

应用土壤盐碱改良剂控制水稻苗期盐害的研究

杨永利¹, 富东英², 甄常生³

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100094; 2. 天津农学院, 天津 300384; 3. 北京农人农业技术有限公司, 北京 100093)

摘要: 采用田间试验方法, 研究了施用不同剂量的土壤盐碱改良剂对控制水稻苗期盐害的作用。结果表明, ①稻田苗期施用 7.5, 11.25, 15 kg · hm⁻² 的土壤改良剂, 均使土壤中全盐、氯根、pH 值下降, 以 11.25 kg · hm⁻² 用量的下降幅度最大。②苗期插秧施用土壤改良剂, 稻田水的矿化度、氯根、pH 值下降, 水质得到改善, 以 15 kg · hm⁻² 用量, 效果最好。③ 3 种剂量均表现为分蘖率明显高于对照, 其中以 11.25 kg · hm⁻² 用量最为突出。④ 3 种用量没有明显差异, 从经济用量角度讲, 提倡 7.5 kg · hm⁻² 为最佳用量。

关键词: 盐碱土壤; 改良剂; 盐碱丰; 水稻; 盐害

中图分类号: S131.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 – 2043(2004)03 – 0555 – 05

Application of Conditioner Yanjianfeng in Controlling Salinity of a Saline/Sodic Soil Grown Paddy Rice Seedlings

YANG Yong-li¹, FU Dong-ying², ZHEN Chang-sheng³

(1. Soil Science Lab., Resource and Environment College, Agriculture University of China, Beijing 100094, China; 2. Tianjin Agricultural College, Tianjin 300384, China; 3. Beijing Nong Ren Agro – Tech Co., Ltd., Beijing 100093, China)

Abstract: Lower surviving rate of transplanted seedlings of paddy rice is quite common in saline/sodic soil. Several trials were done by applying varied dosages of a salinity/sodicity soil conditioner, in Yanjianfeng, to show the efficacy of the conditioner. It has been discovered that: (1) With field applications of 7.0, 11.25 and 15 kg · hm⁻² decreased the soil salts, Cl⁻, and pH value and the peak value was found to be 11.25 kg · hm⁻². (2) Application of soil conditioner during transplantation could improve water quality, decreased the contents of Cl⁻ and pH in paddy water. The best result was observed in the treatment with dose of 15 kg · hm⁻². (3) Tillering rates were apparently higher in all three treatments than in the control. The treatment by 11.25 kg · hm⁻² exhibited the best result. (4) There is no distinctive difference between three treatments, suggesting that the dosage may be optimized as 7.5 kg · hm⁻² for the practical application by considering economic purpose.

Keywords: saline/sodic soil; conditioner; Yanjianfeng; rice; salinity harm

我国东北大石桥、盘锦、营口等地区, 地处大辽河流域, 离入海口较近, 历史上就是重盐碱地区, 土壤属于典型的滨海盐渍土^[1]。近年来, 由于持续干旱, 水源短缺, 传统的大水洗盐, 常规种稻技术受到限制。特别是 2000 年的特大干旱, 蒸发量超过降雨量的 3 倍以上, 导致 2001 年稻田表土层积盐严重超标, 田间水质急剧恶化。由于泡田水量不足, 盐分又难以降到水稻忍耐极限之下, 插秧后, 不发新根, 水稻返青慢, 分蘖数减少, 更为严重的是, 部分稻田秧苗不返青, 出现

严重死苗现象。

本试验目的是将高效土壤盐碱改良剂——盐碱丰引入营口、大石桥地区水稻育秧中, 旨在研究盐碱丰对稻田土壤及稻田水的脱盐降碱作用, 寻找最佳经济用量, 为在盐碱地种稻探索一条经济合理的技术途径提供理论依据。

据我们 5 月 21—5 月 24 日对水源镇的水源村、赵家村、马家村、大村村及新建 5 个村 60 多个农户近 30 hm² 水田的水质抽样分析表明, 62.32% 的插秧水田水质中氯离子含量及全盐含量超标, 超过了水稻秧苗返青期的耐盐极限值。大概情况是秧田水中氯离子含量在 0.05% ~ 0.08% 之间的约占 20.29%,

收稿日期: 2004 – 03 – 09

作者简介: 杨永利(1966—), 女, 高级农艺师, 博士, 主要研究方向为盐碱地改良与治理。E-mail: yyl66@eyou.com

0.08%~0.1% 的占 17.39%，0.1% 以上的占 62.32%，未超标的正常水田只占 1.45%，情况很严重。石佛镇及盘锦市等其他地区情况大致相似。就营口地区而言，水田插秧已经过半，但由于盐害影响，多数地块返青不良，秧苗瘦弱，叶尖干枯发黄，根系发育不良，部分地块已出现死苗现象。根据目前水情来看，抗旱、抗盐碱、保苗已成为必然趋势，因此在插秧前、后用好盐碱丰，促使水稻早生根、早返青、早分蘖，培育壮苗就显得尤为重要。

1 试验材料与方法

1.1 试验田概况

试验示范点设在大石桥市石佛镇营口监狱一大队五中队的水稻田中。试验田总面积 1.53 hm²，属于重盐碱含量的低洼地稻田。试验区土壤及灌溉水的各项理化指标为：土壤耕作层 0~20 cm 平均全盐量为 0.53%，pH 值 8.56；泡田水的全盐含量为 0.286%，Cl⁻ 含量 0.71%，pH 值 6.5。历年插秧后，秧苗不返青，死苗率 80%~90%，需要补 3~4 次秧苗才可保 5 250~6 000 kg·hm⁻² 的产量。

1.2 试验材料

30% 高效盐碱土壤改良剂——盐碱丰是一种新型、高效抗盐水稻育秧专用型盐碱土壤改良剂，是针对水稻立枯病的发生原因和条件，根据土壤离子吸附动力学原理，利用聚合有机高分子的强力离子交换功能，研制而成的新型产品，由北京农人农业技术有限公司提供。

试验水稻品种：水稻辽—454。

1.3 试验处理

设盐碱丰为(1)空白对照(CK)；(2)7.5 kg·hm⁻²；(3)11.25 kg·hm⁻²；(4)15 kg·hm⁻² 共 4 个处理，3

次重复，随机排列。

1.4 施用方法

以试验设计要求，5 月 20 日插秧前，分别取盐碱丰 7.5, 11.25, 15 kg·hm⁻² 水稀释至 100~200 kg，用喷雾器均匀喷施于插秧田水层表面，保持水层，5 月 23 日后正常插秧。

1.5 田间管理

采用水稻田常规栽培管理技术，深耕细耙，施足基肥，达到“深、松、平”的要求。农家肥 22 500 kg·hm⁻²，磷肥 300 kg·hm⁻²，氮肥 1 050 kg·hm⁻²，插秧 22.5 万穴·hm⁻²，基本苗 67.5 万株·hm⁻²。其他管理措施与常规相同。

1.6 结果调查

土壤盐碱变化情况调查：处理前依小区定点取样并测定各小区全盐含量及 pH 值。处理后 7 d 调查同一样点的土壤全盐含量及 pH 值(取 0~20 cm 耕层土壤)。

每处理区及对照区各选 5 个点调查秧田：调查项目有苗期长势、根系发育状况、分蘖数、鲜重及干重等。

全盐用电导法测定；Cl⁻ 含量用换算法；酸碱度用 pH 计测定。

2 结果分析

2.1 施用不同剂量的盐碱丰对水稻田化学成分的影响

水稻对盐害的忍耐限度在各个生育阶段不同，其耐盐临界限度(生长要受抑制)和最大限度(要受害死苗)如表 1。当淹水层和根系活动层的盐分浓度超过耐盐极限时，即使稻田有水，水稻也不能正常生长，严重时则受害死亡^[2]。

表 1 水稻不同生育期耐盐临界浓度(吉林省、辽宁省农科院, 1960)
Table 1 Critical point for salinity tolerance of paddy rice during different development stages

项目		幼苗期		返青期		分蘖期		拔节孕穗期		抽穗开花期		乳熟期	
		临界限度	最大限度	临界限度	最大限度	临界限度	最大限度	临界限度	最大限度	临界限度	最大限度	临界限度	最大限度
滨海盐	含盐量/%	0.09	0.26	0.24	0.25	0.25	0.29	0.27	—	0.3	0.47	0.28	0.47
渍土壤	氯根/%	0.05	0.07	0.05	0.07	0.07	0.09	0.07	—	0.1	0.2	0.11	0.20
灌溉水质	氯或总碱度/%	0.15	0.2	0.1	0.15	0.2	0.23	—	—	—	—	—	—

从表 2 中可见，不论对照田还是处理小区，稻田土的含盐量、Cl⁻ 含量、pH 值分别为 0.257%~0.359%，0.154%~0.217%，0.773%~0.786%，均超过育苗期最大限度为 0.26%，0.07%，0.68%；施用不同剂量盐碱丰施入后，与对照比，3 个重复小区

表现为，土壤含盐量几乎都降到最大限度以下，其中以处理 3 下降最明显，下降值为 0.12%，3 个重复小区的 Cl⁻ 含量，pH 值也呈下降趋势，但仍大于最大极限值，以处理 3 最明显，下降值分别为 0.119%，0.073%，0.21，见表 3。可见使用 11.25 kg·hm⁻² 的

表 2 施用盐碱丰处理前后稻田土壤化学成分测定值

Table 2 Chemistry analysis in rice field before and after application of Yanjianfeng

处理	全盐量/%				Cl ⁻ 含量/%				pH 值			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均	I	II	III	平均
处理前 5 月 18 日												
CK	0.215	0.372	0.261	0.283	0.129	0.223	0.217	0.190	7.79	7.83	7.78	7.80
7.5 kg·hm ⁻²	0.296	0.389	0.256	0.314	0.178	0.233	0.154	0.188	7.71	7.73	7.76	7.73
11.25 kg·hm ⁻²	0.357	0.357	0.362	0.359	0.215	0.215	0.219	0.217	7.86	7.80	7.92	7.86
15 kg·hm ⁻²	0.236	0.320	0.215	0.257	0.141	0.192	0.129	0.154	7.58	7.90	7.78	7.75
处理后 5 月 24 日												
CK	0.259	0.241	0.168	0.223	0.155	0.145	0.201	0.167	7.70	7.67	7.80	7.72
7.5 kg·hm ⁻²	0.253	0.256	0.247	0.252	0.152	0.153	0.148	0.151	7.59	7.85	7.45	7.63
11.25 kg·hm ⁻²	0.209	0.265	0.168	0.214	0.125	0.159	0.101	0.128	7.65	7.56	7.75	7.65
15 kg·hm ⁻²	0.206	0.250	0.229	0.228	0.123	0.150	0.138	0.137	7.82	7.61	7.67	7.70

表 3 施用盐碱丰处理前后稻田土化学成分变化值

Table 3 Analysis for soil salinity in rice field before and after application of Yanjianfeng

处理	全盐量/%				Cl ⁻ 含量/%				pH 值			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均	I	II	III	平均
CK	0.044	-0.131	-0.093	-0.060	0.026	-0.078	-0.016	-0.023	-0.09	-0.16	0.02	-0.08
7.5 kg·hm ⁻²	-0.043	-0.133	-0.009	-0.062	-0.026	-0.080	-0.006	-0.037	-0.12	0.12	-0.31	-0.10
11.25 kg·hm ⁻²	-0.148	-0.092	-0.115	-0.119	-0.090	-0.056	-0.071	-0.073	-0.21	-0.24	-0.19	-0.21
15 kg·hm ⁻²	-0.030	-0.070	0.014	-0.029	-0.018	-0.042	0.009	-0.017	0.24	-0.29	-0.11	-0.05

表 4 施用盐碱丰处理前后稻田水质测定值

Table 4 Water quality analysis in rice field before and after application of Yanjianfeng

处理	矿化度/g·L ⁻¹				Cl ⁻ 含量/%				pH 值			
	I	II	III	平均	I	II	III	平均	I	II	III	平均
处理前 5 月 18 日												
CK	3.28	2.74	2.25	2.79	0.197	0.164	0.135	0.165	6.99	6.62	6.97	6.86
7.5 kg·hm ⁻²	2.90	4.00	3.03	3.31	0.174	0.240	0.182	0.199	7.71	7.70	6.70	7.37
11.25 kg·hm ⁻²	2.89	2.98	3.59	3.12	0.174	0.178	0.214	0.189	7.06	6.32	6.70	6.69
15 kg·hm ⁻²	2.78	3.03	2.38	2.73	0.167	0.180	0.143	0.163	7.05	6.75	7.04	6.95
处理后 5 月 27 日												
CK	3.88	2.69	2.45	3.01	0.233	0.161	0.147	0.180	7.50	7.50	7.00	7.33
7.5 kg·hm ⁻²	2.72	3.29	2.60	2.87	0.163	0.197	0.156	0.172	7.00	6.50	7.00	6.83
11.25 kg·hm ⁻²	2.83	2.60	3.35	2.93	0.170	0.156	0.200	0.175	7.00	6.50	6.50	6.67
15 kg·hm ⁻²	2.71	2.84	2.25	2.60	0.163	0.170	0.135	0.156	6.50	7.00	6.50	6.67

剂量处理稻田秧苗脱盐降碱快,见图 1~图 3。

2.2 不同剂量盐碱丰对水稻田苗期水质的不同影响

从表 3~表 4 可见,在不同小区中施盐碱丰后每一处理的 3 个重复稻田水的矿化度、Cl⁻含量、pH 值呈下降趋势,但仍没有降到最大极限 0.15% 以下,7 d 后,对照田即不施盐碱丰表现为这 3 个值呈上升趋势。这表明使用盐碱丰对稻田的水质改善有一定的作用,其中以处理 4 即 15 kg·hm⁻² 施用效果好,矿化度、Cl⁻含量、pH 平均值分别降为 0.26%,0.135%,0.667%,与最大极限值相近的地步,见图 4~6。

2.3 施用不同剂量盐碱丰对不同水稻苗期长势的影

响

水稻减产与土壤含盐量的关系很大^[3],因为一方面盐分可以直接危害水稻,氯化钠等盐类在土壤中浓度过高时,影响稻根对水分和养分的吸收,造成水稻生育不良,分蘖数减少等。土壤溶液的高渗透压,还会造成根及叶片细胞水分外渗,导致质壁分离,原生质破坏,引起稻苗死亡;另一方面盐分还可以破坏土壤结构,造成土壤“冷、硬、板”,影响土壤耕性,地温回升慢,根系发育不良。国外研究资料表明,土壤含盐量与水稻减产率的关系如表 6^[5]。

将对照区及各个处理区的长势进行调查,从表

6~表 7 可见,处理区的根长、株高、茎宽与对照区增长不明显,而分蘖率均高于对照,以盐碱丰用量为 $11.25\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 最为显著,也可以预测这一处理的产量也最高。这与使用盐碱丰后土壤含盐量, Cl^{-} 含量降到 0.214% , 0.128% 有关,这一结果正好与表 5 中土壤含盐量, Cl^{-} 含量与产量的关系相一致。

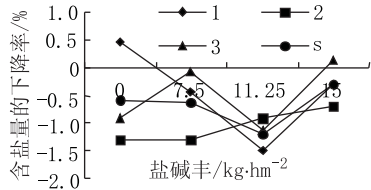


图 1 施用不同剂量的盐碱丰处理水稻田后含盐量下降幅度的比较
Figure 1 Comparison of salinity changes in rice field treated with different dosages

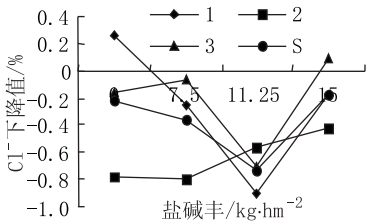


图 2 施用不同剂量盐碱丰处理水稻田 Cl^{-} 含量下降幅度的比较
Figure 2 Comparison of Cl^{-} in paddy water after application different dosages of Yanjianfeng

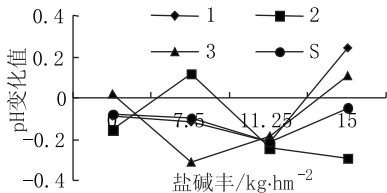


图 3 不同剂量盐碱丰处理水稻田 pH 值变化幅度
Figure 3 Variation of pH of water in rice field treated with different doses of Yanjianfeng

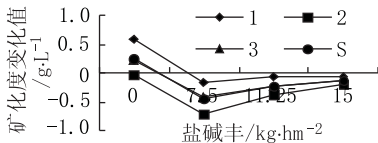


图 4 不同剂量盐碱丰处理水稻田矿化度下降幅度
Figure 4 Salt variation in rice field after treatment by different dosages of the chemical

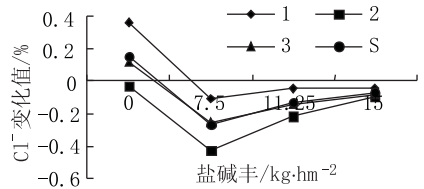


图 5 不同剂量盐碱丰处理水稻灌溉水 Cl^{-} 含量的变化幅度
Figure 5 Cl^{-} variation in irrigation water with different dosages of

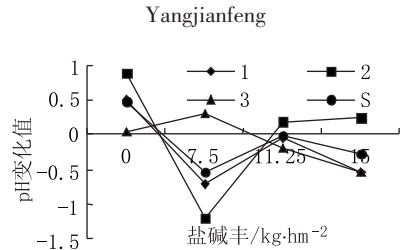


图 6 不同剂量盐碱丰处理水稻灌溉水 pH 值的变化幅度
Figure 6 pH variation in irrigation dosages of Yanjianfeng

施用盐碱丰后,减小了盐碱危害,增强了水稻的分蘖率;从测量的鲜重、干重跟对照比,说明物质代谢加强,干物质积累多,根/冠比以处理 $15\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 最大,这与表 3 中分析的水质得到较明显的改善,受盐碱危害轻,水稻根系发育好有关。前后的结果相一致,见图 7~图 8。

3 结论与讨论

(1)稻田苗期施用盐碱丰 $7.5\sim 11.25\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,

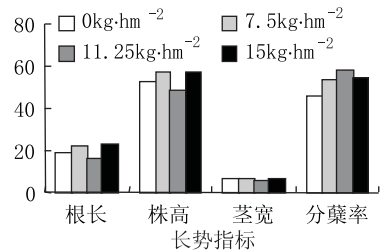


图 7 不同剂量盐碱丰处理水稻长势的比较
Figure 7 Comparison of rice growing status treated with different dosages of Yanjianfeng

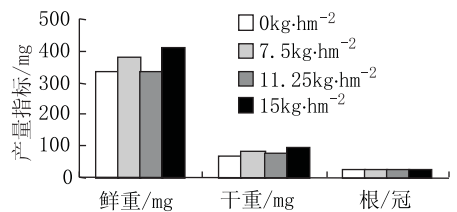


图 8 不同剂量盐碱丰处理后产量的比较
Figure 8 Comparison of the yields with different dosages of Yanjianfeng

表 5 施用盐碱丰处理前后稻田水质变化值

Table 5 Variation of water quality before and after application of Yanjianfeng

处理	矿化度/g·L ⁻¹				Cl ⁻ 含量/%				pH 值			
	I	Ⅱ	Ⅲ	平均	I	Ⅱ	Ⅲ	平均	I	Ⅱ	Ⅲ	平均
CK	0.60	-0.05	0.20	0.25	0.036	-0.003	0.012	0.015	0.51	0.88	0.03	0.47
7.5 kg·hm ⁻²	-0.18	-0.71	-0.43	-0.44	-0.011	-0.043	-0.026	-0.027	-0.71	-1.20	0.30	-0.54
11.25 kg·hm ⁻²	-0.06	-0.38	-0.24	-0.23	-0.004	-0.022	-0.014	-0.013	-0.06	0.18	-0.20	-0.02
15 kg·hm ⁻²	-0.07	-0.19	-0.13	-0.13	-0.004	-0.010	-0.008	-0.007	-0.55	0.25	-0.54	-0.28

表 6 土壤含盐量与水稻减产率的关系(Parnell,1985)
Table 6 Relationship of soil salinity and rice yield (Parnell, 1985)

土壤含盐量/%	氯离子含量/%	减产率/%
0.23	0.121	5~10
0.32	0.168	10~25
0.45	0.236	25~50
0.66	0.347	>50

表现为矿化度、Cl⁻含量、pH 值降低;可使稻秧受盐碱的危害有所缓解和减轻。但在大石桥这样重盐渍土壤上,施用盐碱丰仍不能降到水稻受盐碱危害的临界限度以下。

(2) 稻田施用盐碱丰后,减轻了盐碱对稻苗的危害,提高了保苗率,促使水稻分蘖力增强,干物质积累增加,苗壮,后期产量高。其中施用 11.25 kg·hm⁻²,

表 7 施用盐碱丰处理水稻生物学性状

Table 7 Biological characteristics after treatment with different dosages of Yanjianfeng

处理指标		CK	7.5 kg·hm ⁻²	11.25 kg·hm ⁻²	15 kg·hm ⁻²
根长/cm		19.0	21.8	16.4	22.5
株高/cm		52.4	56.8	48.6	57.3
茎宽/cm		6.6	6.8	5.9	7.1
分蘖率/%		46	53	58	54
鲜重/g·株 ⁻¹	地上部	2.48	2.97	2.65	3.25
	地下部	0.88	0.80	0.73	0.88
	总重	3.36	3.77	3.38	4.13
干重/g·株 ⁻¹	地上部	0.56	0.69	0.59	0.75
	地下部	0.13	0.16	0.14	0.21
	总重	0.68	0.85	0.73	0.96
根/冠		23%	23%	25%	28%

注:取样日期为 7 月 7 日;取样方法为随机 5 点取全株植物样本考察各项指标;茎宽指单穴稻苗各茎直径平均值;分蘖率指单穴稻苗分蘖个数与总株数的比值。

分蘖率最高。

(3) 从试验结果表明,7.5~15 kg·hm⁻² 的用量效果差异不大,建议在土壤含盐量小于 0.5% 的水稻田以 7.5 kg·hm⁻² 为最佳经济用量。

(4) 盐碱丰作为土壤改良剂不仅能脱盐降碱,改善水质,而且还能提高土壤渗透性能,活化土壤中营养成分和微量元素,但这方面的研究因时间仓促,条件有限,在本试验中未涉及,需在今后工作中进一步研究。

参考文献:

[1] 方德义,许传说,朱庆森,等. 实用水稻栽培学[M]. 上海:上海科学出版社,1981.
[2] 王尊亲. 中国盐渍土[M]. 北京:科学出版社,1993.
[3] 曾宪修. 水稻耐盐性的初步研究[J]. 土壤,1986,6:300-303.
[4] 邹志国,潘昌保,夏杰. 江苏沿海垦区主要农作物耐盐性实验研究[J]. 土壤通报,1999,30(1):23-25.
[5] Shannon M C, Rhoades J D, Draper J H, et al. Assessment of sala tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California[J]. Crop Science, 1998, 38(2): 395-398.