

盐碱地耕作及洗盐对水稻根系生长和形态特性的影响

张义凯¹ 向镜¹ 朱德峰^{1*} 周红² 张茂林² 毕崇明²

(¹ 中国水稻研究所/水稻生物学国家重点实验室, 杭州 310006; ² 山东省东营市一邦农业科技有限公司, 山东 东营 257000;

* 通讯作者: cnrice@qq.com)

摘 要: 采用大田试验, 研究了耕作及洗盐对盐碱地水稻根系生长以及形态特性的影响。结果表明, 冬耕处理并没有影响根系的生长, 而洗盐处理明显促进了水稻根系的生长, 根系干质量和根系长度明显增加。冬耕结合洗盐处理改变了根系的构型, 显著增加了根系的长度、根表面积, 降低了根系的直径, 显著增加了直径在 0~0.1 mm 之间根系的长度。洗盐处理明显促进了水稻产量的增加, 与不耕作不洗盐处理相比增产 79%, 冬耕结合洗盐处理显著增升了水稻的产量, 与不耕作不洗盐处理相比增产 92%。

关键词: 水稻; 根系; 耕作; 洗盐; 盐碱地

中图分类号: S511.05 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2017)03-0067-04

全世界有 1/3 的土地是盐碱地, 在我国也存在大面积的盐碱化土地, 约有 3 000 万 hm^2 , 主要分布在东北、华北和西北地区^[1]。开发利用盐碱地使其用于农作物生产, 在农业可持续发展中具有重大意义。水稻是耐盐碱作物, 也是沿海地区盐碱地的先锋作物。在水资源较充足的沿海滩涂地区, 种植耐盐水稻品种, 可以实现以稻治涝、以稻治盐的盐碱地农业利用和开发。盐碱地土壤盐分含量高往往造成水稻成秧率低、分蘖数大幅减少、抽穗困难、产量大幅降低等问题^[2]。降低土壤含盐量是盐碱地水稻种植的主要措施。生产上主要通过洗盐使土壤含盐量降低到 0.2% 以下, 通过灌水压盐达到维持水稻正常生长的目的^[3]。此外, 在盐碱地改良过程中, 耕作措施作为农业生产的重要部分, 其对盐碱土的改良作用备受国内外研究者的关注, 同时也是经济有效的改良方式^[4]。

根系是作物吸收养分和水分的重要器官, 其发育状况与地上部器官的形态建成和产量密切相关^[5]。盐碱地中根系是与土壤的直接接触者, 因此在植株遭受盐碱危害时直接受到抑制的部位是根系, 进而影响植株地上部分的生长^[6]。通过改良盐碱化土壤环境, 促进水稻根系生长, 延缓后期衰老, 对盐碱地水稻产量的提升有重要的意义。本文拟通过研究耕作及洗盐处理对水稻根系及产量的影响, 以期对盐碱地土壤改良提供科学依据和有效的配套技术措施。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验设在山东省东营市垦利区永安镇二十八村,

位于山东省北部黄河三角洲地区 ($38^{\circ}15'N$, $118^{\circ}5'E$), 该地区属于暖温带大陆性季风气候, 年平均降水量 555.9 mm, 年平均气温 $12.8^{\circ}C$, $\geq 10^{\circ}C$ 积温在 4 300 $^{\circ}C$ 以上, 无霜期 206 d 左右。试验田土壤类型为黄河冲积土, 土壤基本理化性质: pH 值 7.92, 有机质含量 1.55%, 土壤全氮 1.05 g/kg, 速效磷 16.33 mg/kg, 速效钾 130.64 mg/kg, 全盐 4.26 g/kg。

供试水稻品种为圣稻 735, 是山东省水稻研究所选育的耐盐碱品种。

1.2 试验处理

试验设 4 个处理: (1) CK, 不耕作不洗盐; (2) W, 洗盐不耕作; (3) T, 耕作不洗盐; (4) TW, 耕作洗盐。

耕作处理: 采用冬季旱耕, 于水稻收获后, 采用中型拖拉机翻耕, 深度 18~20 cm, 冬耕到第 2 年试验洗盐前田间保持干燥状态。洗盐处理: 采用二次洗盐法, 在水稻种植前 10 d, 先是灌水泡田, 水层达到 4~6 cm, 再旋耕, 保持水层 2 d, 水层变清后排水; 第 2 次洗盐是在排水后按照上述方法实施, 先灌水泡田再旋耕排水。

1.3 种植方式

种子经消毒、浸种、催芽后, 选择中国水稻研究所研制的钵形毯状秧盘, 于 4 月 12 日播种, 然后采用叠盘暗出苗的方法, 将秧盘叠起置于催芽暗室中, $32^{\circ}C$ 下处理 48 h, 出苗后摆于苗床上。5 月 14 日插秧, 机插规

收稿日期: 2017-01-27

基金项目: 国家科技支撑计划(2015BAD01B03); 浙江省自然科学基金(LY16C130006); 中央级公益性科研院所基本科研业务费(2014RG004-3)

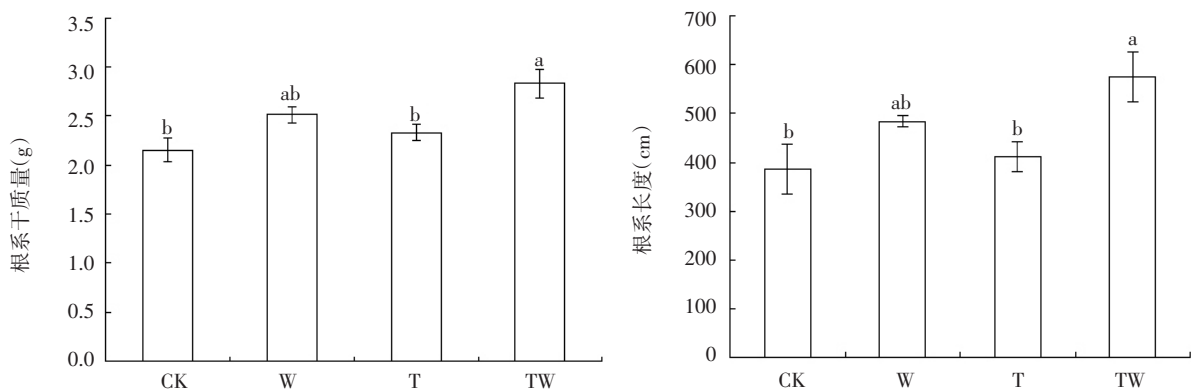


图1 耕作及洗盐处理对盐碱地水稻根系长度的影响

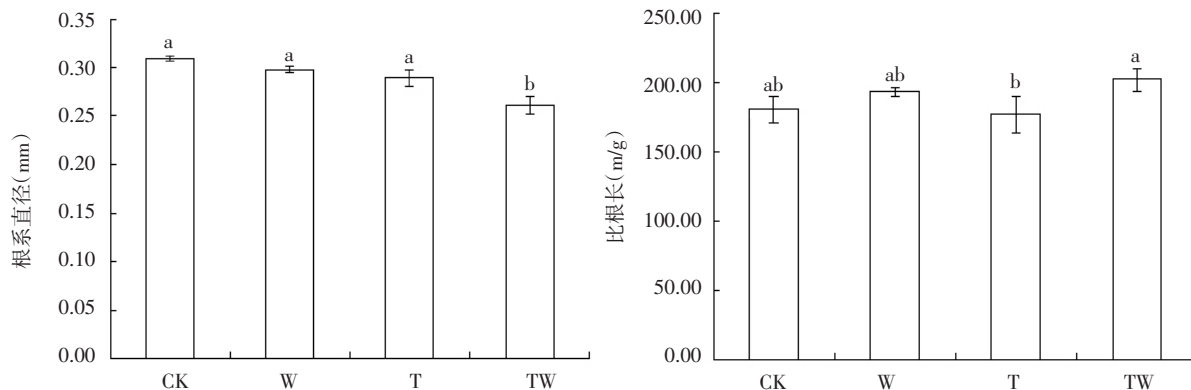


图2 耕作及洗盐处理对盐碱地水稻根系直径和比根长的影响

格 30 cm×14 cm。每组试验处理面积为 667 m²。

肥料施用:氮肥为尿素,施用量为 N 210 kg/hm²,按基肥(插秧前 1 d 施):分蘖肥(插秧后 7 d 施):穗肥(穗分化期施)=5:2:3。磷肥为过磷酸钙(含 P₂O₅ 13.5%),施用量为 450 kg/hm²,作基肥施用。钾肥为氯化钾(含 K₂O 52%),施用量为 150 kg/hm²,按基肥(插秧前 1 d 施):穗肥(穗分化期施)=1:1 施用。按照盐碱地高产栽培管理水分,全生育期采用除草剂、杀虫剂、杀菌剂控制杂草与病虫害。

1.4 测定项目及方法

在齐穗期按照试验大区内水稻植株的平均分蘖数,每重复取代表性植株 3 丛,每丛稻株以基部为中心,挖取 30 cm×14 cm×20 cm 的土块,装于 40 目的网袋中,用流水冲洗干净,装入自封袋中,置于-20 ℃的冰箱保存,以便进行根系形态指标的分析测定。所收获根系洗净后放置于长方形的玻璃盒中(20 cm×15 cm),用扫描仪(Epson V700, China)进行扫描。根系的图像用 WinRHIZO version 5.0a (Regent Instruments, Quebec, Canada)软件进行分析,测定根系长度、根直径、根表面积与比根长等根系形态指标,其中比根长为单位质量根系的长度(m/g)。土壤基础理化性质指标参考鲁如坤

所编的《土壤农业化学分析方法》分析测定^[7]。成熟期,在每个试验大区内选择 3 个区域,每个区域 6 m² 实收测产。

试验数据用 Microsoft Excel 2007 处理后,用 SAS 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 水稻根系生物量和根系长度

从图 1 可以看出,只进行冬耕处理对水稻根系生长的影响不大,而二次洗盐处理明显促进了水稻根系的生长,根系干质量和根系长度明显增加,与对照相比分别增加了 27%和 25%;冬耕结合洗盐处理显著增加了水稻根系干质量和根系长度,分别比对照增加了 43%和 49%。

2.2 水稻根系直径和比根长

水稻根系的直径和比根长反应了根系的粗细程度。从图 2 可以看出,在盐碱地上通过耕作及洗盐处理对水稻根系的粗细程度有显著的影响,单进行冬耕或洗盐处理对水稻根系直径和比根长影响相对较小,而冬耕结合洗盐处理显著降低了水稻根系的直径而增加了比根长,与对照相比直径降低了 16%、比根长增加了

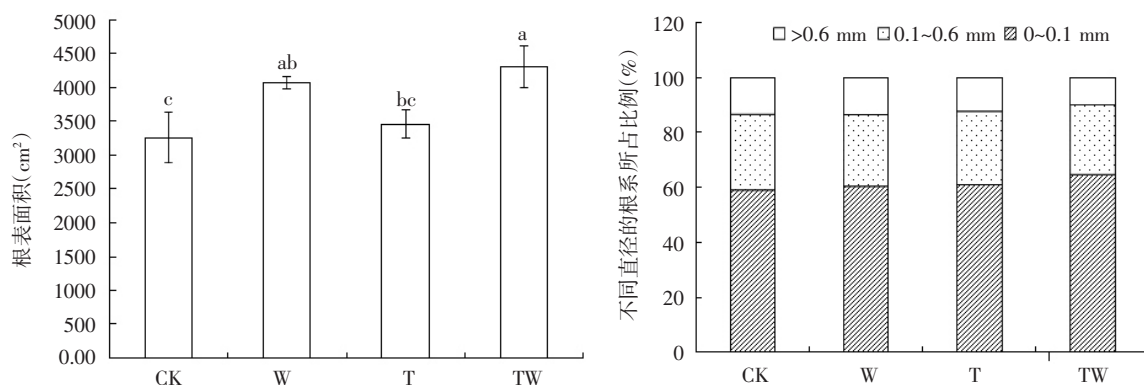


图3 耕作及洗盐处理对盐碱地水稻根表面积和不同直径的根系所占比例的影响

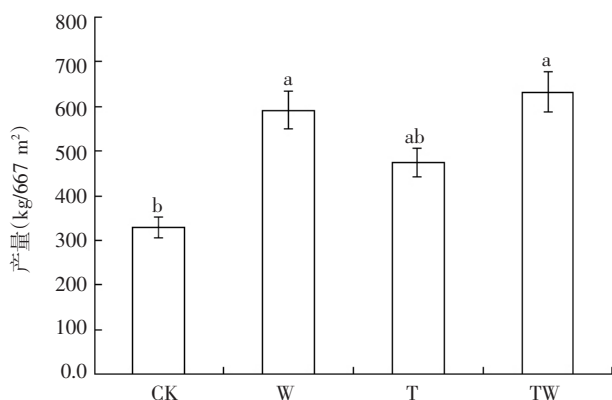


图4 耕作及洗盐处理对盐碱地水稻产量的影响

12%。

2.3 水稻根表面积和不同直径的根系所占比例

从图3可以看出,冬耕处理对水稻根系表面积的影响较小,而洗盐处理对水稻根系表面积影响较大,与对照相比增加了24%;冬耕结合洗盐处理显著增加了水稻根系的表面积,与对照相比增加了32%,有助于水稻对土壤中养分的吸收。冬耕和洗盐单独处理并没有影响水稻根系直径在0~0.1 mm以及0.1~0.6 mm根系的长度,而冬耕结合洗盐处理显著增加了水稻根系直径在0~0.1 mm根系的长度,与对照相比增加了10%,有助于水稻根系表面积的增加。

2.4 水稻产量

从图4可以看出,冬耕和洗盐处理明显促进了水稻产量的增加,分别比对照提高了44%和79%,冬耕结合洗盐处理产量比对照提高了92%。

3 结论与讨论

根系是植物从土壤中吸收养分和水分的主要器官。根系的生长情况直接影响植物地上部的生长、营养

状况以及产量^[8]。本试验研究表明,不同耕作方式及洗盐对水稻根系总长度和根表面积影响较大,冬耕与洗盐结合显著促进根系的生长。根表面积是植物利用土壤养分能力的重要体现,根系的伸长与根毛的产生可以大大增加根系的吸收面积^[9-10]。只有健壮根系才能保证植物更大范围地从土壤中吸收水分和营养,从而达到高产^[11-12]。

冬耕深翻能够切断盐碱地土壤上升毛细管,抑制土壤深层的盐分上返,也切断了冻融作用的积盐途径。但是通过试验研究发现,如果仅冬耕是不能达到促进水稻根系生长,需要结合灌水泡田、旋耕、排水,反复洗盐,才能降低耕层盐分离子,改善水稻生长环境^[13]。盐碱地所含盐分离子高,同时pH值较高,当植物生长于盐碱地条件下,细胞间质的pH值升高,阻碍细胞壁的疏松,进而阻碍细胞延伸,影响植物根系的生长^[14-15]。通过冬耕及洗盐处理,水稻根系的生长得到显著改善,促进了植株地上部分的生长发育,进而提高了水稻产量。

参考文献

- [1] 刘行,张彦广,安军超,常二梅. 金露梅耐盐生理特性的研究[J]. 河北农业大学学报,2009,32(2):34-41.
- [2] 陈惠哲, Natalia Ladatko, 朱德峰,等. 盐胁迫下水稻苗期 Na⁺和 K⁺吸收与分配规律的初步研究 [J]. 植物生态学报,2007,31(5): 937-945.
- [3] 阿依古丽·达嘎尔别克,艾比布拉·伊马木,大森圭佑,等. 不同洗盐法对盐碱化土壤改良效果研究 [J]. 新疆农业科学,2015,52(3):477-482.
- [4] 宫秀杰,郝玉波,来永才,等. 耕作方式对松嫩平原北部盐碱地土壤理化性状的影响[J]. 作物杂志,2014(1):115-120.
- [5] 朱德峰,林贤青,曹卫星. 水稻深层根系对生长和产量的影响[J]. 中国农业科学,2001,34(4):429-432.
- [6] 郝姗姗, 宰学明. NaCl 处理对竹柳苗根系活力及抗氧化酶活性的影响[J]. 安徽农业科学,2013,41(15):6 587-6 588.

- [7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- [8] Wang Z, Li S. Effects of nitrogen and phosphorus fertilization on plant growth and nitrate accumulation in vegetables [J]. *J Plant Nutr*, 2004, 27(3): 539-556.
- [9] 吴伟明, 宋祥甫, 孙宗修, 等. 不同类型水稻的根系分布特征比较 [J]. 中国水稻科学, 2001, 15(4): 276-280.
- [10] 曾翔, 李阳生, 谢小立, 等. 不同灌溉模式对杂交水稻生育后期根系生理特性和剑叶光合特性的影响 [J]. 中国水稻科学, 2003, 17(4): 355-359.
- [11] 马巍, 侯立刚, 齐春艳, 等. 吉林省盐碱稻区不同栽培模式对土壤性质及水稻生长的影响 [J]. 吉林农业科学, 2014, 39(4): 17-21.
- [12] 沈婧丽, 王彬, 田小萍, 许兴. 不同改良模式对盐碱地土壤理化性质及水稻产量的影响 [J]. 江苏农业学报, 2016, 32(2): 338-344.
- [13] 任海, 李旭, 吕小红, 等. 氮肥运筹对滨海盐碱地水稻产量及氮肥利用率的影响 [J]. 江苏农业科学, 2016, 44(9): 86-89.
- [14] 吕海艳. 盐碱胁迫对水稻根系形态特征及产量的影响 [D]. 北京: 中国科学院大学, 2014.
- [15] Passioura J B. Root signals control leaf expansion in wheat seedlings growing in drying soil [J]. *Aust J Plant Physiol*, 1988, 15 (5): 687-693.

Effects of Tillage and Salt Washing on Root Growth and Morphological Characteristics of Rice in Saline-alkali Soil

ZHANG Yikai¹, XIANG Jing¹, ZHU Defeng^{1*}, ZHOU Hong², ZHANG Maolin², BI Chongxi²

(¹State Key Laboratory of Rice Biology/ China National Rice Research Institute, Hangzhou 310006, China; ²Dongying Yi Bang Agricultural Technology Co., Ltd., Dongying , Shandong 257000, China; ^{*}Corresponding author: cnrice@qq.com)

Abstract: In order to study the effects of tillage and saline leaching on root growth and morphological characteristics of rice, a field experiment was conducted. Winter ploughing did not affect the growth of roots, and multiple salt leaching significantly promoted the growth of rice roots, and mainly increased the root dry weight and root length. Winter tillage combined with salt washing changed the root architecture of rice and significantly increased total root length, root surface area. The diameter of root system was decreased, mainly increased root length in the diameter 0 ~ 0.1mm due to winter tillage combined with salt washing. The yield of rice increased by 79% compared with the control, and the yield of paddy rice was significantly increased by winter-tillage combined with salt washing, which was 92% higher than that of the control.

Key words: rice; root; tillage; salt washing; saline-alkali soil

· 综合信息 ·

黑龙江省 2016 年审定通过的水稻新品种(上)

审定编号 (黑审稻)	品种名称	类型	选育单位	品种来源	全生育期 (d)	区试产量 (kg/667 m ²)	生试产量 (kg/667 m ²)	米质
2016001	龙稻 24	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所	龙稻 5 号 / 吉梗 83 号	145	561.83	598.09	国优 2 级
2016002	龙稻 25	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所	辽星 1 号 / 松粳 12	143	552.51	595.66	国优 2 级
2016003	松粳 22	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院五常水稻研究所、黑 龙江省龙科种业集团有限公司	五优稻 4 号 / 松 02-253	144	550.09	528.97	国优 2 级
2016004	龙稻 26	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所	合江 19/ 龙稻 7	140	560.81	563.85	国优 2 级
2016005	龙庆稻 6 号	粳型常规稻	黑龙江省庆安县北方绿洲稻作研究所	庆 20-4/ 龙庆稻 1 号	136	586.63	624.11	国优 2 级
2016006	牡丹江 35	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院牡丹江分院	北优 4 号 / 牡 96-1696	133	564.07	603.27	国优 2 级
2016007	北稻 1 号	粳型常规稻	黑龙江省绥化市北方稻作综合研究所	吉 85 良 36/ 藤系 138	134	559.20	610.79	国优 2 级
2016008	龙粳 50	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所、 佳木斯龙粳种业有限公司、黑龙江省龙科 种业集团有限公司	空育 131/ 龙花 00-233	130	611.10	655.75	国优 2 级
2016009	龙粳 51	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所、 佳木斯龙粳种业有限公司	龙花 00-233/ 龙交 04- 109	130	613.85	650.27	国优 2 级
2016010	龙粳 52	粳型常规稻	黑龙江省佳木斯龙粳种业有限公司、黑龙 江省农业科学院佳木斯水稻研究所	龙生 07092/ 龙粳 25	130	621.91	651.89	国优 2 级
2016011	龙粳 53	粳型常规稻	黑龙江省农业科学院佳木斯水稻研究所、 佳木斯龙粳种业有限公司	龙育 98195/ 龙 粳 12// 空育 131	130	581.89	656.29	国优 2 级
2016012	三江 16	粳型常规稻	北大荒垦丰种业股份有限公司、黑龙江省 农垦总局建三江农业科学研究所	建 YD7/ 绥粳 3 号	131	600.55	659.87	国优 3 级

(下转第 99 页)