平衡[J]. 植物营养与肥料学报. 2015, 21(4):836-845.
- [8] 潘圣刚, 翟品, 曹湊贵, 等. 氮肥运筹对水稻养分吸收特性及稻米品质的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(3): 522-527.
- [9] 张亚洁, 华晶晶, 李亚超, 等. 种植方式和磷素水平互作对陆稻和水稻产量及磷素利用的影响[J]. 作物学报, 2011, 37(8):1423-1431.
- [10] 柴娟娟, 廖敏, 徐培智, 等. 我国主要低产水稻冷浸田养分障碍因子特征分析[J]. 水土保持学报. 2012, 26(2): 284-288.
- [11] 林海波, 朱青, 陈正刚, 等. 冷浸田亚铁对水稻毒害作用及改良措施[J]. 山地农业生物学报. 2015,34(2):82-86.
- [12] 张秋芳. 作物硫素营养的生理作用及其胁迫研究[J]. 江西农业大学学报. 2001,23(5):136-139.

## Analysis of Reducing Substance Toxicity of Saline Soil in Fanjia Town of Dali County

YAN Bo<sup>1,2,3,4</sup>

(1. Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Limited Company Xi'an, Shaanxi 710075; 2. Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Limited Company Xi'an, Shaanxi 710075; 3. Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, the Ministry of Land and Resources, Xi'an, Shaanxi 710075; 4. Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an, Shaanxi 710075)

**Abstract:** In order to exploit and utilize saline land reasonably and improve the quality of grain, take the saline soil of Fanjia town of Dali county as an example, the field was divided into two parts: F1, F2, soil samples from 0~30 cm were collected and their physicochemical properties were determined. According to the growth of rice, the rice in seedling stage could be divided into 2 categories: normal growth and no germination, the soil of seedling tray was collected, and the obstacle factors of seedling growth were analyzed. The results showed that the saline alkali soil was alkaline, content of organic matter, available potassium was rich level, content of total nitrogen, available phosphorus was in the lack;  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$  content of saline alkali soil was the level of toxicity, some plots of reduced sulfur was harmful level; conductivity and content of total salt, sulfur in soil with normal seedling were significantly lower than that of non germinated seedling soil, conductivity and content of total salt and sulfide seedling tray soil with non germinated seedling were tray 2. 68, 2. 28 and 2. 52 times of that of soil with normal seedling, therefore high salinity and sulfide was an important factor to inhibit the normal growth and development of rice.

**Keywords:** reducing substance; sulphide; rice; toxic action